НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

МИЭМ

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ
малых форм предприятий в научно-технической сфере

SuperJob

Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

2015 г.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

МОСКОВСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОНИКИ И МАТЕМАТИКИ
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»

ФОНД СОДЕЙСТВИЯ РАЗВИТИЮ МАЛЫХ ФОРМ ПРЕДПРИЯТИЙ
В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СФЕРЕ

ООО «СТУДЕНЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Москва 2015г.

УДК 658.012; 681.3.06; 621.396.6.001.66(075); 621.001.2(031)
ББК 2+3
Н 34

Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им. Е.В. Арменского. Материалы конференции. - М. ~: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2015. - 324.

ISBN 978-5-94768-071-3

В материалах конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ представлены тезисы докладов по следующим направлениям: прикладная математика; информационно-коммуникационные технологии; автоматизация проектирования, банки данных и знаний, интеллектуальные системы; компьютерные образовательные продукты; информационная безопасность; электроника и приборостроение; производственные технологии, нанотехнологии и новые материалы; современные технологии дизайн проектирования; информационные технологии в экономике, бизнесе и инновационной деятельности.

Материалы конференции могут быть полезны для преподавателей, студентов, научных сотрудников и специалистов, специализирующихся в области прикладной математики, информационно-коммуникационных технологий и электроники.

Редакционная коллегия: Тихонов А.Н., Азаров В.Н., Аристова У.В., Карасев М.В., Кулагин В.П., Леохин Ю.Л., Львов Б.Г., Титкова Н.С., Увайсов С.У.

Издание осуществлено с авторских оригиналов.

ISBN 978-5-94768-071-3

ББК 2+3
© Московский институт электроники и математики Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», 2015 г.
© Авторы, 2015г.

Научно – техническая конференция аспирантов, студентов и молодых специалистов, посвященная памяти первого ректора МИЭМ профессора Евгения Викториновича Арменского



Нынешняя конференция проходит в год 70–летия Победы советского народа в Великой Отечественной войне. Первый ректор МИЭМ Евгений Викторинович Арменский был ярким представителем народа – победителя.

Краткая биографическая справка о Евгении Викториновиче Арменском: родился 2 октября 1923 года в городе Буй Костромской области. В 1941 году, он ушел добровольцем на фронт в составе 234 Ярославской стрелковой коммунистической дивизии. Первый фронтовой опыт получил в боях под Москвой. В самые тяжелые 1941-1942 годы он был разведчиком-наблюдателем 1081 артполка на Калининском фронте, а после ранения в конце 1942 года - курсантом учебной роты связи 5-ой отдельной запасной стрелковой бригады Уральского военного округа. С 1943 года по ноябрь 1945 года был командиром радиовзвода 102 стрелкового корпуса Первого Украинского фронта. Великую Отечественную войну Евгений Викторинович закончил в Праге 9 мая 1945 года. За ратные подвиги он был награжден орденами: Красной Звезды, Отечественной войны I и II степени, медалями: «За боевые заслуги», «За освобождение Праги», «За победу над Германией в Великой Отечественной войне».

После демобилизации он поступил в Ивановский химико-технологический институт, в котором проучился 2 курса, а затем перешел на третий курс Московского механического института (ныне Московский инженерно-физический институт, НИЯУ МИФИ), который закончил в 1951 году.

Трудовую деятельность Евгений Викторинович начал с должности секретаря комитета ВЛКСМ МИФИ, а с 1952 года началась его педагогическая деятельность с ассистента кафедры «Автоматика и телемеханика» МИФИ. В этом же году он поступил в аспирантуру МИФИ, которую успешно завершил и защитил кандидатскую диссертацию на тему «Пространственный метод регулирования двухфазного асинхронного двигателя». С 1956 года Евгений Викторинович развивает научное направление и формирует научную школу в области создания

систем автоматического контроля, регулирования и управления электрофизических установок.

В 1962 году Евгений Викторинович Арменский был назначен ректором вновь созданного Московского института электронного машиностроения. С этого времени в полной мере раскрылись выдающиеся организаторские и педагогические способности Евгения Викториновича, где благодаря кипучей и самоотверженной деятельности были организованы новые кафедры и научные лаборатории, сформирован дружный коллектив единомышленников.

В 1968 году выходит в свет книга Евгения Викториновича Арменского и Геннадия Борисовича Фалка «Электрические микромашины», а в 1969 году Евгений Викторинович защищает докторскую диссертацию на тему «Системы управления ускорителями заряженных частиц с энергией до 100 Мэв» и в этом же году ему присвоено ученое звание профессор по кафедре «Электрические машины и электромеханические устройства автоматики».

В 1973 году Евгению Викториновичу присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники РСФСР». Профессор Евгений Викторинович Арменский хорошо известен своими монографиями и учебниками, изданными на русском, английском, французском, испанском языках. Эти книги стали классическими настольными пособиями для специалистов и студентов практически во всех научных и учебных центрах, занимающихся электромашинными устройствами. В 1984 году Евгению Викториновичу вместе с коллегами была присуждена Государственная премия СССР «За создание и внедрение в промышленность сверхвысоковакуумных магниторазрядных насосов и высоковакуумных средств технологического и научного оборудования электронной техники».

Под его руководством выполнены и защищены 10 докторских и свыше 30 кандидатских диссертаций. На протяжении 40 лет Евгений Викторинович был членом редколлегий журналов «Измерительная техника», «Физика и химия обработки материалов» и «Датчики и системы».

Евгений Викторинович всегда уделял большое внимание подготовке молодых ученых, поэтому важным научным пожеланием первого ректора МИЭМ Евгения Викториновича Арменского аспирантам и студентам Московского института электроники и математики является получение дополнительных знаний в области прикладной и фундаментальной математики, поскольку позволяют очень хорошо подготовиться к выполнению и защите кандидатской диссертации.

Секция
«Прикладная математика»

ОПЕРАТОРНЫЙ МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ТУННЕЛЬНОГО РАСЩЕПЛЕНИЯ ЭНЕРГИЙ

Е.В. Выборный
НИУ ВШЭ, Департамент прикладной математики

Классическим проявлением туннелирования является проникновение частицы через потенциальный барьер, разделяющий две области классического движения в конфигурационном пространстве. Хорошо известно, что туннелирование приводит к расщеплению энергетических уровней в случае зеркально-симметричного двухъямного потенциала [1].

Другим проявлением туннельного эффекта является отражение частицы при движении выше потенциального барьера, которое также можно рассматривать как туннелирование через классически запрещенную область (барьер) в импульсном представлении.

В общем случае туннелирование может происходить между двумя различными траекториями в фазовом пространстве – так называемое динамическое туннелирование. Динамическое туннелирование возникает в различных квантово-механических моделях и активно изучается в последнее время.

Задача состоит в вычисление туннельного расщепления энергий в случае динамического туннелирования.

Пусть Гамильтониан $\hat{H}$ – самосопряженный оператор, $E_{1,2}$ – пара собственных значений дискретного спектра оператора $\hat{H}$, а $\psi_{1,2}$ – соответствующие стационарные состояния. Тогда для величины расщепления $\Delta E = E_2 - E_1$ справедлива формула:

$$\Delta E = \frac{\left\langle [\hat{H},\hat{\sigma}]\psi_1,\psi_2 \right\rangle}{\left\langle \hat{\sigma}\psi_1,\psi_2 \right\rangle},$$

где $\hat{\sigma}$ – произвольный самосопряженный оператор такой, что $\left\langle \hat{\sigma}\psi_1,\psi_2 \right\rangle \neq 0$, а $[\hat{H},\hat{\sigma}]$ – коммутатор операторов $\hat{H}$ и $\hat{\sigma}$.

Предложенная операторная формула является обобщением классических формул для вычисления туннельного расщепления в различных задачах квантовой механики. Например, из этой формулы можно получить формулу Герринга для многомерного симметричного двухъямного потенциала, если взять $\hat{\sigma} = \sigma(\hat{x})$, где функция $\sigma(x)$ равна единице с одной стороны от плоскости симметрии и нулю – с другой.

В общем случае туннелирования между различными областями фазового пространства оператор $\hat{\sigma}$ должен отделять состояния, локализованные в одной области фазового пространства, от состояний, локализованных в другой симметричной области.

Самый простой пример динамического туннелирования дает задача о движении частицы по окружности под действием потенциального поля $V(x)$ в случае, когда ее энергия выше максимума потенциала.

Классическая частица в такой ситуации будет пробегать всю окружность в одном из двух возможных направлений. В квантовой механике оказывается возможным существование пар состояний, в каждом из которых частица “вращается” одновременно в двух направлениях, и возникает туннельное расщепление уровня энергии, отвечающего данной паре.

Стационарные состояния частицы на окружности описывается одномерным уравнением Шредингера:

$$\hat{H}\psi = E\psi,$$
$$\psi(x+2\pi) = \psi(x).$$

Соответствующий оператор имеет вид:

$$\hat{H} = -\frac{h^2}{2}\frac{d^2}{dx^2} + V(x),$$

где h – малый параметр квазиклассического приближения. Предполагается, что потенциал $V(x)$ является дважды непрерывно дифференцируемой периодической функцией.

Применяя предложенный операторный метод вычисления величины расщепления энергий, можно доказать следующую теорему [2].

Теорема.

Пусть $E_{1,2}$ – пара близких собственных значений оператора $\hat{H}$, отвечающих роторному режиму. Пусть соответствующие собственные функции $\psi_{1,2}$ выбраны действительными и нормированы так, что

$$\psi_1(x) = \sqrt{\frac{2\omega}{p(x)}}\cos\left(\frac{1}{h}\int_{x_0}^{x} p(x)dx\right) + O(h),$$
$$\psi_2(x) = \sqrt{\frac{2\omega}{p(x)}}\sin\left(\frac{1}{h}\int_{x_0}^{x} p(x)dx\right) + O(h),$$

где $p(x) = \sqrt{2(E - V(x))} > 0$ – классический импульс частицы, ω – частота классического движения по окружности.

Тогда для расщепления энергий справедлива асимптотическая формула:

$$\Delta E = \frac{1+O(h)}{(2\pi)^2}\int_0^{2\pi} dx_1 \int_0^{2\pi} \left(V(x_2) - V(x_1)\right)\times$$
$$\times ctg\left(\frac{x_2 - x_1}{2}\right)\psi_1(x_1)\psi_2(x_2)\,dx_2.$$

Если потенциал $V(x)$ – аналитическая функция, то асимптотику интеграла можно найти, используя метод перевала. Стационарные точки определяются из равенства $p(x_1) = p(x_2) = 0$, т.е. совпадают с комплексными точками поворота уравнения. Следовательно, основной вклад в величину расщепления дают комплексные точки поворота, что согласуется с общей теорией надбарьерного отражения.

Применяя метод перевала для вычисления асимптотики интеграла в случае квантового маятника $V(x) = \cos(x)$, можно получить известную формулу Дыхне.

Список литературы:

1. Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М. Курс теоретической физики в 10 томах, т. 3 Квантовая механика (нерелятивистская теория) // М.: Физматлит, 2002.

2. Выборный Е. В. Об энергетическом расщеплении при динамическом туннелировании // ТМФ 181:2 (2014), 337-348; English transl.: E. V. Vybornyi “ Energy splitting in dynamical tunneling”, Theor. Math. Phys. 181:2, 1418-1427 (2014).

ЗАВИСИМОСТЬ ИОННОГО ТОКА ОТ РАБОЧЕГО НАПРЯЖЕНИЯ ХОЛЛОВСКОГО ДВИГАТЕЛЯ

Н.В. Шумилин, В.П. Шумилин*
НИУ ВШЭ, Департамент прикладной математики
****ФГУП ВЭИ им. Ленина, МФТИ***

Аннотация

Произведено сравнение результатов расчетов, выполненных в рамках простой теоретической модели, с экспериментальными результатами. Показано, что предложенная простая модель и качественно и количественно дает близкие к реальности результаты.

Введение

В работе [1] предложена простая модель для определения взаимосвязи между интегральными характеристиками холловских электрических ракетных двигателей с анодным слоем. Под интегральными характеристиками мы понимаем ускоряющее напряжение, величину магнитного поля, расход рабочего газа, ток ускоренных ионов и геометрические размеры двигателя. Эта модель включает в себя уравнение баланса сил, действующих на область с холловским током, и соотношение между током ускоренных ионов и расходом рабочего газа.

Если в области холловского тока продольная составляющая магнитного поля в направлении оси двигателя отсутствует или меняется слабо, то действующая на “виток холловского тока” со стороны магнитного поля сила пропорциональна разности магнитных давлений по обе стороны “витка” и площади сечения ионного пучка. С другой стороны эта сила пропорциональна произведению тока ускоренных ионов на их импульс. Это позволяет записать уравнение баланса сил действующих на область с холловским током. При этом предполагается, что “виток с холловским током” находится в эквипотенциальной анодной плазме, а практически вся разность потенциалов сосредоточена между анодной и катодной плазменными областями, то есть электрическими силами можно пренебречь.

Полагая, что все ионы прошли полную, приложенную к разряду, разность потенциалов, φ_0, и не имеют углового разброса скоростей, запишем баланс этих сил в виде

$$\frac{l}{c} J_H H_0 = \frac{M}{e} J_i \sqrt{\frac{2e\varphi_0}{M}} ,$$

где M – масса атома рабочего газа; e – абсолютное значение элементарного заряда; J_i – ток ионного пучка, c – скорость света в вакууме, $J_H = \int j_H(r,z)dS \approx \Delta R \int_0^L j_H(z)dz$ - полный холловский ток, $\Delta R = R_2 - R_1$, R_2 - внешний радиус области с холловским током, R_1 - ее внутренний радиус, $l = \pi(R_1 + R_2)$ - длина средней линии сечения области с холловским током, L - протяженность занимаемой холловским током области в направлении оси z, H_0 - среднее значение магнитного поля в области холловского тока.

Кроме этого баланса с необходимостью должно выполняться еще одно условие: поток рабочего нейтрального газа должен быть ионизован в такой степени, чтобы обеспечить необходимую величину тока ускоренных ионов и, следовательно, рассмотренный баланс сил.

Для того чтобы сформулировать это условие представим ионный ток в виде

$$J_i = QP_i ,$$

где Q – поток рабочего газа в амперах; P_i – вероятность ионизации при прохождении атомом рабочего газа всей области холловского тока. Высокая степень ионизации рабочего газа в холловских ЭРД достигается за счет того, что ионизация производится преимущественно электронами, которые формируют холловский ток. Мы будем предполагать, что ионизация производится только этими быстрыми электронами.

Очевидно, что ток ускоренных ионов пропорционален расходу рабочего газа. Коэффициент пропорциональности имеет смысл вероятности ионизации атомов рабочего газа при пролете области холловского тока. Вопрос о вероятности ионизации потока нейтралов в области с известной зависимостью частоты их выгорания от координаты рассматривался в работе [2]. Используя простую модель газового разряда в скрещенных электрическом и магнитном полях, можно связать частоту ионизации потока рабочего газа с интегральными характеристиками двигателя. Таким образом, вероятность ионизации оказывается зависящей от отношения магнитных давлений по обе стороны “витка с холловским током”, ускоряющего напряжения, рода газа и величины магнитного поля.

Зависимость тока ускоренных ионов от ускоряющего напряжения

В результате мы имеем два соотношения, которые при заданном роде рабочего газа и геометрических размерах ЭРД связывают ускоряющее напряжение, квадратный корень из отношения магнитных давлений по обе стороны “витка с холловским током” (параметр размагничивания), величину магнитного поля и ток ускоренных ионов. Исключая из этих соотношений, например, параметр размагничивания, получим искомую взаимосвязь между интегральными характеристиками ЭРД. В частности, для конкретного двигателя это позволяет построить зависимости тока ускоренных ионов от ускоряющего напряжения при фиксированных напряженности магнитного поля и расходе рабочего газа, а также зависимости тока ускоренных ионов от напряженности магнитного поля при фиксированных ускоряющем напряжении и расходе рабочего газа.

С помощью этой модели в [1] рассмотрен вопрос об области существования разряда, а также получены зависимости тока ускоренных ионов от напряжения разряда и от величины магнитного поля. Конкретные расчеты проводились для одного из наиболее часто используемых холловских ЭРД –Д-55. В качестве рабочих параметров Д-55 использовались следующие, приведенные в [3], значения: разрядное напряжение $\varphi_0 = 300$ В; индукция магнитного поля $H_0 = 223$ Гс; массовый расход ксенона $\dot{m} = 4.52$ мг/с, или в токовых единицах $Q = 3.32$ А; внешний радиус разрядного канала $R_2 = 5.5$ см; внутренний радиус разрядного канала $R_1 = 4.0$ см; тяга двигателя $F = 7920$ дин.

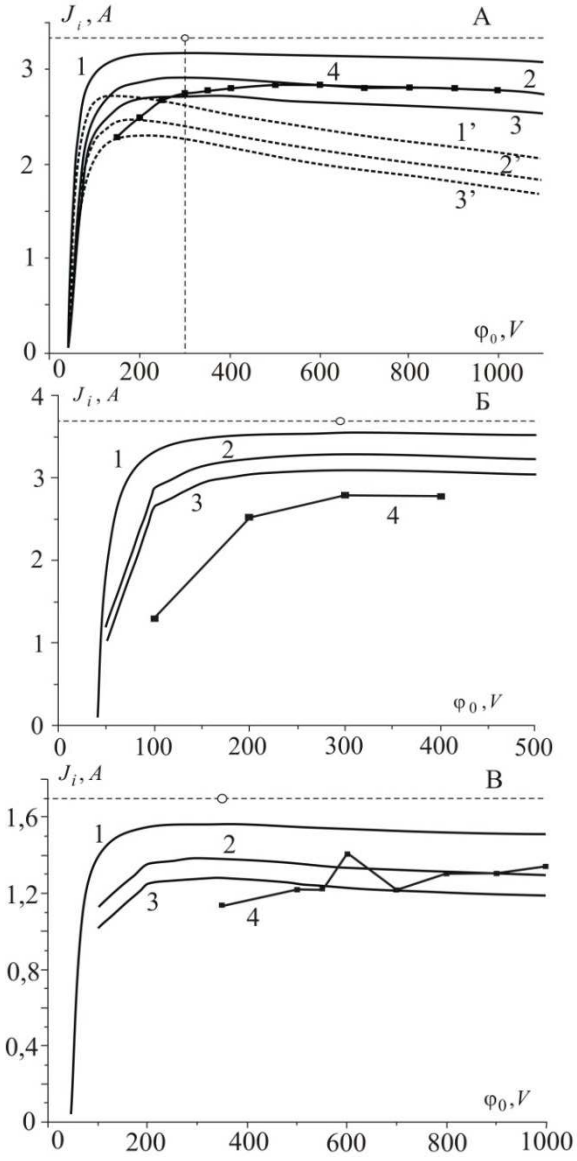
На Рис. 1А представлена полученная таким образом зависимость тока ускоренных ионов от напряжения разряда при постоянном значении магнитного поля, заданном расходе и температуре рабочего газа ($T = 300$ К) для двигателя Д-55. Горизонтальная пунктирная прямая соответствует расходу рабочего газа Д-55, кружком отмечена его рабочая точка в предположении полного выгорания рабочего газа. Кривая 1 соответствует гидродинамической модели движения нейтралов; кривая 2 – кинетической модели с одинаковыми модулями начальных скоростей; кривая 3 – кинетической модели с максвелловским распределением начальных скоростей; кривая 4 – результат пересчета экспериментальных данных, приведенных в [4]; пунктирные кривые (1′, 2′, 3′) соответствуют моделям, реализованным в кривых 1, 2, 3 с учетом корректирующего множителя, учитывающего краевые эффекты.

Аналогичные графики были построены и для некоторых других моделей холловских двигателей: для СПД-100 (Рис. 1Б), для PPS-1350 (Рис. 1В), для ВНТ-1000 (Рис. 1Г) и для PlaS-40 (Рис. 1Д). Для построения этих графиков использовались экспериментальные данные, приведенные в [5], [6], [7] и в [8] соответственно.

Видно, что предложенная в работе [1] простая модель и качественно и количественно дает близкие к реальности результаты.

Заключение

Предложена простая модель для определения взаимосвязи между интегральными параметрами холловских ЭРД с анодным слоем. С ее помощью получена зависимость тока ускоренных ионов от напряжения разряда для различных моделей холловских двигателей. Предложенная модель может быть использована при конструировании новых холловских ЭРД для предварительной оценки их параметров.



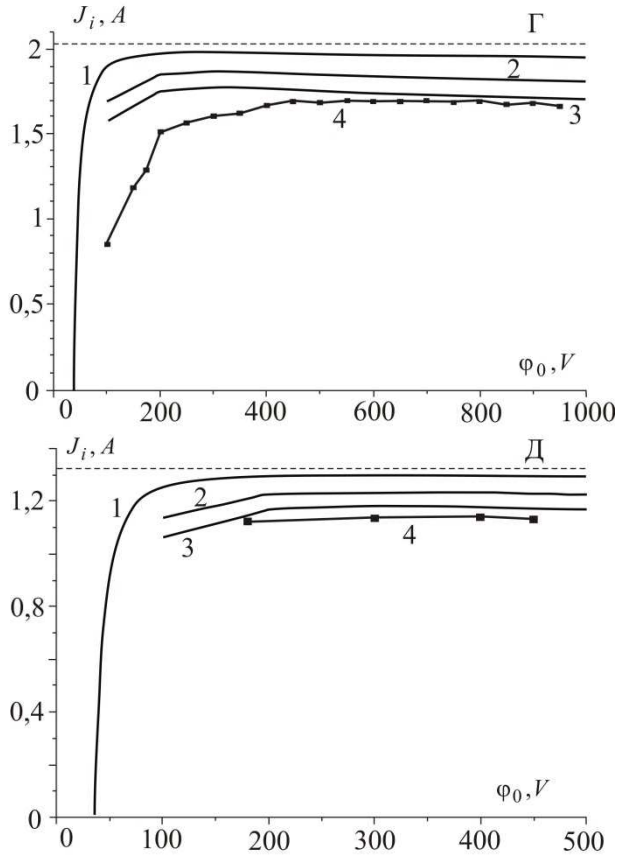


Рис.1. Зависимость тока ускоренных ионов от напряжения разряда при постоянном значении магнитного поля, заданном расходе и температуре рабочего газа (T = 300 К) для двигателей А) Д-55; Б) СПД-100; В) PPS-1350; Г) ВНТ-1000; Д) PlaS-40.

Список литературы:

1. *Шумилин В.П., Шумилин А.В., Шумилин Н.В.* // Физика плазмы. 2014. Т. 40, №3, стр. 295-304. [*Shumilin V.P., Shumilin A.V., and Shumilin N.V.* // Plasma Physics Reports. 2014. Vol. 40, No. 3. pp. 229-238.].

2. *Шумилин В.П., Шумилин А.В., Шумилин Н.В.* // ТВТ. 2012. Т. 50. С. 196. [*Shumilin V.P., Shumilin A.V., and Shumilin N.V.* // High Temperature. 2012. V. 50. P. 178.]

3. *Warner N.Z.* Theoretical and experimental investigation of Hall thruster miniaturization. Massachusetts Institute of Technology, 2007.

4. *Гришин С.Д.* Энциклопедия низкотемпературной плазмы / Под ред. В.Е. Фортова. М.: Наука, 2000. Т. IV. С. 291.

5. *Bareilles J., Hagelaar G. J. M., Garrigues L. et al.* - Critical assessment of a two-dimensional hybrid Hall thruster model... - Physics of Plasmas, 11, 2004.

6. *Vial V., Lazurenko A., Bouchoule A. et al.* - PPS 1350-G in an extended operation domain... - AIAA 2004-3607, 2004.

7. *Pote B. and Tedrake R.* - Performance of a high specific impulse Hall thruster - IEPC-01-035, 2001.

8. *Potapenko M.Yu., Gopanchuk V.V.* - Development and Research of the Plasma Thruster with... - IEPC-2013-52, 2013.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ АНОДА НА ПРОТЯЖЕННОСТЬ АНОДНОЙ ПЛАЗМЫ ГАЗОВОГО РАЗРЯДА

А.В. Шумилин, В.П. Шумилин*
НИУ ВШЭ, Департамент прикладной математики
****ФГУП ВЭИ им. Ленина, МФТИ***

Аннотация

В работе рассматривается структура анодной плазмы газового разряда с учетом интенсивного ионизационного выгорания. При рассмотрении потока нейтралов были учтены кинетические эффекты преимущественного выгорания тангенциально летящих и медленных нейтралов, а также различие температур подающегося нейтрального газа и нейтралов, эмитированных с анодной поверхности. Получены зависимости координат границ области анодной плазмы от параметра выгорания и от температуры анода.

Введение

Несмотря на то, что электрореактивные двигатели характеризуются гораздо меньшей тягой чем, например, химические двигатели, они могут достигать значительно больших скоростей истечения рабочего вещества. Один из наиболее распространенных типов таких двигателей – холловские электрореактивные двигатели – в настоящее время широко используется в качестве двигателей коррекции орбиты долгоживущих космических аппаратов. Однако, способность достигать высоких скоростей и высокий КПД использования рабочего вещества делают такие двигатели перспективными также и для дальних космических полетов. В электрореактивных двигателях такого типа используется газовый разряд в скрещенных электрическом и магнитном полях. Рабочий газ подвергается интенсивному ионизационному выгоранию под действием потока ускоренных (холловских) электронов. Образовавшиеся при этом ионы ускоряются в электрическом поле разряда, и создают тягу двигателя [1].

Влияние температуры анода на протяженность анодной плазмы

В работах была [2–4] рассмотрена задача о структуре анодной плазмы газового разряда с интенсивным “выгоранием” нейтралов. При этом считалось, что средняя скорость их направленного движения постоянна и равна $\bar{v}/2=\sqrt{2T/\pi M}$, где T – температура нейтралов в энергетических единицах; M – их масса.

Следуя работам [2–4], ограничимся случаем бесстолкновительного движения ионов в одномерном приближении и больцмановского распределения тепловых электронов. Движение нейтралов будем описывать в кинетическом приближении для произвольной полуизотропной функции распределения по скоростям на поверхности анода [5].

В некоторой точке анодной плазмы потенциал $\varphi(x)$ имеет максимальное значение. Выберем начало отсчета координаты и потенциала в этой точке, то есть $\varphi(0)=0$, $d\varphi(x)/dx\big|_{x=0}=0$. Нейтральный газ подается с плоскости $x=x_a$ ($x_a<0$), причем обратный поток нейтралов отсутствует. Все ионы, рожденные в области между этой плоскостью и максимумом потенциала, возвращаются, рекомбинируют на поверхности x_a, и в виде нейтралов поступают обратно в объем разряда. Таким образом, поток нейтралов с плоскости $x=x_a$ превышает расход газа, которому соответствует плотность потока нейтралов в максимуме потенциала, q_0. В области между x_a и максимумом потенциала в стационарном состоянии ионы оказываются “запертыми”. В самом деле, в силу сохранения тяжелой компоненты $eq(x)+j_i(x)=eq_0$, где $q(x)$ – плотность потока нейтралов, $j_i(x)$ – плотность ионного тока, e – элементарный заряд. Поскольку $j_i(0)=0$, то $q(0)=q_0$.

Введем безразмерный потенциал $\eta=-e\varphi(x)/T_e$, где T_e – температура плазменных электронов в энергетических единицах. Из уравнения непрерывности для нейтралов и уравнения квазинейтральности следует, что зависимость плотности потока нейтралов от потенциала имеет следующий вид [2]

$$q(\eta)/q_0=1\mp\varepsilon e^{-\eta}\operatorname{erfi}(\sqrt{\eta})/\sqrt{\pi}, \qquad (1)$$

где знак "-" соответствует области $x<0$, знак "+" области $x>0$; $\varepsilon=(n_0/q_0)\sqrt{2T_e/M}$ – параметр выгорания; n_0 – концентрация медленных электронов при $x=0$.

Пусть атомы нейтрального газа, подаваемого с анодной поверхности $x=x_a$, имеют на ней произвольную полуизотропную функцию распределения по скоростям. Рассмотрим случай, когда частицы, рекомбинировавшие на поверхности $x=x_a$ и поступившие обратно в объем разряда, имеют отличную полуизотропную функцию распределения по скоростям. Пусть они характеризуются соответственно произвольными функциями от модуля скорости $F_1(v)$ и $F_2(v)$, такими, что $\int_0^\infty F_i(v)v^k dv<\infty$, $k=0,1,2,3,...$, $i=1,2$.

В [5] было получено выражение для плотности потока нейтрального газа с учетом интенсивного ионизационного выгорания нейтральных частиц. Можно показать, что в нашем случае для плотности потока нейтрального газа можно записать

$$q(\eta)/q_0=$$

$$=2\int_0^\infty E_3\left(\frac{\varepsilon}{2}\frac{\bar{v}}{v}\left(s(\eta)-s_a\right)\right)\left[\frac{F_1(v)}{\int_0^\infty F_1(v)v^3dv}+\frac{\varepsilon}{\varepsilon_*}\frac{F_2(v)}{\int_0^\infty F_2(v)v^3dv}\right]v^3dv, \qquad (2)$$

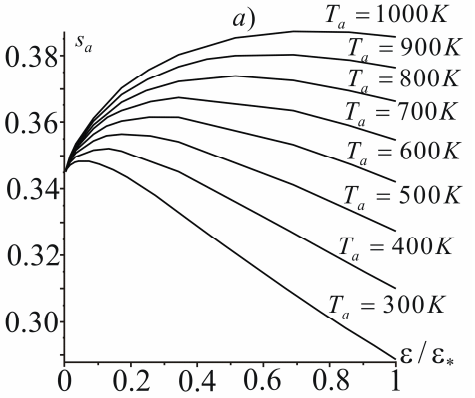
где $E_m(x)=\int_0^\infty\frac{\exp(-xw)}{w^m}dw=x^{m-1}\int_0^\infty\frac{\exp(-t)}{t^m}dt$, $m=1,2,3,...$ - интегральная экспонента [6]; $\varepsilon_*=\pi\sqrt{\eta_0}$ – критическое значение параметра выгорания, при котором правая граница плазмы уходит на бесконечность [2]; $\eta_0\approx0.854$ – потенциал границ плазмы; $s=x/l$ – безразмерная координата; $l=\left(n_0\bar{v}/2\omega_0q_0\right)\sqrt{2T_e/M}$; $\omega_0=const$ – постоянная частота выгорания нейтралов.

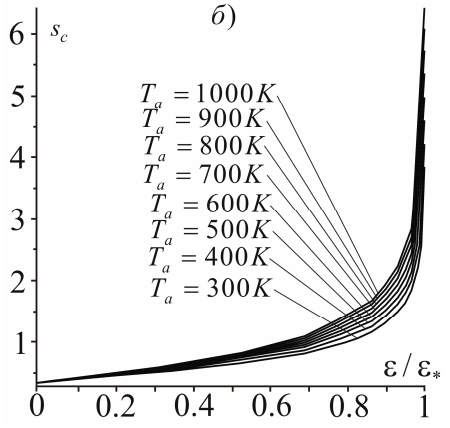
Несложно заметить, что если функции распределения нейтральных частиц по скоростям $F_1(v)$ и $F_2(v)$ совпадают, то выражение (2) принимает вид, полученный в работах [3,4].

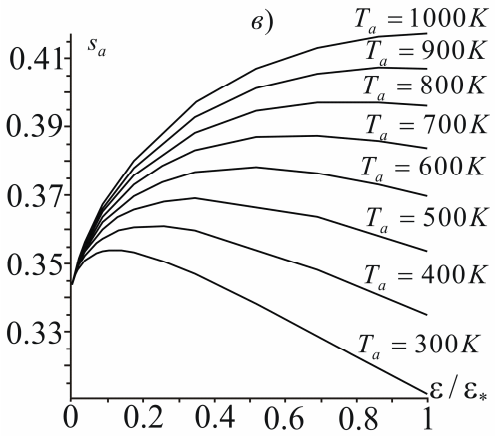
Соотношения (1) и (2) позволяют получить зависимости потенциала от координаты для разных функций распределения нейтралов $F_1(v)$ и $F_2(v)$. Рассмотрим, в частности, случаи одинаковых модулей начальных скоростей ($F_i(v)=\delta(v-\bar{v})$) и максвелловского распределения ($F_i(v)=\exp(-4v^2/\pi\bar{v}^2)$) с отличающимися средними скоростями. Физический смысл этого состоит в том, что анод обычно заметно нагревается за счет ускоренных ионов

возвращающихся на него. По этой причине нейтралы эмитированные с анода должны иметь большие средние скорости, чем нейтралы изначально поступившие в разряд.

На рисунке 1 показаны зависисмости координат анодной (1*а* и 1*в*) и катодной (1*б* и 1*г*) границ области анодной плазмы от параметра выгорания при различных температурах анода (T_a). Температура первоначально поступившего газа считается равной 300К. Графики на рисунках 1*а* и 1*б* построены для кинетической модели с одинаковыми модулями начальных скоростей нейтралов, на рисунках 1*в* и 1*г* – для кинетической модели с максвелловским распределением начальных соростей. Из рисунка видно, что влияние температуры анода увеличивается при увеличении параметра выгорания.







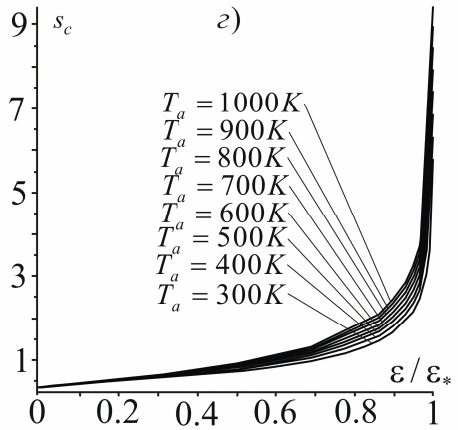


Рис.1. Зависисмости координат анодной и катодной границ области анодной плазмы от параметра выгорания при различных температурах анода. (Температура первоначально поступившего газа считается равной 300К; а),б) - кинетическая модель с одинаковыми модулями начальных скоростей; в),г) - кинетическая модель с максвелловским распределением начальных скоростей).

При любом значении параметра выгорания увеличение температуры анода приводит к увеличению протяженности анодной плазмы. Стоит отметить, что координата катодной границы анодной плзмы быстро растет при увеличении параметра выгорания, и при достаточно больших его значениях протяженность анодной плазмы определяется в основном расстоянием от точки макисмума потенциала до ее катодной границы.

Заключение

В работе рассматривается структура анодной плазмы газового разряда с учетом интенсивного ионизационного выгорания. При рассмотрении потока нейтралов были учтены кинетические эффекты преимущественного выгорания тангенциально летящих и медленных нейтралов, а также различие температур подающегося нейтрального газа и нейтралов, эмитированных с анодной поверхности. Учет кинетических эффектов преимущественного выгорания тангенциально летящих и медленных нейтралов и влияния нагревания анода приводят к увеличению протяженности анодной плазмы.

Список литературы:

1. D.M. Goebel and I. Katz. Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters. Wiley-Blackwell. 2008.

2. Жаринов А.В., Шумилин В.П. // ЖЭТФ. 2006. Т. 130. №2. С. 371.

3. Shumilin V.P., Shumilin A.V., and Shumilin N.V., Kinetic effects in ionization depletion of neutral particles in the anode plasma of the gas discharge. ESCAMPIG XXII, Greifswald, Germany, July 15-19, 2014, P1-06-05.

4. Шумилин А.В., Шумилин В.П., Чумаченко Е.Н. Влияние кинетических эффектов при "выгорании" нейтралов на распределение потенциала анодной плазмы газового разряда. Авиакосмические технологии (АКТ-2014). Труды XV Всероссийской научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов. Г. Москва - Таруса, 8-10 октября 2014 г., стр. 99-103, Воронеж, 2014.

5. Шумилин В.П., Шумилин А.В., Шумилин Н.В. // ТВТ. 2012. Т. 50. С. 196. [Shumilin V.P., Shumilin A.V., and Shumilin N.V. // High Temperature. 2012. V. 50. P. 178.]

6. Никифиров А.Ф., Уваров В.Б.. Специальные функции математической физики. М.: Наука, 1978. 320 с.

ОРБИТАЛЬНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ПОМОЩЬЮ СФЕРИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ ПАРУСОВ

В.И. Артюшкин
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В работе исследуется одна из концепций конструкции космического солнечного паруса с изменяемыми отражающими свойствами, применяемого для ориентации на околоземной орбите. Обсуждается программа для моделирования поведения космического аппарата (далее КА), позволяющая оценить возможности подобной двигательной системы для произвольных параметров КА.

Введение

Солнечным парусом принято называть очень тонкий, большой по площади, имеющий малую массу отражатель. В силу того, что система использует внешний источник энергии – давление солнечного света, она не нуждается в запасах рабочего тела как такового, что выгодно отличает её от привычных двигательных систем. Также очевидным достоинством системы является возможность придания сколь угодно длительного и, что крайне важно – непрерывного, хоть и не большого, ускорения КА.

Новейшие и уже опробованные технологии позволяют для создания солнечного паруса использовать материалы, позволяющие контролировать отражающие способности отдельных участков поверхности паруса. Благодаря этому появляется возможность за счёт варьирования конфигурации отражающих поверхностей паруса изменять точку приложения силы солнечного давления и направления этой силы, а значит, создавать момент силы и изменять ориентацию КА.

Для реализации такого использования паруса была предложена оригинальная концепция КА, где к основному блоку КА крепятся на ортогональных друг другу длинных штангах шесть сфер солнечного паруса, разбитые на элементарные управляемые участки – пиксели (рис.1). Соответственно, каждому пикселю можно задать одно из двух состояний: активное – пиксель переходит в режим максимального отражения падающего света; неактивное – пиксель пропускает или поглощает большую часть падающего света.

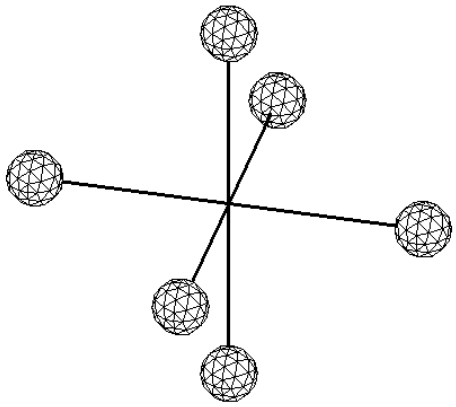


Рис.1. Концепция КА с использованием сферических солнечных парусов

Целью исследования является рассмотрение ранее не учитывавшихся факторов при моделировании подобной концепции КА, а также исследование семейства подобных конструкций с целью проверки возможности их упрощения при сохранении управляемости и надёжности.

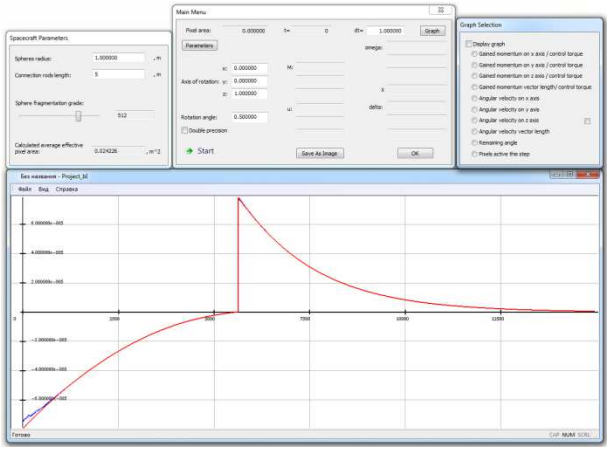


Рис.2. Ход работы разработанной программы

Текущее состояние работы

В рамках исследования была разработана программа для моделирования поведения КА подобной конструкции при совершении произвольного манёвра и стабилизации в приобретённой ориентации (рис.2). Программа написана на языке C++ в среде разработки Microsoft Visual Studio 2012 с использованием OpenGLдля отрисовки внешнего вида КА и графиков различных контролируемых величин.

Программа была протестирована на моделировании манёвров, исследованных ранее в других работах. Позже с помощью программы было модернизировано выбранное для произведения манёвров управление на скользящих режимах и были определены параметры управления, удовлетворяющие поставленным критериям оптимальности.

Перспектива развития работы

В дальнейшем планируется разработать алгоритмы управления, обеспечивающие гарантированную возможность управления парусом (ориентацией КА) при различных нештатных ситуациях, связанных с выходом из строя (повреждением) части конструкции паруса, оптимизировать конструкцию паруса с целью ее упрощения, а также построить оценки эффективности управления в различных условиях выполняемой миссии.

В результате работы на основании проведенных численных экспериментов будут разработаны алгоритмы для рекомендации выбора типа паруса для каждой из анализируемых космических миссий.

Список литературы:

1. Wright, J., Space Sailing, Gordon and Breach Science Publishers, Philadelphia, 1992, 232c.

2. McInnes, C., Solar Sailing. Technology, Dynamics and Mission Applications,Springer–Praxis, Berlin, Heidelberg, New York, Chicester, 1999, 300c.

3. Чумаченко Е.Н., Назиров Р.Р., Данхэм Д.У., Федоренко А.Н. Управление космическими аппаратами с помощью солнечного излучения // Космические исследования, 2014, Т. 52, № 3. - с. 257-263.

4. Chuanjiang Li, Yibo Wang, Liang Xu, Zhongzhao Zhang. Spacecraft attitude stabilization using optimal sliding mode control // ISSCAA 2010 - The 3rd International Symposium on Systems and Control in Aeronautics and Astronautics, 2010, Harbin / China, c. 1085-1089.

ПОСТРОЕНИЕ ГАРАНТИРУЮЩИХ УПРАВЛЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ ИГР И SDRE-МЕТОДА В ЗАДАЧЕ ПРИМЕНЕНИЯ АНТИВИРУСНЫХ ПРЕПАРАТОВ

А.П. Преснова
НИУ ВШЭ, Департамент прикладной математики

Аннотация

В работе синтезируется гарантированное управление для нелинейной математической модели[5,4], описывающей реакцию иммунной системы при наличии ВИЧ в организме человека с помощью теории дифференциальных игр. Построенное управление осуществляет контроль за подачей препаратов для поддержания необходимого уровня здоровых клеток иммунной системы человека для максимального продления его жизни.

Введение

Чтобы учесть все известные на сегодняшний день факторы, влияющие на состояние ВИЧ-больного, поиск решений о наилучшем лечении с помощью компьютерного моделирования является вполне оправданным и даже необходимым, тем более что до сих пор нет возможности полностью убрать вирус из организма, и задачей медицины остается только лишь максимально продлить и облегчить жизнь пациента. Как и все вирусы, ВИЧ не обладает способностью самостоятельно воспроизводиться - ему необходима помощь "клетки-хозяина". Воспроизводство ВИЧ связано только с определенными клетками, внедряясь в организм, ВИЧ прежде всего нацелен на CD4+Т-клетки, которые играют ключевую роль в иммунном ответе. Это и является основной причиной разрушительного действия ВИЧ.

Математическая модель объекта.

С математической точки зрения количественной характеристикой, позволяющей оценить состояние здоровья пациента, зараженного ВИЧ-инфекцией, является концентрация CD4 Т-клеток в крови. Выделяются три степени тяжести заболевания, определяемые концентрацией этих клеток: 1) более 600 ед/мм , 2) 200 – 600 ед/мм , 3) менее 200 ед/мм [3]. В последнем случае развивается СПИД, приводящий в течение 1-2 лет к летальному исходу. Задача продления жизни больного состоит в том, чтобы иммунная система достигала этого показателя как можно позже. Необходимое нам управление мы будем синтезировать на данной математической модели [5]:

$$\frac{d}{dt}x(t) = \lambda - dx(t) - \beta\eta(t)x(t)y(t),$$

$$\frac{d}{dt}y(t) = \beta\eta(t)x(t)y(t) - \alpha y(t) - [\rho_1 z_1(t) + \rho_2 z_2(t)]y(t),$$

$$\frac{d}{dt}z_1(t) = [c_1 y(t) - b_1]z_1(t),$$

$$\frac{d}{dt}w(t) = [c_2 x(t)y(t) - c_2 q y(t) - b_2]w(t),$$

$$\frac{d}{dt}z_2(t) = c_2 q y(t)w(t) - h z_2(t).$$

Здесь x - концентрация неинфицированных CD4+Т-клеток (Т-хелперы), имеют продолжительность жизни λ и естественную скорость смерти d. При попадании вируса в кровь, заражаются со скоростью β. Концентрация инфицированных CD4+Т-клеток – y(естественным образом умирают со скоростью α), z_1 - популяция хелпер-независимых Т-киллеров, w - популяция клеток-предшественников (клетки памяти)(умирают со скоростью b_2), z_2 - популяция хелпер-зависимых Т-киллеров. Т-хелперыактивируют Т-киллеры, которые непосредственно распознают и убивают инфицированные вирусом клетки. Хелпер-независимые Т-киллеры (концентрация растет со скоростью c_1 и уменьшается за счет смерти со скоростью b_1) способны убивать инфицированные клетки, но не могут контролировать инфекцию в долгосрочной перспективе, так как не могут образовывать клеток-памяти. Хелпер-зависимые Т-клетки (умирают со скоростью h) могут дифференцироваться в клетки-памяти (w), которые могут быть неоднократно реактивированы при повторном воздействии антигена, уже без воздействия Т-хелперов. Популяция клеток-предшественников при контакте с антигеном стремительно растет и дифференцируется в Т-киллеры со скоростью q. Функция лечения η описывает воздействие на систему лекарственных препаратов, где η^* - максимальное действие препарата, u - доза вводимого препарата (наше воздействие), принимает значение либо 0, либо 1.

Математическую модель запишем в виде SDC-модели – модель объектов с линейной структурой и параметрами, зависящими от состояния (StateDependentCoefficients − SDC)[1,2].

$$\frac{d}{dt}\mu(t) = A(\mu)\mu(t) + K(\lambda) + B(\mu)u(t) + D(\mu)y(t),$$

$$\mu(t_0) = \mu_0,$$

где

$$A(\mu) = \begin{pmatrix} -d & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -a(\mu) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -b_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -b(\mu) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -h \end{pmatrix}, K(\lambda) = \begin{pmatrix} \lambda \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$B(\mu) = \begin{pmatrix} \beta\eta^* x(t)y(t) \\ -\beta\eta^* x(t)y(t) \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, D(\mu) = \begin{pmatrix} -\beta x(t) \\ \beta x(t) \\ c_1 z_1(t) \\ -c_2 q w(t) \\ c_2 q w(t) \end{pmatrix},$$

$$a(\mu) = \alpha + \rho_1 z_1(t) + \rho_2 z_2(t), b(\mu) = b_2 - c_2 x(t)y(t).$$

Линейность структуры преобразованной нелинейной системы и квадратичный функционал качества позволяют при синтезе оптимального управления перейти от необходимости поиска решений уравнения Гамильтона-Якоби к уравнению типа Риккати с параметрами, зависящими от состояния (StateDependentRiccatiEquation − SDRE)[2].

Синтез гарантированного управления и результаты моделирования.

Для построения управляющих воздействий используем теорию гарантированного управления.

Мажорирующая модель объекта записывается в виде[1,2]

$$\frac{d}{dt}\mu^*(t) = A^*\mu^*(t) + K(\lambda) + B^*u(t) + D^*y(t),$$

$$\mu^*(t_0) = \mu_0,$$

Управления, организованные по принципу обратной связи и минимизирующие квадратичный функционал, имеют вид

$$w(t) = P^{-1}g_1^* S^*\mu^*(t), u(t) = -R^{-1}g_2^* S^*\mu^*(t).$$

Положительно определенная матрица S^* является решением уравнения Риккати

$$S^*A^* + (A^*)^T S^* + S^*\left|g_1^*P^{-1}(g_1^*)^T - g_2^*R^{-1}(g_2^*)^T\right|S^* + (H^*)^T QH^* = 0$$

здесь

$$R = 0.1, P = 1, Q = \begin{pmatrix} 10 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.01 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.01 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.01 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.01 \end{pmatrix}$$

Матрица S находятся с помощь функции lqr в Matlab:

$$S^* = \begin{pmatrix} 9.2301 & 0.0158 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0158 & 0.0217 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.0500 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.2500 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0500 \end{pmatrix}$$

матрица K при этом получается

$K = (9.0299 \quad -0.0058 \quad 0 \quad 0 \quad 0)$.

Рассмотрим ситуацию, когда пациент «накопил» в организме значительное количество CD4 Т-клеток, но прекратил лечение. Начальные условия для этого случая будут следующими:

$x_0 = 1.5(1/ml), y_0 = 0.2(1/ml), z_1 = 0.01(1/ml),$

$w = 2(1/ml), z_2 = 0.01(1/ml).$

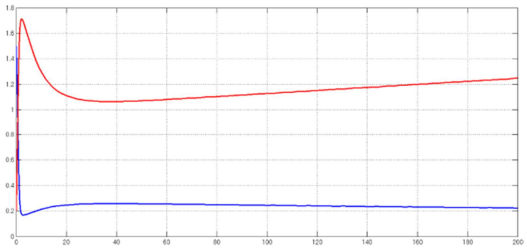


Рис. 1. Поведение CD4 Т-клеток (синий) и вирусов (красный) в случае отсутствия введения препарата.

Из графика видно, что, если пациенту, иммунная система которого относительно стабилизирована, перестать давать препарат, вирусная активность снова проявится и начнет доминировать. Однако, если продолжать лечение, то можно отсрочить наступление смерти и привести систему к состоянию долгосрочного непрогрессора, что можно наблюдать на рис.2.

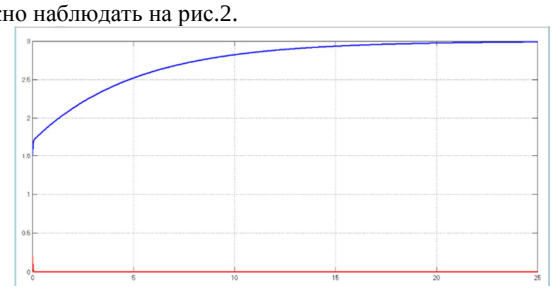


Рис.2. Поведение CD4 Т-клеток и вирусов в случае продолжения лечения.

Построенное гарантированное управление должно выводить нашу систему также и из критического состояния, когда иммунная система человека сильно поражена вирусом. Установим соответствующие начальные значения параметров:

$x_0 = 0.25(1/ml), y_0 = 0.4(1/ml), z_1 = 0.5(1/ml),$

$w = 0.001(1/ml), z_2 = 0.001(1/ml).$

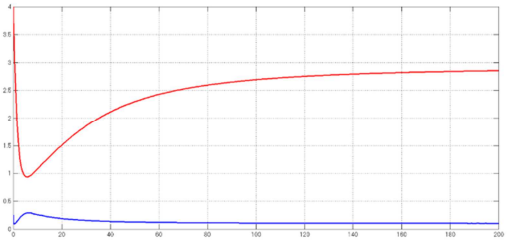


Рис.3. Переходные процессы в случае отсутствия лечения.

На графике переходного процесса видно, что система пытается бороться с популяцией вирусов самостоятельно, однако их концентрация слишком велика и иммунная система не справляется самостоятельно.

Рассмотрим поведение динамической модели при наличии гарантирующих управляющих воздействий.

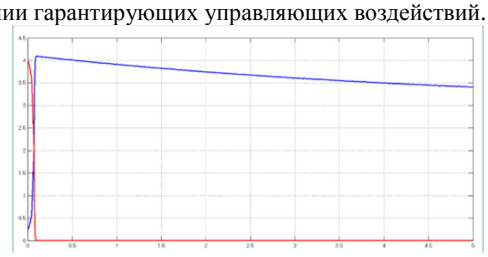


Рис.4. Переходные процессы при Гарантированном управлении.

Графики переходных процессов наглядно демонстрируют, что при наличии активных управляющих воздействий система достаточно быстро и успешно справляется с критическими начальными условиями и приводит систему в состояние долгосрочного непрогрессора, что в свою очередь облегчает и продлевает жизни ВИЧ-инфицированным больным.

Заключение

На базе исходной динамической модели построена управляемая модель, допускающая постановку и решение задач теории управления. Разработанная методика поиска гарантированных управлений, основанная на представлении нелинейных систем в виде систем, имеющих линейную структуру, но с параметрами, зависящими от состояния, применена для решения конкретной задачи управления уровнем CD4T-клеток, которые необходимы для поддержания жизни ВИЧ-инфицированным людям. Предложен метод поиска «наихудших параметров», позволяющий переходить к уравнению Риккати с постоянными коэффициентами и решать задачу методом построения гарантирующих управлений.

Математическое моделирование динамики ВИЧ-инфекции в пакетеMatlab показывает эффективность построенных гарантированных управлений для различных состояний иммунной системы в долгосрочном периоде.

Список литературы:

1. Афанасьев В.Н. Концепция гарантированного управления в задачах управления неопределенными объектами // Изв. РАН.ТиСУ. —2011.— №1. С. 24-31.

2. Афанасьев В.Н. Управление нелинейными объектами с параметрами, зависящими от состояния // А и Т. — 2011.— №4. С. 43-56.

3. Величенко В.В., Притыкин Д.А. Нелинейные процессы динамики СПИДа. Математические методы оптимизации стратегий лечения //Тр. второй междунар. конф. «Устойчивость и управление для нелинейных трансформирующихся систем» /М., 2000. — С. 88-107.

4. Chang H., Astrofi F. Control of HIV Infection Dynamics by the Enhancement of the Immune System. // Proc. 17th World Conf. IFAC, Seoul, Korea, July 6-11. P.14217-12222.

5. Wodarz D. Helper-dependent vs. helper-independent CTL responses in HIV infection: implications for drug therapy and resistance // J. of Theoretical Biology.—2001.— P. 447-459.

МОДЕЛЬ СЕГМЕНТА ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА ЧЕЛОВЕКА

А.Д. Бугрова, Т.В. Полякова*
НИУ ВШЭ,
НИУ ВШЭ, Департамент прикладной математики
****ИКИ РАН***

Аннотация

В работе рассмотрены существующие модели сегментов позвоночного столба с целью проведения дальнейших исследований сегмента поясничного отдела позвоночника при нагружении.

Введение

Целью работы является построение трехмерной модели сегмента поясничного отдела позвоночника для получения оценки допустимых нагрузок и изучения влияния остеодистрофических изменений на прочность кости.

Моделирование биомеханических систем, к которым относится позвоночный столб человека – это процесс, требующий анализа большого количества параметров, определяющих вид и назначение создаваемых систем. Позвоночник человека – это сложная система, и даже представление отдельного позвонка в трехмерном электронном виде – довольно трудоемкое дело. Поэтому перед разработкой новой модели целесообразно изучить уже полученные результаты.

Анатомические особенности позвоночника

Позвоночный столб человека состоит из 33-34 позвонков, в том числе из 5 поясничных позвонков, которые в связи с большой нагрузкой имеют более массивное тело по сравнению с позвонками других отделов. Поясничный отдел позвоночника является наиболее напряженно-нагруженным отделом[1].

Позвонки имеют достаточно сложную форму и состав (Рис. 1).

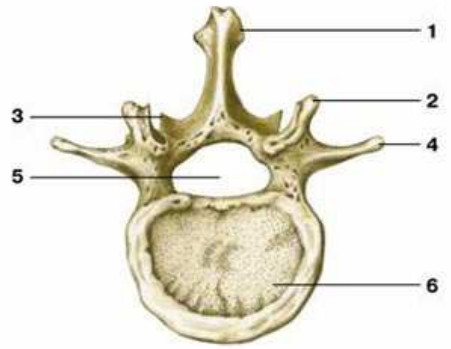


Рис.1. Позвонок, вид сверху: 1 — остистый отросток; 2 — верхний суставной отросток; 3 — нижний суставной отросток; 4 — поперечный отросток; 5 — позвоночное отверстие; 6 — тело позвонка.

Позвонки состоят из губчатого внутреннего вещества (костные перекладины) и компактного внешнего вещества (пластинчатой костной ткани). Губчатое вещество отвечает за прочность позвонка, а компактное за способность позвонком выдержать разнообразные нагрузки, например при ходьбе, наклонах и т.п.

Позвонки соединены между собой межпозвонковыми дисками (Рис. 2). Именно в межпозвонковых дисках происходят основные патологические процессы, связанные с различными заболеваниями позвоночника.

Межпозвоночный диск устроен сложно, в центре располагается ядро, вокруг которого находится многослойное фиброзное кольцо. Оно удерживает ядро в центре и препятствует сдвиганию позвонков в сторону относительно друг друга. В нормальном состоянии фиброзное кольцо образовано очень прочными волокнами. Эластичность межпозвонковых дисков дает им возможность немного изменять форму, принимая на себя и распределяя давление между позвонками, а так же позволяет сгибаться и разгибаться позвоночнику.

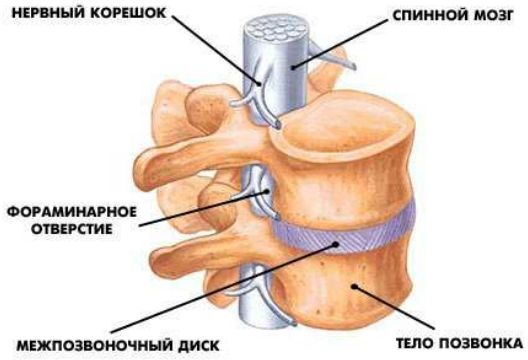


Рис.2. Позвонки и межпозвонковый диск

Заболевания позвоночника, связанные с нагрузками

При подъеме или переносе тяжестей увеличивается (иногда значительно) давление, испытываемое поясничным отделом. Из-за этого изнашиваются межпозвоночные диски. Повышенное давление может привести к разрыву стенки фиброзного кольца и выходу вещества ядра за пределы диска – образованию грыжи.

Другая проблема – уменьшение плотности костных тканей позвоночника, например, вследствие вымывания из них кальция, что может быть связано с малоподвижностью при болезни или с длительным пребыванием в состоянии невесомости. Вымывание кальция ведет к снижению прочности кости [2].

Обзор существующих работ

На данный момент проведено множество исследований позвоночника. Построены разнообразные плоские и трехмерные модели как отдельных позвонков, там и нескольких сегментов позвоночника. Но, несмотря на актуальность и важность подобных исследований, моделирование позвоночника и его сегментов, продолжает носить фрагментарный характер.

В работе [3] проведено исследование межпозвоночных дисков на основании 3-х мерной конечно-элементной модели двух позвонкового сегмента. Получена оценка влияния различных факторов, которые характеризуют коллагеновые волокна в фиброзном кольце. Установлено, что довольно большое влияние оказывают углы наклона волокон, нежели их содержание, а степень влияния зависит от уровня деформации. Это дает возможность использовать полученные результаты при дальнейшем моделировании.

Рассматривая деформационные процессы в позвонково-двигательных сегментах и исключая их травматическое либо воспалительное происхождение, большинство авторов считают, что возникновение таких процессов связано с изменением состояния межпозвонкового диска. Изменения могут начинаться как в пульпозном ядре, так и в фиброзном кольце (или же одновременно и там и там).

Упругие механические свойства фиброзного кольца напрямую связаны с биологическими и химическими процессами, протекающими в межпозвонковом диске. Фиброзное кольцо межпозвонкового диска образовано коллагеновыми волокнами, которые являются довольно жесткими(с модулем Юнга до 60 МПа). При дегенеративном заболевании дисков происходит замещение волокон рубцовой тканью, которая менее прочная. Это приводит к сни-

жению прочности межпозвонкового диска, что в свою очередь при повышенном давлении может привести к разрыву фиброзного кольца. В здоровом состоянии межпозвонковый диск состоит из коллагенов различного типа, которые вместе образуют структуру, способную выдерживать высокое давление - в поясничном отделе позвоночника – до 2,5 МПа. В работе [4] на основании этих данных проанализированы механизмы питания межпозвонковых дисков шейного отдела позвоночника для более подвижного и для наименее подвижного. Проведены численные расчеты с использованием рентгеновских снимков позвоночника. Получено, что при сгибании существенно возрастает давление в наиболее подвижных сегментах позвоночника и почти не изменяется при разгибании. А для наименее подвижных участков шейного отдела давление вообще почти не меняется. В таких участках питание межпозвонковых дисков является диффузионным процессом при переходе из вертикального состояния в горизонтальное.

В работе [5] приведено исследование3-х мерной динамической модели всего поясничного отдела позвоночника человека с использованием суперкомпьютера. Модель получена по рентгеновским снимкам и томограммам в программном комплексе SolidWorks. Изучено влияние вибронагруженности, подтверждено предположение о неравномерном распределениивибронагруженного состояния повертикальной оси поясничного отдела позвоночника. Получено, что наибольшие напряжения приходятся на V-IIIпозвонки поясничного отдела.

В работе [6] получено, что слабость задней продольной связки является вторичной (а не как считалось ранее первичной) причиной возникновения межпозвонковой грыжи. На основании двухпозвонковой модели установлено, что в момент поднятия тяжести, наклона или же под собственным весом в межпозвонковом диске возникают внутренние силы, выталкивающие его в сторону позвоночного канала, что приводит к выпадению грыжи межпозвонкового диска.

В работе [7] предложена математическая модель, которая позволяет анализировать напряженно-деформированное состояние в позвонках при поперечных и при продольных нагрузках, например в условиях пилотажной перегрузки. Предложен алгоритм, учитывающий изменение формы фиброзного кольца и увеличения давления в межпозвонковых областях при больших нагрузках. Также получены предельно допустимые нагрузки на сегмент позвоночного столба.

В работе [8] представлен способ моделирования трехпозвонкового сегмента позвоночника в системах Mimics и SolidWorks на основе томографического снимка туловища человека. Исследуются позвонки T11-L3 из позвоночного отдела как наиболее травматичного. Полученный результат представлен на рисунке 3.

Текущее исследование

Цель настоящей работы заключается в том, чтобы на основе результатов, полученных в [7], провести более сложные расчеты, задавая различные нагрузки и степень минерализации. При этом все исследования проводить на более близкой к реальности модели, построенной по алгоритму, предложенному в работе [8].

Разработка модели состоит из следующих этапов. На основе томографического снимка туловища человека подготовить предварительную модель в программе Mimics. При этом выполнить все необходимые процедуры по выбору нужных участков из томографического снимка и оптимизации сетки конечных элементов. Полученную модель загрузить в систему автоматизированного проектирования SolidWorks, при необходимости дорабатывая ее уже с использованием возможностей данного программного комплекса. При выполнении расчетов предполагается использование программного пакета конечно-элементного анализа MSCPatran/Nastran.

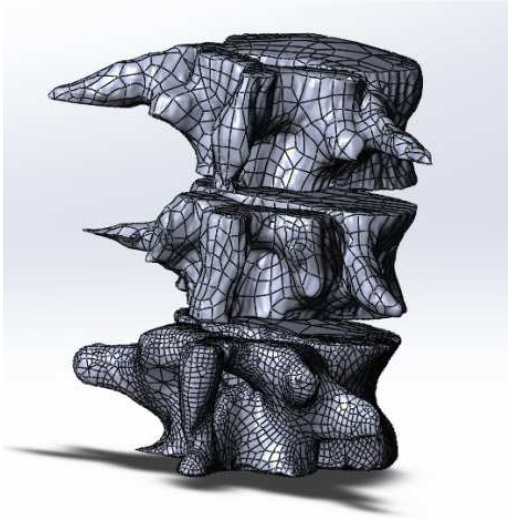


Рис. 3. Модель 3-х позвонкового сегмента в системе SolidWorks

Список литературы:

1.Анатомия человека. В 2т. Т.1/ под редакцией М.Р. Сапина – М.: Медицина, 2001. – 640 с.

2.Григорьев А.И., Воложин А.И.,Ступаков Г.П. Минеральный обмен у человека в условиях измененной гравитации. Проблемы космической биологии. Т. 74. М.: Наука. 1994. - 214 с.

3.Мерои Е.А., Натали А.Н., Паван П.Г., Скарпа К. Численный анализ механического поведения межпозвонкового диска с учетом структуры коллагеновых волокон // Российский журнал биомеханики. – 2005. – Т. 9, № 1 (33),стр. 36–51.

4.А.М. Жарнов, О.А. Жарнова. Биомеханические процессы в позвонково-двигательном сегменте шейного отдела позвоночника при его движении. //Российский журнал биомеханики. – 2014. – Т. 18, № 1, стр. 105–118

5.И.П. Палатинская, Н.Ю. Долганина, Т.Ю. Попцова. Суперкомпьютерное моделирование вибронагруженности поясничного отдела позвоночника // Научный сервис в сети интернет: поиск новых решений. Труды международной суперкомпьютерной конференции, Москва, 2012, стр. 509-516

6.А.К. Бадави, В.А. Балязин Физический механизмформирования грыж дисков поясничного отдела позвоночника// Известия ЮФУ. Технические науки №5, 2008

7.Чумаченко Е.Н., Логашина И.В. Расчет напряженно-деформированного состояния двигательного сегмента позвоночника при нагрузках. // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2014. Т. 48. № 5, стр. 51–57.

8.Полякова Т.В., Чумаченко Е.Н., Разработка модели трехпозвонкового сегмента в задаче оценки влияния плотности кости на прочность позвоночника при различных факторах космического полета// Труды XV Всероссийской научно-технической конференции и школы молодых ученых, аспирантов и студентов «Авиакосмические технологии» (АКТ-2014) - Воронеж, ООО Фирма «Элист», 2014. – стр. 177-182.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБУЧЕНИЕМ

В.И. Варивода
НИУ ВШЭ, Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В докладе рассматриваются различные системы управления обучением.

Введение

Система управления обучением — это комплекс программно-технических средств на базе Интернет-технологий, методик обучения и организационных мероприятий, которые обеспечивают доставку образовательного контента обучаемым, реализуют контроль знаний (посредством ответов на задания, промежуточного и контрольного тестирования и других форм обратной связи в процессе обучения) [1]. Обучение в таких системах может проходить в асинхронном и синхронном режиме. Эти режимы различаются тем, что в синхронном режиме занятия проводятся преподавателем по расписанию (лекции, видеоконференции), а в асинхронном режиме обучаемые могут использовать заранее подготовленные учебные материалы (тесты, презентации, лекции) в любое время. В настоящее время главными платформами систем управления обучения являются: MOOC и LMS.

Актуальность данной тему заключается в том, что на сегодняшний день дистанционное, онлайн обучение пользуется большим спросом среди студентов и людей, заинтересованных в самообразовании.

Объектам исследования являются системы управления обучением.

Цель работы: проведение сравнительного анализа систем управления обучением и выявление наиболее удобной, доступной системы для пользователя.

Проанализировав рынок систем управления обучением можно выделить следующие системы:

- Coursera – MOOC
- eDX – MOOC
- Moodle – LMS

Coursera – MOOC.

Coursera принято считать “лицом” MOOC – движения. В его рамках существует проект по публикации образовательных материалов в интернете, в виде набора бесплатных онлайн-курсов. [2] Стоит отметить, что данным проектом предлагаются не отдельные лекции, а полноценные курсы. Продолжительность курсов примерно от шести до десяти недель, они включают в себя видео лекции (продолжительность 1-2 часа в неделю), домашние задания, конспекты, тесты и итоговые экзамены. Каждый курс ограничен количеством времени; домашние задания и тесты выполняются в определенный период времени. По завершению курса при условии успешной сдачи финального экзамена и всех промежуточных заданий, пользователь получает сертификат об окончании. На октябрь 2014 г. на сайте было свыше 10 млн. зарегистрированных участников и более 860 бесплатных курсов. [3]Хоть данная система и пользуется популярностью, лишь 10% обучающихся проходят курс до конца. Все это обусловлено тем, что обучающиеся не получают достаточной мотивации бля полного прохождения курса.

eDX – MOOC

eDX также является бесплатной системой. От Coursera он отличается открытым исходным кодом, на котором работает ПО проекта и некоммерческой направленностью. eDX обладает следующими функциями: интерактивные видео лекции с субтитрами, учебные материалы (книги, заметки, шпаргалки), тесты различных типов (викторины, практические занятия, промежуточные тесты, экзамен), виртуальные лаборатории с интерактивным интерфейсом, форумы для дискуссий, календарный план. Также хочется отметить специфику в оценивании. К примеру, если в тесте попадается вопрос с несколькими вариантами ответов, то при выборе двух из трех правильных, система выдает оценку равную 60%, тем самым позитивно мотивируя пользователя. Главной задачей данной системы является превращение качественного образование в элитное. Поэтому курсы, представленные данной системой, очень требовательные. По статистике большая часть студентов к концу обучения отсеивается и остается лишь 5%.

Moodle – LMS

Moodle предназначен для создания дистанционных курсов. Этот программный продукт очень популярен и используется более чем в 100 странах мира. Система Moodle имеет 3 типа формата курсов: структура, форум, календарь. В курсе может содержаться произвольное количество ресурсов (книги, каталоги) и интерактивных элементов курса (анкеты, задания, опрос, лекция, тесты). Из преимуществ можно выделить: возможность выбора любой системы оцениванию, владение полной информацией о работе обучающихся (активность, портфолио), широкие возможности для коммуникаций (обмен файлами, чат, форум), возможность организовать обучение в активной форме, в процессе совместного решения учебных задач, взаимообмена знаниями. Moodle хорошо подойдет для использования, как интеграционная платформа: достаточно стабилен, если не ставить экспериментальные версии, масштабируем, а модульность и поддержка открытых протоколов интеграции с самого начала были приоритетом разработчиков. Помимо этого, в нём на достаточно высоком уровне реализована поддержка всех типов учебной активности, которую можно было реализовать на используемых технологиях.

Методы исследования

Методами данной исследовательской работы являются:

1. Изучение обзоров систем управления обучением.
2. Выборочная установка систем и тестирование.
3. Анализ систем с учетом области применения.

Заключение

Данное исследование должно завершиться анализом собранных данных и подведением итогов.

Список литературы:

1.Департамент развития образовательных ресурсов, Казанский (Приволжский) федеральный университет 2013-2014. URL: https://e.kfu.ru/ru/sistema-distantsionnogo-obucheniya/sistema-upravleniya-obucheniem

2.Википедия Coursera //ru.wikipedia.org: электронная энциклопедия 2014

URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Coursera

3.4Brain Список популярных МООК платформ 2012-2014

URL: http://4brain.ru/blog/

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ СТАЛИ AISI 304 ИЗ ТЕСТА НА ОДНООСНОЕ СЖАТИЕ

Ю.А. Пузино
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В ходе данной работы была описана математическая модель зависимости «напряжение-деформация» для образцов из стали AISI 304 (аналог 08Х18Н10).Найдены коэффициенты для уравнения состояния данного материала, которые характеризуют зависимость интенсивности напряжений от интенсивности деформации, скорости деформации (0.15, 0.5, 1.5, 5 и 15сек$^{-1}$) и температуры (800, 950, 1080 и 1200 ℃).

Введение

Увеличение количества и качества математических моделей горячей деформации обусловлено резким развитием физического моделирования в последние два десятилетия, ведь его результаты служат как основой для создания, так и для проверки их адекватности и совершенствования существующих моделей [1].

Из стали AISI 304 изготавливают промышленное оборудование в горнодобывающей, химической, криогенной, пищевой, молочной и фармацевтических отраслях промышленности. В процессе производства изделий такого рода эти стали подвергаются горячей обработке. Поэтому важно уметь предсказывать их деформационное поведение в различных режимах.

Цель настоящей работы – исследовать процессы горячей деформации стали AISI304 и получить константы, описывающие механические свойства, необходимые для определения оптимальных технологических режимов производства.

Проведение испытаний

Для определения механических свойств исследуемой стали были проведены эксперименты на одноосное сжатие цилиндрических образцов в диапазоне температур 800-1200 ℃ при скоростях деформации 0.15, 0.5, 1.5, 5 и 15 сек$^{-1}$. Эксперименты проводились на установке Gleeble 3800 с использованием модуля Hydrawedge II. Образцы имели цилиндрическую форму, диаметр – 10 мм, высота – 15 мм.

Образцы нагревались до 1200 ℃ и выдерживались 1 минуту при данной температуре. Далее производилось охлаждение до температуры деформации (со скоростью 5 ℃ в сек.), деформирование с соответствующей скоростью и охлаждение в воде. Всего было произведено 34 испытания.

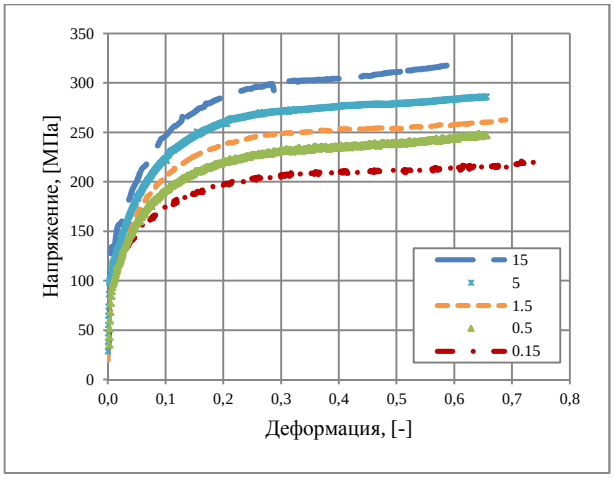


Рис.1. Зависимость напряжения от деформации при температуре 950 ℃ и различных скоростях

Представленные зависимости (рис.1) показывают, что при увеличении скорости деформации в 100 раз, приложенное усилие увеличивается в 1.5 раза. При температуре 800 ℃ влияние скорости деформации заготовки на приложенное усилие нивелируется. Наоборот, при температуре 1200 ℃ (85%от температуры плавления) увеличивается влияние скорости деформации на величину приложенного усилия.При этом различие в усилии при наименьшей и наибольшей скоростях составляет до 3-х раз.

После проведения испытаний и анализа полученных результатов, в некоторых из них было обнаружено падение напряжений после достижения ими пиковых значений с последующим выходом на постоянное установившееся значение[2]. Такое поведение свидетельствует о протекании динамической рекристаллизации (ДР), начинающейся при некоторой критической степени деформации ε_c (см. рис. 2)

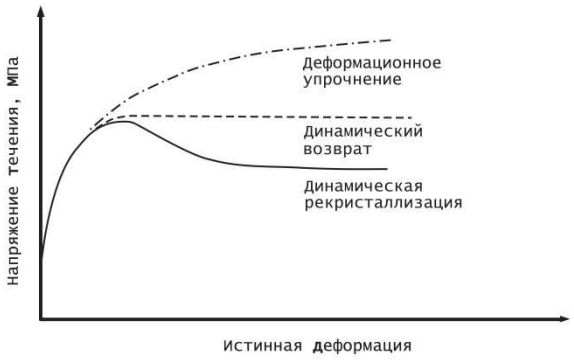


Рис.2. Различные виды напряжения течения

Аппроксимация результатов

Зависимость напряжения от деформации, учитывающая ДР, описывается [3] уравнением:

$$\sigma = \sigma^{drv} - X_D(\sigma^{drv} - \sigma_{ss}^{drx}), \quad (1)$$

$$\sigma^{drv} = \sigma_{ss}^{drv}(1 - \exp[-\Omega \cdot \varepsilon])^m, \quad (2)$$

где X_D – отношение объёма рекристаллизованной структуры к начальному объёму;Ω, m – константы материала; ε – деформация, а параметры σ_{ss}^{drv}, σ_{ss}^{drx} будут определены далее.

Для моделирования поведения ДР используют следующее соотношение [4] для X_D:

$$X_D = \begin{cases} 1 - \exp\left(-a\left[\frac{\varepsilon - \varepsilon_c}{\varepsilon_c}\right]^n\right), & \varepsilon \geq \varepsilon_c, \\ 0, & \varepsilon < \varepsilon_c \end{cases} \quad (3)$$

Соответствующие параметры: ε_c – критическая деформация, a и n – константы материала. Таким образом, для описания кривой напряжения-деформации, необходимо определить 4 неизвестных параметра: Ω, m, a, n, не зависящих от температуры и скорости деформации. При этом критическая деформация ε_c описывается так:

$$\varepsilon_c = k \cdot \left(\dot{\varepsilon} \cdot \exp\left(\frac{Q}{RT}\right)\right)^d \quad (4)$$

где $\dot{\varepsilon}$ – скорость деформации, R – универсальная газовая постоянная, Q, k, d – константы материала, T – температура в Кельвинах.

Зависимости σ_{ss}^{drv}, σ_{ss}^{drx} от температуры и скорости деформации определяются на основании уравнения [5]:

$$\sigma_{ss} = \frac{1}{\alpha_i}\operatorname{arcsinh}\left(A_i\left(\dot{\varepsilon} \cdot \exp\left(\frac{Q_i}{RT}\right)\right)_i^{n_i}\right) \quad (i = 1,2) \quad (5)$$

Имея экспериментальные зависимости напряжения от деформации, эти параметры можно определить с помощью метода деформируемого многогранника.

Таким образом, в данной модели необходимо определить 13 неизвестных параметров: Ω, m, a, n, k, d, Q, $Q_{1,2}$, $\alpha_{1,2}$, $A_{1,2}$.

Обработка результатов экспериментов

Полученные зависимости напряжений от деформаций при соответствующих температурах и скоростях деформаций были аппроксимированы с учётом уравнений (1-6). Необходимые константы были получены минимизацией среднего квадратичного отклонения методом деформируемого многогранника. Все данные были разбиты на группы по скоростям деформации. Для каждой такой группы процесс аппроксимации проходил в пять этапов:

1) Вариация 7-и параметров (σ_{ss}^{drv},σ_{ss}^{drx}, Ω, m, a, n, ε_c)для аппроксимации экспериментальных зависимостей;

2) Нахождение констант для ровσ^{drv}иX_D(соотношения 2 и 3);

3) Определение Q, k, d согласно формуле (4) для критической деформации;

4) Вычисление оставшихся констант для выражений σ_{ss}^{drv} и σ_{ss}^{drx} (5).

Режим одноосного сжатия

В результате нахождения аппроксимаций, было установлено, что напряжение при одноосном сжатии может быть описано следующими соотношениями:

$$\sigma^{drv} = \sigma_{ss}^{drv}(1 - \exp[-1.151 \cdot \varepsilon])^{0.232577} \quad (7)$$

$$X_D = 1 - \exp\left(-0.049631\left[\frac{\varepsilon - \varepsilon_c}{\varepsilon_c}\right]^{1.212}\right) \quad (8)$$

$$\varepsilon_c = 0.1099 \cdot \left(\dot{\varepsilon} \cdot \exp\left(\frac{15328}{RT}\right)\right)^{0.214} \quad (9)$$

Среднее абсолютное отклонение от экспериментальных данных для каждой температуры и скорости деформации при выражении $\sigma_{ss}^{drv}(\dot{\varepsilon}, T)$ и $\sigma_{ss}^{drx}(\dot{\varepsilon}, T)$ составляет 4.88 МПа. При этом интервал отклонений составляет от 1.75 до 20 МПа в зависимости от скоростных и температурных условий.

$$\sigma_{ss}^{drv} = 36 \operatorname{arcsinh}\left(3.29 \cdot 10^{-9}\left(\dot{\varepsilon} \cdot \exp\left(\frac{500000}{RT}\right)\right)^{0.52}\right) \quad (10)$$

$$\sigma_{ss}^{drx} = 8.5 \operatorname{arcsinh}\left(1.1 \cdot 10^{-11}\left(\dot{\varepsilon} \cdot \exp\left(\frac{1084000}{RT}\right)\right)^{0.37}\right) \quad (11)$$

Сравнение экспериментальных данных в данном режиме с полученной аппроксимацией изображено на рисунках 3 и 4 для соответствующих скоростей деформаций: 0.15и 15 сек$^{-1}$.

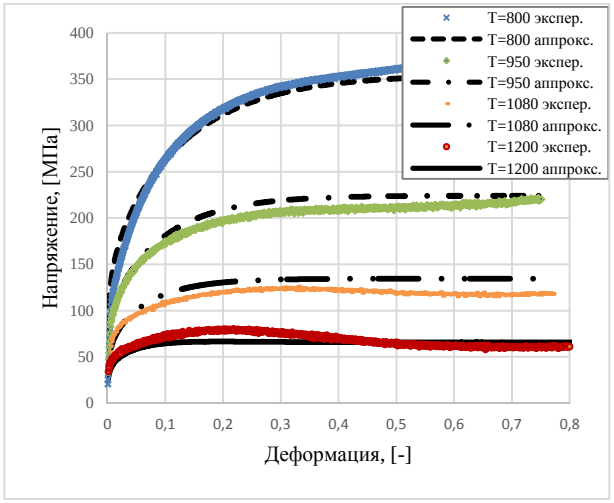


Рис.3. Зависимость напряжения от деформации при скорости деформации 0.15 с$^{-1}$ (одноосное сжатие).

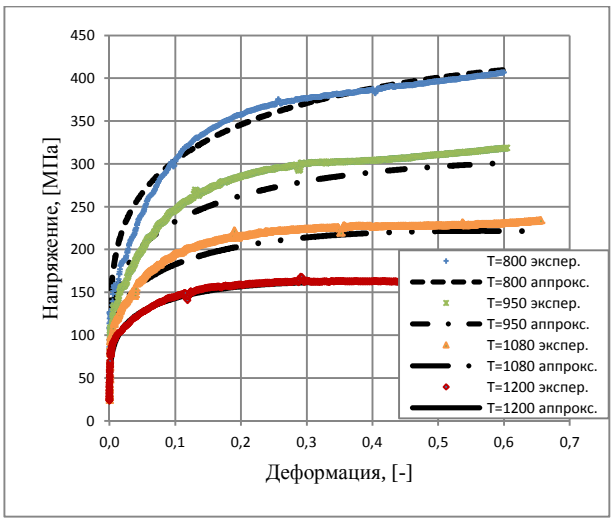


Рис.4. Зависимость напряжения от деформации при скорости деформации 15 с$^{-1}$ (одноосное сжатие).

Заключение

Проведены исследования и найдены параметры для аппроксимации механических свойств стали AISI 304. Найдены уравнения состояния, позволяющие описать формоизменение данной стали при соответствующих скоростях деформации (0.15, 0.5, 1.5, 5, 15сек$^{-1}$) и температурах (800, 950, 1080 и 1200 ℃). Полученные данные упрощают прогнозирование поведения материала при обработке, что является необходимым условием для нахождения оптимальных технологических режимов.

Список литературы:

1.Чумаченко, Е.Н., Сверхпластичность: материалы, теория, технология / О.М.Смирнов, М.А.Цепин, Е.Н.Чумаченко - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ» - 2009. – 320 с.

2. Ахмедьянов, А.М., Антонов С.М., Рущиц, С.В., Исследование деформационного поведения стали 20х13 в условиях горячей осадки // Вестник ЮрГу, №39, 2012, – С. 89-93.

3. Liu, Y. Experimental Study on Constitutive Equation of AZ31 Magnesium Alloy Plastic Deformation at Elevated Temperature / Y. Liu, W. Shi //Transactions of „ICPNS' 2007“, – Zhengzhou, – China, – 2007.

4. Maccagno, T. M. Spreadsheet modeling of grain size evolution during rod rolling / T. M. Maccagno, J. J. Jonáš, P. D. Hodgson // ISIJ International.- Vol. 36.- No. 6.- 1996. – PP. 720-728.

5. Kuziak, R. Modeling of the microstructure and mechanical properties of steel during therrmomechanical processing / R. Kuziak, Y. Chen, M. Głowacki, M. Pietrzyk // NIST Technical note 1393.- November 1997.- 80 P.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СВОБОДНОЙ ГАЗОВОЙ ФОРМОВКИ ЛИСТОВОЙ ЗАГОТОВКИ

И.Ю. Захарьев
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Работа посвящена исследованию зависимости толщины, свободно формуемого купола в его вершине, от его высоты. Представлено описание имеющихся в литературе методов определения такой зависимости. С помощью метода конечных элементов произведена серия расчетов, процесса свободной газовой формовки куполов. Анализ полученных результатов позволил предложить аналитическое соотношение, описывающее зависимость толщины купола от его высоты.

Введение

Газовая формовка листовых заготовок позволяет получать корпусные изделия сложной геометрической формы, применяемые в основном в авиакосмической промышленности. Использование эффекта сверхпластичности при реализации таких процессов позволяет существенно повысить качество получаемой продукции, уменьшить количество технологических операций и понизить величину рабочего давления. При этом, проектирование таких процессов требует соблюдения оптимальных технологических режимов, без чего, возникновение эффекта сверхпластичности не гарантированно [1].

Технологические режимы, обеспечивающие наилучшее формоизменение уникальны для каждого изделия и рассчитываются с применением компьютерного моделирования процесса формовки. При этом ключевую роль играет адекватность описания уравнений состояния материала, для определения которых проводят специальные механические испытания.

Для определения механических свойств материала в условиях сверхпластичности, как правило используют испытания на одноосное растяжение [2]. Однако, характерным напряженно-деформированным состоянием для процесса газовой формовки является двухосное растяжение. С этой точки зрения, эксперименты по свободной формовке являются более предпочтительными. Недостатком же таких экспериментов являются сложности, возникающие при интерпретации их результатов [3]. Корректное математическое описание процесса свободной формовки необходимо для более качественной интерпретации экспериментов на двухосное растяжение.

Модель процесса свободной формовки

Схема испытания на двуосное растяжение представлена на рисунке 1.

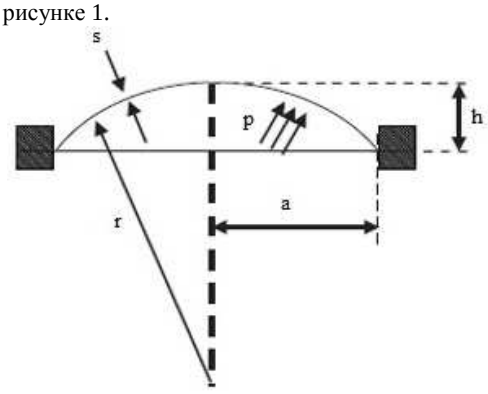


Рис.1. Схема эксперимента на двуосное растяжение

Ключевой зависимостью, используемой при интерпретации результатов экспериментов на двухосное растяжение, является зависимость толщины купола s в его вершине от высоты купола h[4]. Именно эти величины измеряются после или во время осуществления эксперимента, с их помощью может осуществляться расчет интенсивностей напряжения, деформации и скорости деформации в вершине купола [5]. Различные способы были предложены для описания зависимости $s(h)$.

В работе Jovane [5] была предложена зависимость(1), основанная на гипотезе о равномерном распределении толщины материала в куполе:

$$s(h) = \frac{s_0 a^2}{a^2 + h^2}. \quad (1)$$

Авторы работы [6], после установления ряда гипотез, получили что каждая точка заготовки движется по дуге окружности, этот результат приводит к следующей формуле:

$$s(h) = \frac{s_0 h^4}{(h^2+a^2)^2}. \quad (2)$$

На основании гипотезы о том, что в любой момент времени форма купола имеет вид части сферы, Еникеевым[7] была предложена зависимость (3):

$$s(\alpha) = s_0 \left(\frac{\sin(\alpha)}{\alpha}\right)^2, \quad (3)$$

где$\alpha(h) = \arcsin(\frac{2ha}{h^2+a^2})$;$s_0$- начальная толщина заготовки; h - высота купола; a - радиус гравюры штампа (см. Рис. 1).

Общим недостатком всех этих формул является их инвариантность относительно свойств материала, которая не наблюдается на практике.

Свойства материала в условиях сверхпластичности описывают уравнением Бекофена [1]:

$$\sigma = K\dot{\varepsilon}^m, \quad (4)$$

где K- параметр, зависящий от температуры и характеристик микроструктуры материала; m- коэффициент скоростной чувствительности материала.

Коэффициент m является реологической характеристикой и отвечает за сверхпластичность. Чем больше значение m, тем более равномерно происходит утонение заготовки, а значит - тем больше толщина заготовки в вершине купола при одинаковой высоте. Использование этого свойства и обобщение уравнений (1) и (2) позволило авторам работы [8] построить зависимость $s(h)$, учитывающую влияние свойств материала на процесс формообразования:

$$s(h) = s_0(1 + \frac{h^2}{a})^{m-2} \quad (5)$$

Конечно-элементное моделирование

В связи с тем, что гипотезы использованные при получении зависимостей (1)-(3) являются теоретическими упрощениями, для оценки погрешностей этих зависимостей было проведено численное моделирование процесса формовки с помощью системыMSC.MARC. Компьютерное моделирование проводилось со следующими параметрами: $a = 50$ мм; $s_0 = 1$мм;в качестве уравнения состояния материала использовалось уравнение Бакофена. Режим давления для каждого численного эксперимента рассчитывался таким образом чтобы скорость деформации в вершине купола была одинаковой и ровнялась $0.0015\ c^{-1}$. Моделирование проводилось для различных значений m от0.01 до

0.8, а соответствующие им коэффициенты K рассчитывались по формуле:

$$K(m) = 150 * 10^{3m-0.6} \quad (6)$$

Расчет коэффициента Kпо формуле (6) позволяет обеспечить во всех численных экспериментах одинаковые значения σ при скорости деформации равной $0.0015\ c^{-1}$.

При анализе полученных результатов моделирования было обнаружено что толщина заготовки s линейно зависит от отношения высоты купола к радиусу кривизны купола$\frac{h}{r}$. Причем угловой коэффициент k зависит от коэффициента скоростной чувствительности m.

Для получения зависимости, учитывающей свойства материала, и более точно описывающей аналитическую зависимость $s(h)$ было проведено детальное исследование зависимостей, полученных при численном моделировании В ходе исследования была получена следующая зависимость:

$$s(h) = 1 - k\frac{h}{r} \quad (7)$$

где

$$k = \frac{1}{2(1+m)^{2,782}} + 0.5$$

$r = \frac{h^2+a^2}{2h}$ - радиус кривизны купола.

На рисунке 2 представлено сравнение аналитических зависимостей, построенных с помощью формулы (7), и зависимостей, построенных с помощью компьютерного моделирования методом конечных элементов для различных значений коэффициента скоростной чувствительности

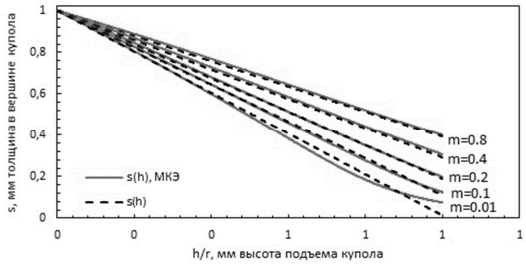


Рис.2. Сравнение аналитических зависимостей и зависимостей, полученных с помощью МКЭ

Как видно из сравнения, зависимость, описанная уравнением (7), хорошо интерполирует зависимость $s(h)$ прилюбых значениях m. Даже в худшем случае, при $m = 0.01$, коэффициент корреляции между толщиной, полученной аналитически и толщиной, полученной с помощью МКЭ равен 0.9958.

На рисунке 3 представлено максимальное отклонение кривых, полученных с помощью зависимостей (1)-(3),(5),(7), от кривых, полученных МКЭ с помощью компьютерного моделирования для различных значений коэффициента скоростной чувствительности. Кривым I-V соответствуют зависимости, полученные с помощью формул (1)-(3),(5),(7).

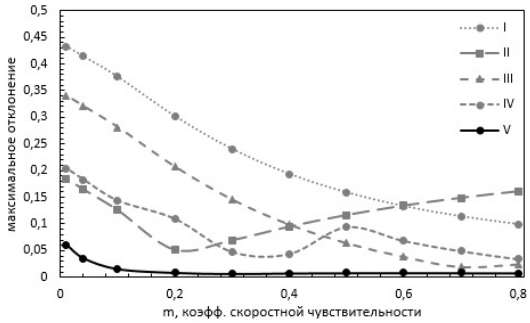


Рис.3. Максимальное отклонение зависимостей полученных при помощи уравнений(1)-(3),(5),(7), от зависимостей, полученных с помощью МКЭ для различных значений m

Из рисунка 3 видно, что наименьшее отклонение достигается при применении зависимости полученной при помощи формулы 7 для любых значений коэффициента скоростной чувствительности.

Заключение

Был произведен литературный обзор по проблеме описания зависимости толщины в вершине купола от его высоты в процессе свободной газовой формовки. Найденные в литературе соотношения были проанализированы и сопоставлены с результатами численного моделирования. Была построена аналитическая зависимость толщины купола от его высоты,учитывающая свойства материала и хорошо описывающая данные, полученные методом МКЭ при любых значениях коэффициента скоростной чувствительности.

Исследование осуществлено в рамках Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ в 2014 году.

Список литературы:

1. ЧумаченкоЕ.Н., Смирнов О.М., Цепин М.А.// М. Сверхпластичность: Материалы, теория, технологии. – М.: книжный дом «Либроком»2009. 320 с.

2. Aksenov S. A., Chumachenko E. N., Logashina I. V. Tensile Testing of Ti-6Al-4V Alloy Superplasticity // Materials Science Forum. 2013. Vol. 762. P. 392-397

3. Захарьев И.Ю. Интерпретация данных эксперимента по газовой формовке сплава АМг6 для определения условий его сверхпластичности, материалы научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ, 2014, стр. 39-40.

4. S.A. Aksenov at al. Determination of optimal gas forming conditions from free bulging tests at constant pressure, Journal of Materials Processing Technology 217(2015) 158-164

5. Jovane, F., 1968, An approximate analysis of the superplastic forming of a thin circular diaphragm: theory, and experiments, International Journal of Mechanical Science 10, p. 403-424.

6. Yu-Quan, S., Jun, Z., 1986, A Mechanical Analysis of the Superplastic Free Bulging of Metal Sheet, Materials Science and Engineering (84), 111-125.

7. F.U. Enikeev, A.A. Kruglov, An analysis of the superplastic forming of a thin circular diagram, Int. J. Mech. Sci. 37 (1995) 473-483.

8. M.J. Nategh, B. Jafari, Analytical and Experimental Investigations on Influential Parameters of Superplastic Forming of Titanium Based Workpieses, JAST, Vol. 4, No. 2, 2007, pp 43-51.

ПРОБЛЕМА ДЕШИФРОВКИ КРАСНОГО ШУМА, ИЛИ О НЕВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ БИРЖЕВОГО ВЕЧНОГО ДВИГАТЕЛЯ

***Н.А. Тарасов, ****И.Н. Тарасов**
***НИУ ВШЭ, Департамент прикладной математики**
****Институт финансов УрГЭУ (Екатеринбург)**

«Сначала была Структура,
и Структура была у Бога,
и Структура была Богом.
Богом была Структура!!!
То есть первична структура,
мысль, аккорд, гармония, идея.
Музыкальная форма, посыл
мысли (логики), логика, логос».
Михаил Казиник, русский
музыкальный просветитель
[1, фрагмент 0:11: 00–0:19:36]

«Трейдинг – это умирающий
вид искусства…» То-
мас Мюррей, американский
теоретик трейдинга [2, с. 245]

Аннотация

В докладе представлено теоретическое обонование того, почему будущее абсолютно случайных процессов не выводится из прошлого, а порождается настоящим.

Введение

В процессе моделирования биржевых колебаний [3] и последовавшего после этого изучения цветных шумов нами была разработана ***Расширенная математическая модель вероятностно предопределённых случайных процессов***. Суть её осталась прежней. Только теперь для генерации временных рядов мы стали подбрасывать не простую монетку, а монету с памятью. Такая монета может воспроизводить своё предыдущее решение с заданной вероятностью. И функционировать в трендовом, уравновешенном или флетовом режимах.

1 Новая классификация случайных процессов

После досканального изучения фрактальных томограмм умной монеты и составления ***Трендово-флетовой классификации вероятностно предопределённых случайных процессов*** мы пришли к выводу об особом центральном положении в ней красного шума. А широкая распространённость броуновского движения в природе натолкнула нас на закономерную мысль о существовании термодинамических причин (некой потенциальной ямы), объясняющих динамическую устойчивость винеровского процесса. Последовавшие после этой догадки изыскания привели нас к понятию *Информационная энтропия*, характеризующей степень разупорядоченности той или иной системы. К счастью оказалось, что в информатике для моделирования процесса передачи информации по каналам связи используется точно такая же математическая модель, что и у нас. Она хорошо изучена математиками и известна специалистам как ***Двоичный симметричный канал (ДСК)*** [4, с. 150-157]:

$$H_{\text{ДСК}} = -p\log_2 p - q\log_2 q = H_{\text{trend}} + H_{\text{flat}} \qquad (1)$$

2 Уникальность красного шума

Примечательной особенностью ДСК является ***максимальная энтропия*** $\boldsymbol{H}_{\text{ДСК}}$ ($H_{\max} = 1$) и ***нулевая относительная пропускная способность*** $\boldsymbol{RC}_{\text{ДСК}}$ ($RC_{\text{ДСК}} = 1 - H_{\text{ДСК}}$) в случае, когда ошибки дешифровки $\boldsymbol{q}$ по объёму становятся сопоставимы с правильно прочитанной информацией $\boldsymbol{p}$. То есть когда трендовая и флетовая компоненты энтропии $\boldsymbol{H}_{\text{trend}}$ и $\boldsymbol{H}_{\text{flat}}$ уравновешивают друг друга (смотрите рисунок 1). Первое обстоятельство указывает на минимальную упорядоченность системы при потере предопределённости происходящих в ней событий. На их абсолютную случайность, полную независимость и поэтому непредсказуемость. А значит и на нулевые организационно-управленческие издержки в процессах, генерируемых обыкновенной, лишённой памяти монетой. Что в свою очередь объясняет и организационно-управленческую эффективность и поэтому широкую распространённость свободного блуждания среди естественных и рукотворных процессов. Второе – на бесполезность ДСК в случае, если уровень дезинформации близок к 50%. Иными словами, в рамках прикладной теории информации строго доказывается, что ***извлечь практическую пользу (полезную информацию) из расшифровки красного шума невозможно***. По этой причине человеческая речь содержит *информационную избыточность* $\boldsymbol{R}$ ($R = 1 - H_{\text{word}}/H_{\max}$) в пределах 50-75%. По своей сути $\boldsymbol{R}$ является мерой пропускной способности языка ($\boldsymbol{R} \equiv \boldsymbol{RC}$), которая с одной стороны демонстрирует уровень его сложности, организованности, а значит информативности и предсказуемости. С другой стороны указывает на то, что нормальное человеческое общение затруднительно, когда вербальное понимания $\boldsymbol{p}$ меньше 90-95%, а уровень непонимания $\boldsymbol{q}$ болше 5-10% (смотрите пометки на рисунке 1). Особый случай – эзопов (иносказательный, маскирующий) язык. Для него $\boldsymbol{q}$ и $\boldsymbol{p}$ находятся зеркально противоположной области.

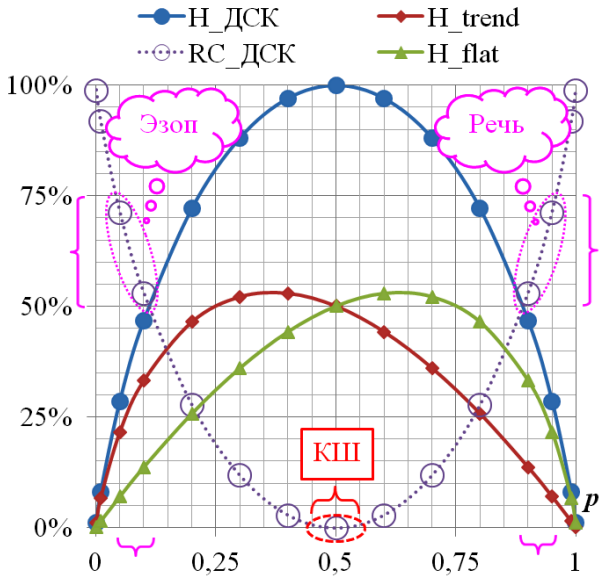


Рис.1. Энтропия, её составляющие и относительная пропускная способность ДСК

3 Парадокс эффективного рынка

Покажем, что это фундаментальное утверждение означает для биржевой торговли и многочисленного сообщества трейдеров и инвесторов. Из теории игр известно, что самой оптимальной линией поведения в повторяющихся играх является стратегия «Зуб за зуб», заключающейся в простом копировании поведения (ходов) своего бизнес-партнёра [5, с. 532]. Такое трендовое поведение присуще, например, флюгеру, чётко улавливающего направление ветра. Противоположная оппозиционная стратегия «Гнусь, но не ломаюсь», заключается в игре против ветра и формирует флетовое поведение. Экспериментальная проверка, проведённая с помощью умной монетки, моделирующей различные состояния рынка, показала, что трендовая стратегия не так уж и безупречна. А также то, что флетовая

стратегия нисколько не уступает трендовой. Просто у них диаметрально противоположные зоны применимости.

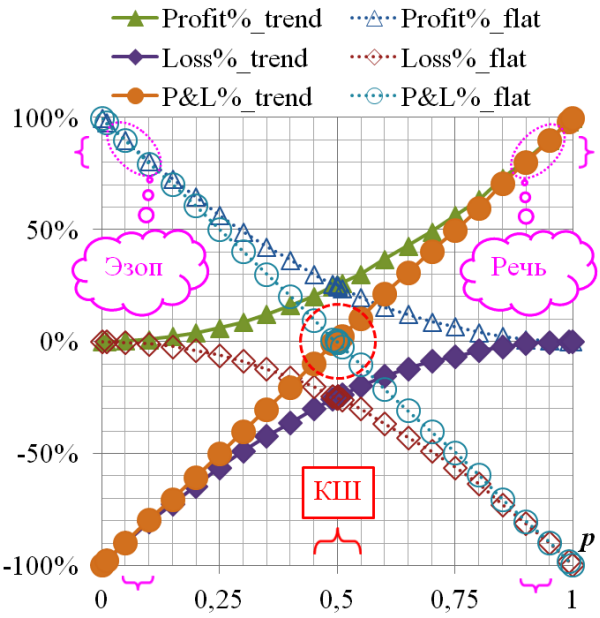


Рис.2. Относительная результативность чисто трендовой и чисто флетовой стратегий без учёта дополнительных расходов

Трендовая стратегия хороша для расшифровки трендовых, а флетовая – флетовых временных рядов (смотрите рисунок 2). Но самое главное заключается в том, что эти рафинированные стратегии совершенно бесполезны на рынках, обладающих минимальными трансакционными издержками. То есть для рынков с фрактальными томограммами, как у красного шума [3], нет оптимальных решений. Какую стратегию не бери, усреднённый результат будет нулевым. Что уж говорить о нестоль успешных стратегиях? Таким образом, мы уверенно можем констатировать факт того, что ***не существует и не может существовать каких-либо рациональных торговых стратегии для эффективных рынков из-за отсутствия в них необходимой и достаточной информационной избыточности, обусловленного их абсолютной случайностью и непредсказуемостью.***

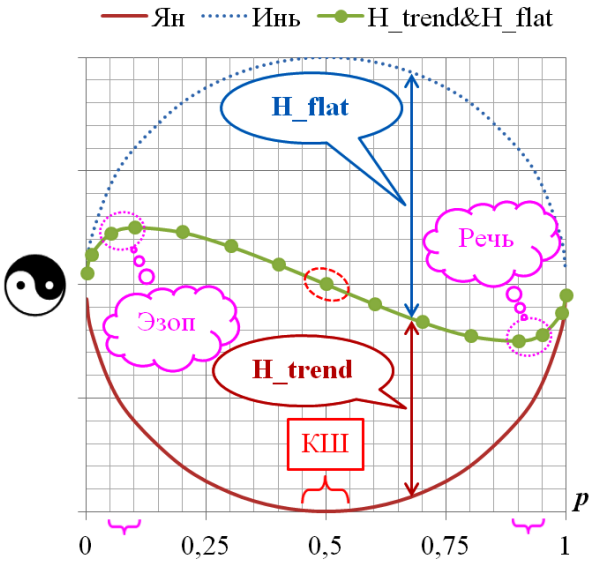


Рис.3. Энтропийная монада ДСК

4 Непознаваемость будущего

Проведённое тестирование полностью согласуется с представлением о флетовой и трендовой составляющих энтропии $\boldsymbol{H_{trend}}$ и $\boldsymbol{H_{flat}}$ из формулы (1). Соотношение этих двух раз-упорядочивающих систему сил определяет перевес либо трендовых, либо флетовых дискретных событий. Находясь в постоянном соперничестве, они подобно первопричинным стихиям ***Ян*** и ***Инь*** попеременно проявляют то одну свою суть, то другую. И фактически полностью компенсируют друг друга в области динамического равновесия (смотрите рисунок 3). Именно за счёт баланса дуальных сил исчезает вероятностная предопределённость событий и формируется абсолютно случайный процесс. Именно это обстоятельство обеспечивает принцип непознаваемости будущего в состоянии ***Первородного хаоса***. Теоретически объясняет эмпирический факт, что ***будущее эффективных рынков, как и будущее обыкновенной монетки не выводится из их прошлого, а порождается настоящим*** [6, с. 54].

Заключение

Столь скромный для информатики, но столь важный для трейдинга вывод без преувеличения сопоставим с первым и вторым началами термодинамики. На основании которых Французская академия наук вот уже 240 лет не принимает к рассмотрению проекты вечного двигателя из-за очевидной невозможности их создания. Мы в свою очередь надеемся, что широкая экономическая и околобиржевая общественность по достоинству оценит результаты наших десятилетних изысканий. И, быть может, прекратит бесплодные поиски биржевого вечного двигателя.

Не сомневаемся, что представленная в докладе концепция энтропийной монады, тесно связанная с даосской филосовской традицией и прикладной теорией информации, продемонстрировавшая пример удачного междисциплинарного взаимодействия, сможет найти достойное применение и в других областях человеческого знания.

Список литературы:

1. *Казиник М.С.* Лекция в Рижской международной высшей школе экономики и управления (RISEBA) – Рига, 2010. – Видеозапись, 100 мин. – http://www.youtube.com/watch?v=fCzFMzwAX-Y#t=748 (25.12.2014).

2. *Murrey T. H.* A Simpler Way to Trade: Ten Trading Rules for more successful trading in the future // The Murrey Math Learning Academy, 2000, 395 p.

3. *Тарасов Н.А., Тарасов И.Н.* Фрактальная томография временных рядов, или Красный шум на FOREX // Известия Уральского государственного экономического университета, 2014, № 3 (53). – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. экон. ун-та, 2014. – 125 с., с.103-110, 119-120.

4. *Дмитриев В.И.* Прикладная теория информации: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1989. – 325 с.

5. *Вэриан Х.Р.* Микроэкономика. Промежуточный уровень. Современный подход – М.: ЮНИТИ, 1997. – 767с.

6. *Евстигнеев В.Р.* Прогнозирование доходности на рынке акций – М: Маросейка, 2009. – 192 с.

* * *

ПРИМЕРЫ ТОЧНОГО РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОБ ОПТИМАЛЬНОЙ ОСТАНОВКЕ

Е.В. Ясонов
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Задача об оптимальной остановке возникает при решении задач статистики (задача последовательного различения двух простых гипотез), техники (задача о разладке), финансовой математики (расчет американского опциона) и ряде других (в том числе [1] - [8]). Решение этой задачи для случая бесконечного горизонта было получено в [1] - [8]. В отличие от этих работ мы рассматриваем случай конечного горизонта.

В данномдокладе для случая конечного горизонта приводится: i) рекуррентное соотношениедля цены оптимальной остановки; ii) в предположении, что останавливаемая последовательность является марковской случайной последовательностью, с помощью системы компьютерных алгебр расмотрены примеры решений задачи об оптимальной остановке для различных видов функций f_n, в частности: 1) непрерывные, имеющие несколько экстремумов; 2) неубывающие ограниченные ступенчатые функции; 3) функция для опциона callc дисконтированием. Для этих случаев найдены цена оптимальной остановки и оптимальный момент остановки.

Постановка задачи об оптимальной остановке с конечным горизонтом

Пусть: i) $(\Omega, \mathcal{F}, (\mathcal{F}_n)_{n\geq 0}, \mathrm{P})$ - стохастический базис [4]; ii) $N \in \mathbb{N}^+$ - горизонт; iii) $\mathcal{T}_n^N$ - множество моментов остановки τ относительно фильтрации $(\mathcal{F}_n)_{0\leq n\leq N}$ [4], принимающих значения из множества $\{n, \dots, N\}$; iv) $(f_n, \mathcal{F}_n)_{0\leq n\leq N}$ - согласованная последовательность ограниченных случайных величин; v) $\mathcal{L}^0(\Omega, \mathcal{F}_0)$ - множество всех P-п.н. ограниченных $\mathcal{F}_0$-измеримых случайных величин [2, §A.7].

Рассматривается задача

$$\mathrm{E}[f_{\tau\wedge N}|\mathcal{F}_0] \to \operatorname*{esssup}_{\tau\in\mathcal{T}_0^N}, \quad (1)$$

где $\mathrm{E}[\cdot\,|\mathcal{F}_0]$ - условное математическое ожидание относительно σ-алгебры $\mathcal{F}_0$ (определение см. в [2]). Задачу (1) называют задачей об оптимальной остановке (например, [4]).

*Определение 1.*Пару $(\tau^*, v_0^N) \in (\mathcal{T}_0^N, \mathcal{L}^0(\Omega, \mathcal{F}_0))$ такую, что $v_0^N = \mathrm{E}[f_{\tau^*\wedge N}|\mathcal{F}_0]$P-п.н., будем называть решением задачи (1), при этом: i) момент остановки $\tau^* \in \mathcal{T}_0^N$ назовем оптимальным; ii) $\mathcal{F}_0$-измеримую случайную величину v_0^N - ценой оптимальной остановки.

Рекуррентное соотношение для цены оптимальной остановки

Для нахождения цены оптимальной остановки применим стохастический вариант метода динамического программирования. Для любого $n \in \{1, \dots, N\}$ обозначим $v_n^N \triangleq \operatorname*{esssup}_{\tau\in\mathcal{T}_n^N} \mathrm{E}[f_{\tau\wedge N}|\mathcal{F}_n]$.

Определение 2. Для любого $n \in \{1, \dots, N\}$ случайню величину v_n^N назовем ценой оптимальной остановки в момент времени n.

Теорема 1. Согласованная последовательность $(v_n^N, \mathcal{F}_n)_{0\leq n\leq N}$ является последовательностью цен тогда и только тогда, когда удовлетворяет рекуррентному соотношению P-п.н.

$$v_n^N = \max\{f_n; \mathrm{E}[v_{n+1}^N|\mathcal{F}_n]\}, \quad v_n^N|_{n=N} = f_N. \quad (2)$$

Из утверждения теоремы 1 непосредственно следует критерий того, что пара $(\tau^*, v_0^N) \in (\mathcal{T}_0^N, \mathcal{L}^0(\Omega, \mathcal{F}_0))$ является решением задачи (1).

Следствие 1. Пара $(\tau^*, v_0^N) \in (\mathcal{T}_0^N, \mathcal{L}^0(\Omega, \mathcal{F}_0))$ является решением задачи (1) тогда и только тогда, когда выполняются условия:

1) последовательность $(v_n^N, \mathcal{F}_n)_{0\leq n\leq \tau^*\wedge N}$ - мартингал относительно меры P;

2) $v_n^N|_{n=\tau^*\wedge N} = f_{\tau^*\wedge N}$P-п.н.

*Следствие 2.*Момент остановки τ^* оптимален тогда и только тогда, когда$\tau^* = \min\{0 \leq n \leq N: f_n = v_n^N\}$.

Замечение. Проблема построения решения задачи об оптимальной остановке эквивалентна нахождению решения задач со свободной границей, которые относятся к числу «трудных» задач.

Примеры построения решения задачи об оптимальной остановке

Пусть $\{S_n\}_{0\leq n\leq N}$ - марковская случайная последовательность, на каждом шаге $n \in \{0, \dots, N\}$ принимающая не более чем счетное число значений из множества $\mathrm{A} \subseteq \mathbb{R}^1$. Обозначим через$p_n(x, y)$ переходные вероятности за один шаг, то есть

$$p_n(x, y) \triangleq \mathrm{P}(S_n = y|S_{n-1} = x),$$

где любые $y \in \mathrm{A}$, $x \in \mathrm{A}$.

Пусть функция $f_n: \mathbb{R} \times \mathbb{N}_0 \to \mathbb{R}$. Обозначим

$$f_n = f_n(x)|_{x=S_n}.$$

Тогда в силу марковского свойства последовательности $\{S_n\}_{0\leq n\leq N}$, определения v_n^N и теоремы Бореля существует функция $v_n^N: \mathbb{R} \times \mathbb{N}_0 \to \mathbb{R}$ такая, что $v_n^N = v_n^N(x)|_{x=S_n}$.

Учтем марковское свойство последовательности $\{S_n\}_{0\leq n\leq N}$ в алгоритме 1. Нам понадобится определение.

Определение 3.[4] Для любого $n \in \{0, \dots, N\}$ множество $\mathcal{D}_n \triangleq \{x \in \mathbb{R}^1: f_n(x) = v_n^N(x)\}$ называют множеством остановки в момент времени n.

Если для каждого $n \in \{0, \dots, N\}$ известно множество $\mathcal{D}_n^N$, то ему можно поставить в соответствие оптимальный момент остановки $\tau^* \in \mathcal{T}_n^N$, вообще говоря, не единственным образом.

Поскольку последовательность $\{S_n\}_{0\leq n\leq N}$ - марковская, то

$$\mathrm{E}[v_{n+1}^N|\mathcal{F}_n] = \mathrm{E}v_{n+1}^N(S_{n+1}^{n,x}) = \sum_{y\in\mathrm{A}} v_{n+1}^N(y)p_{n+1}(x, y),$$

где $S_{n+1}^{n,x}$ - значение случайной последовательности S_{n+1}, стартовавшей в момент времени n из значения x, $x \in \mathrm{A}$.

В силу теоремы 1 и следствия 2 имеем представление

$$v_n^N(x) = \begin{cases} f_n, & x \in \mathcal{D}_n^N, \\ \sum\limits_{y\in\mathrm{A}} v_{n+1}^N(y)p_{n+1}(x, y), & x \notin \mathcal{D}_n, \end{cases}$$

где $\mathcal{D}_n = \{x \in \mathbb{R}: \sum_{y\in\mathrm{A}} v_{n+1}^N(y)p_{n+1}(x, y) \leq f_n(x)\}$.

Рассмотрим одномерную марковскую последовательность $(S_n, \mathcal{F}_n)_{0\leq n\leq N}$, заданную рекуррентным соотношением $S_{n+1} = S_n(1 + \rho_{n+1})$, $S_n|_{n=0} = S_0$P-п.н., где $\{\rho_n\}_{0\leq n\leq N}$ - последовательность бернуллевских случайных величин, с положительной вероятностью принимающих значения из двухточечного множества $\{a, b\}$, $a, b \in \mathbb{R}^1$. Пусть $p \triangleq \mathrm{P}(\rho_n = a)$, $q \triangleq \mathrm{P}(\rho_n = b) = 1 - p$.

Пример 1. Предположим, что: i) для любого $n \in \{0, \dots, N\}$ функция $f_n(x) = \beta^n(x - K)^+$, где $K > 0$, $0 < \beta \leq 1$ - заданные константы; ii) $-1 < a < 0 < b < \infty$; iii) для любого $n \in \{0, \dots, N\}$ заданы вероятности p и q. Такая задача об оптимальной остановке возникает при расчете американского опциона колл на полном рынке (см. [1], [8], [9]). Для этого примера расчёты показали, что для любого $n \in \{0, \dots, N\}$ область остановки имеет вид $\mathcal{D}_n = \left(0; x_{1,n}^*\right] \cup \left[x_{2,n}^*; +\infty\right)$.

Пример 2. Пусть для любого $n \in \{0,\dots,N\}$функция

$$f_n(x) = \begin{cases} 0, & x \le 1, \\ 1, & 1 < x \le 2, \\ 3, & 2 < x \le 3, \\ 3, & x > 3. \end{cases}$$

Пусть a = −0.05, b = 0.05, p = q = 0.5, N = 10. В этом случае область обстановки $\mathcal{D}_n = (0; 0.614] \cup [1; 1.128] \cup [2; 2.105] \cup [3; +\infty)$.

Пример 3. Пусть для любого $n \in \{0,\dots,N\}$функция

$$f_n(x) = \begin{cases} 0, & x \le 1, \\ \mathrm{x} - 1, & 1 < x \le 2, \\ 2 - 0.5\mathrm{x}, & 2 < x \le 8, \\ \mathrm{x} - 10, & 8 < x \le 10, \\ 0, \mathrm{x} > 10. \end{cases}$$

Пусть a = −0.5, b = 0.7, p = 7/12, q = 5/12, N = 10.

В этом случае область обстановки $\mathcal{D}_n = (0; 0.346] \cup [1.386; 3.22] \cup [9.870; 10.667] \cup [16; +\infty)$.

Приведённые примеры показывают, что для задачи об оптимальной остановке с конечным горизонтом предположение о том, что область остановки представляет собой луч, вообще говоря, не верно. Заметим, что точки излома функий, описывающих останавливаемые последовательности, порождают области остановки.

Список литературы:

1. Ширяев А.Н. *Основы стохастической финансовой математики. Том 2. Теория.* М.: ФАЗИС, 1998.

2. Фельмер Г., Шид А. *Введение в стохастические финансы. Дискретноевремя.*М.: МЦНМО, 2008. (Follmer H., Schied A. *Stochastic Finance. An Introdaction in Discrete Time.*Berlin - New York: Walter de Gruyter, 2004.)

3. Роббинс Г., Сигмунд Д., Чао И. *Теория оптимальных правил остановки.* М.: Наука, 1977. (Chow Y. S., Robbins H., Siegmund D. *Great Expectations: The Theory of Optimal Stopping.*Boston: Houghton Mifflin Company, 1977.)

4. Ширяев А.Н. *Статистический последовательный анализ.* М.: Наука, 1976.

5. Ferguson T. S. *Optimal Stopping and Applications.*, unpublished manuscript, 2000, available: http://www.math.ucla.edu/ tom/Stopping/Contents.html.

6. Дынкин Е.Б., Юшкевич А.А. *Теоремы и задачи о процессах Маркова.* М.: Наука, 1967.

7. Де Гроот М. *Оптимальные статистические решения.* М.: МИР, 1974. (DeGroot M. H. *Optimal Statistical Decisions.* New York: McGraw-Hill Company, 1970.)

8. Хаметов В.М., Шелемех Е.А., Ясонов Е.В. *Минимаксное хеджирование американсого опциона на неполном рынке с конечным горизонтом - это задача об оптимальной остановке.* ОПиПМ, 2013, том 20, вып. 2, стр. 155.

9. Boyarchenko S. I., Levandorskii S. Z. *Non-Gaussian Merton-Black-Scoles Theory.* Advanced Series On Statistical Science and Applied Probability, vol. 9, New Jersey, London, Singapore, Hong Kong: World Scientific, 2002.

10. Хаметов В. М., Шелемех Е. А., Ясонов Е. В. *Алгоритм решения задачи об оптимальной остановке с конечным горизонтом* / Управление большими системами. Выпуск 52. М.: ИПУ РАН, 2014. С.6-22.

11. Рубинштейн Л. И. *Проблема Стефана.* Рига:Звайгзне, 1967.

ПОЛУМАРКОВСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУХКАНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Е.О. Васильева
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

Построена математическая модель системы массового обслуживания M|G|2|∞ в виде двумерного полумарковского процесса с несчетным множеством состояний. Выписана система интегральных уравнений для нахождения стационарного распределения вложенной цепи Маркова. Предложен метод решения полученной системы с помощью преобразования Лапласа.

Введение

Рассматривается система массового обслуживания M|G|2|∞. Данная полумарковская система имеет пуассоновский поток на входе, длительность обслуживания требований имеет произвольное распределение, одновременно может обслуживаться два требования, и очередь бесконечна. Для исследования характеристик данной системы используется метод вложенных цепей Маркова [1, с.102] и принцип введения дополнительных переменных [1, с.147].

Математическая модель

Математической моделью описанной системы является двумерный полумарковский случайный процесс (ν(t),ξ(t)), где ν(t)- число заявок в системе в момент t, ξ(t)- остаточное время обслуживания на втором приборе. Марковскими моментами t_n, являются моменты начала и окончания обслуживания заявок на первом приборе. Значения случайного процесса (ν(t),ξ(t)) в марковские моменты образуют вложенную цепь Маркова $(\nu_n,\xi_n)=(\nu(t_n),\xi(t_n))$. Первая компонента этого процесса дискретна $\nu_n \in \{0,1,2,\dots\}$, а вторая непрерывна $\xi_n \in [0,\infty)$.

Для нахождения переходных вероятностей вложенной марковской цепи необходимо решить систему интегральных уравнений типа свертки. Например, для перехода из состояния (1,0) (т.е. в системе одна заявка на первом приборе и остаточное время обслуживания равно нулю) в состояние (0,0) (т.е. в системе нет заявок)

$$P_{(1,0)(0,0)} = \int_0^\infty \mathrm{p_o(x)g(x)dx},$$

$$\mathrm{p_o(x)} = \mathrm{e}^{-\lambda x} + \int_0^{\mathrm{x}} \lambda \mathrm{e}^{-\lambda u} \mathrm{p_1(x-u)}\,\mathrm{du},$$

$$\mathrm{p_k(x)} = \int_0^{\mathrm{x}} \sum_{\mathrm{j}=0}^{\infty} \frac{(\lambda \mathrm{u})^{\mathrm{j}}}{\mathrm{j!}} \mathrm{e}^{-\lambda u} \mathrm{p_{k+j-1}(x-u)}\,\mathrm{dG(u)}$$

Здесь $\mathrm{p}_k(\mathrm{x})$ это вероятность перехода из состояния, когда на втором приборе и в очереди суммарно k заявок, в состояние, когда в системе нет заявок.

Если рассматривать переход из состояния (1,0) (т.е. в системе одна заявка на первом приборе и остаточное время обслуживания равно нулю, в состояние (i, t) (т.е. 1 заявка на первом приборе, остаточное время обслуживания заявки на втором приборе меньше t), и (i-2) заявки в очереди то имеем:

$$P_{(1,0)(\mathrm{i},t)} = \int_0^\infty \mathrm{p_o(x)g(x)dx}, \mathrm{i}=1,2,\dots$$

где

$$\mathrm{p_o(x)} = \int_0^{\mathrm{x}} \lambda \mathrm{e}^{-\lambda u} \mathrm{p_1(x-u)}\,\mathrm{du},$$

$$\mathrm{p}_K(\mathrm{x}) =$$

$$\int_{\mathrm{x}}^{\mathrm{x+t}} \frac{(\lambda \mathrm{u})^{\mathrm{i-k}}}{(\mathrm{i-k})!} \mathrm{e}^{-\lambda x}\,\mathrm{dG(u)} + \int_0^{\mathrm{x}} \sum_{\mathrm{j}=0}^{\infty} \frac{(\lambda \mathrm{u})^{\mathrm{j}}}{\mathrm{j!}}\, \mathrm{e}^{-\lambda u}\, \mathrm{p_{k+j-1}(x-u)}\,\mathrm{dG(u)},\ \text{если } 1 \le k \le i,$$

$$\mathrm{p_k(x)} = \int_0^\infty \sum_{\mathrm{j}=0}^{\infty} \frac{(\lambda \mathrm{u})^{\mathrm{j}}}{\mathrm{j!}} \mathrm{e}^{-\lambda u} \mathrm{p_{k+j-1}(x-u)},\ \text{если } \mathrm{k} \ge \mathrm{i};$$

$\mathrm{p}_k(\mathrm{x})$ это вероятность перехода из состояния, когда на втором приборе и в очереди суммарно k заявок, в состояние,

когда в системе i заявок, и остаточное время обслуживания меньше t.

Аналогично выписываются уравнения для переходных вероятностей из других состояний.

Решения системы находится с помощью преобразования Лапласа.

Стационарное распределение вложенной цепи Маркова.

Далее по определению стационарного распределения $Q_n(t)=P(\nu_{=}n,\xi_n<t)=\sum_{k=0}^{\infty}\int_0^{\infty}Q_k(x)P(k,x)(n,t)dx$ находим стационарное распределение вложенной цепи Маркова.

Заключение

В дальнейшем в работе планируется рассмотреть управляемую систему и исследовать функционал дохода.

В литературе для полумарковских моделей, результаты представлены для случаев с конечным множеством состояний или одним обслуживающим прибором. Но не любая реальная система описывается подобными моделями. В связи с этим возникает необходимость рассматривать более сложные модели, а именно, со счетным или произвольным множеством состояний. Полученное решение можно использовать на практике, для реальных систем соответствующих данной математической модели.

Список литературы:

1.Ивченко Г.И., Каштанов В.А., Коваленко И.Н. Теория массового обслуживания — Учебное пособие. Изд. 2-е, испр. и доп. — М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2012. — 304 с.

О ВЫВОДЕ НЕПЛОСКИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В КРИВОЛИНЕЙНЫХ КООРДИНАТАХ

Д.Н. Габышев
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

Обсуждается возможность общего подхода к выводу неплоских электромагнитных волн из волнового уравнения в криволинейных координатных системах. В докладе предполагается привести обзор наиболее продуктивных вариантов выбора криволинейных координат.

Введение

Общеизвестны плоские электромагнитные волны — суть нестационарные поля в декартовой прямоугольной системе координат, периодические вдоль одной из координат и обладающие непрерывной трансляционной симметрией по двум другим координатам. Волны, близкие к плоским, когда их амплитуда существенно изменяется только на расстояниях много больших длины волны, называются квазиплоскими. Если это изменение велико уже на расстояниях порядка длины волны, то следует говорить о неплоских волнах. Случай плоской волны является идеальным и практически не встречается в природе, поэтому представляет интерес рассмотрение неплоских волн, которые так же хорошо могли бы описываться математически и возникали бы в некоторых модельных условиях.

Волновое уравнение

Известно, что векторный потенциал $\vec{A}(\vec{r},t)$ электромагнитного поля определяется с точностью до калибровочного преобразования. Исходя из уравнений Максвелла в отсутствие источников и среды, удобно положить скалярный потенциал $\varphi(\vec{r},t)$ равным нулю [1] и использовать так называемую кулоновскую калибровку $\mathrm{div}\vec{A}(\vec{r},t)=0$, при которой векторный потенциал и напряженности электрического $\vec{E}(\vec{r},t)$ и магнитного поля $\vec{H}(\vec{r},t)$ удовлетворяют волновому уравнению [2]:

$$\Delta\vec{P}-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2\vec{P}}{\partial t^2}=0 \qquad (1)$$

,

где на месте $\vec{P}$ могут быть $\vec{A}$, $\vec{E}$ и $\vec{H}$.

Криволинейные координаты

Форму электромагнитной волны в отсутствие среды обеспечивает геометрия ее источника (точечная, линейная, плоская и т.п.) — в зависимости от нее удобен и выбор той или иной системы координат для описания распространения волны. Часто (например, когда все же есть направляющая среда) прибегают к записи уравнений Максвелла в криволинейных координатах [3]. Однако в криволинейных координатах можно записать и уравнение (1). В различных координатах часть, зависящая от времени, сохраняется, а другим оказывается лапласиан. В криволинейных не ортогональных координатах он называется оператором Лапласа–Бельтрами [4] и даёт выражение:

$$\sum_{i,k}\frac{1}{\sqrt{g}}\frac{\partial}{\partial x^i}\left(g^{ik}\sqrt{g}\,\frac{\partial u}{\partial x^k}\right)-\frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 u}{\partial t^2}=0$$

,

где g_{ik} — метрический тензор, $g=\left|g_{ik}\right|$, $g^{il}g_{lk}=\delta_k^i$, а u — любая из компонент полей $\vec{A}$, $\vec{E}$ и $\vec{H}$. В ортогональных координатах [5] лапласиан записывается в виде:

$$\Delta u=\frac{1}{h_1h_2h_3}\left(\frac{\partial}{\partial x_1}\left(\frac{h_2h_3}{h_1}\frac{\partial u}{\partial x_1}\right)+\frac{\partial}{\partial x_2}\left(\frac{h_3h_1}{h_2}\frac{\partial u}{\partial x_2}\right)+\right.$$
$$\left.+\frac{\partial}{\partial x_3}\left(\frac{h_1h_2}{h_2}\frac{\partial u}{\partial x_3}\right)\right),$$

где h_1, h_2 и h_3 — коэффициенты Ламэ. Очевидно, для цилиндрических и параболических координат, а также для биполярных координат на плоскости, одна из осей x_1 которых совпадает с какой-нибудь осью декартовой системы, вдоль этой совпадающей оси всегда возможна плоская волна:

$$u=\mathrm{e}^{\pm\frac{ct}{h_1}\frac{\partial}{\partial x_1}}u(x,0).$$

Вывод неплоской волны в вакууме возможен двумя путями: либо из уравнения (1) отыскивается потенциал $\vec{A}$, а затем по нему строятся напряженности $\vec{E}$ и $\vec{H}$, исходя из определений [1]

$$\vec{E}(\vec{r},t)=-\frac{1}{c}\frac{\partial\vec{A}(\vec{r},t)}{\partial t},\quad H(\vec{r},t)=\mathrm{rot}\,\vec{A}(\vec{r},t),$$

либо из (1) сразу ищутся поля $\vec{E}$ и $\vec{H}$. И в первом, и во втором случае система координат выбирается так, чтобы по максимальному числу осей наличествовала симметрия, т.к. в этом случае лапласиан в уравнении (1), естественно, упрощается.

При введении комплекснозначного вектора Римана–Зильберштейна [7]

$$\vec{F}=\frac{1}{\sqrt{2}}\left(\sqrt{\varepsilon_0}\vec{E}+i\sqrt{\mu_0}\vec{H}\right)$$

уравнения Максвелла редуцируются до единственного

$$\nabla\times\vec{F}-\frac{i}{c}\frac{\partial\vec{F}}{\partial t}=0 \qquad (2)$$

,

поэтому вывод неплоских волн в различных криволинейных системах координат возможен не только из волнового уравнения (1), но и из (2), которое может быть решено легче, т.к. содержит лишь частные производные первого порядка.

Заключение

Таким образом, вывод той или иной неплоской волны в криволинейных системах координат связан с типом уравнения, представляющего эту волну. Так, напряженности электрического $\vec{E}$ и магнитного поля $\vec{H}$ могут находиться непосредственно из волнового уравнения (1) или уравнений Максвелла (2), либо опосредованно через векторный потенциал, получаемый из (1). В обоих случаях выбор удобной системы координат позволяет, в силу наличия симметрий по определённым направлениям, резко упростить задачу поиска вычислимых аналитически случаев.

Список литературы:

1. Андреев С.Н. [и др.] О движении заряженной частицы в плоской квазимонохроматической электромагнитной волне // Препринты ИОФ им. А.М. Прохорова. – 2013. – №3. – 31 с.

2. Макаров В.П., Рухадзе А.А. Основы современной электродинамики материальных сред. Часть IV. Электродинамика в отсутствие источников. Инженерная физика. №7, 2013. С. 38–48.

3. Белокопытов В.Г. Волны в направляющих структурах. — М.: МГУ, 2010.

4. Вольцингер Н. Е., Клеванный К. А., Пелиновский Е. Н. Длинноволновая динамика прибрежной зоны. — Л.: Гидрометеоиздат, 1989, с. 126.

5. Тихонов А.Н., Самарский А.А.Уравнения математической физики. — М.: Наука, 1977, с. 728.

6. Лаптев Г. Ф. Элементы векторного исчисления. — М.: Наука, 1975, с. 326.

7. Городецкий М. Л. Спецкурс «Оптические микрорезонаторы», лекция 2 «Электродинамика мод резонатора», МГУ, 2007.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА КОНТРОЛЯ ФИНАНСОВ ДЛЯ МОБИЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

И.Ю. Малахов
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

Данная проект представляетсобой проектировкуприложения для слежения и корректировки семейного бюджета на базе мобильной платформы Android. В теме раскрывается проект многофункционального, но вместе тем простого и интуитивно понятного решения для пользователя.

Введение

Сегодня существуют десятки похожих приложений для решения задач, связанных с организацией дохода человека. Наш проект позволит делать это так же легко, как и совершать звонки. Для работы над проектом были использованы самые актуальные версии программ, таких как AndroidStudio, а также Genymotion. Это позволило использовать новейшие версию мобильной ОС (Android 5.0.0 и выше) для реализации задуманного.

Разработка

Проблема неправильной планировки бюджета существовала почти всегда. И во все времена люди старались ее решить. В наш ИТ век с этой задачей справляются по-особенному.

Этим решением может послужить приложение, которое позволило бы без труда использовать все возможности для точного составления плана собственного бюджета. Большинство из проектов андроид-приложений со схожей тематикой, представленных в андроид-магазинах едва ли могут этим гордиться. В многих программах содержится очень много возможностей, однако не все из них могут быть использованы ввиду недостаточной осведомленности.

Для того, чтобы осуществить это, требуется посмотреть на проблему со стороны рядового пользователя. Загруженность приложения может только лишить желания пользоваться им впредь. Поэтому нашей основной целью является упрощение интерфейса и постоянный диалог с обладателем.

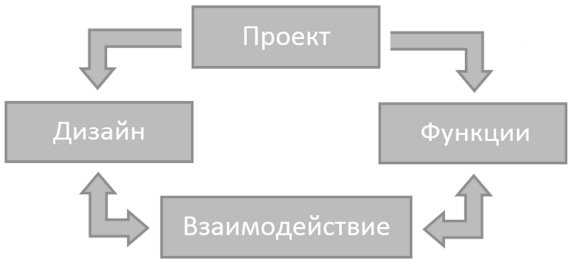
Так, помимо базовых функций такого рода приложений (подсчет трат, вывод графиков и т. п.) планируется ввести подсказки по эксплуатации, а также советы по сохранению бюджета, которые будут ненавязчиво помогать пользователю.

Существует опасность того, что этим приложением может воспользоваться злоумышленник для того, чтобы узнать о доходах владельца. На этот случай необходимо будет обезопасить пользователя введением защитной системы в виде ввода пароля или входа в систему.

Для людей, которые хотят вести общий бюджет и оплачивать все вместе предусмотрена функция интеграции между приложениями для большего удобства. Она позволит главе семьи грамотно осуществлять подсчет расходов. Также в данном режиме будет существовать возможность ограничения доступа к некоторой излишней информации для остальных членов семьи.

Добавление большого числа функцийне всегда может благоприятно сказаться на уровне приложения, так как может создаться впечатление, что разработчики хотели взять количеством, а не качеством. Поэтому этот проект будет включать минимальное количество лишнего, используя минималистический дизайн для еще большего удобства в работе, чтобы пользователь мог интуитивно догадываться, что стоит за той или иной функцией.

Для реализации задуманного необходимо четко понимать, значимость каждого введения, не будут ли он создавать неудобства при использовании пользователем. Поэтому все вышесказанное необходимо будет занести в блок-схему для лучшей конкретики:



Анализ результатов

Проект рассчитан на людей, которые ценят свое время и деньги. Он позволит им с легкостью следить за своими расходами или расходами своей семьи. Данное приложение будет выгодно выделяться среди всех остальных и своей области.

Заключение

Есть большая вероятность того, что данный вариант приложения будет актуален и на устройствах под управлением других мобильных операционных систем, поэтому можно заявить, что в будущем произойдет перенос приложение на WindowsMobileи iOS.

Используемые источники:

1. play.google.com/store/apps // приложения для андроид финансовый менеджер.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОИМПУЛЬСНОГО ПЕРЕЛЕТА НА ОРБИТУ ВОКРУГ ТОЧКИ L2 СИСТЕМЫ СОЛНЦЕ-ЗЕМЛЯ

Ю.В. Федоренко, С.А. Аксенов
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Работа посвящена исследованию одноимпульсного перехода с низкой околоземной орбиты высотой 500 км на квази-периодические орбиты вокруг точки либрации L_2 системы Солнце-Земля. Целью работы является определение взаимосвязи между параметрами перигея отлетной траектории и характеристиками орбиты вокруг точки либрации, на которую осуществляется переход.

Введение

В системе двух массивных тел, вращающихся вокруг общего барицентра, существуют точки, в которых силы, действующие на тело бесконечно малой массы,будут уравновешены. Эти пять точек называются точками либрации: 3 коллинеарные, находящиеся на оси, соединяющей массивные тела и две треугольные, находящиеся на орбите массивного тела меньшей массы. Околоземными точками либрации называются 5 точек системы Земля-Луна и точки L1, L2системы Солнце-Земля.

Первые исследования орбит вокруг точек либрации принадлежат Фаркуаруи Кэмелу [1]. Первый запуск на такую орбиту был осуществлен в 1978 году, когда был запущен и размещен на гало-орбите вокруг точки либрации L_1 системы Солнце-Земля аппарат ISEE-3 [2]. В настоящее время наиболее перспективными для планирования космических миссий являются точка L_2 системы Земля-Луна, которая рассматривается как возможное место размещения многоцелевой космической станции [3-5] и точка L_2системы Солнце-Земля, к которой планируются отечественные миссии Спектр РГ и Спектр-М [6].

Во вращающейся системе координат с фиксированной осью Солнце-Земля, квазипериодические орбиты вокруг точки L_2 образуется суперпозицией колебательных движений по трем ортогональным направлением. При нахождении в малой окрестности точки либрации, периоды колебаний по двум направлениям, лежащим в плоскости эклиптики – согласованы, колебания по третьему направлению – независимы. Такие орбиты называются орбитами Лиссажу. При увеличении амплитуд, между колебаниями по разным направлениям возникает сложная взаимосвязь, приводящая к возникновению резонансных гало-орбит. На этапе выбора орбиты для миссий в окрестность Солнечно-Земной L_2, важное значение имеют такие ее характеристики, как амплитуда в плоскости эклиптики (A_y), и ортогональном ей направлении (A_{z+}, A_{z-}).Фактически, A_{z+} иA_{z-}-это максимальне расстояния от космического аппарата (КА) до плоскости эклиптики при нахождении на севере (A_{z+}) или на юге (A_{z-}) от нее. ,A_{z+} иA_{z-}в общем случае не равны друг другу. так как гало-орбиты несимметричны относительно плоскости эклиптики. Кроме того, необходимо учитывать возможность периодического попадания аппарата в тень Земли, которое имеет место при нахождении на орбитах Лиссажу и некоторых квази-гало орбитах. Характерной особенностью квази-гало орбит является наличие области вокруг оси Солнце-Земля, которую орбита никогда не пересекает. Для исключения затенений аппарата достаточно, чтобы минимальное расстояние от границы данной области до оси Солнце-Земля превышало радиус земной полутени. Это расстояние определяется разбросами орбиты (ΔA_{z+} и ΔA_{z-}). Для орбит Лиссажу$\Delta A_{z+}=A_{z+}$ и $\Delta A_{z-}=A_{z-}$.

Расчет орбит перелета

Задача поиска перелетной траектории сводится к нахождению вектора состояния космического аппарата (КА), находящегося на околоземной орбите, который приведет его на ограниченную орбиту вокруг точки L_2.При этом необходимо найти такой вектор состояния, который приведет к орбите с заданными характеристиками. Авторы работ [6, 7] решают данную задачу с помощью метода изолиний, изложенного в [8]. Суть метода заключается в объединении решений задачи двух тел для сферы действия Земли и линеаризованной ограниченной задачи трех тел для окрестности точки L_2. Отлетный вектор, найденный таким способом, впоследствии уточняется при численном интегрировании. Недостаток данной методики заключается в использовании при поиске отлетного вектора линеаризованной модели движения в окрестности точки либрации, что приводит к расхождению между заявленными характеристиками орбиты и полученными после численного интегрирования. Однако, степень этого расхождения и его характер в работах [6, 7] не исследуется.

В настоящей работе, поиск отлетного вектора, приводящего к орбите с заданными характеристиками, предлагается осуществлять с помощью заранее рассчитанных карт соответствия характеристик отлетного вектора с характеристиками ограниченной орбиты в окрестности точки L_2. Данные карты рассчитываются методом полного перебора для орбит с заданной высотой перигея отлета.

В момент отлета с рассматриваемой околоземной орбиты, аппарат находится на сфере, описывающей Землю на высоте 500 километров, а вектор скорости направлен по касательной к этой сфере. Таким образом, перигей отлета можно определить тремя параметрами, два из которых – это угловые координаты, описывающие положение аппарата (RA и DEC), а третий – угол, определяющий направление его движения (AZI).

Для заданного положения и направления отлета определяется единственный возможный модуль скорости, который обеспечит доставку аппарата на орбиту вокруг точки либрации. Производится расчет траекторий перехода на орбиту вокруг точки L_2 и строится оценка характеристик этой орбиты для множества наборов параметров перигея отлетной траектории.Интегрирование орбит осуществлялось в среде GMST. На рис. 1 представлен пример рассчитанной карты для угла RA = 190°.

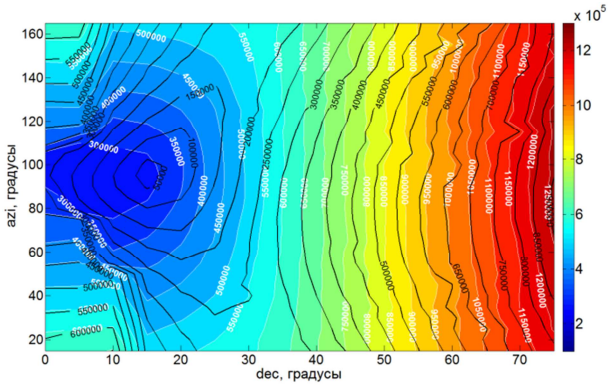


Рис.1. Суперпозиция цветовой карты значений A_{z+} и контурной карты разброса ΔA_{z+} в зависимости от характеристик отлетного вектора DEC и AZI для RA = 190°

Карта зависимости амплитудыA_yорбиты вокруг точки L_2от характеристик отлетного вектора приведена на рис. 2.

Рис.3 иллюстрирует зависимость величины отлетного импульса от характеристик отлетного вектора.

Анализ приведенных карт позволяет найти сочетание характеристик отлетного вектора, позволяющее осуществить перелет на ограниченную орбиту вокруг точки L_2, обладающую заданными характеристиками. Так из рис. 1 можно определить, что на галоорбиту с минимальным размахомΔA_{z+}можно попасть стартуя с околоземной орбиты, соответствующей сочетанию характеристик AZI=95°, DEC=15°, RA = 190°. амплитуда такой орбиты ΔA_{z+} будет составлять 300000 км.

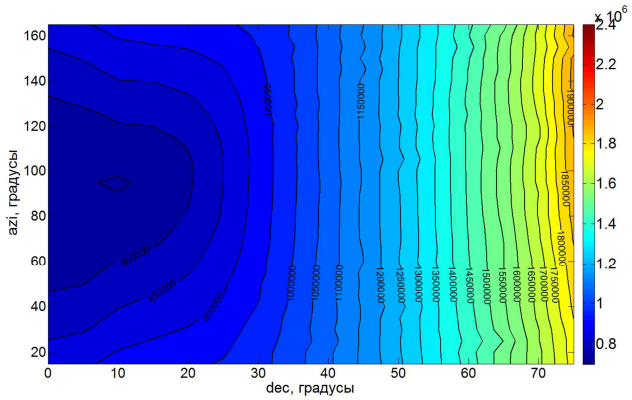


Рис.2. Карта значений A_y в зависимости от характеристик отлетного вектора DEC и AZI для RA = 190°

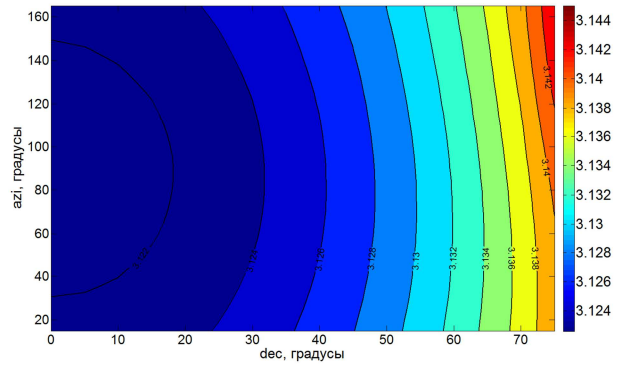


Рис.3. Карта значений импульса перехода в зависимости от характеристик отлетного вектора DEC и AZI для RA = 190°

После определения характеристик отлетного вектора во вращающейся системе координат, необходимо найти время старта, которое позволит вывести аппарат на орбиту, соответствующую этим характеристикам. Разработанное программное обеспечение, позволяет осуществлять этот поиск и рассчитать полученную орбиту. На рис. 4 приведен пример рассчитанного безимпульсного перелета на квази-гало орбиту в окрестности точки L_2системы Солнце-Земля, удовлетворяющую следующим требованиям к амплитудам: 40000 км $<A_{z+}<$45000 км, $\Delta A_{z+}<$ 50000 км.Интегрирование производилось в среде GMATв системе сил, учитывающей гравитационное влияние Луны и планет Солнечной системы.

Заключение

Осуществлена программная реализация в среде GMAT алгоритма выбора траектории перелета от Земли в район точки либрации L2 системы Земля-Солнце, обеспечивающей переход без приложения корректирующих импульсов на квази-гало орбиту с заданными параметрами. Исследованы возможности одноимпульсного перелета на ограниченные орбиты вокруг точки L2, обладающие различными сочетаниями амплитуд в плоскости эклиптики и ортогонально ей.

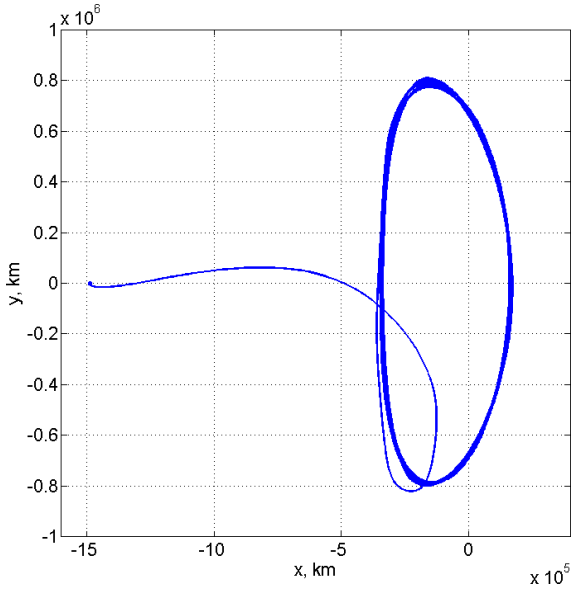


Рис.4. Проекция полученной в результате работы сценария орбиты на плоскость XY

Список литературы:

1. Farquhar, R. W. and Kamel, A. A. “Quasi-Periodic Orbits About the TranslunarLibration Point,” Celestial Mechanics, Vol. 7, No. 4, June 1973, pp. 458-473.
2. Special Issue on Instrumentation for the International Sun-Earth Explorer Spacecraft, IEEE Transactions on Geoscience Electronics //Vol. GE-16, July 1978.
3. Tsuboi, M., et al. A reference Study on Constructing Human Exploration Station at Earth-Moon Libration Point // 63rd International Astronautical Congress, Naples, Italy, 2012, IAC-12-A5.4.9
4. Dunham, D.W., et al., Interplanetary human exploration enabled by lunar swingbys and libration-point orbits(2014) AIAA/AAS Astrodynamics Specialist Conference 2014
5. Dunham, D.W., et al. Using lunar swingbys and libration-point orbits to extend human exploration to interplanetary destinations (2013) Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC-14-C1.8.13.
6. Ильин, И.С. и др., Баллистическое проектирование траекторий перелёта с орбиты искусственного спутника Земли на гало-орбиту в окрестности точки L2системы Солнце-Земля.
7. Ilin, I., Tuchin, A., Quasi-periodic orbits in the vicinity of the Sun-Earth system L2 point and their implementation in “Spectr-RG” and “Millimetron” missons (2014) Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC, 3, pp. 1932-1941.
8. Лидов М.Л., Ляхова В.А., Тесленко Н.М. Траектории полета Земля –Луна – гало-орбита в окрестности точкиL_2системы Земля-Солнце (1992) Космические исследования, 30 №4, с.435-454.

НОВАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИСКОНТНОЙ ОБЛИГАЦИИ

А.В. Деркач
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Введение

Целью данной работы является создание математической модели дисконтной облигации с дискретным временем. Её особенностью является то, что она согласована с некоторой расширенной фильтрацией.

Краткий обзор существующих моделей

Большинство существующих моделей можно разделить на два типа – биномиальные модели и гаусовские. Примером биномиальной модели является модель Хо-Ли [1]. Примерами гаусовской модели являются модели Васичека и Халла-Уайта, которые описываются авторегрессионными последовательностями AR(1). Попутно отметим работу Кокса-Ингерсолла-Росса, которая представляет собой комбинацию моделей AR(1) и ARCH(1).

В отличие от вышеперечисленных работ в работе рассматриваются биномиальная модель относительно расширенной фильтрации, которая описана ниже.

Вспомогательная задача

Пусть на стохастическом базисе $\left(\Omega, F, \left(F_t\right)_{t\in \mathrm{N}}, P\right)$, $\mathrm{N} \triangleq \{0, \ldots, N\}$, задана однородная марковская последовательность $\left\{h_t, F_t\right\}_{t\in \mathrm{N}}$ с переходными вероятностями $P\left(h_t = k \mid h_{t-1} = l\right)$, где $l, k \in E$ - конечное или счётное множество и начальным распределением вероятности $P\left(h_0 = k\right)$. Пусть $F_0' = \sigma\left\{h_0, h_N\right\}$. Основным содержанием этого раздела является рекуррентное соотношение, которому удовлетворяет $P\left(h_t = k \mid F_0'\right)$.

Теорема 1. Пусть $\left\{h_t, F_t\right\}_{t\in \mathrm{N}}$ - марковская последовательность со значениями в E и с заданным семейством переходных вероятностей $\left\{P\left(h_t = k \mid h_{t-1} = l\right)\right\}_{t\in \mathrm{N};\, k,l\in E}$.

Тогда $P\left(h_t = k \mid F_0'\right)$ удовлетворяет следующему рекуррентному соотношению:

$$P\left(h_t = k \middle| F_0'\right) = \sum_{l\in E} P\left(h_{t-1} = l \middle| F_0'\right) * \left. * \frac{P\left(h_N = u \mid h_t = k\right) P\left(h_t = k \mid h_{t-1} = l\right)}{\sum\limits_{y\in E} P\left(h_N = u \mid h_t = y\right) P\left(h_t = y \mid h_{t-1} = l\right)} \right|_{u=h_N}, \quad (1)$$

причём $P\left(h_t = k \middle| F_0'\right)\big|_{t=0} = \delta_{(h_0=k)}$, $P\left(h_t = k \middle| F_0'\right)\big|_{t=N} = \delta_{(h_N=k)}$, где $u, l, k \in E$.

Применение *теоремы 1.*

Пусть $h_t = h_{t-1} + \Theta_t$, $h_0 = 0$, где $\left\{\Theta_t\right\}_{t\in \mathrm{N}_1}$, $\mathrm{N}_1 \triangleq \{1, \ldots, N-1\}$ - последовательность бернуллиевских случайных величин, принимающих значения $\{0,1\}$, причём $P\left(\Theta_t = 1\right) = p$, а $P\left(\Theta_t = 0\right) = 1 - p$. Эта последовательность будет использована при построении модели дисконтной облигации.

Следствие 1. Пусть выполнены условия теоремы 1.

Тогда справедливы следующие утверждения:

1)
$$\begin{cases} P\left(h_t = k \middle| F_0'\right) = \left(\dfrac{h_N - (k-1)}{N-t}\right) P\left(h_{t-1} = k-1 \middle| F_0'\right) + \\ \qquad + \left(1 - \dfrac{h_N - (k-1)}{N-t}\right) P\left(h_{t-1} = k \middle| F_0'\right); \\ P\left(h_t = k \middle| F_0'\right)\big|_{t=0} = \delta_{(h_0=k)}, \;\; P\left(h_t = k \middle| F_0'\right)\big|_{t=N} = \delta_{(h_N=k)} \end{cases} \quad (2)$$

2) $P\left(\Theta_t = 1 \middle| F_t'\right) = \dfrac{h_N - h_{t-1}}{N-t+1}$, $P\left(\Theta_t = 0 \middle| F_t'\right) = 1 - \dfrac{h_N - h_{t-1}}{N-t+1}$;

3) последовательность $\left\{h_t, F_t'\right\}_{t\in \mathrm{N}_1}$ - является марковской.

Модель геометрического несимметричного случайного блуждания

Пусть S_t - стоимость облигации в момент времени $t \in \mathrm{N}$ относительно фильтрации F_t. Тогда

$$\begin{cases} S_t = S_{t-1} \lambda^{\Theta_t} \\ S_t\big|_{t=0} = S_0 \end{cases}, \quad (3)$$

где $\lambda > 1$ - неизвестный параметр модели. Последовательность (3) описывает геометрическое несимметричное случайное блуждание, которое будет использовано для построения модели дисконтной облигации.

Калибровка модели (3)

Обозначим начальную стоимость облигации за A, а номинал за B. Тот факт, что $F_{N-1}' = F_N$, позволяет использовать статистические методы для оценки параметра модели. Таким образом, из (3) имеем

$$\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \triangle \ln S_i = \ln \lambda \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \Theta_i .$$

Очевидно, что $\widehat{p}_N = \dfrac{1}{N}\sum\limits_{i=1}^{N} \Theta_i$ является несмещённой, состоятельной оценкой максимального правдоподобия вероятности $p = P\left(\Theta_t = 1\right)$. Следовательно

$$\ln \lambda = \frac{\ln B - \ln A}{N\, \widehat{p}_N}.$$

Заметим, что $\left\{\Theta_t\right\}_{t\in \mathrm{N}_1}$ - ненаблюдаемая последовательность. Поэтому, в силу (3), мы можем построить оценку $\widehat{p}_N$ следующим образом:

$$\widehat{p}_N = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} \Theta_i = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} 1\{\Theta_i > 0\} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} 1\{\triangle \ln S_i > 0\}.$$

Стало быть, оценка $\widehat{\lambda}$ неизвестного параметра λ имеет вид

$$\widehat{\lambda} = \left(\frac{B}{A}\right)^{\left(\sum\limits_{i=1}^{N} 1\{\triangle \ln S_i > 0\}\right)^{-1}}. \quad (4)$$

Модель дисконтной облигации

Из (4) следует, что при заданных A, $\widehat{p}_N$, N и стоимости дисконтной облигации, параметр λ можно выбрать таким что $S_N = B$.

Таким образом, при выбранном параметре λ относительно фильтрации $\{F_t'\}$ стоимость облигации удовлетворяет рекуррентному соотношению:

$$S_t = \begin{cases} S_{t-1}\,\hat{\lambda}, & \text{с условной вероятностью } \dfrac{\log_{\hat{\lambda}} S_N - \log_{\hat{\lambda}} S_{t-1}}{N-t+1} \\ S_{t-1}, & \text{с условной вероятностью } 1-\dfrac{\log_{\hat{\lambda}} S_N - \log_{\hat{\lambda}} S_{t-1}}{N-t+1} \end{cases},$$

и граничным условиям $S_t\big|_{t=0} = A,\ S_t\big|_{t=N} = B$.

Дисперсия

Для данной модели была выведена рекуррентная формула дисперсии

$$\gamma_{t+1} = \left(1-\frac{2}{N-t}\right)\gamma_t + \frac{\log_{\hat{\lambda}} \dfrac{S_N}{S_0}}{N}\left(1-\frac{\log_{\hat{\lambda}} \dfrac{S_N}{S_0}}{N}\right) +$$

$$+2\frac{\log_{\hat{\lambda}} S_0}{N}\left(\frac{t}{N}\log_{\hat{\lambda}} S_N + \frac{N-t}{N}\log_{\hat{\lambda}} S_0\right),$$

которая удовлетворяет граничным условиям $\gamma_t\big|_{t=0} = \gamma_t\big|_{t=N} = 0$.

В докладе также приводятся результаты имитационного моделирования цены дисконтной облигации описываемой формулой (4).

Список литературы:

1. Ширяев А.Н. «Основы стохастической финансовой математики». 2004. Т1, Т2, «Фазис».

АНАЛИЗ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Е.С. Длиннова
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В работе проводится исследование модели функционирования системы защиты информации, подверженной внешним атакам, попыткам подорвать нормальное течение процесса ее работы. Для анализа используется математическая модель управляемого полумарковского процесса с катастрофами. В работе исследуются следующие характеристики безопасности: математическое ожидание времени до момента взлома («катастрофы») и экономический показатель - затраты на обеспечение определенного уровня безопасности.

Введение

В работе рассмотрена одна из возможных математических моделей исследования безопасности информации. Система, осуществляющая защиту информации – техническая система, которая может находиться в различных состояниях: состояние отказа, состояние нормального функционирования и состояние восстановления. В работе также проанализированы характеристики катастроф (взлома) во время функционировании системы: математическое ожидание времени до момента взлома («катастрофы») (функционал достижения) и экономический показатель - затраты на обеспечение определенного уровня безопасности (функционал накопления).

В первом разделе подробно описана терминология надежности и безопасности систем, а также объяснена важность защиты информации в современных условиях.

Во втором разделе рассмотрены основополагающие принципы изучения математической модели системы защиты информации.

В третьем разделе построен управляемый полумарковский процесс с катастрофами и определены основные соотношения модели.

Целью работы является определение оптимального управления системой защиты информации и установление затрат на обеспечения данного уровня безопасности.

Определение и проблематика информационной безопасности

Проблема безопасности функционирования систем защиты информации в различных областях жизнедеятельности привлекает внимание широкого круга специалистов. Очень важно обеспечить безопасность информации на всех этапах управления процессами и во всех сферах жизни человека. Существование угрозы безопасности функционирующих систем, призывает специалистов разработать научный подход к изучаемой проблеме, обеспечивающий анализ сложившейся ситуации и максимально точный прогноз ее развития.

В современном мире быстро развиваются технологии обработки, хранения и передачи информации. Применение информационных технологий требует повышенного внимания к вопросам информационной безопасности. Кража информационных ресурсов, их недоступность или несанкционированное использование вследствие взлома информационной безопасности, вызывают **се**рьезные проблемы у людей, социальных объединений, организаций и государств.

Защита информации - это комплексная задача, направленная на обеспечение безопасности данных. Необходимо внедрить управление системой с целью минимизации вероятности осуществления взлома.

Проблемы информационной безопасности постоянно усугубляются процессами проникновения во все сферы жизнедеятельности человека технических и программных средств обработки и передачи данных. В процессе анализа целевой технологии была поставлена задача обеспечения максимально возможного времени до взлома. Цель - предотвращение несанкционированного доступа к защищаемым посредством математической модели управления данным. Под взломом («катастрофой») в работе понимается законченное осуществление злонамеренного субъективного воздействия на целевые системы, приводящее к реализации угроз их информационной безопасности.

Постановка задачи и основополагающие принципы исследования

В работе модель функционирования системы защиты информации будет изучена как модель управляемого полумарковского процесса с катастрофами. Стоит отметить, что процесс атак на систему носит дискретный характер, то есть атаки или попытки пройти систему защиты осуществляются периодически через некоторые случайные интервалы времени. Если система исправно функционирует, то атаки парируются. Введём понятие катастрофы. Катастрофа наступает в момент атаки, когда система не может её парировать, то есть когда система находится в неработоспособном состоянии. Таким образом, моментом катастрофы называется момент первой атаки, которая не парировалась системой защиты. Однако в нашей модели было введено некоторое усложнение: атака будет считаться успешной и называться катастрофой, при условии, что злоумышленник успеет вскрыть систему до момента окончания восстановительной работы. Если злоумышленник

успел взломать систему - катастрофа, не успел – катастрофы не происходит, так как система обновилась.

В данном случае математическая постановка задачи исследования сводится к следующим подзадачам:

1. определить моменты катастрофы;
2. найти математическое ожидание времени до катастрофы;
3. определить оптимальную стратегию управления, при которой математическое ожидание времени до катастрофы достигает максимума;
4. определить функционал накопления до момента катастрофы, что позволит рассчитать затраты на обеспечение данного уровня безопасности системы.

Построение управляемого полумарковского процесса

Для построения управляемого полумарковского процесса с катастрофами и найдем следующие характеристики:

1. Марковские моменты;
2. Пространство состояний E;
3. Пространство управлений Ui, и вероятностные меры, определяющие стратегию управления;
4. Полумарковское ядро ;
5. Распределение моментов катастроф;
6. Распределение вероятностей состояний в начальный момент времени.

Построив управляемый полумарковский процесс с катастрофами, найдем основные соотношения и вычислим количественные характеристики безопасности: полумарковское ядро, переходные вероятности, математическое ожидание непрерывного времени пребывания процесса в состоянии. Кроме того, рассчитаны такие показатели безопасности, как математическое ожидание времени до момента взлома («катастрофы») (функционал достижения) и экономический показатель - затраты на обеспечение данного уровня безопасности (функционал накопления).

Заключение

В работе проведено исследование модели функционирования системы защиты информации, подверженной атакам-попыткам подорвать нормальное течение процесса ее работы. Для анализа использовалась математическая модель управляемого полумарковского процесса с катастрофами.

В работе были достигнуты следующие результаты:

- Получена в общем виде формула для расчёта математического ожидания времени до момента катастрофы (функционал достижения).
- Получена в общем виде формула для расчёта экономического показателя (функционал накопления).

Основываясь на полученных аналитических результатах, можно сформулировать вывод об оптимальной стратегии управления техническим состоянием системы защиты информации. Это позволит нам в дальнейшем получить ответ на вопрос о стоимости получения оптимальных характеристик защиты, которые бы обеспечили необходимую безопасность.

Список литературы:

1 А.Д.«Математические методы в теории надежности.» 1965 г.

2. Барлоу Р. и Прошан Ф. «Математическая теория надежности» / Под ред. Б.В. Гнеденко. Москва: Сов. радио. 1969г.

3. Барлоу Р., Прошан Ф. «Статистическая теория надежности и испытания на безотказность» / Под ред. И.А. Ушакова. Москва: Наука. 1984г.

4. Каштанов В.А., Медведев А.И. «Теория надежности сложных систем. » - М.: Физматлит, 2010.

5. Зайцева О.Б. « Исследование вероятностных характеристик системы защиты» // Обозрение прикладной и промышленной математики.

6. Каштанов В.А. «Элементы теории случайных процессов». - М: МИЭМ

7. Каштанов В.А. «Полумарковские модели процесса технического обслуживания.» М.: Знание, 1987.

8. Королюк В.С., Броди С.М., Турбин А.Ф. «Полумарковские процессы и их приложения», 1970.

ПОСТРОЕНИЕ УНИВЕРСАЛЬНОГО АВТОПИЛОТА ДЛЯ КВАДРОКОПТЕРА

А.А. Семион
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

В данной работе рассматривается моделирование и построение гарантирующего управления для квадрокоптера. положение летательного аппарата описывается с помощью кватернионов. управление построено методом SDRE.

Введение

В последние время большое распространение получили автономные или полуавтономные беспилотные вертолеты с четырьмя или более винтами. Их применяют для разведки, геологических и геодезических работ, а так же для киносъемок и мониторинга трафика и происшествий МВД, МЧС и ГИБДД для проведения спецопераций. Исследования в этом направлении проводятся в Массачусетском технологическом институте [6] , университете Пенсильвании [7] , DARPHA [8] и др.

В данной работе рассмотрен четырехвинтовой аппарат, который так же называют квадрокоптером.

Большинство реальных систем использует в качестве управления ПИД-регулятор, коэффициенты которого подбираются эксперементально. В данной работе проведено построение управления SDRE-методом, а так же произведено моделирование.

Постановка задачи

Рассмотрим вертолет с четырьмя моторами, жестко закрепленными на концах лучей, закрепленных в виде буквы X под углом в 90◦. Считается, что лучи имеют одинаковую длину.

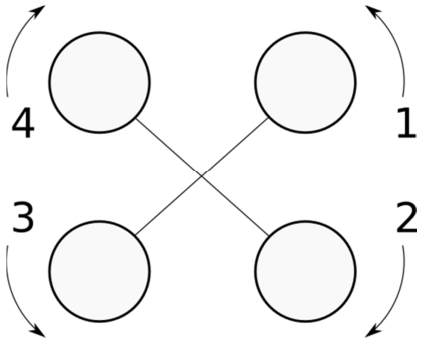


Рис. 1.1. Схема компоновки квадрокоптера

Для описания положения аппарата в пространстве используются кватернионы. Кватернион представляет собой гиперкомплексное число. Его можно определить, как формальную сумму $\vec{\lambda} = \mathbf{a} + \mathbf{b} \cdot \vec{\imath} + \mathbf{c} \cdot \vec{\jmath} + \boldsymbol{d} \cdot \vec{\boldsymbol{k}}$, где a, b, c, d - вещественные числа, а $\vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{\boldsymbol{k}}$-мнимые единицы со следующим свойством: $\vec{\imath}^2 = \vec{\jmath}^2 = \vec{\boldsymbol{k}}^2 = \vec{\imath} \cdot \vec{\jmath} \cdot \vec{\boldsymbol{k}} = -\mathbf{1}$.

Необходимо выписать так же свойство производной кватернионА: $\dot{\vec{\lambda}} = \vec{\lambda} \circ \vec{\omega}$, где $\vec{\omega}$ – угловые скорости аппарата в системе координат, связанной с телом.

Была выведена модель летательного аппарата:

$$\begin{cases} \dot{\vec{\eta}} = \vec{\lambda}^{-1} \cdot v \cdot \vec{\lambda} \\ \dot{\vec{v}} = \vec{\lambda} \cdot \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ g \end{pmatrix} \cdot \vec{\lambda}^{-1} - \frac{1}{m} \cdot U_1 \\ \dot{\vec{\omega}} = \begin{pmatrix} \frac{U_2}{I_x} \\ \frac{U_3}{I_y} \\ \frac{U_4}{I_z} \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \frac{I_z - I_y}{I_x} \dot{\theta}\dot{\psi} \\ \frac{I_x - I_z}{I_y} \dot{\varphi}\dot{\psi} \\ \frac{I_y - I_x}{I_z} \dot{\varphi}\dot{\theta} \end{pmatrix} \\ \dot{\vec{\lambda}} = \vec{\lambda} \circ \vec{\omega} \end{cases} \quad (1.1)$$

2. Задача оптимального управления

Пусть детерминированная нелинейная система описывается следующим уравнением

$$\frac{d}{dt}\boldsymbol{x(t)} = \boldsymbol{A(x)x(t)} + \boldsymbol{B(x)u(t)},$$
$$\boldsymbol{x(t_0)} = \boldsymbol{x_0}$$

И задан функционал качества $\boldsymbol{J(x,u)} = \frac{1}{2}\int_0^\infty \{\boldsymbol{y^T(t)Qy(t)} + \boldsymbol{u^T(t)Ru(t)}\}\boldsymbol{dt}$, где матрицы $\boldsymbol{Q \geq 0}$ И $R>0$. Закон управления должен минимизировать данный функционал, при этом на управление не накладываются ограничения.

Разобьем временной интервал $[\mathbf{t_0}, \mathbf{T}]$ на N отрезков. В начале i-ого отрезка соответствующее состояние системы обозначим, как $\boldsymbol{x_i}$.

Оптимальное управление существует, единственно и определяется уравнением $\boldsymbol{u(t)} = -\boldsymbol{R^{-1}B^T\hat{K}(x_i)x(t)}$, где $\hat{\boldsymbol{K}}$ - постоянная положительно определённая матрица размера N X N, являющаяся решением нелинейного матричного алгебраического уравнения Риккати:

$\boldsymbol{\hat{K}(x_i)A} + \boldsymbol{A^T\hat{K}(x_i)} - \boldsymbol{\hat{K}(x_i)BR^{-1}B^T\hat{K}(x_i)} + \boldsymbol{Q} = \mathbf{0}$.

В интервале $[\boldsymbol{t_i}, \boldsymbol{t_{i+1}}]$ значение $\hat{\boldsymbol{K}}(\boldsymbol{x_i})$ остается неизменным. заметим, что количество отрезков зависит от производительности устройства, вычисляющего решение уравнения Риккати.

3. Моделирование

Моделирование системы производилось в программном пакете MATLAB SIMULINK.

Параметры системы заданы следующие: $g = 9.81\text{м}/c^{2,}\ m = 0.5\text{кг}, I_x = 0.5\text{кг}\cdot\text{м}^2, I_y = 0.5\text{кг}\cdot\text{м}^2, I_z = 0.8\text{кг}\cdot\text{м}^2$. Управление построено с учетом наихудших из возможных параметров: $g = 9.81\text{м}/c^{2,}\ m = 10\text{кг}, I_x = 1\text{кг}\cdot\text{м}^2, I_y = 1\text{кг}\cdot\text{м}^2, I_z = 1\text{кг}\cdot\text{м}^2$. Автопилоту была поставлена задача подняться на определенную высоту и описать круг.

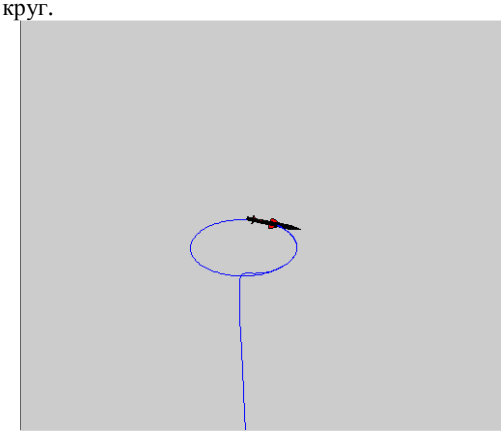


Рис.3.1. Траектория системы в трехмерном пространстве

На рисунке 2 продемонстрированы графики угловых скоростей, компонент кватерниона и углов Эйлера(φ,θ,ψ) .

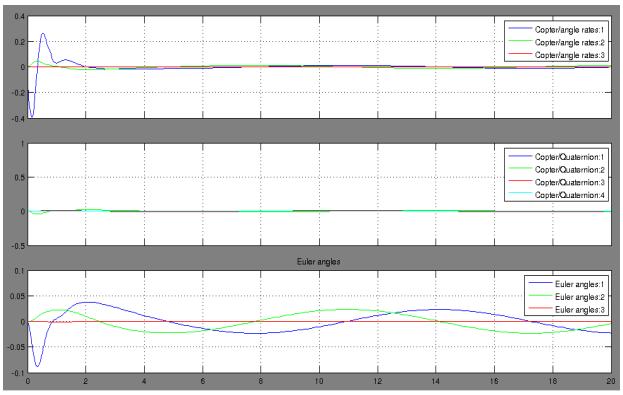


Рис.3.2. Графики угловых скоростей, компонент кватерниона и углов Эйлера

Заключение

Была обоснована и построена математическая модель, описывающая летательный аппарат, а также была построена математическая модель линеаризованной системы, которая использовалась для полунатурной проверки. В работе была поставлена задача синтезирования оптимального управления, которая была решена с помощью синтеза закона управления методом SDRE. Для проверки полученных результатов было проведено математическое моделирование системы в Matlab Simulink.

Помимо математического моделирования было проведено полунатурное моделирование с уменьшенным количеством стабилизируемых координат и LQR регулятором

в качестве управления на реальном летательном аппарате. В ходе данной проверки

аппарат показал достаточный уровень стабилизации по углам и угловым скоростям.

Было построен автопилот для полета по траектории, а так же автопилот, направляющий аппарат по кратчайшей траектории между точками.

Список литературы:

1.В.Н. Афанасьев, А.А. Семион. Регулятор с дискретно изменяемыми параметрами. // Проблемы управления. - 2014. - 5 - с. 14-19

2.Бранец В.Н. , Шмыглевский И.П. Применение кватернионов в задачах ориентации твердого тела, Издательство Наука, Москва, 1973

3.Bernardo Sousa Machado Henriques. Estimation and Control of a Quadrotor Attitude, Univeridade Tecnica de Lisboa, 2011

4.Anders Friis Swrensen. Autonomous Control of a Miniature Quadrotor Following Fast Trajectories, Control Engineering Master's Thesis, 2010

5.Yaguang Yang. Analytic LQR Design for Spacecraft Control System Based on Quaternion Model // JOURNAL OF AEROSPACE ENGINEERING © ASCE, JULY 2012

6.MIT Senseable City Lab http: //senseable.mit .edu/skycall/

7.DARPA Unveils Hack-Proof Drone http://defensetech.org/2014/05/21/darpa-unveils-hack-proof-drone/

ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНЕНИЙ ДИНАМИКИ МАНИПУЛЯТОРА С ШЕСТЬЮ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Мустари Шабном
РУДН, Инженерный факультет

При разработке робототехнической системы позиционирования области в зоне нанесения краски с высокой точностью и быстродействием манипулятором потребовалось провести исследование уравнений динамики манипулятора с шестью степенями свободы.

В настоящее время различные классы роботов используются для нанесения текстов и рисунков на сложные поверхности. По способу управления нанесения текстов можно выделить 2 способа: 1) с подвижной форсункой и 2) неподвижной форсункой. В данной работе рассматривается 2ой способ.

Динамическая модель гибкого манипулятора включает в себя моделирование вращательной и гибкой связи с использованием метода Лагранжа. Для того, чтобы определить Лагранжиан системы, необходимо рассчитать потенциальную и кинетическую энергию. Схема манипулятора с 6-ю степенями свободы показана на рис. 1. Выражение для потенциальной энергии и кинетической энергии манипулятора с 6-ю степенями свободы описывается уравнениями (1) и (2) соответственно:

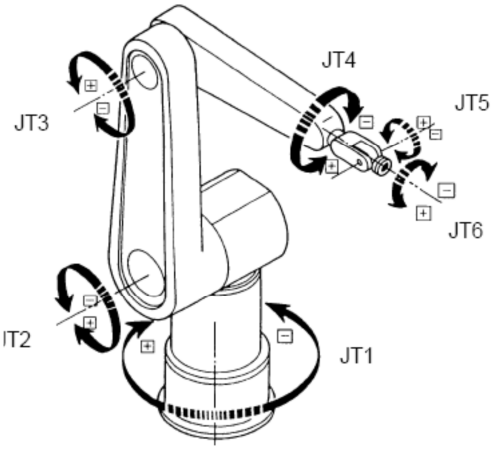


Рис.1. Схема манипулятора с 6-ю степенями свободы

$$V = P.\mathrm{E} = (1/2).\mathrm{K}_{stiff}.\alpha^2 \tag{1}$$

$$T = K.E(\text{total}) = KE_{base1} + KE_{Link1} + KE_{base2} + \\ + KE_{Link2} + ... + KE_{base6} + KE_{Link6} \tag{2}$$

$$= (1/2).\mathrm{J}_{eq}.\dot{\theta}_1^2 + (1/2).\mathrm{J}_{Link}(\dot{\theta}_1 + \dot{\alpha}_1) + (1/2).\mathrm{J}_{eq}.\dot{\theta}_2^2 + \\ (1/2).\mathrm{J}_{Link}(\dot{\theta}_2 + \dot{\alpha}_2) + ... + (1/2).\mathrm{J}_{eq}.\dot{\theta}_6^2 + (1/2).\mathrm{J}_{Link}(\dot{\theta}_6 + \dot{\alpha}_6)$$

где углы θ_1, θ_2 являются углами механизма звена 1 и звена 2 соответственно, выраженные в радианах.

углы α_1, α_2 представляют собой отклонения звена 1 и звена 2 соответственно в радианах.

Согласно (1) и (2) и определению функции Лагранжа для манипулятора с 6-ю степенями свободы имеем: $\mathrm{L} = \mathrm{T} - \mathrm{V}$

В это выражение представляем T и V и получаем:

$$L = (1/2).\mathrm{J}_{eq1}.\dot{\theta}_1^2 + (1/2).\mathrm{J}_{Link1}(\dot{\theta}_1 + \dot{\alpha}_1)^2 - (1/2)K_{stiff}\alpha_1^2 + \\ (1/2).\mathrm{J}_{eq2}.\dot{\theta}_2^2 + (1/2).\mathrm{J}_{Link2}(\dot{\theta}_2 + \dot{\alpha}_2)^2 - (1/2)K_{stiff}\alpha_2^2 + \\ (1/2).\mathrm{J}_{eq3}.\dot{\theta}_3^2 + (1/2).\mathrm{J}_{Link3}(\dot{\theta}_3 + \dot{\alpha}_3)^2 - (1/2)K_{stiff}\alpha_3^2 + .. + \\ (1/2).\mathrm{J}_{eq6}.\dot{\theta}_6^2 + (1/2).\mathrm{J}_{Link6}(\dot{\theta}_6 + \dot{\alpha}_6)^2 - (1/2)K_{stiff}\alpha_6^2 \tag{3}$$

Система представима в стандартном виде:

$$\dot{X} = A.X + B.U \quad \text{и} \quad Y(\mathrm{t}) = \mathrm{Cx(t)} + \mathrm{Du(t)}$$

где A - матрица динамической системы, U - входная матрица, Y - выходная матрица, B ,C и D - коэффициенты матрицы.

Данное уравнение представим в матричном виде:

$$\begin{pmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \dot{\theta}_5 \\ \ddot{\alpha}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \ddot{\alpha}_6 \\ \dot{\omega}_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \theta_1 & \theta_2 \alpha_1 & \alpha_2 \dot{\theta}_1 & \dot{\theta}_6 \dot{\alpha}_1 & \dot{\alpha}_6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & K_{stiff} & \alpha_1 / J_{eq1} & 0 & 0 & 0 & -P_1^2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & K_{stiff} & \alpha_2 / J_{eq2} & 0 & 0 & 0 & -P_2^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & K_{stiff} & \alpha_3 / J_{eq3} & 0 & 0 & 0 & -P_3^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & K_{stiff} & \alpha_4 / J_{eq4} & 0 & 0 & 0 & -P_4^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & K_{stiff} & \alpha_5 / J_{eq5} & 0 & 0 & 0 & -P_5^2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & K_{stiff} & \alpha_6 / J_{eq6} & 0 & 0 & -P_6^2 \\ 0 & -K_{stiff} & \alpha_1[(1/J_{Link1}) + (1/J_{eq1})] & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Q_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -K_{stiff} & \alpha_2[(1/J_{Link2}) + (1/J_{eq2})] & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Q_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -K_{stiff} & \alpha_3[(1/J_{Link3}) + (1/J_{eq3})] & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Q_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -K_{stiff} & \alpha_4[(1/J_{Link4}) + (1/J_{eq4})] & 0 & 0 & 0 & 0 & Q_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -K_{stiff} & \alpha_5[(1/J_{Link5}) + (1/J_{eq5})] & 0 & 0 & Q_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -K_{stiff} & \alpha_6[(1/J_{Link6}) + (1/J_{eq6})] & 0 & 0 & 0 & Q_6 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \theta_1 \\ - \\ - \\ \theta_6 \\ \alpha_1 \\ - \\ - \\ \alpha_6 \\ \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \dot{\theta}_5 \\ \dot{\alpha}_1 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ \dot{\alpha}_6 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ \eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq1} \\ \eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq2} \\ \eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq3} \\ \eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq4} \\ \eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq5} \\ \eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq6} \\ -\eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq1} \\ -\eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq2} \\ -\eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq3} \\ -\eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq4} \\ -\eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq5} \\ -\eta_m \eta_g K_t K_g / R_m J_{eq6} \end{pmatrix} tf$$

$$C = [111111111111000000000000]$$

где ,

$$\mathrm{D} = [0]$$

Проведено исследование математической постановки задачи динамики манипулятора промышленного робота с 6-ю степенями свободы для задаваемых вручную координат местоположения и ориентации захвата манипулятора. Моделирование задачи динамики нужно провести для исследования управляемости мехатронной системы.

Также в процессе моделирования можно определить время протекания переходных процессов при изменении обобщенных координат в случае малых отклонениях области позиционирования от заранее определенных оптимальных параметров.

РЕАЛИЗАЦИЯ СТРАТЕГИИ УДЕРЖАНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ГАЛО-ОРБИТЕ ВОКРУГ ТОЧКИ L2 СИСТЕМЫ СОЛНЦЕ-ЗЕМЛЯ

Ю.А. Николаева, С.А. Аксенов
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В данном исследовании была разработана и реализована стратегия удержания космического аппарата на гало-орбите вокруг точки L2 системы Солнце-Земля.

Введение

Точками либрации в ограниченной задаче трех тел называются точки равновесия тела с малой массой относительно тяжелых тел (в исследуемом случае телом с малой массой считается космический аппарат (КА), а телами с большей массой – Солнце и Земля). Существуют 5 точек либрации, 3 из них лежат на прямой, соединяющей массивные тела. Эти точки называются коллинеарными и являются точками неустойчивого равновесия. Точка L2 лежит на прямой, соединяющей Солнце и Землю, за Землей и является наиболее удаленной точкой либрации от Солнца.

Гало-орбитами называется класс периодических орбит вокруг коллинеарных точек либрации. Они образуются при совпадении периодов обращения КА вокруг точки либрации в плоскости эклиптики и в плоскости, перпендикулярной ей. Периоды обращения КА определяются амплитудами орбиты.

Впервые гало-орбиты были предложены Робертом Фаркуаром в его диссертации [1]. Он предлагал использовать гало-орбиты во время миссий проекта Аполлон для связи с луноходом, находящимся на обратной стороне Луны. В дальнейшем гало-орбиты были использованы во многих миссиях, в т.ч.: ISEE-3, ACE, GENESIS(помещены на гало-орбиту вокруг точки L1 системы Солнце-Земля), Herschel, Plank(помещены на гало-орбиту вокруг точки L2 системы Солнце-Земля).

Движение по орбите вокруг точек либрации является неустойчивым, т.е. малые отклонения от номинальных значений параметров приводят к уходу аппарата с орбиты и его выходу из окрестности точки либрации. Для удержания аппарата на орбите используются т.н. корректирующие импульсы. Стратегией удержания аппарата на орбите являются периодичность исполнения корректирующих импульсов, направление их исполнения, а также непосредственно расчет величины импульсов.

Задачей данного исследования является разработка стратегии удержания КА на гало-орбите. Разработанные в ходе исследования инструменты могут быть использованы при исследовании ограниченных орбит вокруг точек либрации.

Математическая модель

Для описания движения КА по гало-орбите была введена система координат, связанная с точкой L2. Центром данной системы координат является точка L2, ось X направлена вдоль прямой, соединяющей Солнце и Землю, в направлении от Солнца к Земле, ось Znаправлена к северному полюсу эклиптики, ось Yдополняет систему до правой тройки.

В данной системе координат гало-орбитой является такая орбита, периоды обращения КА на которой по осям Yи Zсовпадают. На рис. 1-3 представлены проекции движения КА по гало-орбите на плоскости XY, YZ, XZ в данной системе координат.

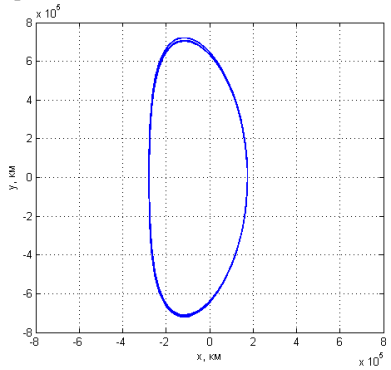


Рис.1. Проекция движения КА на плоскость XY.

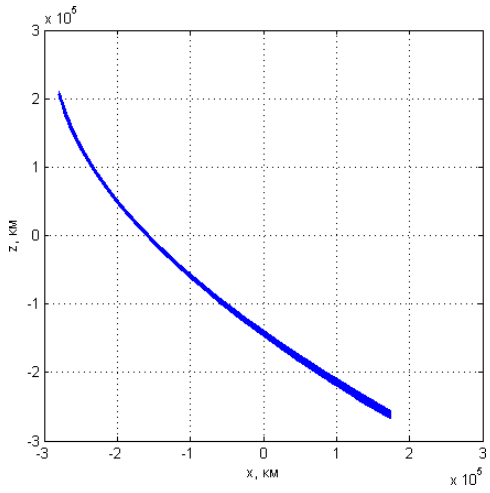


Рис.2. Проекция движения КА на плоскость XZ.

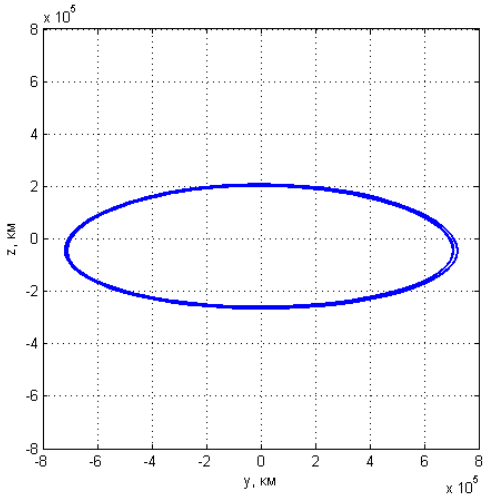


Рис.3. Проекция движения КА на плоскость YZ.

В ограниченной задаче трех тел в описанной выше системе координат движение аппарата по орбите может быть представлено в следующем виде [2], [3]:

$$\begin{cases} \ddot{x} - 2\dot{y} - (2c_2 + 1)x = a_x, \\ \ddot{y} + 2\dot{x} - (1 - c_2)y = a_y, \\ \ddot{z} + c_2 z = a_z \end{cases} \quad (1)$$

где c_2 – параметр, зависящий от масс тел, a_x, a_y, a_z– возмущающие ускорения, являющиеся функциями координат КА и эксцентриситета орбиты.

После линеаризации в окрестности точки L2 система (1) может быть приведена к виду [4]:

$$\begin{cases} \ddot{x} - 2\dot{y} - (1 + 2c_2)x = 0, \\ \ddot{y} + 2\dot{x} - (1 - c_2)y = 0, \\ \ddot{z} + c_2 z = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Система (2) имеет следующее решение:

$$\begin{cases} x(t) = A_1 e^{\lambda t} + A_2 e^{-\lambda t} + A_{xy}\cos(\omega t + \varphi_{xy}) \\ y(t) = k_1 A_1 e^{\lambda t} - k_2 A_2 e^{-\lambda t} - k_2 A_{xy}\sin(\omega t + \varphi_{xy}) \\ z(t) = A_z \cos(\nu t + \varphi_z) \end{cases} \quad (3)$$

где $\lambda = \sqrt{\frac{c_2 - 2 + \sqrt{9c_2^2 - 8c_2}}{2}}$, $\omega = \sqrt{\frac{2 - c_2 + \sqrt{9c_2^2 - 8c_2}}{2}}$, $\nu = \sqrt{c_2}$, $k_1 = \frac{2c_2 + 1 - \lambda^2}{2\lambda}$, $k_2 = \frac{2c_2 + 1 + \omega^2}{2\omega}$, φ_{xy} – фаза колебаний в плоскости XY, φ_z - фаза колебаний по оси Z. Коэффициенты A_1, A_2, A_{xy}, A_z и фазы φ_{xy}, φ_z зависят от начальных условий.

Решения x(t) и y(t) являются линейной комбинацией трех компонент – ограниченной(sinи cos), экспоненциально возрастающей ($e^{\lambda t}$) и убывающей к нулю ($e^{-\lambda t}$) частей. Будем предполагать, что уравнения движения в реальной модели сил имеют схожую структуру и могут быть записаны в виде:

$$\begin{cases} x(t) = A_1\xi_{inc}(t) + A_2\xi_{dec}(t) + A_{xy}\xi_{lim}(t,\varphi_{xy}) \\ y(t) = k_1A_1\psi_{inc}(t) + k_1A_2\psi_{dec}(t) + k_2A_{xy}\psi_{lim}(t,\varphi_{xy}) \\ z(t) = A_z\zeta_{lim}(t,\varphi_z) \end{cases}$$

где $A_1\xi_{inc}(t)$, $A_1\psi_{inc}(t)$ – возрастающие компоненты, $A_2\xi_{dec}(t)$, $A_2\psi_{dec}(t)$ – убывающие компоненты, $A_{xy}\xi_{lim}(t,\varphi_{xy})$, $A_{xy}\psi_{lim}(t,\varphi_{xy})$, $A_z\zeta_{lim}(t,\varphi_z)$ – ограниченные компоненты. Т.к. коэффициентыA_1, A_2могут быть как положительными, так и отрицательными, термины «возрастающая» и «убывающая» компоненты предполагают возрастание или убывание по модулю.

Стратегия удержания КА на орбите

Была использована следующая стратегия совершения корректирующих импульсов.

Введем два параметра совершения импульса коррекции (см. рис. 4):

- Угол α – определяет место исполнения импульса.
- Угол β – определяет направление исполнения импульса (угол между проекцией направления маневра на плоскость эклиптики и осью Солнце-Земля). Данный угол, по сути, задает ось, вдоль которой совершается маневр в положительном или отрицательном направлении.

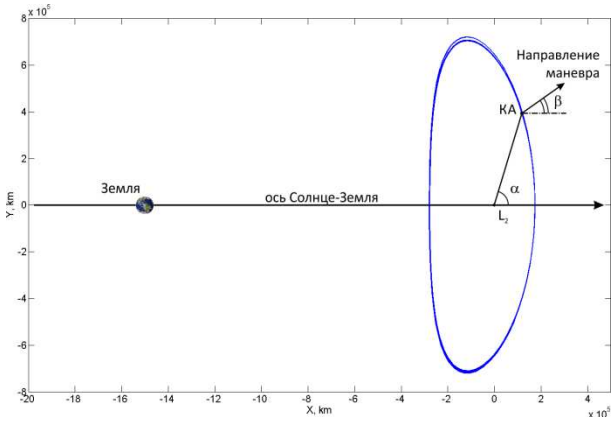


Рис.4. Углы α и β

Углу $\alpha = 0°$ соответствует наиболее удаленная от Земли точка орбиты, углам $\alpha = \pm 180°$ соответствует ближайшая к Земле точка орбиты. Увеличение угла происходит против часовой стрелки.

Т.о., коррекции производятся один раз в оборот в точке, определенной углом α, в направлении, заданном углом β.

Программная реализация

Для того, чтобы удерживать КА на орбите, необходимо совершать корректирующие импульсы, нивелирующие влияние возрастающей компоненты. Для этого необходимо на начальном шаге и после каждой коррекции подобрать такие начальные условия системы (4), чтобы коэффициент возрастающей компоненты равнялся нулю. Этот процесс происходит итерационно.

Пусть КА находится в плоскости XZ (Y=0) и двигается перпендикулярно этой плоскости (V_X=Vz=0). Необходимо подобрать начальную скорость КА V_Yтакую, чтобы КА удерживался на орбитена протяжении как можно большего времени (количества оборотов).

Зададим некоторое начальное значение скорости V_Yи будем интегрировать уравнения движения до виртуальных плоскостей X_{min} и X_{max}, внутри которых находится исследуемая ограниченная орбита. Получим зависимость конечной координаты X КА от начальной скорости V_Y. Если конечная координата X КА отрицательна, то коэффициент возрастающей компоненты отрицателен, и наоборот. Требуется подобрать такую скорость V_Y, при которой коэффициент возрастающей компоненты равен нулю. Подбор производится методом деления отрезка пополам.

На рис.5 представлена иллюстрация работы алгоритма.

Таким же образом будем подбирать начальное значение импульса коррекции. При этом будем учитывать направление совершения маневра, т.е. заданы начальная величина импульса SKdV и направление импульса β,при этом итоговое разложение импульса по осям X и Y имеет вид $SKdv * \cos(\beta)$ и $SKdv * sin(\beta)$ соответственно.

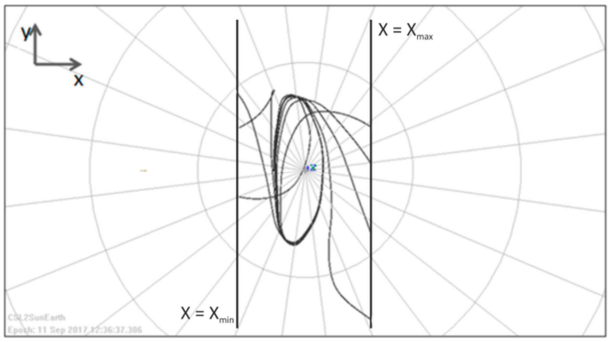


Рис.5. Подбор начальной скорости КА.

Данный метод подбора начальной скорости и величины импульса коррекции был реализован в пакете GMAT. Метод деления отрезка пополам позволяет достигнуть любой наперед заданной точности вплоть до машинного ограничения 10^{-16}. Скорость, подобранная таким образом, позволяет удерживать аппарата на орбите в течение 700 суток (4 оборота).

Заключение

В результате работы была разработана стратегия удержания КА на гало-орбите, позволяющая совершать корректирующие импульсы в заданном направлении в заданной точке орбиты. Данная стратегия была реализована в пакете GMAT. Полученный сценарий GMAT может быть использован при моделировании движения КА не только по гало-орбите, но и по другим видам ограниченных орбит (квазигало-орбиты, орбиты Лиссажу, орбиты Ляпунова и др.)

Список литературы:

1. Farquhar, R.W., The Control and Use of Libration-Point Satellites // NASA TR R-346, 1970.
2. Gomez, G., Marcote, M., Masdemont, J.J., Trajectory Correction Maneuvers to Libration Point Orbits // 7th International Conference on Libration Point Orbits and Applications, Parador d'Aiguablava, Girona, Spain, 2002.
3. Cobos, J., Masdemont, J.J., Astrodynamical Applications of Invariant Manifolds Associated with Collinear Lissajous Libration Orbits // 7th International Conference on Libration Point Orbits and Applications, Parador d'Aiguablava, Girona, Spain, 2002.
4. Hechler, M., Cobos, J., Herschel, Planck and Gaia Orbit Design // 7th International Conference on Libration Point Orbits and Applications, Parador d'Aiguablava, Girona, Spain, 2002.

Секция
«Информационно-коммуникационные технологии»

ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СППР ДЛЯ СРЕДНЕСРОЧНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДИНАМИКИ ПЛОЩАДИ МОРСКИХ ЛЬДОВ В СЕВЕРНОМ ПОЛУШАРИИ

О.Е. Бухаров
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

В работе описывается разработанная интеллектуальная система поддержки принятия решений. Описаны результаты, достигнутые благодаря применению данной системы для анализа и прогнозирования площади морских льдов в Северном полушарии.

Одной из значимых характеристик среды обитания человека и общества является климат. В этой связи проблема изучения изменений глобального климата и влияющих на него факторов является актуальной для современного естествознания. Морские и горные ледовые образования являются элементами природной среды, находящимися в зависимости от изменений климата. Выявление причин, вызывающих изменение климата, является главной задачей при исследовании и прогнозировании климата [1].

Площадь ледников постоянно изменяется. Сегодня площадь льда может быть чуть больше или чуть меньше, чем была вчера. Если шаг между измерениями площади ледников мал, например один день, то, даже подвергнув анализу огромный массив исторических данных о площади и влияющих на нее факторов, будет сложно получит значимый прогноз на несколько лет вперед. Для того чтобы построить значимый среднесрочный прогноз, стоит уменьшить количество анализируемых и прогнозируемых значений. Учитывая, что в течение года ледники северного полушария подтаивают летом и нарастают зимой, годовые изменения площади без существенной потери информации можно заменить одним интервальным значением, содержащим в себе континуум значений от минимальной до максимальной площади. Используя при анализе и прогнозировании интервальную арифметику, с интервальным значением можно работать, как с одним значением, при этом оперируя сразу всем множеством.

В качестве инструмента выявления зависимостей и прогнозирования была использована разработанная система поддержки принятия решений, объединяющая в себе интервальные нейронные сети и генетический алгоритм.

Структура разработанной СППР

Применение нейронных сетей

В работе [2] доказывается, что любая непрерывная функция n переменных может быть с наперед заданной точностью приближена нейронными сетями с использованием любой непрерывной функции активации одного переменного.

Являясь моделью сложной многомерной нелинейной регрессии, нейронная сеть потенциально превосходит по точности прогнозирования целевой величины большинство статистических методов, а также обладает рядом преимуществ описанных в работах [3].

Интервальные нейронные сети

В случае прогнозирования интервальных значений необходимо использовать интервальные нейронные сети. Как наглядно проиллюстрировано в работе [4], при применении «обычных» НС могут возникнуть ошибки прогнозирования, связанные с превышением нижней границы прогнозируемого интервала над верхней границей.

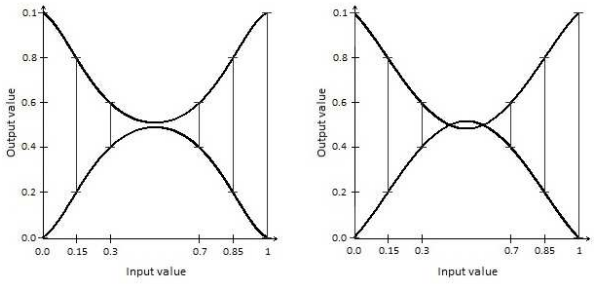


Рис.1. Слева интервальная нейронная сеть, справа две стандартные нейронные сети. Вертикальными линиями изображены выходные интервалы обучающих наборов.

Интервальная нейронная сеть – это нейронная сеть, имеющая на входе и на выходе значения заданные в виде интервала (не одно значение, а континуальное множество значений в промежутке между парой значений, задающей границы интервала).

Применение генетического алгоритма

Если на вход нейронной сети подать значения всех известных параметров, то это значительно замедлит скорость ее работы, а так же увеличится вероятность нахождения сетью реально не существующих зависимостей. С другой стороны, подавая на вход нейронной сети лишь часть параметров, кажущихся лицу, принимающему решение, наиболее значимыми, можно упустить из виду параметры, реально вносящие вклад в значение прогнозируемой величины.

В качестве метода решения данной задачи нами был выбран генетический алгоритм. Ниже приведена таблица сравнения генетического алгоритма с другими методами, применяемыми для решения данной задачи:

Табл. 1. Сравнительная характеристика методов

Метод	Нахождение функциональной зависимости	Скорость получения значимых результатов
Последовательное увеличение числа параметров	да	Низкая
Корреляционный анализ	нет	Высокая
Генетический алгоритм	да	Высокая

Генетический алгоритм - адаптивный метод поиска, используемый для решения задач функциональной оптимизации. Генетические алгоритмы способны "развивать" - улучшать решения реальных задач, если те закодированы соответствующим образом.

Алгоритм работы оболочки системы

1.Первым шагом алгоритма поиска оптимальной для прогнозирования нейронной сети является создание начальных поколений. Для каждого значения диапазона используемых атрибутов и диапазона временных окон формируется заданное пользователем количество (размер популяции) случайных наборов параметров, на основании которых будет строиться прогноз.

2.Далее для каждого набора параметров система обучает множество нейронных сетей, прогнозирующих искомую величину. Обучение происходит параллельно с использованием архитектуры CUDA для распараллеливания

вычислений на графических процессорах, что существенно сокращает время работы алгоритма [5].

3.Если среди обученных сетей существует сеть, работающая с меньшей погрешностью, чем у остальных сетей, параметры такой сети необходимо сохранить в пул качественных сетей.

Как только в пуле появится первая сеть, параллельно с алгоритмом нахождения оптимальных параметров нейронной сети может работать алгоритм прогнозирования, выбирая из пула сеть с наименьшей погрешностью.

4.Если популяция не сошлась или максимальное число итераций не превышено, в каждом поколении определяется набор лучших особей, имеющих наименьшую ошибку прогнозирования, для скрещивания.

5.На основе отобранных лучших особей генерируются новые поколения путем скрещивания и мутаций.

6.Программа выходит из цикла либо если превышено максимальное количество итераций, либо в случае сходимости популяции. Иначе выполнение алгоритма продолжается с пункта 2.

Если популяция сошлась, то на выходе мы получаем оптимальный набор атрибутов, а основанная на нем нейронная сеть уже находится в пуле качественных сетей.

Выявление зависимостей и прогнозирование площади морских льдов

Очевидно, что солнечная радиация, снабжающая Землю теплом и светом, имеет прямое влияние на климат и существование жизни на Земле в целом. Она является ключевой предпосылкой почти для всех метеорологических процессов и явлений, протекающих в атмосфере и на земной поверхности [6]. В связи с этим в работе в качестве одного из ключевых факторов, влияющих на изменения ледовых индикаторов глобального климата, исследуются тенденции поступления солнечной радиации на верхнюю границу атмосферы и особенности ее пространственного (широтного) распределения.

В качестве входных данных системе были предложены массивы следующих ежегодных показателей с 1870 по 2007 год:

- Интервальные значения площади морских льдов (от минимальной летом до максимальной зимой);
- Приходящая на Северное Полушария солнечная радиация за год;
- Накопленная приходящая на Северное Полушария солнечная радиация за год;
- Порядковый номер года.

В результате применения системы для решения задачи прогнозирования площади морских льдов в пуле качественных сетей каждый раз оказывались сети, использовавшие в качестве одного из входных параметров приходящую солнечную радиацию. Это свидетельствует о том, что данный показатель из раза в раз отбирается генетическим алгоритмом, как оказывающий значимое влияние на прогнозируемую величину.

Сравнивая прогнозы, полученные системой, для годов с заранее известными показаниями и непосредственно значением целевой величины за эти годы, можно убедиться в качестве прогноза и достаточности исторических знаний о площади льдов и знаний о приходящей радиации для прогнозирования.

Таблица 2. Качество прогнозирования

Глубина прогноза	Нормализированная среднеквадратическая ошибка прогнозирования
1 год	0.00234333
2 года	0.00277834
3 года	0.00367193
4 года	0.00531844
5 лет	0.00584955

Данные результаты были получены при обучении системы на исторических данных о площади льдов и приходящей солнечной радиации с 1870 по 1980. Тестовые прогнозы и оценка качества прогнозирования производились на исторических данных с 1980 по 2007 года.

Для расчета нормализованной среднеквадратической ошибки прогнозирования интервальных значений использовалась формула:

$$Error = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\frac{\left(\hat{x}_i^L - x_i^L\right)^2 + \left(\hat{x}_i^U - x_i^U\right)^2}{2\cdot\Delta x^2},$$

где $\left(\hat{x}^L;\hat{x}^U\right)$ - предсказываемый интервал, $\left(x^L;x^U\right)$ - реальный интервал, x^L - нижняя граница интервала, x^U - верхняя граница интервала, i - порядковый номер прогноза.

Рассчитанные системой значения максимальной площади на период с 2008 по 2012 гг. сравнивались с данными спутниковых измерений площади морских льдов.

Таблица 3. Прогнозируемые значения максимальной площади морских льдов, млн км2

Годы	По данным спутниковых наблюдений	Прогнозируемое значение
2008	15,22	15,39
2009	15,14	15,59
2010	15,11	15,36
2011	14,58	15,32
2012	15,24	15,51
Среднее	15,06	15,44

Средняя величина расхождения значений составляет 0,378 млн. км^2 или около 2.5% от среднегодового значения максимальной площади морских льдов за период с 2007 по 2012.

Практические выводы

Показана возможность применения разработанной системы для прогнозирования климатических показателей.

Подтверждено влияние приходящей солнечной радиации на изменение площади морских льдов.

Обоснована целесообразность применения интервальных нейронных сетей для создания среднесрочных прогнозов изменения площади морских льдов.

Список литературы:

1. Будыко М. И. Изменение климата // Л.: Гидрометеоиздат, 1974. - 280с.

2. Горбань А. Н. Обобщенная аппроксимационная теорема и вычислительные возможности нейронных сетей // Сибирский журнал вычислительной математики, Т.1, № 1. - Издательство СО РАН, 1998. - С. 12-24.

3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е изд., испр. // М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. - 1104с.

4. Ishibuchi H., Tanaka H. An architecture of neural networks with interval weights and its application to fuzzy regression analysis // Fuzzy Sets and Systems, 57. - North-Holland, 1993. - P. 27-39.

5. Бухаров О. Е., Боголюбов Д. П., Мизикин А. А. Разработка оболочки системы поддержки принятия решений с использованием эволюционных алгоритмов // Промышленные АСУ и Контроллеры. - М.: НАУЧТЕХЛИТИЗДАТ, №7 2013. - С. 37-45.

6. Воейков А. И. Климаты земного шара, в особенности России // Собр. соч. - М. - Л.: АН СССР, 1948. - т. 1. - С. 163-671.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕДИЦИНСКОЙ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ

Ле Нгуен Виен
ВолгГТУ,
Факультет электроники и вычислительной техники

В работе предложено применение медицинской экспертной системы для дистанционной предварительной диагностики (МЭСДДД). При разработке МЭСДДД предложены следующие методы и алгоритмы:

– для представления знаний используется гибридная структура, объединяющая фреймовую и нечетко-продукционную модель;

– для формирования базы медицинских знаний (БМЗ) используется интеграция технологий использующих знания экспертов и методов извлечения знаний из статистических данных;

– для извлечения знаний из базы данных используется алгоритм построения ассоциативных правил (АП) Apriori;

– для настройки параметров функции принадлежности (ФП) лингвистических термов (ЛТ) переменных, и весовых коэффициентов нечетко-продукционных правил (НПП) применяется генетический алгоритм;

– для механизма вывода диагностического решения представлен комбинированный подход, в котором обратный вывод осуществляет генерацию дополнительных вопросов по оценкам проявления ведущих симптомов, в то время как прямой вывод вычисляет на выходе интегральные оценки обнаружения возможных заболеваний;

– для обеспечения скорости нечеткого вывода применяется алгоритм RETE.

Реализуемая МЭСДПД должна обеспечить:

– постановку предварительного диагноза, на основе которого осуществляются визит или запись на прием или к врачу-специалисту;

– заполнение анкет личности и болезни пациента для врача-терапевта, на основе которых осуществляется поддержка врачебных решений для дальнейшего обследования;

– объединение фреймовой иерархии и нечетко-продукционных правил для представления нечетких знаний;

– возможность создания, модификации и расширения БМЗ (по критериям полноты и непротиворечивости) на основе интеграции технологий, использующих знания экспертов и методы извлечения знаний из баз данных;

– возможность вывода решения в условиях неопределенности информации о симптоматике;

– работу с системой в режиме реального времени;

– возможность объяснения полученного решения;

– организацию процедуры отсроченной медицинской консультации, на основе которой осуществляется сбор статистической информации и пополнение базы знаний;

– удаленный доступ для как пациентов, так и врачей;

– разграничение прав доступа пользователей (врач общей практики, врачи узкой специальности и пациенты).

В качестве *инструментальных средств разработки МЭСДПД* выбраны язык программирования C# и интегрированная среда разработки Microsoft Visual Studio. Используется сервер данных базы Microsoft SQL Server. Приложения реализованы с помощью технологий платформ .NET Framework и веб-сервера IIS.

Для организации *архитектуры МЭСДПД* применяется комбинация из трех следующих архитектурных шаблонов. Использование веб-ориентированных технологий при разработке сервера приложений позволяет четко разграничить на уровень логики, уровень доступа к данным и уровень представления. На сервере приложений ядро системы разработано с использованием объектно-ориентированного подхода. Ядро системы также разработано в виде программных модулей на компонентной технологии следующим образом. При создании NET WinForms-приложения реализуются и тестируются функциональности модулей в отдельных библиотеках динамической компоновки. Затем можно использовать их в виде COM-объектов как в ASP.NET MVC веб-приложении, так и в других приложениях.

Диаграмма классов МЭСДПД представлена двумя следующими уровнями: представления медицинских знаний; вывода предварительного диагноза.

База данных МЭСДПД состоит из таблиц, которые можно разделить на шесть основных категорий: медицинских данных; отсроченной консультации; статистических данных; ассоциативных правил; обучающихся НПБЗ; данных врачей. Для манипулирования данными используются хранимые процедуры, которые создаются с помощью языка T-SQL.

В состав разработанной системы входят семь *следующих подсистем*:

1. *Подсистема пополнения БМЗ* реализует следующие функции:

– заполнение таблиц основных понятий области медицинской диагностики;

– задание функций принадлежности ЛТ переменных.

2. *Подсистема извлечения знаний из баз статистических данных* предназначена для выявления взаимосвязей между ЛП «симптомов и заболеваний» и их ЛТ, на основании которых сформированы НПП.

3. *Подсистема обучения НПБЗ* предназначена для генерирования и настройки параметров функций принадлежности и весов правил в НПБЗ.

4. *Подсистема отсроченной консультации* реализует следующие функции:

– заполнения анкет «пациента» и симптоматики;

– обмена сообщениям между пациентом и врачом;

– внесения информации в базу статистических данных.

5. *Подсистема онлайн-консультации* реализует следующие функции:

– генерации дополнительных вопросов по ведущим симптомам, и запроса оценок проявления выявленных симптомов у пациента;

– вычисления интегральных оценок обнаружения возможных заболеваний на основе информации о симптоматике;

– формирования и предложения диагностического заключения (анкеты «*пациента*» и симптоматики, и результат предварительного диагноза).

6. *Подсистема справочников* представляет собой электронную медицинскую справку, к которой может оперативно обращаться врач при принятии решения по обследованию.

7. *Подсистема администрирования* предназначена для управления сведениями о врачах (Ф.И.О., контакт, медицинское учреждение, специальность и график работы).

С помощью разработанной системы можно решить *две следующих задачи*: задача формирования БМЗ в режиме приобретения знаний; подзадача обучения студентов-медиков предварительной диагностике, подзадача записи на прием пациента к врачу-специалисту, и подзадача под-

держки врача-терапевта, принимающего решение о дальнейшем обследовании в режиме консультации.

В МЭСДПД состояние организма пациента определено следующими входными ЛП симптомов (68 шт.): «Боль в животе», «Рвота или сильная тошнота», «Температура» и др. А состояние медицинской диагностики определено следующими выходными ЛП заболеваний (89 шт.): «Аппендицит», «Пищевое отравление», «Гастроэнтерит» и др.

На основе проведенного *приобретения знаний* с помощью предложенных методов и алгоритмов был сформулирован набор НПП, с высокой точностью параметров ФП и весовых коэффициентов, и на их базе была построена БМЗ для диагностики рассматриваемых заболеваний. Эта БМЗ была положена в основу МЭСДПД, предназначенной для постановки предварительного диагноза. Проверка разработанной системы показала, что тестирующая способность разработанной системы составляет в среднем 79%.

Обучение предварительной диагностике проверялось на основе группы, состоящей из 10 студентов 6-ого курса в медицинском университете. Преподаватель оценивает знания студентов на основе сравнения ответов, отвеченных ими и разработанной системе. Кроме того, после каждого ответа студентам предоставляется информация, объясняющая вывод решения аналогично механизма мышления врачей. Такое объяснение способствует развитию клинического мышления у студентов при его неправильных ответах.

Эффективность МЭСДПД для *записи на прием пациента к врачу-специалисту* приведена ниже (см. рисунок 2).

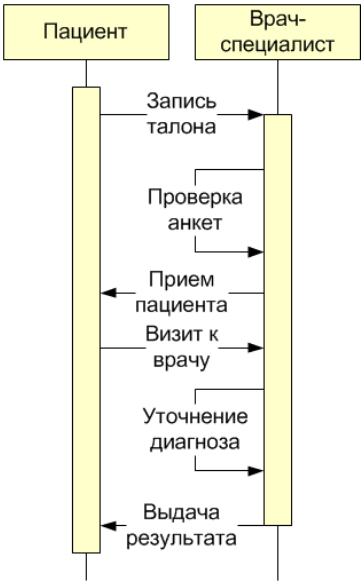


Рис.2. Запись на прием пациента к врачу-специалисту

По сведениям практикующих врачей более 30% пациентов попадают на прием не к тому специалисту. Многим назначают избыточные обследования, что приводит к лишним затратам времени и денежных средств.

Предлагаемый подход позволяет снизить количество процедур при предварительной диагностике и повысить обоснованность последующих назначений.

Оценка эффективности МЭСДПД для *поддержки деятельности врача-терапевта, принимающего решение о дальнейшем обследовании*, приведена ниже (см. рисунок 3).

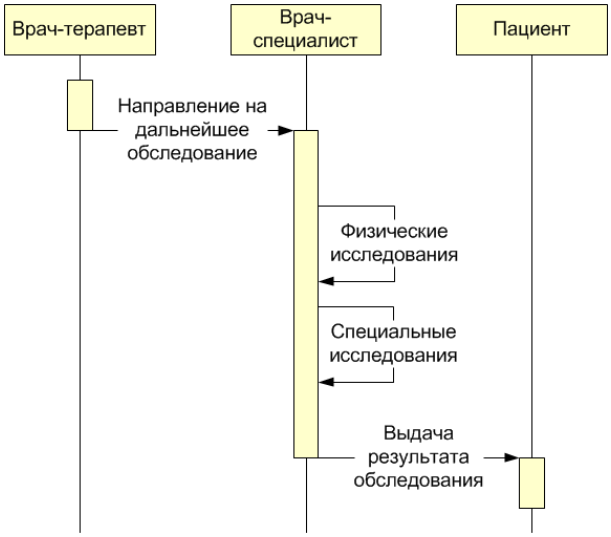


Рис.3. Поддержка врача-терапевта, принимающего решение о дальнейшем обследовании

Тестирование МЭСДПД проводилось на основе сравнения диагноза, поставленного врачом-терапевтом без использования и с использованием разработанной системы. За счет того, что процесс предварительной диагностики автоматизирован, и имеет удобный пользовательский интерфейс, врач может оперативно запросить симптомы по предложению системы или осуществить самостоятельный поиск в базе, время постановки предварительного диагноза сокращается в среднем на 55%. Это позволяет сократить срок всего процесса обследования при обеспечении высокой точности.

Список литературы:

1. Ле, Нгуен Виен Модель представления знаний при создании медицинской экспертной системы дифференциальной диагностики [Электронный ресурс] / Ле Нгуен Виен, В. А. Камаев // XII всероссийское совещание по проблемам управления (ВСПУ-2014), Москва, 16-19 июня 2014 г. : тр. / Ин-т проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН. - М., 2014. - 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM). – С. 3998-4009.

2. Ле, Нгуен Виен Приобретение медицинских знаний в медицинской экспертной системе дифференциальной диагностики / Ле Нгуен Виен, О. А. Трушкина, Д. П. Панченко, В. А. Камаев // Научная сессия ТУСУР-2014 : матер. всерос. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных, г. Томск, 14-16 мая 2014 г. В 5 ч. Ч. 3 / ФГБОУ ВПО "Томский гос. ун-т систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР)". – Томск, 2014. – С. 43-46.

3. Камаев, В. А. Управление выводом решения в медицинской экспертной системе дифференциальной диагностики / В. А. Камаев, Д. П. Панченко, Ле Нгуен Виен, О. А. Трушкина // Будущее технической науки : сб. матер. (тез. докл.) XIII междунар. молодёжной науч.-техн. конф., Нижний Новгород, 23 мая 2014 г. / Нижегородский гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2014. – С. 33-34.

4. Камаев, В.А. Архитектура медицинской экспертной системы дифференциальной диагностики / В. А. Камаев, Д. П. Панченко, Ле Нгуен Виен // Информационные системы и технологии. ИСТ-2014 : матер. XX междунар. науч.-техн. конф. (18 апр. 2014 г.), посвящ. 100-летию проф. Г.В. Глебовича / Нижегородский гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, Ин-т радиотехники и информ. технологий. – Нижний Новгород, 2014. – С. 285-286.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РЕАЛИЗАЦИЯ ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ЖЕСТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ EMGUCV

И.И. Бигарь
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Данный доклад посвящен исследованию возможностей библиотеки EmguCv, а также практической реализации задачи распознавания жестов. В работе разработан метод захвата, обработки и распознавания жеста в видеопотоке. Предложен алгоритм распознавания количества пальцев руки, который основывается на анализе контуров кисти и состоит из нескольких этапов.

Введение

Компьютерное зрение – одно из наиболее перспективных и востребованных направлений развития компьютерных технологий. Согласно определению, данному Линдой Шапиро, главная задача компьютерного зрения «заключается в формировании полезных выводов относительно объектов и сцен реального мира на основе анализа изображений, полученных с помощью датчиков» [4]. Полученные с помощью компьютерного зрения данные могут применяться в системах видеонаблюдения, моделировании объектов и окружающей среды, но наиболее актуальным является их использование в автоматизированных системах управления технологическими процессами и системах реализации человеко-машинного взаимодействия.

Актуальность данной работы заключается в том, что распознавание жеста дает широкие возможности для бесконтактного управления аппаратно-техническими средствами, а также упрощает жизнь людям с ограниченными возможностями.

Объектом исследования является метод распознавания количества пальцев руки, который основывается на анализе контуров кисти и состоит из нескольких этапов. Программная реализация алгоритма выполнена с помощью открытой библиотеки EmguCV, функции которой позволяют быстро и качественно обработать и проанализировать те или иные компоненты изображений.

Целью исследования на данном этапе стала разработка математических методов для получение различных данных о состоянии и положении руки.

Обзор существующих продуктов

Проблемам распознавания образов и динамических жестов в системах компьютерного зрения с использованием веб-камер посвящены исследования многих современных ученых, среди которых следует выделить работы М. Н. Фаворской [4], А. Н. Алфимцева [1], А. В. Куракина [3].

Сейчас существует не так много программ и устройств, которые позволяют управлять персональным компьютером и различными приборами с помощью жестов. К ним можно отнести такие программные продукты как Flutter, NPointer.

Flutter – это кросс - платформенное приложение, которое позволяет пользователям управлять воспроизведением медиа-контента с помощью природных жестов. Единственным обязательным аппаратным компонентом является подключена к компьютеру веб - камера. Предлагаемый интерфейс можно использовать в сочетании с приложениями iTunes,Spotify, WindowsMediaPlayer, Winamp и другими популярными медиа-проигрывателями. Стоит помнить, что точность распознавания жестов может зависеть от модели веб-камеры. Flutter лучше всего работает в хорошо освещенном помещении.

Существуют и альтернативы программы Flutter, например, NPointer, с помощью которой осуществляется управление не только музыкой и видео при помощи жестов, но и есть возможность использовать ее вместо мыши или тачпада. NPointer способен обнаружить любой движущийся объект и синхронизировать его координаты с указателем мыши. Программа предлагает массу настроек, с помощью которых можно изменить скорость движения, ускорение и другие параметры. Однако существенный ее минус в том, что она работает только под Windowsи не поддерживается Mac OS.

Решение поставленной задачи

Наиболее часто в задачах распознавания образов используются монохромные изображения, что дает возможность рассматривать изображение как функцию на плоскости. Если рассмотреть точечное множество на плоскости $\boldsymbol{T}$, где функция $\boldsymbol{f(x, y)}$ выражает в каждой точке изображения его характеристику – яркость, прозрачность, оптическую плотность, то такая функция есть формальная запись изображения. Множество же всех возможных функций $\boldsymbol{f(x, y)}$ на плоскости $\boldsymbol{T}$ – есть модель множества всех изображений $\boldsymbol{X}$[2].

В ходе эволюции компьютерных технологий создано много методов распознавания графических образов [5], среди которых можно выделить три, наиболее подходящих для поставленной задачи:

1) Метод перебора. В этом случае производится сравнение с базой данных, где для каждого вида объектов представлены всевозможные модификации отображения.

2) Производится более глубокий анализ характеристик образа. В случае оптического распознавания это может быть определение различных геометрических характеристик. Нахождения контура объекта и исследование его свойства.

3) Использование искусственных нейронных сетей. Этот метод требует либо большого количества примеров задачи распознавания при обучении, либо специальной структуры нейронной сети, учитывающей специфику данной задачи.

Выбранный в работе метод заключается в поиске контура объекта и изучении его свойств [5]. На первом этапе формируется изображение с веб-камеры. Поскольку интерес в задаче представляет только рука, то именно этот объект необходимо отдельно выделить для дальнейшей работы. Изображения, с которым необходимо работать преобразовывается в одноканальное полутоновое, а далее в бинарное. Для этого исходное трехканальное изображение в аддитивной цветовой модели RGB разбивается на три канала – красный, зеленый и синий. Одноканальное полутоновое изображение создавалось при помощи средневзвешенной суммы по трем каналам, а далее при помощи порогового усечения пикселей преобразовывалось в бинарное изображение. Для выделения самого объекта, применялся следующий алгоритм:

Шаг 1. Делается захват фона – создается изображение со статическими значением пикселей без исследуемого объекта.

Шаг 2. Ищется разница значений пикселей фона и изображения с объектом, если он появился в необходимой области. Соответственно разница будет всегда больше 0, если значения пикселей фона не равняются сами себе.

Шаг 3. Когда разница больше 0, то интересующий объект выделяется белым цветом на фоне черного, путем установки значения 255 в необходимые пиксели.

Основная идея заключается в резком изменении цветовых значений пикселей, как только в области интереса

появляется объект, он тут же после математической обработки станет «видимым».

После реализации данного алгоритма на первом этапе получилась отделенная от фона рука (Рис. 1)



Рис.1. Бинарное изображение руки

Контур руки сохранялся как массив точек. Граница определялась как переход белых пикселей в черные. В результате формировался список координат пикселей. Необходимо также было определить изгибы и выпуклости руки для подсчета пальцев. Для этого находились пиковые и минимальные значения координат пикселей белого цвета. Эти точки являлись ключевыми в подсчете количества пальцев.

Для подсчета был взят эвристический алгоритм:

Шаг 1. Высчитывается центр выделенного объекта (для простоты берется прямоугольник, описанный вокруг руки);

Шаг 2. Высчитываются опорные точки – кончики пальцев и изгибы между ними;

Шаг 3. Проверяются условия:

- значение координаты по оси Y центра прямоугольника должно быть больше, чем значение координат опорных точек по той же оси;
- координаты по оси Y точек изгиба должны быть больше, чем координаты по оси Y точек кончиков пальцев;
- длина между точками изгиба и точками кончиков пальцев, должна быть не меньше 1/3 высоты прямоугольника, описанного вокруг руки. То есть:$\sqrt{x2 - x1^2 + y2 - y1^2} > h/3$

Шаг 4. Если условие выполняется, то считаем объект за палец (Рис. 2).

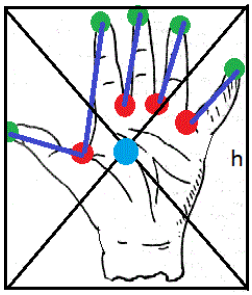


Рис.2. Основные опорные точки руки

После нахождения опорных точек для наглядности необходимый объект заключался в прямоугольную область. Найденный контур обводился, а сами интересующие точки прорисовывались разным цветом. Как результат написана программа на языке программирования C# способная определять и захватывать объект, считать количество пальцев на руке (Рис. 3).

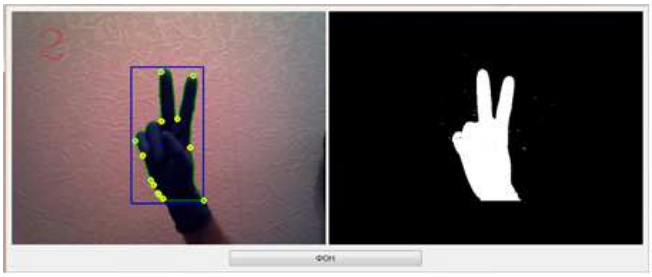


Рис.3. Детектирование количества пальцев руки

Выводы

В ходе работы было проведено исследование математических методов компьютерного зрения и алгоритмов распознавания образов. Изучено возможности открытой библиотеки алгоритмов компьютерного зрения EmguCV для практической реализации задачи распознавания жестов.

Сделанные исследования являются первым шагом к реализации комплекса программных продуктов, обеспечивающих бесконтактное человеко-машинное взаимодействие на основе жестов. Планируется практическое внедрение данной системы в различных автоматизированных системах управления технологическими процессами на промышленных предприятиях. Еще одним важным направление исследований является проектирование системы распознавания жестов, позволяющей организовать полноценное человеко-машинное взаимодействие для людей с ограниченными возможностями.

Список литературы:

1.Алфимцев А. Н. Разработка и исследование методов захвата, отслеживания и распознавания динамических жестов : дисс... кандидата технических наук : 05.13.17 – теоретические основы информатики / Алфимцев Александр Николаевич; Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана. – М., 2008. – 167 с.

2. Журавлев Ю. И. Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания и классификации / Ю. И. Журавлев // Проблемы кибернетики. – М.: Наука, 1978, вып. 33. – С. 5–68.

3.Куракин А. В. Распознавание динамических жестов в системе компьютерного зрения на основе медиального представления формы изображений : дисс... кандидата технических наук : 05.13.17 – теоретические основы информатики / Куракин Алексей Владимирович; Московский физико-технический институт (государственный университет). – М., 2012. – 108 с.6

4.Фаворская М. Н. Модели и методы распознавания динамических образов на основе пространственно-временного анализа последовательностей изображений : дисс... доктора технических наук: 05.13.17 – теоретические основы информатики / Фаворская Маргарита Николаевна; Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева». – Красноярск, 2011. – 326 с.

5.Форсайт Д. А. Компьютерное зрение. Современный подход / Дэвид Форсайт, Жан Понс. – М.: «Вильямс», 2004. – 928 с.

ПРИБОР ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ПОЛОЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ВИДЕОПОТОКЕ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Р.И. Черешнев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматриваются подходы к созданию прибора по распознаванию положения людей в видеопотоке в реальном времени. Видеопоток поступает веб-камеры или другого устройства. Затем данные о положении человека поступают в выходной порт.

Введение

Несмотря на то, что цифровое видеооборудование стало доступным и распространенным, на рынке отсутствуют устройства для ведения автоматической видеосъемки [1]. Ведь для верного построения композиции кадра нужно учитывать положение человека. Поэтому для постановки композиции кадра нужен оператор.

Сначала оператор использует человеческую способность по локализации и распознаванию объектов. Затем, на основании этой информации и поставленной перед ним задачи, формирует композицию кадра, обычно, согласно общеизвестным алгоритмам [2].

Но если вместо человека использовать некий прибор или программу, которая сможет найти людей, определить их положение относительно камеры, а затем передать эти данные, то появляется возможность автоматизации процесса видеосъёмки. Под положением человека понимается не только его расстояние до камеры, но также и то, куда повернуто его туловище, а самое главное – голова.

Полученные от прибора данные можно использовать не только для автоматизации работы оператора, но и в робототехнике, в различных исследованиях поведения человека, в системах контроля (биометрии) и во многих других отраслях. Но основное применение планируется для автоматизации видеосъёмки интервью, лекций, докладов и различных конференций.

Предшествующие разработки.

Существует много научных работ посвящённых распознаванию образов, которые часто применятся для нахождения объектов на изображении, но очень мало алгоритмов, которые можно применить в реальном времени для нахождения объектов в видеопотоках [3].

Как таковой, общий алгоритм распознавания образов не существует. Существуют только лишь целый ряд модельных описаний, подходящих под те или иные условия. Поэтому для решения частных задач всегда приходится, опираясь на некоторые ограничения, выбирать нужный алгоритм, выбирать комбинацию из этих готовых алгоритмов, или же создавать свой собственный [4].

В качестве устройства, которое способно распознать положение человека можно упомянуть Kinect от компании Microsoft. Этот прибор способен определять дальность объекта, а также способен построить его «скелет». Но у этого прибора максимальная дальность обнаружения порядка 3,5 метров, а угол обзора 57 градусов по горизонтали [5]. Такие характеристики сильно ограничивают его применение в автоматизации систем видеосъемки.

Предполагаемое решение

Предполагается создание компактного устройства, к которому можно будет подключить веб-камеру или же в который можно будет напрямую передавать видеопоток. Прибор распознает положение человека в кадре и передает эту информацию в выходной порт, для последующего использования этой информации другим устройством.

Нахождение лица человека можно осуществить с помощью алгоритмов Виолы-Джонса [6] или алгоритма Fisherfases, или алгоритма Eigenfaces [7]. Далее, в найденном лице следует найти некоторые опорные точки, например, глаза. По этим точкам составить вектора направления положения головы человека, так как построения кадра сильнее зависит от положения головы человека, чем от положения тела в пространстве.

Существенный минус алгоритмов, упомянутых выше, состоит в их ресурсоемкости. Вычислительные мощности, требуемые для реализации этих алгоритмов растут пропорционально разрешению изображения. При этом, точность распознавания также увеличивается пропорционально разрешению изображения.

Если представить изображение как матрицу размером 640 на 480 (изображение с низким разрешением), то всего у нас получается 307200 пикселей. При этом цветное изображение, обычно, кодируется 3 субпикселями (например, первый субпиксель отвечает за кодирование красного канала изображения, второй за кодирование зеленого канала, третий за кодирование синего канала), то есть количество реальных пикселей возрастает на в три раза. Итого мы получаем 921600 пикселей. И это только для изображения в неприемлемом, для современной видеосъёмки, разрешении. Даже на бюджетных ноутбуках количество пикселей встроенной веб-камеры превышает один миллион.

Поэтому решение данной проблемы в реальном времени сильно осложняется из-за количества входных данных и сложностью их обработки.

Было проведено исследование, показывающее, что распознавание лица человека на видео алгоритмом Fisherfaces, используя веб-камеру и вычислительные мощности персонального компьютера, не подходят для систем реального времени [8]. Время распознавания лица составляла порядка 1 секунды. При этом, кроме распознавания центральный процессор должен выполнять и другие задачи. Поэтому было решено доверить задачу распознавания на внешнее устройство.

Предлагается использовать следующие варианты решения данной проблемы:

1. Использовать сегментацию изображения с целью уменьшения количества данных [9]. И только после этого производить обработку. Сегментация – это процесс разделения цифрового изображения на несколько сегментов. Предполагается использовать цветовую сегментацию, то есть сегментацию изображения основанную на цвете пикселя. Можно представить пиксель v(x,y), где x и y координаты пикселя в изображении, как вектор $\mathbf{V(x,y)}=\{v_1, v_2, \ldots, v_k, \ldots, v_n\}$, где v_k – значение k-того цветового канала пикселя. Тогда пиксель v(x,y) является частью сегмента изображения если $D(x,y) < D_0$, где D_0 пороговое значение для сегментации, а D(x,y) – мера сходства пикселя v(x,y) с цветом по которому проводится сегментация. В простейшем случае мерой сходства является Эвклидово расстояние $D(x,y) = [(v_1 - a_1)^2 + (v_2 - a_2)^2 + \ldots + (v_k - a_k)^2 + \ldots + (v_n - a_n)^2]^{0.5}$, где $\mathbf{A}=\{a_1, a_2, \ldots, a_k, \ldots, a_n\}$ цвет по которому проводится сегментация. Таким образом для входными данными алгоритма распознавания будет являться не все изображение, а лишь его часть, прошедшая сегментацию.
2. Использовать параллельную обработку поступающей информации. Так как в большинстве алго-

ритмов обработки изображения значение пикселя выходного изображения не зависит от значений соседних пикселей выходного изображения, каждый выходной пиксель может формироваться независимо от других. Таким образом, используя несколько потоков выполнения можно значительно снизить время обработки изображения;

3. Использовать ключевые кадры. Стандартная скорость съемки современных видеокамер составляет 30 кадров в секунду. То есть, среднее время между кадрами составляет порядка 33 миллисекунд. Но из этих кадров не все пригодны для распознавания. Идея состоит в том, что следует буферизировать несколько кадров. Затем из этих кадров выбрать наиболее подходящее для задачи распознавания. Таким образом количество входных данных может сократиться в несколько раз.

Использование нейронной сети

Для распознавания человека можно использовать нейронные сети. Основные преимущества, которыми обладают нейронные сети, следующие:

1. Настройка нейронной сети для решения определённой задачи производится в процессе обучения на наборе тренировочных примеров;
2. Архитектура нейронной сети и процедуры обучения позволяет выполнить гибкую настройку на конкретную решаемую задачу;
3. Для большинства нейронных сетей процедура обучения является эвристическим алгоритмом, что не требует непомерных вычислительных ресурсов.
4. Естественным образом архитектура нейронной сети реализуется на параллельных вычислительных средствах.

Но несмотря на все достоинства, применение нейронных сетей к изображениям требует специальных усилий. Это связано в первую очередь со сложным характером изображений, какими и являются лица людей. Изображение должно быть предобработано – приведено к некоторым стандартным условиям[10].

В плане технической реализации предлагается использовать следующие технологии и средства:

1. Использование микроконтроллера. Предполагается использование однокристального микроконтроллера или одноплатного компьютера, например, Raspeberry Pi. В качестве программного средства для данных платформ можно использовать библиотеку компьютерного зрения OpenCV. Даная библиотека является свободным программным продуктом с открытым исходным кодом. Поэтому эту библиотеку возможно скомпилировать под большинство платформ.
2. Использование видеокарты. При данной реализации будет использоваться видеокарта, поддерживающая технологии CUDA или OpenCL. Благодаря этим технологиям появляется возможность использования развитой системы параллельных вычислений [11]. В качестве программного средства для данных технологий можно использовать библиотеку компьютерного зрения, основанного на графических процессорах OpenVIDIA. Из минусов данной технологии можно выделить то, что для управления этой видеокартой необходим отдельный компьютер, в котором данная видеокарта установлена;
3. Использование программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС). Этот вариант является, на данный момент, наиболее приемлемым. ПЛИСы предоставляют широкую возможность по параллельным вычислениям и не требуют такого числа дополнительных средств, как видеокарты [12]. Из минусов можно назвать сложность программирования такой системы.

Для выбора технологии и средства из вариантов, описанных выше планируется провести следующие действия:

1. Оценить вычислительную мощность и пригодность платформы, для данной задачи;
2. Написание программы по распознаванию для данной платформы;
3. Оптимизация данной программы, используя данные о конкретной технологии;
4. Тестирование полученного устройства;
5. Оценка результата.

Также, предполагается создание отдельной программой библиотеки, в случае, если получится реализовать обработку информации в реальном времени на персональном компьютере.

Заключение

В данный момент нет доступных технических средств для автоматизации наведения видеокамеры и промежуточное устройство здесь может решить проблему слишком высокой процессорной нагрузки при распознавании непосредственно на принимающем видеопоток компьютере. Это позволит распределить нагрузку на специализированное устройство и снизить требования к основному компьютеру системы автоматической видеосъемки.

Список литературы:

1. Королев Д.А. Методы и средства автоматизации многокамерной видеосъемки событий // Качество. Инновации. Образование. №3 – 2012. – С. 1-2
2. Уорд П. Композиция кадра в кино и на телевидении. – М.: ГИТР – 2005. – С. 131-143
3. Bhanu B., Han J. Integration and Gait for Human Recognition at a Distance in Video // Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on – 2007. – vol. 37.
4. Визильтер Ю.В., Желтов С.Ю., Бондаренко А.В., Осоков М.В., Моржин А.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения: Курс лекций и практических занятий. – М.: Физматкнига – 2010. – С. 12
5. Webb J., Ashley J. Beginning Kinect Programming with the Microsoft Kinect SDK. – Apress – С. 51-69
6. Viola P., Jones M. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. – Accepted conference on computer vision and pattern recognition – 2001.
7. Belhumeur P., Hespanha J., Kriegman D. Eigenfaces vs. Fisherfases: Recognition Using Class Specific Linear Projection. – IEEE Transaction on pattern analysis and machine intelligence, Vol. 19, No. 7 – 1997.
8. Черешнев Р.И. Распознавание человека на видео в режиме реального времени // Отчет по курсовой работе – 2013. – С. 8
9. Гонсалез Р., Вудс Р., Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера – 2005. – С. 812-813.
10. Брилюк. Д. В., Старовойтов В.В. Распознавание человека по изображению лица нейросетевыми методами. – Минск: Институт технической кибернетики НАН Беларуси – 2002.
11. Сандерс Д., Кэндрот Э. Технология CUDA в примерах. Введение в программирование графических процессоров. – М.: ДМК Пресс – 2011. – С. 20
12. Клайд Максфилд. Проектирование на ПЛИС. Курс молодого бойца. – М.: Издательский дом «Додэка-XXI» – 2007. – С. 21.

МОДУЛЬ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБЛАЧНОГО ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТЬ ЭМ

А.В. Стахи, А.Н. Зотов, В.Н. Кулыгин
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрены вопросы создания модуля облачного хранения данных системы расчета надежности электронных модулей, показаны преимущества такой организации хранения данных, а так же предложена схема организации взаимодействия модуля облачного хранения данных с другими модулями системы.

Введение

В настоящее время основная масса современных САПР имеет возможность хранения данных в виде «облачного» хранилища [1]. Облачное хранилище данных это такая модель хранения, в которой данные сохраняются на сервере, а доступ к ним осуществляется посредством передачи данных по сети ethernet. При этом данные хранятся и обрабатываться в «облаке», которое представляет собой, со стороны клиента один большой виртуальный сервер.

Виды организации облачных приложений

Существуют два вида организации приложения с «облачным» хранением данных:

Первый вид «облачных» приложений это тот где все вычисления производятся на сервере -плюс этой структуры - очень простая масштабируемость системы. Минус в том, что для САПР, требующих при работе большое количество математических вычислений сервера системы должныиметь очень большую процессорную мощность[2].

Второй вид облачной структуры - в облаке сохраняются данныепроекта, все остальное обрабатывается на рабочей машине пользователя. При этом от сервера требуется минимум процессорного времени, но при этом пользоваться такой системой могут только те пользователи, которые установили себе не компьютер локальное приложение.

В нашем случае расчет надежности требует много вычислений, поэтому нам целесообразнее выбрать второй вариант организации системы [3].

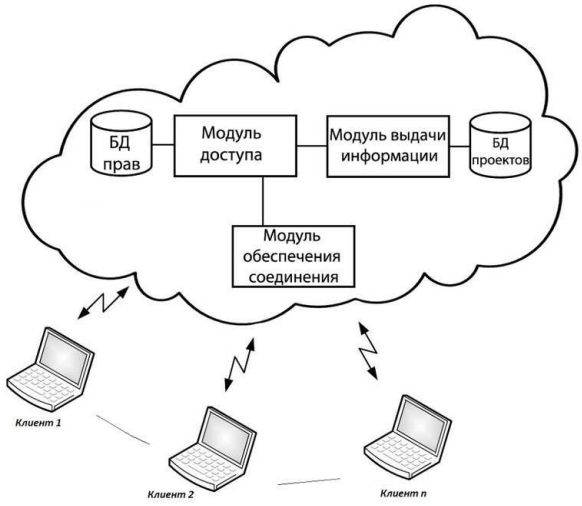


Рис.1. Схема организации работы модуля облачного хранения данных с клиентскими частями системы

Реализация программного модуля

Для реализации программного модуля такого типа был разработан состав, проведенный на рис. 1.

В состав этого программного модуля входит: модуль обеспечения соединений – он обеспечивает связь между клиентскими частями системы и модулем обеспечения облачного хранения данных и расшифровывает команды, полученные от клиентских частей. Модуль доступа – обеспечивает аутентификацию пользователей и разделение прав пользователей.Модуль доступа получает данные из баз данных прав.База данных прав, хранит в себе аутентификационные данные пользователей и права на доступ к проектам. Модуль выдачи информации обеспечивает выдачу информации о доступных проектах и ревизиях так же при запросе клиента выдает содержимое ревизии. Эти данные храниться в БД проектов. Допускается создание изменение и удаление проектов и ревизии, в соответствии с правами пользователя.

Для организации взаимодействия между клиентской частью системы и модулем облачного хранения были разработаны следующие виды команды:

1. Авторизация пользователя- в случае успешной авторизации соединение закрепляется за пользователем
2. Запрос списка доступных проектов - возвращаем список проектов доступных пользователю
3. Запрос списка доступных ревизий по проекту - возвращаем список ревизий
4. Запрос на получение данных ревизии - возвращаем данные по ревизии
5. Запрос на выгрузку данных новой ревизии - возвращаем «доступно» или коды ошибок – проект удален, пользователь лишен прав
6. Выгрузка данных - возвращаем успешно
7. Запрос на актуальность ревизии номер (есть ли более новые) - возвращаем коды «да» «нет»
8. Запрос на создание нового проекта
9. Запрос на удаление проекта
10. Запрос на изменение прав для пользователей

Для реализации команд такого вида был разработан протокол обмена данных, в котором команды представлены в формате: {код команды} – {текст команды}, в коде команды мы храним числовые номера команд. При этом данные команды записываются в формате JSON**.**

Заключение

Таким образом, разработанная структура модуля обеспечения облачного хранения данных позволяет организовать работу пользователей системы без привязки к конкретному рабочему месту. Для доступа к проекту пользователю достаточно иметь рабочую машину с установленным программным обеспечением и доступом к общей сети, в которой расположен сервер системы.

Список литературы:

1.Green, Robert. Облачные технологии в САПР. / Robert Green. // CAD/CAM/CAE Observer. - 2013. - № 6. - с. 30-33.

2.Колесников, А. Модель SaaS - в мире и в России. / А. Колесников. // BYTE Россия: Журнал для ИТ-профессионалов. - 2008. - № 10.

3.Жаднов, В.В. Перспективы создания программного обеспечения на технологиях «облачных вычислений» для расчетов надежности РЭА. / В.В. Жаднов. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: материалы международной научно-технической конференции. / Под.ред. С.У. Увайсова, отв. за вып. И.А. Иванов. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. - с. 288-292.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМ УСТРОЙСТВОМ ПОСРЕДСТВОМ ГЕОЛОКАЦИИ

Д.К. Ковалев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрено создание приложения для управления телефоном посредством геолокации.

Введение

Большинство современных смартфонов оборудовано модулем GPS. Данный модуль позволяет определить текущие координаты пользователя для дальнейшего прокладывания маршрута. Но также GPS можно использовать для управления телефоном. К примеру, пользователь может поставить звонок на вибровызов для определенного местоположения (например здание университета) и приложение в фоновом режиме будет получать координаты GPS и устанавливать настройки телефона в зависимости от местоположения.

Актуальность создания этого приложения заключается в том, что у многих людей есть телефон под управлением операционной системы Android и современному пользователю будет проще один раз настроить профиль для местоположения, чем каждый раз вручную менять настройки.

Объектом работы является создание мобильного приложения для всех актуальных платформ Android, начиная от версии 4.0.3.

Цель работы заключается в рассмотрении методов автоматизированного управления мобильным устройством.

Входные данные

Для создания приложения будут использованы:

IDE IntelliJ Idea 14.0.2 – интегрированная среда разработки, выгодно отличающаяся от других IDE «пониманием контекста».

Основные преимущества IntelliJ Idea:

1. Удобная отладка приложения.

1. Автозаполнение – одно из главнейших преимуществ данной IDE перед конкурентами, позволяющее увеличить скорость работы. «Понимание контекста» позволяет отыскать необходимый нам метод или переменную в окне автозаполнения намного быстрее, чем в других средах.

1. Удобный рефакторинг.

Библиотеки:

- Google Play Services – библиотека, необходимая для работы с картами Google.
- Picasso – удобный инструментарий для загрузки изображений.

Для отладки используются два смартфона под управлением операционной системы Android 4.0.3 и Android 4.4.4 соответственно.

Разработка приложения

Так как приложение будет использовать функции GPS, то необходимо проверить наличие GPS модуля в устройстве и включенных настроек локации. Затем, на главный экран выводится карта с текущим местоположением пользователя и местами, для которых уже созданы профили.

Для подключения карты необходимо в Google консоли включить службу карт и получить API- ключ. После этого добавляем фрагмент с картой на главный экран.

Затем пользователь может создать настройки профиля для определенных координат. Координаты могут быть взяты либо из текущего местоположения, либо введены самостоятельно. Так как пользователь может не знать точных координат, ему предоставляется возможность ввести адрес, из которого получаются координаты долготы и широты. Для этого используется класс Geocoder, позволяющий получить координаты долготы и широты из адреса или адрес из координат. В настройках пользователь может задать профиль звука, настройки Wi-Fi и мобильного интернета, задать яркость экрана. Также пользователь может добавить человека из своего списка контактов в «черный список». Контакты из этого списка не смогут дозвониться до пользователя пока для его местонахождения действуют определенные настройки профиля. Затем профиль помещается в базу данных SQLite, которая создается при первом запуске приложения и хранится внутри памяти телефона.

Для обеспечения работы в фоновом режиме необходимо создать сервис, в котором будут запрашиваться координаты. Для работы в фоновом режиме существуют два класса:

- IntentService – используется для продолжительных задач. IntentService создает отдельный поток, в котором выполняется задача.
- AsyncTask – используется для небольших и тесно связанных с activity задач.

Так как приложение должно работать постоянно, то IntentService больше подходит для решения проблемы.

Затем идет проверка на наличие координат в базе данных. Если они присутствуют, то запускается профиль, соответствующий текущему местоположению.

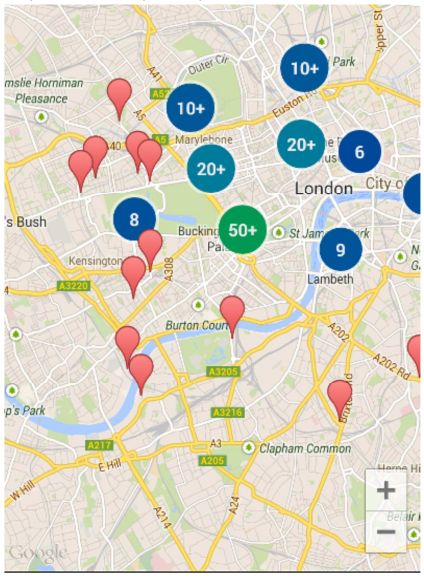


Рис.1. Пример карты с расставленными точками.

Вывод

В результате проделанной работы были опробованы методы работы с GPS, получение координат как от модуля GPS, так и от пользователя. Были рассмотрены методы управления системными настройками при помощи геолокации.

После этого задачей работы становится создание конечного продукта, используя предложенные методы, и публикация программы на Google Play.

Список литературы:

1. https://developers.google.com/
2. https://developer.android.com/
3. Reto Meier: «Professional Android 4 Application Development»
4. Ian F. Darwin: «Android Cookbook»

ИНТЕГРИРОВАННОЕ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ В ГРУППОВОЙ РОБОТОТЕХНИКЕ

Е.А. Паршикова
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе автором проведен обзор существующих средств моделирования, применимых к групповой робототехнике. Предложена концепция инструментального средства, совмещающего в себе возможности имитационного моделирования, а также управления в групповой робототехнике.

Введение

В современной робототехнике групповая робототехника является одним из активно развивающихся направлений.

Объектом исследования групповой робототехники является множество взаимодействующих между собой роботов. Основной идеей групповой робототехники является реализация сложных форм поведения на основе множества простых технических устройств, то есть при относительной простоте правил индивидуального поведения каждого робота коллектив в целом может выполнять сложные задачи.

Актуальность тематики подтверждается тем, что состояние исследований в этой области на данный момент находится лишь на теоретическом, модельном уровне [1].

Целью исследования является создание инструментального средства, интегрирующего возможности моделирования и управления применительно к групповой робототехнике.

В работе дан обзор существующих средств имитационного моделирования и средств управления, которые возможно применять в указанной предметной области. Рассмотрены основные подходы к имитационному моделированию. Обоснован выбор подхода к имитационному моделированию в групповой робототехнике. Приведены характеристики некоторых систем имитационного моделирования и описаны сферы их применения. Предложена концепция интегрированного инструментального средства, позволяющего совмещать функции моделирования и управления применительно к групповой робототехнике, а также сформулированы требования, которым это средство должно отвечать.

Виды имитационного моделирования

В имитационном моделировании существует несколько парадигм, используемых при построении и анализе моделей. Изменения состояний системы могут происходить либо непрерывно, либо в дискретные моменты времени. В зависимости от этого в качестве базовых концепций можно выделить [2]:

- *дискретное моделирование* – системы, основанные на описании процессов;
- системы, основанные на *непрерывном моделировании* – модели и методы системной динамики.

Также необходимо выделить новое, недавно возникшее направление в имитационном моделировании – *мультиагентные модели*.

Агентный подход

Агентное моделирование – метод имитационного моделирования, исследующий поведение децентрализованных агентов и то, как это поведение определяет поведение всей системы в целом [3]. Агентная модель представляет реальный мир в виде многих отдельно специфицируемых активных подсистем, называемых агентами.

Агенты – автономные объекты, целенаправленно функционирующие в конкретной среде по определенному набору правил, взаимодействующие друг с другом и адаптирующиеся в процессе функционирования [4]. Обычно в таких системах не существует глобального централизованного управления, агенты функционируют по своим законам асинхронно [5]. Поведение агентов регулируется их собственной схемой, т.е. *когнитивной структурой*, которая определяет, какое действие агент предпринимает в момент времени t, с учетом его восприятия окружающей среды [6]. Основываясь на простых правилах поведения и взаимодействия агентов, естественные системы явно проявляют групповой интеллект [7].

Коллектив роботов удобно представить как многоагентную систему – совокупность «простых» технических устройств. В роли агентов выступают роботы с ограниченными когнитивными возможностями (имеется в виду принципиальная ограниченность сенсорики, емкостных и вычислительных ресурсов, каналов связи и т.д.). Каждый робот-агент взаимодействует лишь со своими ближайшими соседями, находящимися в зоне его видимости. Также роботы взаимодействуют со средой (такое взаимодействие называется неявной коммуникацией [8]). Предполагается, что при таких условиях группа простых роботов оказывается способна решать сложные задачи. Именно такая идея проявления синергетического эффекта или эмерджентных свойств в коллективе простых роботов является основной в групповой робототехнике (подобно тому, как это происходит у эусоциальных насекомых, например, муравьев).

Таким образом можно заключить, что для задачи моделирования поведения в группе роботов наиболее подходящей является парадигма агентного моделирования.

Обзор некоторых существующих систем

«Виртуальный футбол». Программный пакет "Виртуальный футбол" предоставляет средства для создания алгоритмов управления роботами-футболистами и поддерживает проведение соревнований таких роботов в режиме моделирования их игры на компьютере. Соревнования позволяют провести эффективное сравнение и оценку различных подходов к разработке алгоритмов группового управления футболистами, выработать наиболее эффективные методы коллективного управления роботами в игре [9].

SOAR – когнитивная архитектура, является сокращением от «State-Operator-And-Result» («Состояние-Оператор-и-Результат»). Когнитивная архитектура определяет базовую инфраструктуру интеллектуальной системы и включает в себя те аспекты когнитивного агента, которые постоянны во времени и в различных областях применения [10]. Архитектура Soar кодирует процедурную долгосрочную память в виде правил продукций, которые в свою очередь, организованы в терминологии операторов, связанных с пространствами задач. Все задачи в Soar сформулированы как попытки достижения поставленных целей. Исполнительная система согласовывает продукции с элементами в рабочей памяти и автоматически генерирует подцели, когда она не может продолжать свою работу. Система имеет несколько механизмов обучения [11, 12, 13].

AnyLogic. Система AnyLogic поддерживает все три вида моделирования [3]. Инструмент обладает современным графическим интерфейсом и позволяет использовать язык Java для разработки моделей. Очень упрощенно основную концепцию использования этой системы моделирования можно представить через описание правил поведения отдельных активностей в удобном графическом формализме. Модель состоит из активных объектов (которые реагируют на события своей среды, а также предпринимают определенные действия, не дожидаясь прямого обращения к себе), имеющих каждый свои правила поведения и взаимо-

действующих через явно определенные интерфейсы [5]. Недостатком системы AnyLogic является то, что система предлагает не один, а множество путей разработки модели, и для эффективного выбора из этого спектра нужна большая практика.

Enki – быстрый двумерный симулятор физической составляющей роботов, позволяющий моделировать кинематику, коллизии, сенсоры, а также камеры роботов на плоской поверхности. Обеспечивает ограниченную поддержку трения. Способен быстро моделировать группу роботов [14].

ROS (Robot Operating System) – это средство для программирования роботов, предоставляющее функциональность для распределённой работы. ROS обеспечивает стандартные службы операционной системы (аппаратную абстракцию, низкоуровневый контроль устройств, реализацию часто используемых функций, передачу сообщений между процессами, управление пакетами). ROS основан на архитектуре графов, где обработка данных происходит в узлах, которые могут получать и передавать сообщения между собой [15].

Интегрированное инструментальное средство

Анализ существующих инструментальных средств показывает, что есть средства, предоставляющие возможность имитационного моделирования применительно к групповой робототехнике, но они используются только на теоретическом уровне и оторваны от нижнего уровня. Также есть средства, позволяющие осуществлять управление на уровне «железа», но не предоставляющие возможностей многоагентного моделирования.

Автором предлагается концепция инструментального средства, совмещающего эти функции. Идея заключается в создании системы, которая будет не только предоставлять интегрированные возможности моделирования и управления, но и сможет при помощи имитационного моделирования дополнять объективную реальность – к примеру, часть сенсоров роботов может существовать физически, а часть - моделироваться виртуально. В качестве базиса для связи с нижним уровнем предлагается использовать систему ROS.

Разрабатываемое программное обеспечение должно предоставлять следующие возможности:

- моделирование устройства особи (сенсоры, датчики и т.д.);
- моделирование и программирование индивидуальных правил поведения особи;
- осуществление функции непосредственного управления роботами (связь с нижним физическим уровнем);
- моделирование локального взаимодействия между членами группы;
- моделирование коллективного поведения в группе роботов на основе многоагентного подхода;
- моделирование среды обитания группы.

Таким образом, интегрированное средство будет охватывать все уровни – начиная от модельного и заканчивая нижним уровнем управления.

Заключение

В данной работе показано, что из всех концепций имитационного моделирования наиболее подходящей для групповой робототехники является парадигма агентного моделирования. На основе обзора и анализа уже существующих средств, предложена концепция интегрированного с ROS инструментального средства, позволяющего совмещать функции моделирования и управления в групповой робототехнике. Сформулированы требования к разрабатываемому программному средству.

Список литературы:

1. [Zhiguo et al., 2012] Zhiguo Shi, Jun Tu, Qiao Zhang, Lei Liu, Junming Wei, A Survey of Swarm Robotics System //Proc. of the Third Intern. Conf. on Advances in Swarm Intelligence, Shenzhen, China, 2012. V.1, P.564-572.
2. Лычкина Н.Н. Современные технологии имитационного моделирования и их применение в информационных бизнес-системах и системах поддержки принятия решений. Пленарный доклад. Вторая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» ИММОД-2005, Санкт-Петербург, 2005 г.
3. Официальный сайт AnyLogic. Режим доступа к ресурсу: http://www.anylogic.ru/
4. Жарова А. В. Применение метода абстракции через отношение эквивалентности к определению понятия агент. // Науковий журнал "Економіка сьогодення: актуальні питання та перспективи". – №1. – Днепропетровск. – 2012. – С.101-116.
5. Карпов Ю.Г. Моделирование агентов – новая парадигма в имитационном моделировании. – СПГПУ, 2005. – 5 с.
6. Schieritz N., Milling P. Modeling the Forest or Modeling the Trees – A Comparison of System Dynamics and Agent-Based Simulation // In Proceedings of the XXI International Conference of the System Dynamics Society. – New York, USA. – 2003.
7. Замятина Е.Б. Современные теории имитационного моделирования: Специальный курс. - Пермь: ПГУ, 2007. - 119 с.
8. Yogeswaran M. and Ponnambalam S. G. (2010). Swarm Robotics: An Extensive Research Review, Advanced Knowledge Application in Practice, InTech. P.259-278.
9. Официальный сайт проекта «Виртуальный футбол». Режим доступа к ресурсу: http://www.keldysh.ru/pages/robosoccer/
10. Langley P., Laird J.E., Rogers S.: Cognitive architectures: Research issues and challenges // Cognitive Systems Research, 2009, 10(2), 141–160.
11. Laird J. E., Newell A., Rosenbloom P. S. Soar: An architecture for general intelligence // Artificial Intelligence, 1987, 33, 1–64.
12. Newell A. Unified theories of cognition // Cambridge, MA: Harvard University Press, 1990.
13. Laird J. E. Extending the Soar cognitive architecture // In Proceedings of the artificial general intelligence conference. Memphis, TN: IOS Press, 2008.
14. Официальный сайт проекта Enki. Режим доступа к ресурсу: http://home.gna.org/enki/
15. Официальный сайт ROS. Режим доступа к ресурсу: http://www.ros.org/

МЕТОД ИЗВЛЕЧЕНИЯ РАСШИРЕННЫХ КОНЕЧНЫХ АВТОМАТОВ ИЗ HDL-ОПИСАНИЙ

С.А. Смолов
Институт системного программирования РАН

Аннотация

В статье предлагается новый метод извлечения расширенных конечных автоматов из HDL-описаний цифровой аппаратуры, а также представлены результаты апробации метода на модулях небольшой сложности.

Введение

В настоящее время сложность цифровой микроэлектронной аппаратуры неуклонно возрастает. Рост обусловлен, в том числе, активным повторным использованием модулей, спроектированных на специализированных языках описания аппаратуры (Hardware Description Language, HDL), таких как VHDL и Verilog (в дальнейшем представления модулей на языках семейства HDL будем называть HDL-описаниями). С учетом увеличения объема кода аппаратных систем, актуальной является задача разработки методов и инструментальных средств автоматизированной верификации (проверки функциональной корректности) HDL-описаний.

Распространенный подход к верификации модулей аппаратуры основан на использовании формальных моделей – математических абстракций, описывающих структуру и\или поведение проверяемой системы. Примерами таких моделей являются сети Петри и конечные автоматы. Модели могут разрабатываться вручную (на основе анализа требований) или извлекаться из HDL-описаний автоматически. В последнем случае снижается риск внесения дополнительных ошибок, а для проверки корректности получаемых моделей достаточно доказать корректность используемого алгоритма извлечения.

В статье рассматривается метод второго типа, реализующий автоматическое извлечение моделей типа расширенных конечных автоматов (Extended Finite State Machine, EFSM)[1] из HDL-описаний. По сравнению с классическим конечным автоматом (Finite State Machine, FSM), расширенный конечный автомат (далее EFSM-модель) обладает двумя особенностями. Во-первых, в дополнение к множеству состояний, EFSM-модель содержит множество переменных (входных, внутренних, выходных). Во-вторых, все переходы EFSM-модели снабжены охранными условиями (guards) на значения входных и внутренних переменных, а также действиями (actions) по изменению значений внутренних и выходных переменных. Переход EFSM-модели может сработать, только если выполнено его охранное условие; при срабатывании перехода выполняется соответствующее действие.

EFSM-модели являются удобным формализмом для описания структуры и поведения цифровой аппаратуры, поскольку в них управляющая логика (control) естественным образом отделена от функций преобразования данных (datapath).Этим обусловлено активное использование EFSM-моделей для решения различных задач, связанных с верификацией цифровой аппаратуры: для построения тестовых наборов, проверяющих соответствие системы требованиям; для генерации тестовых последовательностей, нацеленных на маловероятные ситуации в поведении системы; для формальной проверки свойств.

Статья организована следующим образом. В разделе «Обзор работ» описываются существующие методы извлечения EFSM-моделей из HDL-описаний. В следующем разделе описывается предлагаемый метод построения моделей. Заключение завершает статью.

Обзор работ

Исторически одними из первых были разработаны алгоритмы построения FSM-моделей по исходному коду (на них, в частности, базируются методы логического синтеза [2]), однако получаемые при их использовании модели не всегда адекватны для целей верификации [3]. Состояниям в таких моделях соответствуют операторы (точки) в исходном коде, в которых выполняется ожидание входных событий; при выделении состояний никак не учитываются заданные в коде соотношения между переменными (условия ветвления, выражения в присваиваниях и т.п.).

В работе [3] описывается метод извлечения «простых для обхода» (easy-to-traverse) EFSM-моделей из HDL-описаний. Метод состоит из четырех этапов. На первом этапе, используя известный алгоритм [2], строится начальная EFSM-модель (Reference EFSM, REFSM). В общем случае полученная модель «трудна для обхода», в частности, из-за того, что содержит условные операторы в действиях переходов. На втором этапе в REFSM-модель добавляются промежуточные состояния, а переходы декомпозируются таким образом, чтобы их действия не содержали ветвлений. Полученная модель (Largest EFSM, LEFSM), строго говоря, не эквивалентна исходной модели — один шаг работы REFSM может соответствовать нескольким шагам в LEFSM. Для обеспечения временной эквивалентности с REFSM в LEFSM выполняется расщепление промежуточных состояний и объединение совместимых переходов. В результате образуется SEFSM-модель (Smallest EFSM). На завершающем этапе выполняется частичная стабилизация SEFSM-модели, нацеленная на устранение зависимостей охранных условий переходов от переменных, кодирующих состояния. Результаты экспериментов демонстрируют эффективность подхода, однако процедура построения EFSM-модели вызывает вопросы. Во-первых, представляется слишком жестким то ограничение, что для одного процесса HDL-описания строится одна EFSM-модель. Во-вторых, процесс построения модели представляется чрезмерно усложненным: аналогичных результатов можно добиться более простыми средствами, если с самого начала определить, какие внутренние переменные описывают состояние автомата.

Предлагаемый метод

Предлагаемый метод извлечения EFSM-моделей из HDL-описаний содержит следующие основные шаги:

1) Построение внутреннего представления;
2) Анализ внутреннего представления:
   a. Идентификация синхросигналов;
3) Трансформация в систему охраняемых действий;
4) Идентификация переменных состояния;
5) Построение пространства состояний EFSM-модели;
6) Построение отношения переходов EFSM-модели.

Способы реализации Шага 1 широко известны [4]. Шаг 2 состоит в анализе потоков данных между инструкциями и выявлении т.н. *синхросигналов* – входных однобитных сигналов модуля, необходимых не для обмена данными между модулями, а для уведомления об истечении очередного периода («такта») времени. В предлагаемом методе синхросигналы выявляются с помощью эвристики. На Шаге 3 внутреннее представление преобразуется в систему т.н. *охраняемых действий*. Охраняемое действие – это пара «охранное условие - действие». Преобразование выполняется путем построения для каждого пути выполнения во внутреннем представлении соответствующего охраняемого действия. В простейшем случае охранное условие содержит условный оператор верхнего уровня, а действие – последовательность вложенных присваиваний. Если путь выполнения содержит вложенные условные операторы, то осуществляется их «подъем» методом обратных подстановок [5]. На Шаге 4 проводится анализ потоков данных в системе охраняемых действий с целью определения *переменных состояния* – внутренних переменных, используемых для организации потоков управления в процессах исходного HDL-описания. Переменные состояния, подобно синхросигналам, определяются с помощью соответствующей эвристики.

На Шаге 5 строится пространство состояний EFSM-модели. Для этого из системы охраняемых действий извлекается множество условий, зависящих от переменных со-

стояния. Путем ортогонализации [6] множество разбивается на попарно несовместные условия. Противоречивые условия обнаруживаются с помощью средств проверки выполнимости ограничений и исключаются из дальнейшего рассмотрения. Все совместные условия трактуются как состояния EFSM-модели.

Финальный Шаг 6 метода заключается в построении отношения переходов EFSM-модели. Для каждой пары состояний и каждого охраняемого действия проверяется совместимость охранного условия с первым состоянием пары, а результата действия — со вторым; при положительных результатах проверок соответствующий переход добавляется в конструируемую модель:

Описанный метод извлечения EFSM-моделей из исходного кода HDL-описаний был реализован в прототипе инструмента HDL Retrascope [7]. Разработка выполнена на языке программирования Java с использованием средств Z3 (SMT-решатель) [8], zamiaCAD (платформа для разработки и анализа HDL-описаний) [9] и Fortress (библиотека работы с формулами) [10]. Прототип позволяет анализировать описания цифровой аппаратуры на синтезируемых подмножествах (synthesizable subsets) языков VHDL и Verilog, строить и визуализировать систему расширенных конечных автоматов, моделирующих процессы HDL-описаний (в текущей версии не поддерживается анализ описаний, имеющих итеративные циклы и\или иерархическую структуру).

В рамках работы были проанализированы HDL-описания, входящие в пакет тестов ITC'99 [11]. EFSM-модели были извлечены для 13 описаний из 22 — остальные используют конструкции языка VHDL, не поддержанные в прототипе на момент проведения экспериментов. Для всех успешно обработанных описаний были извлечены синхросигналы, и во всех случаях их множества включали *CLOCK* и *RESET*. Для всех описаний все переменные, в имени которых присутствует подстрока *STAT*, были идентифицированы как переменные состояния (такие имена позволяют предположить, что они используются инженерами-проектировщиками для кодирования состояний управляющих автоматов).

Отметим, что для всех проанализированных HDL-описаний число состояний в извлеченных автоматах относительно невелико и растет с ростом числа выявленных переменных состояния. Число переходов также растет с увеличением числа состояний и числа путей выполнения.

Заключение

Расширенные конечные автоматы активно используются в области имитационной и формальной верификации цифровой аппаратуры. В работе рассмотрен метод извлечения расширенных конечных автоматов из исходного кода HDL-описаний. Отличительной чертой метода является автоматическое выделение внутренних переменных, представляющих состояния устройства, а также использование техник символического выполнения для построения множества состояний и отношения переходов. Эксперименты показали применимость подхода к HDL-описаниям небольшой сложности (до 1000 строк кода). В ближайшем будущем планируется испытать созданный прототип для описаний средней и повышенной сложности (порядка 10 000 строк кода), а также провести сравнение метода с другими подходами.

Список литературы:

1. Holzmann G.J. Design and Validation of Computer Protocols. PrenticeHall, 1990.512 p.

2. Giomi J.-C. Finite State Machine Extraction from Hardware Description Languages // ASIC Conference and Exhibition, 1995. P. 353-357.

3. Guglielmo G., Guglielmo L., Fummi F., Pravadelli G. Efficient Generation of Stimuli for Functional Verification by Backjumping Across Extended FSMs // Journal of Electronic Testing, 2011. № 27(2). P. 37-162.

4. Ахо А.В., Лам М.С., Сети Р., Ульман Д.Д. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий. М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2011. 1184 с.

5. Floyd R.W. Assigning Meaning to Programs // Symposium on Applied Mathematics, 1967. P. 19-32.

6. Закревский А.Д. Параллельные алгоритмы логического управления. Мн.: Институт технической кибернетики АН Беларуси, 1999. 202 с.

7. Retrascope. http://forge.ispras.ru/projects/retrascope

8. Z3. http://z3.codeplex.com

9. zamiaCAD. http://zamiacad.sourceforge.net

10. Fortress. http://forge.ispras.ru/projects/solver-api

11. ITC'99.
http://www.cad.polito.it/downloads/tools/itc99.html

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЁТА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАДИАТОРОВ

А.Н. Семененко
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В данной работе проводится разработка программы, предназначенной для расчёта оптимальных параметров радиаторов. В работе представлены результаты по разработке математических моделей радиаторов, которые легли в основу разрабатываемой программы, а также её наработки.

Введение

Радиатор – конструктивный элемент, обладающий хорошей проводимостью и предназначенный для охлаждения электронных компонентов (преобразователей напряжения, транзисторов и т.д.), за счёт увеличения их площади. Радиаторы широко применимы при обеспечении нужного теплового режима проектируемой радиоэлектронной аппаратуры (РЭА). Поэтому перед разработчиками стоит актуальная задача по расчёту параметров радиаторов (в том числе оптимальных).

Проектирование РЭА происходит при помощи специализированных систем автоматизации проектирования (САПР). В качестве такой САПР выбрана автоматизированная система АСОНИКА, обоснование выбора которой представлено в [1].

В связи с этим поставлена цель по разработке и внедрению программы расчёта оптимальных параметров радиаторов в автоматизированную систему АСОНИКА, предназначенную для моделирования аппаратуры на различные внешние воздействия на стадии предварительного проектирования.

В разделе «Описание программы» представлено краткое описание разрабатываемой программы.

В разделе «Разработка математических моделей» представлены основные положения разработки моделей радиаторов.

В разделе «Оптимизация параметров радиаторов» указаны методы решения задачи оптимизации в рамках данной работы.

Описание программы

Разрабатываемая программа предназначена для автоматического расчёта стандартных заготовок радиаторов, представленных в ОСТ5.8794-88. Для расчёта их эффек-

тивности пользователю необходимо ввести следующие данные:

1. Число охлаждаемых электронных компонентов;
2. Температуру и давление окружающей среды;
3. Скорость потока воздуха;
4. Коэффициент теплопроводности материалов корпусов компонентов и радиатора;
5. Рассеиваемые мощности компонентов;
6. Допустимые рассеиваемые мощности компонентов;
7. Тип контакта между компонентами и радиатором (необходимо для расчёта контактного теплового сопротивления (КТС)) и т.д.

Для расчёта КТС разработан алгоритм согласно ОСТ4 Г0.012.014, позволяющий определить КТС для четырёх случаев: при контакте в газообразной среде, при контакте в вакууме, при контакте с пастообразной прослойкой между электронным компонентом и радиатором, при контакте через тонкую прокладку.

Кроме того, на основании введённых пользователем данных, разрабатываемая программа может провести оптимизацию параметров радиаторов.

Разработка математических моделей

Радиаторы по своей конструкции делятся на ребристые, штыревые и пластинчатые.В свою очередь, для ребристых и штыревых радиаторов, существуют одностороннее и двухстороннее исполнения. Эффективность работы радиатора можно оценить по допустимому перегреву Δt и суммарному теплосъёму P_Σ с радиатора. По данным параметрам можно оценить тепловое сопротивление радиатора R:

$$R = \frac{\Delta t}{P_\Sigma}. \quad (1)$$

Суммарный теплосъём с пластинчатого радиатора есть сумма теплосъёмов за счёт конвекции с поверхности радиатора $P_к$ и за счёт излучения $P_и$ с поверхности радиатора. Однако следует ввести поправку на давление окружающей среды $A_П$ для пластинчатых радиаторов:

$$P_\Sigma = (P_к + P_и) \cdot A_П. \quad (2)$$

Суммарный теплосъём с ребристогорадиатора есть сумма теплосъёмов за счёт конвекции с наружных поверхностей радиатора $P_{к.нар}$, за счёт конвекции с рёбер $P_{к.рёб}$ и за счёт излучения с поверхности радиатора $P_и$. Аналогично, следует ввести поправку на давление окружающей среды A_P для ребристых радиаторов:

$$P_\Sigma = (P_{к.нар} + P_{к.рёб} + P_и) \cdot A_P. \quad (3)$$

Суммарный теплосъём со штыревого радиатора есть сумма теплосъёмов за счёт конвекции с наружных поверхностей радиатора $P_{к.нар}$, за счёт конвекции соштырей $P_{к.шт}$ и за счёт излучения с поверхности радиатора $P_и$. Аналогично, следует ввести поправку на давление окружающей среды $A_Ш$ для штыревых радиаторов:

$$P_\Sigma = (P_{к.нар} + P_{к.шт} + P_и) \cdot A_Ш. \quad (4)$$

Следует отметить, что поправки на давление окружающей среды для одно- и двухсторонних ребристых, одно- и двухсторонних штыревых и пластинчатых радиаторов различны.

Допустимый перегрев радиатора можно определить по формуле:

$$\Delta t = t_к - P \cdot R_{кт} - t_c, \quad (5)$$

где $t_к$ –допустимая температура корпуса охлаждаемого электронного компонента, [˚C], P –мощность тепловыделения охлаждаемого компонента,[Вт], $R_{кт}$ – контактное тепловое сопротивление (КТС) между радиатором и охлаждаемым компонентом,[˚C/Вт], t_c – температура окружающей среды, [˚C].

Математические модели радиаторов реализованы в виде программного кода, послужившего основой для разрабатываемой программы.

Алгоритм расчёта КТС реализован в виде программного кода и внедрён в программу по расчёту радиаторов.

Оптимизация параметров радиаторов

Получив результаты расчёта стандартных заготовок радиаторов, разработчик может запустить процесс оптимизации параметров радиаторов как по одному, так и по нескольким параметрам. Это может потребоваться, если разработчика не устроит эффективность стандартных заготовок радиаторов или их размер.

Анализ методов оптимизации показал, что наиболее оптимальным методом одномерной оптимизации является метод золотого сечения, а многомерной оптимизации – метод Нелдера-Мида[2], [3].

В настоящий момент проводится реализация данных методов в виде программного кода для дальнейшей интеграции в разрабатываемую программу.

Заключение

На данный момент по задаче, решаемой в данной работе, проведён анализ литературы, разработаны математические модели радиаторов, составлен программный код, реализующий данные модели. На основе разработанного программного кода составлена программа по расчёту стандартных заготовок радиаторов, представленных в ОСТ5.8794-88. Произведён выбор методов оптимизации.

Следующими шагами будут анализ работы программы, доработка разработанных математических моделей, разработка алгоритма и программного кода оптимизации и его внедрение в программу по расчёту радиаторов.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что данная программа позволит разработчикам РЭА рассчитывать радиаторы охлаждения для проектируемой аппаратуры.

Научная новизна работы заключается в разработке математических моделей радиаторов и алгоритма по решению задачи оптимизации параметров радиаторов.

Список литературы:

1. Семененко, А.Н. Разработка математических моделей радиаторов для автоматизированной системы обеспечения надёжности и качества аппаратуры АСОНИКА. Расчёт оптимальных параметров радиаторов / А.Н. Семененко // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ. Материалы конференции. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014, с. 116-118;
2. Измаилов А.Ф., Солодов М.В. Численные методы оптимизации: Учебное пособие. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 304 с.;
3. Соболь Б.В. Методы оптимизации: практикум / Б.В. Соболь, Б.Ч. Месхи, Г.И. Каныгин. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 380 с. (Высшее образование).

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТКЛИКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ TWITTER НА НОВОСТИ ИЗ СМИ

Д.В. Королев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе подсчитывается количество пользователей социальной сети Twitter, сообщения которых были написаны по главной новостной тематике дня.

Введение

В течение дня люди с помощью разных сервисов общаются друг с другом на разные темы. Но было бы интересно узнать, насколько люди активно обсуждают информацию из СМИ, какие новостные тематики их волнуют, а какие безразличны. Именно это и является целью данной работы.

Для реализации данной идеи была выбрана социальная сеть Twitter с большим архивом сообщений пользователей Интернет, а также разработана программа, которая позволяет определить основную тематику дня и найти сообщения, написанные на эту тему.

Решались следующие задачи:

1.найти способ нахождения в новостях слов, которые отражают тематику текущего дня

2.придумать алгоритм для компоновки найденных слов в комбинации для запроса в Twitter

Выявления новостной тематики дня и поиск сообщений

Для получения новостей выбран сайт РИА Новости, с их большим архивом новостей. Для расчета важности слов используется мера TF-IDF [1].

TF - это отношение количества встречаемости некоторого слова к общему количеству слов документа. В данной работе этот параметр был модифицирован, и рассчитывался как отношение количества встречаемости некоторого слова к общему количеству слов всех документов.

$$\mathrm{tf}(\mathrm{t},\mathrm{d}) = \frac{\mathrm{n_i}}{\sum_k \mathrm{n_k}} \ ,$$

где k – количество встречаемости слова из всех документов

IDF - инверсия частоты, с которой некоторое слово встречается в документах коллекции:

$$idf(t,D) = \log\frac{|D|}{|(d_i \supset t_i)|} \ ,$$

где $|D|$ – количество документов в коллекции

$|(d_i \supset t_i)|$ – количество документов, в которых встречается t_i

Мера TF-IDF является произведением двух сомножителей:

$$tfidf(t,d,D) = tf(t,d) \times idf(t,D)$$

После расчета, выбираются 3 слова с наибольшей важностью и которые все встречались не меньше чем в 10 новостях. Эти слова группируются и получается фраза, отражающая основную тематику дня. Бывают дни, когда получаются 2 или 3 фразы, это зависит от происходящих событий.

По каждой составленной фразе, формируются 3 различных пары слов, по которым выполняются через заданные интервалы времени запросы к Twitter через TwitterApi [2]. После успешно полученного списка сообщений, выбираются те, которых у нас еще нет, так как бывают случаи, когда нам возвращаются одинаковые твиты. Выбранные уникальные сообщения записываются в базу данных, которая позволяет выполнять любые действия с полученной информацией. Количество уникальных сообщений в день позволяет судить об интересе к данной теме.

Результаты работы

За 38 дней работы программы было получено 124268 сообщений, в которые входят 56122 сообщения новостных агентств и 68146 сообщений самих пользователей. По этим данным была составлена диаграмма (см. рис. 1), в которой показывается следующая информация:

1. количество сообщений, написанных новостными агентствами за день (красные столбцы)
2. количество сообщений, написанных пользователями за день (синие столбцы)
3. количество пользователей, которые писали в данный день (линейная диаграмма)

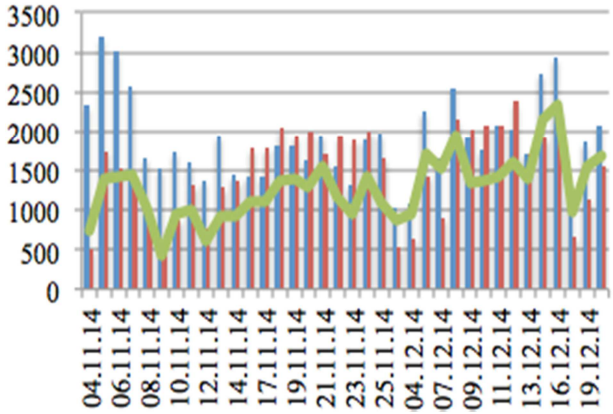


Рис.1. Активность пользователей и новостных агентств по дням

Из диаграммы видны явные скачки в количествах сообщений. В новостях 05.11.14 главной темой были Россия и Украина, и в Twitterэта тема собрала 3200 сообщений, что почти в 2 раза больше, чем про это писали информационные агенства. С 06.11.12 по 15.11.12 главная тема осталась такая же, но замечено падение интереса пользователей, это видно как и по количеству сообщений, так и по количеству пользователей. Далее в большей степени писали агентства, но активность пользователей оставалась прежней.

Следующим важным событием стало изменение курса валюты. Данная тема обсуждалась с 08.12.14. С этого момента начался рост количества сообщений и пользователей и уже к 16.12.14 интересовались этой тематикой2300 человек.

Заключение

Данную статистику нельзя назвать большой, так как по сравнению с общим количеством сообщений, публикуемых в Twitter каждый день, полученные нами цифры очень малы. Также TwitterApi ограничивает количество обращений, и мы получаем меньше твитов, что может привести к неправильной статистике.

С другой стороны, в Twitter пишут очень большое количество разных новостных агенств, которые в сообщенияхTwitter дублируют свои новости. Эти же ссылки часто пересылают сами пользователи. Такие сообщения не дают полезной информации, так как мы хотим получать мнения людей и их реальное количество, которые заинтересованы в обсуждении новостей, а не являются посредниками.

Несмотря на это, разработанное программное обеспечение позволяет отслеживать активность пользователейTwitteri выявлять их реакцию на новостные сообщения в СМИ.

Список литературы:

1. TF-IDF // Википедия – электронная энциклопедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/TF-ID
2.Twitter Api // Электронный ресурс URL:https://dev.twitter.com/overview/api

ИНСТРУМЕНТ АВТОМАТИЗАЦИИ РАЗРАБОТКИ ГЕНЕРАТОРОВ ТЕСТОВЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ МИКРОПРОЦЕССОРОВ НА ОСНОВЕ ФОРМАЛЬНЫХ СПЕЦИФИКАЦИЙ

А.Д. Татарников
Институт системного программирования РАН

Аннотация

В докладе рассказывается об инструменте, позволяющем автоматизировать разработку генераторов тестовых программ для микропроцессоров. В основе работы инструмента лежит использование высокоуровневых формальных спецификаций в качестве источника знания об архитектуре тестируемого микропроцессора. Такой подход помогает сократить трудоемкость разработки тестовых программ и повысить качество тестирования.

Введение

Высокая сложность современных микропроцессоров и сжатые сроки выхода на рынок делают их верификацию нетривиальной задачей. Основной подход к функциональной верификации микропроцессоров на системном уровне - генерация тестовых программ и анализ результатов их выполнения. Несмотря на существование мощных средств автоматической генерации тестовых программ, тестирование занимает свыше 70% от общего объема трудозатрат на разработку микропроцессора [1]. Основная причина этого заключается в трудоемкости настройки существующих генераторов на создание тестов для микропроцессоров с новой архитектурой. В большинстве случаев генератор создается под конкретный микропроцессор и при переходе на новую архитектуру основную часть логики генерации приходится реализовывать заново. Одно из перспективных решений данной проблемы – автоматизированное построение генераторов тестовых программ для конкретной архитектуры на основе формальных спецификаций [2, 3]. При этом генератор состоит из двух частей: (1) ядро, которое реализует общие для всех микропроцессоров методы генерации, и (2) модель, которая содержит информацию о конкретном микропроцессоре и строится автоматически на основе предоставленных формальных спецификаций. Подход, использующий модели, уже применяется в коммерческих средствах генерации, таких как Genesys-Pro [4] и RAVEN [5]. Однако разработка модели остается трудоемкой задачей, требующей специальных навыков, которыми инженер-верификатор обычно не обладает. Использование высокоуровневых формальных спецификаций, схожих по формату с псевдокодом, применяемым в руководствах по архитектуре микропроцессоров для описания семантики команд, поможет значительно упростить эту задачу. Представленный подход реализован инструменте MicroTESK [3], разрабатываемом в ИСП РАН. Данный инструмент позволяет построить генераторы тестовых программ для широкого спектра микропроцессоров (RISC, CISC, VLIW, DSP) на основе формальных спецификаций их архитектуры на языке nML [6]. Созданные генераторы осуществляют генерацию на основе тестовых шаблонов, описывающих тестовые сценарии на абстрактном уровне, и позволяют создавать случайные, комбинаторные и направленные тесты. Сценарии для направленных тестов описываются в терминах тестовых ситуаций, «интересных» для тестирования событий, происходящих во время работы микропроцессора. Информация о тестовых ситуациях извлекается из формальных спецификаций при построении модели микропроцессора. При этом условия возникновения тестовых ситуаций задаются в виде ограничений, которые разрешаются в процессе генерации тестов.

Оставшаяся часть тезиса организована следующим образом. Раздел «Существующие подходы» дает обзор уже имеющихся методов и средств генерации тестов. Раздел «Формальные спецификации» описывает преимущества использования формальных спецификаций системы команд для описания конфигурации генератора тестов. Раздел «Архитектура инструмента» описывает архитектуру инструмента MicroTESK. В разделе «Заключение» резюмируются результаты исследования и его практическая значимость.

Существующие подходы

Верификация микропроцессоров на системном уровне осуществляется при помощи симуляции выполнения тестовых программ на проектной модели уровня регистровых передач (RTL, Register Transfer Level), которая создается инженерами-проектировщиками на языках описания аппаратуры (HDL, Hardware Description Language), таких как Verilog и VHDL, и служит основой для производства готовых интегральных схем. Существуют два подхода к проверке корректности поведения HDL-модели: (1) сравнение трасс выполнения с трассами, полученными в результате выполнения на эталонной модели, и (2) использование тестовых программ со встроенными проверками. В первом случае требуется эталонная модель, которая обычно представляет собой симулятор уровня команд и создается на языках высокого уровня. Во втором случае необходимо предсказывать состояние модели после выполнения теста. При автоматической генерации, такая возможность должна быть реализована в генераторе.

Автоматическая генерация является основным способом создания тестовых программ, т. к. ручная разработка из-за высокой трудоемкости применима только к проверке сложно формализуемых и маловероятных ситуаций. Методы автоматической генерации разделяются на следующие категории [2]: (1) случайная генерация; (2) комбинаторная генерация; (3) генерация на основе шаблонов. Подходы к генерации тестов эволюционировали от случайных к нацеленным на конкретные ситуации и основанным на формальных методах. Каждый подход имеет свою область применения и, как правило, они используются в комбинации.

Первые два метода являются наиболее простыми с точки зрения реализации. Как правило, компании-производители микропроцессоров разрабатывают случайные и комбинаторные генераторы для своих микропроцессоров на языках высокого уровня. Однако эти методы не могут гарантировать покрытия всех «интересных» для тестирования ситуаций и подобные инструменты крайне сложно адаптируются к использованию под другие архитектуры. Кроме того их разработка и поддержка требует трудозатрат и они, как правило, не включают эталонную модель, которую необходимо разрабатывать отдельно.

Наиболее известными коммерческими генераторами являются Genesys-Pro (IBM Research) [4], и RAVEN, (Obsidian Software, в настоящее время используется в ARM) [5]. Оба генератора позволяют генерировать случайные и направленные тесты на основе тестовых шаблонов и состоят из архитектурно независимого ядра и архитектурно зависимой модели микропроцессора. Архитектурно зависимое знание задается в виде декларативного описания, а для предсказания состояния процессора используется сторонняя эталонная модель (симулятор уровня команд). Ввиду закрытости этих

инструментов, доступно мало информации об особенностях создания моделей для них, но есть основания полагать, что это является достаточно трудоемкой задачей.

Текущее положение дел создает мотивацию для поиска решений, позволяющих снизить трудоемкость создания генераторов тестовых программ, которые могли бы интегрировать различные методы генерации.

Формальные спецификации

Упрощение создания архитектурно зависимой части генератора и симулятора уровня команд, используемого в качестве эталонной модели, может быть достигнуто путем использования формальных спецификаций на языках описания архитектуры (ADL, Architecture Description Language) [7]. Из данного семейства языков для этой цели лучше всего подходит язык nML [6, 7], разработанный в начале 1990-х годов в Берлинском техническом университете и изначально предназначенный для создания симуляторов микропроцессоров и настраиваемых компиляторов. Он позволяет специфицировать синтаксис и семантику системы команд, абстрагируясь от деталей реализации. Спецификация включает описание следующих сущностей: (1) элементов хранения данных (память, регистры), определяющих состояние микропроцессора; (2) режимов адресации, реализующих абстракцию доступа к элементам хранения данных; (3) команд, выполнение которых изменяет состояние микропроцессора. В Примере 1 приведен код команды add микропроцессора MIPS.

```
op add (rd: R, rs: R, rt: R)
  action = {
    temp = rs<31>::rs + rt<31>::rt;
    if temp<32> != temp<31> then
      exception("IntegerOverflow");
    else
      rd = temp<31..0>;
    endif;
  }
  syntax = format("add %s, %s, %s",
    rd.syntax, rs.syntax, rt.syntax)
```

Пример 1. Команда add на языке nML.

Семантика команды описана в атрибуте action и может быть использована для построения симулятора и получение информации о тестовых ситуациях. Атрибут syntax описывает ассемблерный формат команды и может быть использован для генерации кода тестовых программ. Как можно заметить, конструкции языка схожи с конструкциями псевдоязыка, используемого в руководствах по архитектуре, что делает создание спецификации на языке nML тривиальной задачей.

Архитектура инструмента

Инструмент MicroTESK создает генератор тестовых программ для микропроцессора на основе формальных спецификаций его архитектуры. Генератор включает в себя модель микропроцессора, которая содержит информацию о системе команд микропроцессора и связанных с ней тестовых ситуациях (модель покрытия). Кроме того модель реализует симулятор уровня команд, служащий эталонной моделью. Другая важная часть генератора - архитектурно независимое ядро, составленное из переиспользуемых компонентов, которое отвечает за обработку тестовых шаблонов, составление тестовых последовательностей, генерацию тестовых данных, симуляцию тестов на эталонной модели и вывод полученных тестовых программ.

Таким образом, на MicroTESK возложены две основные задачи: (1) создание модели путем трансляции nML-спецификаций и (2) предоставление среды для генерации тестов для созданной модели. Концептуальная схема инструмента MicroTESK показана на Рисунке 1.

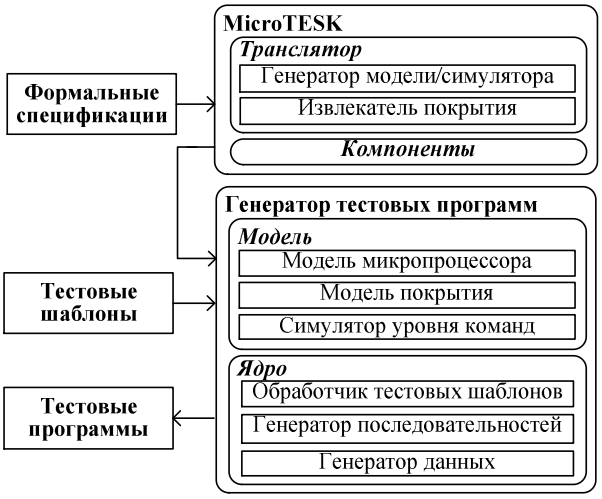


Рис.1. Концептуальная схема инструмента.

Транслятор генерирует архитектурно зависимые части генератора на основе извлеченной информации и компонентов, реализующих основные сущности. Генерация осуществляется по шаблонам, описанным в терминах модели микропроцессора. Модель покрытия содержит ограничения, описывающие условия возникновения тестовых ситуаций. Поддерживаемые методы генерации реализованы в компонентах, набор которых можно расширять.

Заключение

Возрастающая по закону Мура сложность современных микропроцессоров требует все более совершенных инструментов верификации. Одно из ключевых направлений — повышение точности и производительности тестирования. Подход, предложенный в данной работе и реализованный в инструменте MicroTESK, помогает минимизировать трудозатраты, связанные с разработкой и поддержкой генераторов тестовых программ для микропроцессоров. В настоящее время разработан прототип инструмента, который был опробован на архитектурах MIPS и ARM. В дальнейших планах стоит использование спецификаций элементов микроархитектуры (система управления памятью, конвейер команд) для создания тестов.

Список литературы:

1. А.С. Камкин, А.М. Коцыняк, С.А. Смолов, А.А. Сортов, А.Д. Татарников, М.М. Чупилко, Средства функциональной верификации микропроцессоров, Труды ИСП РАН, том 26, выпуск 1, 2014, с. 149-200.

2. А.С. Камкин, Т.И. Сергеева, С.А. Смолов, А.Д. Татарников, М.М. Чупилко, Расширяемая среда генерации тестовых программ для микропроцессоров, Программирование №1, 2014, с. 3-14.

3. A. Kamkin, A. Tatarnikov. MicroTESK: An ADL-Based Reconfigurable Test Program Generator for Microprocessors. Spring/Summer Young Researchers' Colloquium on Software Engineering (SYRCoSE), 2012. p. 64-69.

4. A. Adir, E. Almog, L. Fournier, E. Marcus, M. Rimon, M. Vinov and A. Ziv. Genesys-Pro: Innovations in Test Program Generation for Functional Processor Verification. IEEE Design & Test of Computers, Volume 21, Issue 2, 2004, p. 84–93.

5. RAVEN test program generator — http://www.slideshare.net/DVClub/introducing-obsidian-software-and-ravengcs-for-powerpc

6. M. Freericks. The nML Machine Description Formalism. Techical Report. TU Berlin, FB20, Bericht, 1991/15. 47 p.

7. Mishra P, Dutt N (Eds.). Processor Description Languages. Systems on Silicon. Morgan Kaufmann, 2008. 432 p.

АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ ПО ДАЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕШАЮЩЕЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ПОМЕХИ В ЗАДАЧЕ САМОНАВЕДЕНИЯ

Д.А. Савин,
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В работе приводится алгоритм слежения по дальности активной радиолокационной головки самонаведения (АРГС) при наведении на летательный аппарат, применяющий буксируемую радиолокационную ловушку в качестве средства радиоэлектронного противодействия. Разработанный алгоритм реализован в моделирующем комплексе систем наведения зенитных управляемых ракет.

Введение

На сегодняшний день эффективным средством противодействия системе наведения зенитных управляемых ракет (ЗУР) с АРГС является применение летательным аппаратом (ЛА) буксируемых радиолокационных ловушек (БРЛ). В работе предлагается алгоритм противодействия БРЛ, основанный на разрешении сигналов от цели и ловушки по дальности с последующим слежением за сигналом от цели.

Постановка задачи

Пусть ЛА специальными радиотехническими средствами принимает зондирующий сигнал АРГС, передает его БРЛ, которая ретранслирует его при помощи передатчика помех в виде квазинепрерывного сигнала (КНИ), при этом накладывая на него шумовую помеху.

Требуется разработать алгоритм противодействия буксируемой ловушке в предположении, что на расстоянии D до цели происходит обнаружение ее использования. Подлет к цели осуществляется со встречного ракурса. Критерием качества алгоритма принимается промах по цели.

Решение

Сгенерированный указанным образом сигнал от ловушки будет приходить на антенну РГС с некоторым запаздыванием по времени относительно сигнала, отраженного от ЛА, которое описывается формулой:

$$\frac{L}{c} + \frac{D_{\text{БРЛ}} - D_{\text{ЛА}}}{c}, \qquad (1)$$

где L - длина троса буксируемой ловушки;

$D_{\text{БРЛ}}$ - расстояние от ракеты до БРЛ;

$D_{\text{ЛА}}$ - расстояние от ракеты до летательного аппарата;

c - скорость света.

Схематично сигналы, приходящие на антенну РГС, показаны на рисунке 1.

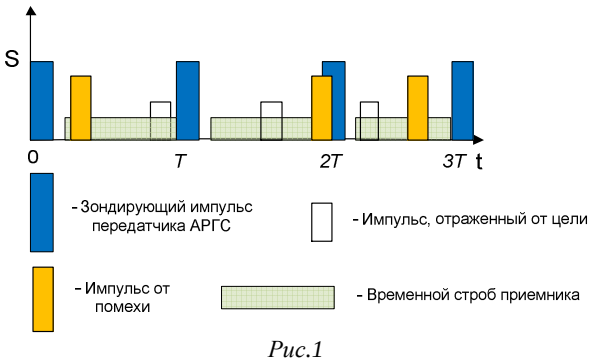


Рис.1

Обычный алгоритм разрешения по дальности заключается в увеличении периода повторения зондирующих импульсов и уменьшении длины временного строба для того, чтобы на определенных тактах работы в строб попадал только сигнал, отраженный от цели. В такие моменты становится возможным извлечение радиолокационной информации о ней. Однако на большинстве тактов во временной строб будет попадать также и сигнал от помехи, не позволяющий получить необходимую радиолокационную информацию.

Предлагаемый алгоритм слежения за полезным сигналом по дальности состоит двух этапов: этапа поиска по дальности и этапа слежения по дальности.

На этапе *поиска по дальности* интервал времени между соседними зондирующими импульсами разделяется на несколько равных промежутков, на каждом из которых выставляется свой временной строб. По максимальному соотношению помеха-сигнал определяется строб, в который попал сигнал от буксируемой ловушки. Сигнал от цели в этом случае будет находится в стробе, находящимся слева от него.

На этапе *слежения по дальности* работает только строб, настроенный на полезный сигнал от цели. При этом каждый такт обработки радиолокационной информации он смещается влево на величину $\Delta t = \frac{-2V_{dop}T}{c}$, где

V_{dop} - оценка скорости сближения с целью;

T - время между тактами обработки радиолокационной информации;

c – скорость света.

Как только временной строб достигает ближайшего зондирующего импульса, частота повторения импульсов меняется таким образом, чтобы временной строб оказался в правой части интервала повторения зондирующих импульсов. Для выбора новой частоты повторения импульсов строится оценка дальности до цели на основе наземной информации и измерений АРГС. В получаемый строб всегда будет попадать только полезный сигнал. В случае случайной потери полезного сигнала алгоритм возвращается к этапу поиска по дальности.

Результаты экспериментальных исследований

Ряд проведенных экспериментов по наведению ЗУР на летательный аппарат, использующий БРЛ, показал значительное повышение вероятности поражения цели при использовании слежения по дальности по сравнению с использованием обычного алгоритма разрешения Так, при использовании стандартного алгоритма летательный аппарат был поражен с вероятностью 83%, а при слежении по дальности – с вероятностью 97%. Под поражением понималось попадание в трубку промаха радиусом 5м^2.

При этом угловые рассогласования цели в обычном алгоритме формировались в среднем на 17% тактов обработки радиолокационной информации, а при слежении по дальности – на 100% тактов, что хорошо согласуется с теоретическими подсчетами.

Таким образом, использование предлагаемого алгоритма слежения по дальности в приемнике АРГС позволяет значительно повысить качество самонаведения при наведении на цель, применяющую БРЛ.

Список литературы:

1. Леонов А.И., Фомичев К.И. Моноимпульсная радиолокация //Советское радио 1970.

2. Дудник П.И., Кондратенков Г.С., Татарский Б.Г., Ильчук А.Р., Герасимов А.А. Авиационные комплексы и системы //Издательство ВВИА им. проф. Жуковского, 2006.

АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА «ФИКСАТОР ЧС В РЕЧНОЙ АКВАТОРИИ»

Е.А. Артёменко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматривается возможность создания программного комплекса для автоматизации задач мониторинга чрезвычайных ситуаций в акватории реки. Предлагаемая к разработке СППР обеспечит автоматизацию информационной поддержки принятия управленческих решений при возникновении ЧС на судах, с помощью обработки и анализа результатов получаемой видеоинформации, а также моделирование и прогнозирование экологической обстановки. Предполагаемая область применения - решение задач Территориального центра мониторинга и прогнозирования МЧС России, использование частными компаниями, заинтересованными в контроле состояния судов (водоохрана, фирмы-организаторы водных прогулок по реке), нефтедобывающими компаниями, Министерством транспорта Российской Федерации. В дальнейшем предполагается развитие системы в соответствии с направлениями развития государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Проблема

В настоящий момент существует потребность речных служб в системе автоматизации задач мониторинга чрезвычайных ситуаций в акватории реки, с целью обнаружения ЧС на судах и оперативной реакцией на происшествие. Под ЧС на судах подразумевается: возгорание, погружение под воду, потеря груза, и, как следствие, его разбрасывание по поверхности воды (например, разлив нефти). Применение системы должно позволить принимать оперативные решения, и вовремя вызывать необходимые экстренные службы.

Задачи

При разработке проекта предполагается решение следующих задач:

1) создание технологии обработки и анализа видеоинформации;

2) разработка технологии хранения результатов обработки и анализа наблюдаемых гидрологических и физических данных, результатов моделирования и прогнозирования влияния ЧС на экологическую обстановку;

3) разработка технологий для визуального отображения результатов обработки гидрологических и физических данных в объеме, достаточном для принятия управленческих решений в случае возникновения чрезвычайной ситуации;

4) разработка технологии информационного обеспечения работников экстренных служб;

5) разработка комплекта программных имитаторов информационных потоков данных, с целью тестирования работоспособности системы;

6) проведение тестирования;

7) коммерческая реализация.

Теоретическое решение

Для реализации распознавания ЧС и ее типа предполагается использовать технологию компьютерного зрения, способную решать задачи обнаружения, слежения и классификации объектов.

Основными задачами компьютерного зрения являются:

1. «To see means to know what is where by looking» (David Marr, Vision, 1982) [1];

2. «Тест Тьюринга» - компьютер должен уметь отвечать на любой вопрос об изображении, на который смог бы ответить человек.

На практике компьютерное зрение представляет собой источник семантической и метрической информации о 3D - реальности.

Примеры семантической информации: классификация сцены (расположение, обстановка); выделение объектов сцены, границ и атрибутов.

Примерами метрической информации могут служить: стереореконструкция, восстановление 3D-объекта по видео, моделирование по различным фотографиям.

Алгоритмы компьютерного зрения

Рассмотрим главные существующие предметные области алгоритмов компьютерного зрения: формирование изображений; анализ визуальной информации (фильтрация изображения, определение контуров, описание отдельных фрагментов, поиск соответствий фрагментов на видео); распознавание объектов на изображениях; стереозрение; трехмерная реконструкция (по набору картинок, по видео); фиксация объекта в видеопотоке и слежение. Далее будут приведены основные алгоритмы, используемые в проекте.

Алгоритм сегментации изображений

Сегментация - выделение на изображениях объектов с приблизительно одинаковыми характеристиками яркости. Одним из популярных методов сегментации является метод представления изображения в виде пирамиды. Впервые метод пирамидальной сегментации упоминается у Burt в работе [2]. В результате развития алгоритма появилась взвешенная сегментация [3]. В 2000 годах вышло печатное издание [4], где описывается новый алгоритм - soft segmentation. Основное нововведение в том, что в процессе создания пирамиды в каждом пикселе оригинального изображения вычисляются вероятности его принадлежности той или иной выделенной области. Визуально, пирамиды - это набор изображений, полученных как результат масштабирования оригинального изображения. Таким образом достигается: быстрая обработка изображения, определение опорных точек приближения более маленьких изображений по опорным точкам более крупных. Данный алгоритм используется для выделения судов и/или разброса груза на фоне морской глади.

Алгоритм Виоллы-Джонса

В основе распознавания типа ЧС заложен алгоритм Виолы-Джонса, дополненный использованием диагональной информации, с вейвлетами Хаара, состоящими из сложений и вычитаний прямоугольных областей перед пороговым результатом. Для распознавания необходимо составить набор данных для обучения алгоритма. Про реализацию алгоритма в OpenCV (библиотека компьютерного зрения с открытым исходным кодом) подробно рассказывается в учебнике [5].

Практическая реализация

Для практического развертывания системы «Фиксатор ЧС в речной акватории» предлагается распределенная вычислительная сеть, состоящая из ПК и сетевого оборудования, удовлетворяющих требованиям международных стандартов.

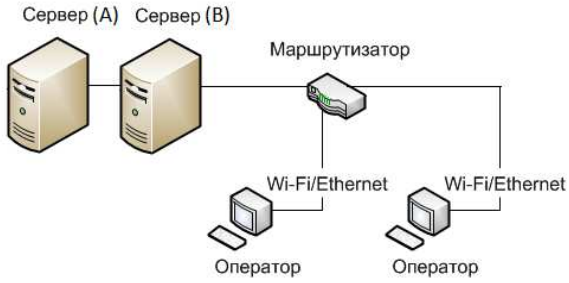


Рис.1. Схема соединения системы мониторинга и удаленных терминалов с видеоархивом.

Сервер (А) – объект взаимодействующий с первичной информацией, приходящей с видеокамер. Сервер (В) – «мозг» системы, отвечающий за накопление, хранение, обработку и анализ информации, поступающей в систему. Основными параметрами серверов являются: быстродействие, надежность, объемы постоянной и оперативной памяти. Основные комплектующие сервера: серверная платформа, оперативная память, жесткий диск, видеокарта, монитор, видео кабели, периферия (мышь, клавиатура). Для разработки потребуется следующее программное обеспечение: MS Windows Server 2008 R2 Standard Edition; СУБД MS SQL Server 2012 Standard Edition, с расширением Transact-SQL (T-SQL); MS Office 2013; Internet Information Services (IIS) 7.5; MS Windows 8; .NET Framework 4.5.. Для каждого удаленного устройства, подключаемого к серверу, потребуется приобрести клиентскую лицензию Microsoft Windows Server. Предлагаемый к реализации проект планируется как система технических средств и программных продуктов, объединяющая в себе данные о состоянии акватории, и результаты прогнозирования и моделирования результатов ЧС на судах. СПО обеспечит возможность мониторинга ситуации несколькими пользователями, что позволит как расширять наблюдаемую зону, так и эффективно взаимодействовать с силами, привлекаемыми для устранения последствий аварий.

На данном этапе разработан макет пользовательского интерфейса просмотра видеопотока с камер для клиентских приложений.

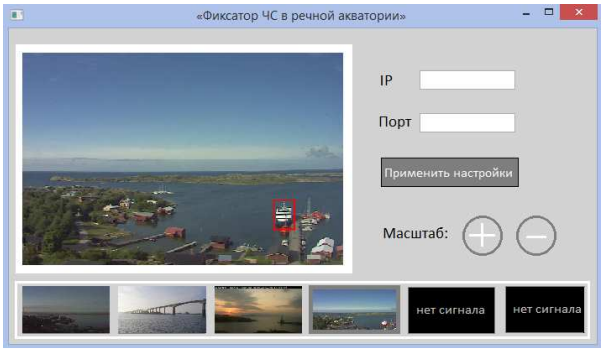


Рис.2. Пример интерфейса просмотра видеопотока с камер.

Имеется окно настроек подключения видеокамеры, а также возможность просмотра видеоряда с уже подключенных камер. Осуществлена поддержка обнаружения судов в акватории. При изменении состояния судна формируется сообщение о ЧП, без указания типа события.



Рис.3. Пример рабочей станции дежурного.

Заключение

В настоящее время нередки случаи крушения судов, их быстрого возгорания и погружения под воду, потерь грузов и загрязнения окружающей среды последствиями. Катастрофа происходит неожиданно, зона поражения стремительно возрастает, а помощь приходит медленно. Для предотвращения гибели людей, снижения рисков несвоевременной помощи, а также, для сохранения экологии предлагается проект по распознаванию ЧС на судах в акватории рек с наличием системы поддержки принятия решений, в круг возможностей которой входит моделирование последствий бедствия.

В результате проведенной работы были разработаны фрагменты системы, обеспечивающие обнаружение судна, распознавание изменения состояния, макеты настольных приложений. Выявлено необходимое ПО для реализации полномасштабной системы, разработана схема сети. Для реализации распознавания рассмотрены наиболее популярные алгоритмы, широко используемые в области компьютерного зрения, которые подходят для реализации, предлагаемой СППР. Для использования алгоритмов была выделена библиотека OpenCvSharp, позволяющая широко экспериментировать с изображениями, добиваясь лучших результатов в области обработки и распознавания.

Список литературы:

1. David Marr «A Computational Investigation into the Human Representation and Processing of Visual Information» W H Freeman and Company New York, 1987

2. P.J.Burt, T.H.Hong, A.Rosenfeld, “Segmentation and Estimation of Image Region Properties Through Cooperative Hierarchical Computation”, IEEE Tran. On SMC, Vol. 11, N.12, 1981.

3. T.H. Hong, A. Rosenfeld, “Compact region extraction using weighted pixel linking in a pyramid”, IEEE Transactions on PAMI, V.6, N.2, 1984.

4. D.Prewer, L.Kitchen, “Weighted Linked Pyramids and Soft Segmentation of Colour Im- ages”, ACCV2000, Taiwan, vol.2, 2000.

5. Gary Bradski and Adrian Kaebler «Learning OpenCV» O’REILLY, 2008

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АДАПТИВНЫХ АЛГОРИТМОВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ РОБОТА

Е.В. Лежнев, А.А. Американов, А.Ю. Глухих, А.Ю. Романов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматривается возможность применения генетического алгоритма и нейронных сетей для реализации алгоритмов передвижения робота, способных корректно вести себя в нестандартной обстановке и изменяющихся условиях функционирования.

Введение

Роботы вся чаще и чаще находят применение в повседневной жизни человека. Это приводит к тому, что использование роботов не ограничивается только созданием автоматизированных производственных линий на предприятиях, они все чаще используются для помощи человеку, ориентирования в пространстве, в развлекательных и социальных целях. Для этого создано множество роботов различных форм, как гуманоидных, так и не гуманоидных форм. Так, например, в Японии создан робот помощник Twendy-One предназначенный для помощи пожилым людям [3]. Этот робот может передвигаться на колесной платформе, брать в руки предметы, помогать человеку передвигаться. Компания Honda разработала робота Asimo[4], который может проводить презентации, выполнять роли гида. Компания Toyota разработала робота партнера [5]. Последние два примера роботов, в отличие от Twendy-One, являются роботами гуманоидами, которые передвигаются на ногах, могут ходить и бегать.

В большинстве роботов заложены хорошо спроектированные алгоритмы функционирования, которые управляют передвижением робота в пространстве. Однако, часто они критичны к ситуациям, когда происходит поломка робота. Часто в результате поломки робот не может передвигаться, используя заложенные в нем алгоритмы, и для большинства таких роботов, поломка систем, позволяющих им передвигаться, приводит фактически к обездвиживанию робота, и, как следствие, этот робот не может сам добраться до места, где его могли бы починить. Это происходит из-за ограниченности алгоритмов описывающих только один способ передвижения.

Разработка алгоритмов движения роботов, которые бы учитывали возможные поломки, является в настоящее время актуальной проблемой в робототехнике. Хотя это и не является главным требованием к роботу, так как практически все роботы работают в непосредственном контакте с человеком и, в случае неисправности, человек сам может увидеть неполадку и вызвать специалистов для ее устранения. Но для более обширного использования роботов, в особенности автономных, они должны уметь работать и в отдалении от людей, когда при поломке оператор не сможет обнаружить поломку сразу. Кроме того, роботы могут работать в различных условиях, куда не всегда возможен доступ человека для его починки. Если поломка затронет механизмы, отвечающие за передвижение, то робот просто останется в том месте, где он сломался без возможности самостоятельно добраться до места, где его заметят и починят.

Одним из способов решения этой проблемы является разработка универсальных алгоритмов поведения роботизированной системы для всех возможных ситуации. К сожалению, такое решение подходит только для очень простых систем, когда количество вариантов взаимодействия робота с окружающей средой достаточно мало. Для больших и сложных роботов этот способ перестает быть приемлемым, так как его трудоемкость значительно возрастает, а разработка эффективных алгоритмов поведения для всевозможных ситуаций становится затратной по времени, да и не гарантирует охвата всех возможных вариантов поломок и экстремальных ситуаций, которые могут произойти с роботом. Это делает данный слишком трудоемким и сложным для масштабирования.

Способ решения проблемы поломки робота с помощью подхода с применением генетических алгоритмов

Решением проблемы передвижения робота в нештатных ситуациях может стать создание таких алгоритмов, которые в случае неисправностей могли бы, в зависимости от новой получившейся конфигурации робота, сгенерировать алгоритм, управление для нее.

Для решения такого рода задач необходимо наличие четко написанного модуля для управления роботом в стандартных условиях, и модуля для генерации новых алгоритмов. Такой модуль можно реализовать, применив генетический алгоритм.

Работа всех систем робота, отвечающих за передвижение, контролируется датчиками, которые пересылают данные о результате прохождения сигнала через механические части робота, отвечающие за его перемещение, на обрабатывающее устройство. При штатной работе всех систем управление роботом осуществляет базовым алгоритмом движения.

При неисправности какого либо из механизмов, информация о поломке поступает на обрабатывающее устройство, которое запускает модуль генерации алгоритма передвижения. По данным, полученным с датчиков, робот строит множество вариантов алгоритмов управления новой своей конфигурацией первого поколения. Далее проверяется эффективность работы каждого из полученных алгоритмов. По результатам проверки большая часть вариантов алгоритмов отбрасывается. Оставшиеся варианты скрещиваются между собой и видоизменяются, в результате чего генерируется второе поколение вариантов, которые снова проверяются на эффективность. Эти действия повторяются и продолжаются до тех пор, пока не будет достигнут приемлемый результат, который удовлетворит заданным критериям остановки генерации алгоритма. Одними из параметров этого критерия может служить передвижение робота в заданном направлении и достигнутая скорость передвижения.

В заключение можно сказать, что применение генетического алгоритма возможно в сочетании с нейронной сетью, которая могла бы в процессе работы нового сгенерированного алгоритма, выполнять его улучшение и предоставлять поправочные коэффициенты для дальнейшего его усовершенствования.

Список литературы:

1.Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский М. “Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы”. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006.

2.Angeles J. “Fundamentals of Robotic Mechanical System”. Springer International Publishing Switzerland, 2014

3.Twendy-One – робот помощник. – Режим доступа: http://www.zobot.ru/twendy-one-robot-pomoshhnik/.

4.Honda's new ASIMO robot, more human-like than ever. – Режим доступа: http://phys.org/news/2014-04-honda-asimo-robot-human-like.html.

5.Инновационные проекты Toyota: создан робот-помощник для пожилых и инвалидов. – Режим доступа: http://www.innoros.ru/news/12/09/innovatsionnye-proekty-toyota-sozdan-robot-pomoshchnik-dlya-pozhilykh-i-invalidov.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ПРОГРАММАМИ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

А.А. Разоренов
НИУ ВШЭ,
Факультет бизнес-информатики

Аннотация

В докладе рассматривается применение естественно-языковых интерфейсов для управления программным обеспечением на примере естественно-языкового управления файловой системой.

Введение

В настоящий момент стандартом пользовательского интерфейса является графический интерфейс пользователя. В то же время, эволюция программного обеспечения привела к тому, что графический интерфейс пользователя стал всё более и более усложняться, всё чаще сталкиваясь с ограниченными возможностями отображения графики на экране. Это привело к двум неприятным последствиям:

- Часть возможностей программного обеспечения оказывается неизвестной пользователю, так как он их не находит в бесконечных меню, вложенных друг в друга элементах интерфейса и открывающихся друг за другом окон.
- Поиск файлов по папкам или программ в меню системы всё чаще превращается в утомительный процесс.

Хорошим примером первого из описанных последствий могут служить современные офисные пакеты - несмотря на целый ряд ухищрений: панели инструментов с кнопками, а в последних версиях и ленточный интерфейс (Ribbon) – его, например, можно увидеть в Microsoft Office 2007 или более позднем – большинство возможностей офисных пакетов остаются недоступными обычному пользователю.

Примером систем с недостатками второго вида являются современные ERP-системы: в Oracle e-Business Suite, например, даже предусмотрены средства поиска среди пунктов меню доступных пользователю – правда, по удобству использования этому средству далеко до подсказок Google (Google Suggestions).

Перспективным выходом из данной ситуации представляется разработка интерфейсов, предоставляющих пользователю возможность взаимодействия с прикладной компьютерной системой на ограниченном естественном языке (ЕЯ) – русском, английском или других. При этом естественно-языковой интерфейс управления может рассматриваться как дополнение или альтернатива графическим интерфейсам пользователя.

Обзор существующих решений

Наибольшее количество исследований и разработок ЕЯ-интерфейсов сегодня посвящены интерфейсам к базам данных и базам знаний. Тема управления программным обеспечением исследована слабее, однако и в этом направлении ведутся работы, см., например, 3.

В настоящее время имеются различные программы, использующие естественно-языковой интерфейс (Natural Language Interface) для управления программным обеспечением, такие как: Siri – средство речевого управления телефонами iPhone 4S/5; её русскоязычный аналог: Собеседник HD; Ubiquty – дополнение для Firefox; Braina Project – программное обеспечение для управления компьютером в целом; NLUI Server – серверное программное обеспечение для построения сценариев взаимодействия с программами на естественном языке и встраивания поддержки естественно-языкового интерфейса в приложения.

Перечисленные системы выполняют простые одноактные команды: открыть файл «имя файла», создать папку «наименование папки», скопировать файл «имя файла» в папку «имя файла» и другие. В то же время диапазон пользовательских команд неизмеримо шире, он может включать в себя такие сложные конструкции, как «Скопировать все текстовые и музыкальные файлы, созданные в этом году, из папки А в папку Б, запаковать их и отправить по электронной почте на адрес someperson@example.org». Учесть всё многообразие возможных пользовательских команд, используя прямолинейный подход к обработке входных предписаний, невозможно.

Среди исследований, стремящихся к преодолению данного ограничения, необходимо отменить 4.

Необходимые условия для разработки ЕЯ-интерфейсов

Для создания ЕЯ-интерфейсов управления компьютерными системами необходима разработка формального аппарата, описывающего управление программным обеспечением с помощью естественно-языковых предписаний (команд), а также программного обеспечения на его основе.

В рамках проводимого исследования разрабатывается алгоритм преобразования предписаний (команд) пользователя в формальное семантическое представление. Полученное семантическое представление затем с помощью специализированной базы знаний преобразуется в формат, доступный для исполнения прикладной системой. Также разрабатывается метод расширения специализированной базы знаний силами пользователя.

Применение ЕЯ-интерфейса для управления файловой системой.

Для проверки разрабатываемого формального аппарата была создана программа Natural Language Commander – Version One (NLC1) на языке Haskell, выполняющая ограниченный набор команд на файловой системе.

NLC1 принимает на вход команды пользователя из некоторого ограниченного подмножества русского языка. Далее, программа с помощью расширения алгоритма SemSyn, описанного в 1 и 2, преобразует введённую пользователем команду в её семантическое представление, представленное средствами теории СК-языков – К-представление.

Например, семантическим представлением предписания «Переместить фотографии из папки С на рабочий стол» может быть следующая формальная конструкция:

```
Команда
(
 #сейчас#,
 Перемещение*
  (
   Источники,
   все фотография*
    (Расположение, Папка*(Наименование, "С"))
  )
  (Назначение, Рабочий-стол)
)
```

Полученные семантические представления затем упрощаются с использованием специализированной базы знаний, например: семантическая единица «фотография» заменяется семантическим представлением фразы «файл с расширением jpg, jpeg, png или bmp» с помощью преобразований:

Фотография ├ изображение

Изображение ├ Файл*(Расширение, ("jpg" ∨ "jpeg" ∨ "png" ∨ "bmp"))

Полученное в результате семантическое представление:

```
Команда
(
 #сейчас#,
```

```
Перемещение*
  (
    Источники,
    все файл*
      (Расширение, ("jpg" ∨ "jpeg" ∨ "png" ∨ "bmp"))
      (Расположение, Папка*(Наименование, "C"))
  )
  (Назначение, Рабочий-стол)
)
```

преобразуется в сценарий на языке прикладной системы (скрипт) – в случае NLC1 это скрипт командной оболочки операционной системы – Bourne Again Shell (bash). В рассматриваемом примере будет получен следующий сценарий:

```
cp C/*.jpg C/*.jpeg C/*.png C/*.bmp $(path_to Desktop)
```

Использование сценариев на языке прикладной системы вместо непосредственного исполнения программой позволяет существенно расширить спектр обрабатываемых команд. А так как сам перечень команд содержится в специализированной базе данных программы, это делает перечень поддерживаемых команд расширяемым без изменения программного кода самой программы.

Заключение

Предложенный метод позволяет разрабатывать средства управления программным обеспечением посредством естественного языка, начиная с управления несложными командами, с перспективой дальнейшего развития в направлении усложнения предписаний – возможно, до программирования действий в парадигме Literate Programming – литературное (грамотное) программирование.

Данный подход к пользовательским интерфейсам, позволяет не только упростить взаимодействие человека и компьютера, но и даёт возможности для пользователя описывать свои типовые последовательности действий для самостоятельной автоматизации своей работы.

Список литературы:

1. Фомичев В.А. Формализация проектирования лингвистических процессоров – М.: МАКС Пресс, 2005. 368 с.

2. Fomichov V.A. Semantics-Oriented Natural Language Processing: Mathematical Models and Algorithms // IFSR International Series on Systems Science and Engineering, Vol. 27. Springer: New York, Dordrecht, Heidelberg, London, 2010.-354 p.

3. Chong S., Pucella R. A Framework for Creating Natural Language User Interfaces for Action-Based Applications. arXiv:cs/0412065

4. Landgraf M., Programming Computers in Everyday Language // Karlsruhe Institute of Technology, Press Release No. 125/2014

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Н.Е. Поляков
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматриваются различные МООК-платформы(массовые открытые онлайн-курсы), а так же их преимущества и недостатки, различия и способы реализации.

Введение

Что такое дистанционное образование? Согласно нормативным актам РФ образование в нашей стране делится на три категории: очная, заочная и очно-заочная(вечерняя). Так как какого-либо упоминания(пока) в законодательстве нашей страны насчет дистанционного образования(ДО) нет, то мы можем причислить это ДО к любому из трех видов узаконенного образования. Но в чем отличие, к примеру, заочного образования от дистанционного? И что мы понимаем под термином дистанционное образование? Ведь, если использовать телекоммуникационные технологии для пересылки учебного материала студентам, то большой разницы между ДО и заочной формой обучения не будет. Меняется лишь среда передачи информации. Разберемся поподробнее, что же такое дистанционное образование.

Что такое Дистанционное Образование

Необходимо в первую очередь понять, что перед ДО ставится задача “разработать педагогические технологии, позволяющие сохранить качество и авторский характер очного обучения при сокращении объема аудиторных занятий и увеличении объема самостоятельной работы”. Сокращение аудиторских занятий решает проблему переезда и проживания обучающихся , но возрастают требования к технологическому обеспечению студентов, хотя для некоторых МООК требуется лишь подключение к интернету и браузер.

Краткий обзор МООК на примере Coursera

Сразу стоит отметь, что Coursera – передовой МООК, завоевавший популярность во всем мире. Coursera признают флагманом ДО(на данный момент эта платформа насчитывает более 10 миллионов учащихся и около 900 курсов). Они так же являются пионерами во многих направлениях. Остальные платформы идут по следам Coursera. Вся платформа стоит на веб-сервере nginx. Также не последнюю роль в жизнедеятельности платформы играет компания Amazon. К примеру, базы данных Coursera используют облачный сервис от Amazon, с помощью которого обрабатывают около 10 млрд. SQL-запросов ежемесячно.

Сердце Coursera – 900 онлайн-курсов, которых вы можете пройти в любой момент времени, стоит только зарегистрироваться на понравившейся курс. Курс проходит примерно в таком ключе:

1.Вам дается некоторое количество видео и аудиоматериала(лекции, семинары и т.д.). На освоение этого материала дается некоторое количество времени.

2.Каждая тема заканчивается тестированием или взаимооцениванием учащихся.

3.Существует онлайн-контакт с другими учащимися на этом курсе.

4.По прохождении курса выдается сертификат.

Несмотря на популярность Coursera(по статистике) только 10% учащихся проходят курс до конца. Это говорит о недостаточной мотивации, которую дает МООК, что, естественно, отличается от классического обучения в вузе или школе. Именно недостаток мотивации при прохождении МООК является самым большим минусом всего дистанционного образования.

Методы исследования и ожидания

Так как это исследовательская работа, то методы просты:

1.Изучение литературы.

2.Наблюдение.

3.Теоретический анализ полученного материла.

В итоге должна получится исследовательская работа с полным анализом различных платформ, обеспечивающих развитие ДО, внедрение ДО в общество, а также достаточно несложное функционирование этого ДО в сети Интернет.

Список литературы:

1.Информационно-технологическое обеспечение ДО. В.М. Вымятнин. URL: http://ido.tsu.ru/files/pub1999/3_1999_vymjatnin.pdf

2.Тренды в онлайн образовании URL: http://habrahabr.ru/company/stepic/blog/221121/

3.Онлайн-платформа Coursera URL: https://www.coursera.org/

4.Comparing MOOC Platform Features URL: https://signalblog.stanford.edu/platform-features/

ПРИМЕНЕНИЕ SOLIDWORKS FLOSIMULATION ПРИ АНАЛИЗЕ ПЕЧАТНОГО УЗЛА

И.М. Рыбаков, Н.В. Горячев, А.А. Прошин
ФГБОУ ВПО ПГУ,
Факультет приборостроения, информационных технологий и электроники

Аннотация

В данной статье рассмотрены основные особенности и способы математического моделирования, применяемые в САПР инженерного анализа SolidWorks FloSimulation.

Введение

В проектировании современной электроники компьютерное моделирование является необходимым инструментом для создания технически сложных объектов. Широкий круг расчетов проводится для анализа и симуляции различных видов явлений, для выявления слабых мест конструкций. Особый интерес вызывают последние разработки в области САПР для многомерного анализа конструкций, примером таких САПР является программа SolidWorks.

Особенности математического анализа в САПР SolidWorks

Для нахождения искомого численного решения задачи математическая модель физических процессов теплообмена, используемая в SolidWorks FloSimulation, дискретизируется как по пространству, так и по времени (движение и теплообмен текучей среды, а также теплопередача в твердом теле моделируются как нестационарные, а решение стационарных задач определяется как установившееся по времени). Чтобы выполнить дискретизацию по пространству, вся расчетная область покрывается расчетной сеткой, грани ячеек которой параллельны координатным плоскостям используемой в расчете декартовой системы координат модели в SolidWorks FloSimulation. Поскольку в SolidWorks FloSimulation используется метод конечных объемов, значения независимых переменных рассчитываются в центрах ячеек, а не в узлах расчетной сетки, то используемая в программе расчетная сетка описывается ее ячейками, а не узлами, как в методах конечных разностей. Соответственно, ячейки расчетной сетки имеют форму параллелепипедов. Область, в которой эта сетка строится, также имеет единообразную для всех задач форму параллелепипеда.

При решении внутренних задач, при расчете поведения текучей среды в ограниченной стенками модели области (эта область может иметь или не иметь входные и выходные отверстия, соединяющие ее с текучей средой вне расчетной области), используется так называемый метод фиктивных областей, т. е. формально расчетная сетка строится в параллелепипедообразной области, покрывающей модель с текучей средой внутри. Но расчеты проводятся только в ячейках, попавших в расчетную область, т. е. в пространство, заполненное в соответствии с постановкой задачи текучей средой и твердым телом (если в нем рассчитывается теплопередача). В ячейках вне расчетной области расчеты не проводятся. Этот подход позволяет рассчитывать течения в очень сложных каналах без усложнения алгоритма решения задачи.

При решении внешних задач, когда текучая среда обтекает твердое тело (при этом среда может также течь или находиться и внутри тела тоже, с сообщением или без сообщения с обтекающей тело средой), метод фиктивных областей не используется — расчетная область автоматически строится в виде параллелепипедообразной области, грани которой параллельные, как и расчетные ячейки, координатным плоскостям декартовой системы координат модели в SolidWorks, расположены на определенном расстоянии от твердого тела. При необходимости эти грани могут быть пользователем удалены от модели или приближены к ней.

Процесс построения расчетной сетки начинается с построения так называемой базовой сетки, она получается разбиением пространства построения сетки на слои плоскостями, параллельными координатным плоскостям используемой декартовой системы координат модели. При необходимости (например, для лучшего разрешения тонких плоских тел), некоторые из этих плоскостей, а также расположение остальных плоскостей между этими плоскостями и между этими и граничными плоскостями, могут быть заданы самим пользователем.

Поскольку грани расчетных ячеек не аппроксимируют соприкасающиеся с текучей средой поверхности твердых тел, то для разрешения расчетной сеткой относительно небольших геометрических особенностей этих поверхностей (участков повышенной криволинейности, выступов, впадин, отверстий, поверхностей тонких тел, окруженных текучей средой, и т. п.) используются процедуры соответствующего локального дробления ячеек сетки около этих участков поверхностей перед началом расчета. Так, каждая ячейка базовой сетки, пересеченная поверхностью твердого тела на границе с текучей средой делится на 8 одинаковых, геометрически ей подобных ячеек меньшего размера. Если используемый при построении сетки критерий дробления ячеек еще не удовлетворен, то те из 8 ячеек, которые пересечены этой поверхностью твердого тела, т. е. являются частичными, в свою очередь, аналогичным образом делятся на 8 еще более мелких ячеек, и т. д., до удовлетворения данного критерия дробления размером полученных ячеек, но не более чем до достижения размера, в 7 раз меньшего базовой ячейки.

Для разрешения областей с большими градиентами физических параметров текучей среды или температуры твердого тела используются процедуры дробления ячеек сетки как до начала расчета, так и во время расчета.

Процедура, дробящая ячейки в текучей среде до начала расчета, для каждой частичной ячейки автоматически определяет количество ячеек в текучей среде от этой ячейки до противоположной, ограничивающей данную проточную область, поверхности твердого тела по нормали к поверхности тела в этой частичной ячейке. Если это количество меньше определенного числа расчетных ячеек, то ячейки вдоль этой нормали дробятся до достижения этого определенного числа ячеек. Также работает процедура, дробящая ячейки в тонких твердых телах, с той лишь разницей, что подсчитываются ячейки расчетной сетки в твердом теле.

Процедура, дробящая ячейки расчетной сетки в областях с большими градиентами физических параметров текучей среды или температуры твердого тела, определенными во время расчета, анализирует рассчитанные значения физических параметров в соседних ячейках и дробит

эти ячейки до тех пор, пока разница между этими значениями не станет меньше определенной величины, зависящей от анализируемых параметров. Если разница между значениями физических параметров в соседних ячейках больше определенной величины, то эта же процедура работает в обратную сторону, т. е. сливает ранее созданные этой процедурой 8 дочерних ячеек обратно в одну.

Описанные процедуры работают автоматически в соответствии с заданными по умолчанию или пользователем характеристиками установок этих процедур.

Полученное на сформированной таким образом некоторой расчетной сетке дискретное решение поставленной непрерывной (дифференциальной) математической задачи в общем случае зависит от размеров ячеек расчетной сетки, покрывающих расчетную область.

Заключение

Таким образом, чтобы решить поставленную математическую задачу достаточно точно, а также для оценки достигнутой точности, необходимо проведение нескольких расчетов на разных, более редких и более частых расчетных сетках с целью определить такую частоту расчетной сетки, начиная с которой решение задачи перестает значимо зависеть от частоты сетки, т. е. выходит на "полку", что указывает на достижение необходимой точности решения математической задачи (так называемой сеточной сходимости решения математической задачи).

Список литературы:

1. Алямовский А. А. и др. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике /Авторы: Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В.,Харитонович А. И., Пономарев Н. Б. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. —800 с.: ил.

2. Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks. – М.: ДМК Пресс,2011, - 784 с.

3. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. М.: ДМК Пресс, 2011. 464 с.

4. Воробьев Д. В. Характеристики и источники механических воздействий на радиоэлектронные средства / Д. В. Воробьев, Н. С. Реута, Н. В. Горячев // Молодой ученый. — 2014. — №19. — С. 182-185.

5. Бростилов С.А. Метрологический анализ измерительной подсистемы информационно-измерительной системы для исследования средств воздушного охлаждения / С.А Бростилов, Н.В. Горячев, Т.Ю. Бростилова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 2. С. 127-129.

6. Трифоненко И.М. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств / И.М. Трифоненко, Н.В. Горячев, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 396-399.

7. Меркульев А.Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий / А.Ю. Меркульев, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — №11. — С. 143-145.

8. Петрянин Д.Л. Анализ систем защиты информации в базах данных / Д.Л. Петрянин, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 115-122.

9. Граб И.Д. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплоотводов/ И.Д. Граб, Н.В. Горячев, А.В. Лысенко, Н.К. Юрков //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 244-246.

10. Белов А.Г. Обзор современных датчиков утечки воды / А.Г. Белов, Н.В. Горячев, В.А. Трусов, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 34-36.

11. Подложенов К.А. Разработка энергосберегающих технологий для теплиц / К.А. Подложёнов, Н.В. Горячев Н.К.Юрков // Современные информационные технологии. 2012. № 15. С. 193-194.

12. Шуваев П.В. Формирование структуры сложных многослойных печатных плат / П.В. Шуваев, В.А. Трусов, В.Я. Баннов, И.И. Кочегаров, В.Ф. Селиванов, Н.В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 364-373.

13. Grab I.D., Sivagina U.A., Goryachev N.V., Yurkov N.K. Research methods of cooling systems. Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific – practical conference. Part 2. –M.: HSE, 2014, 443-446 pp.

14. Горячев Н.В. Уточнение тепловой модели сменного блока исследуемого объекта / Н.В. Горячев, И.Д. Граб, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 169-171.

15. Сивагина Ю.А. Обзор современных симплексных ретрансляторов радиосигналов/ Ю.А. Сивагина, И.Д. Граб, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 74-76.

16. Прошин А. А. Базовая структура системы выбора радиатора электрорадиоизделия / А. А. Прошин, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — №20. — С. 206-209.

17. Сивагина Ю.А. Разработка ретранслятора радиосигналов и его компьютерной модели / Ю.А. Сивагина, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков, И.Д. Граб, В.Я. Баннов // Современные информационные технологии. 2013. № 17. С. 207-213.

18. Горячев Н.В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные перемычки / Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 122-124.

19. Воробьев Д. В. Шумы осциллографа при исследовании электронных средств / Д. В. Воробьев, Н. С. Реута, Н. В. Горячев // Молодой ученый. — 2014. — №19. — С. 185-187.

20. Горячев Н.В. Концептуальная схема разработки систем охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники / Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Проектирование и технология электронных средств. 2009. № 2. С. 66-70.

21. Граб И. Д. Совершенствование метода термокомпенсации синтезатора частоты с использованием бесконтактного датчика температуры / И.Д. Граб, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 129-130.

22. Горячев Н.В. Исследование и разработка средств и методик анализа и автоматизированного выбора систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры / Горячев Н.В., Танатов М.К., Юрков Н.К. // Надежность и качество сложных систем . 2013. № 3. С. 70-75.

23. Стрельцов Н.А. SDR-трансиверы и их применение / Н.А. Стрельцов, Н.В. Горячев, В.А. Трусов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 281-282.

24. Воробьев Д. В. Применение унифицированных электронных модулей при создании генератора гармонических колебаний / Д. В. Воробьев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — №20. — С. 114-117.

ИПИ-ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

О.Р. Попова, Т.А. Корнеева
СурГУ, факультет Автоматики и Телекоммуникаций

Накопленный опыт проектирования радиоэлектронных средств показывает, что традиционные методы проектирования, основанные на экспериментальных исследованиях макетных и опытных образцов, становятся все менее эффективными в связи с постоянно ужесточающимися требованиями (в первую очередь, по надежности), а также сжатыми сроками разработки.

Казалось бы, что удельный вес передовых методов проектирования, основу которых составляют методы математического моделирования (немыслимые без применения компьютеров), должен постоянно возрастать, тем более, что это нашло свое прямое отражение и в последней (1998 г.) редакции комплекса военных стандартов «Мороз». Однако, большинство рекомендуемых там математических моделей были разработаны еще в середине 80-х годов прошлого века, а методы их решения ориентированы на проведение «ручных» расчетов, что естественным образом сказалось на точности расчетов и возможности их применения при проектировании современной аппаратуры.

Кроме того, можно констатировать, что на предприятиях ВПК основную часть специалистов пока еще составляют инженеры преклонного возраста, которые в силу понятных причин (в том числе и зарплаты), отнюдь не стремятся к освоению современных CAD-/CAE-систем. Что касается молодых специалистов, привлечению которых на ряде предприятий уделяется повышенное внимание (вплоть до привлечения студентов), то здесь иногда складывается парадоксальная ситуация: выпускник вуза, который год (а иногда и более) отработал на предприятии, призывается на службу вместо того, чтобы продолжить работу по специальности.

Таким образом, основная проблема явно низкого уровня внедрения современных методов проектирования состоит не столько в недостаточном развитии самих методов и оформлении их юридического статуса (стандартизации, сертификации и т.д.), неполном обеспечении (в том числе и по материальным причинам) парка компьютеров, а в элементарном отсутствии специалистов, которые владеют ими, понимают их преимущества и могут оценить положительный эффект при решении инженерных задач.

Тем не менее, несмотря на объективные трудности, внедрение современных методов проектирования является актуальной задачей, на решение которой должны быть направлены усилия как руководителей предприятий, так и преподавателей вузов. В этой связи можно отметить положительные тенденции, связанные не только с повсеместным внедрением систем проектирования печатных плат (например, ACCEL, PCAD, OrCAD, Protel DXP), но и систем моделирования физических процессов (электрических, тепловых, механических), протекающих в схемах и конструкциях аппаратуры, систем расчета показателей надежности и др.

Другой важный аспект, который также нельзя не учитывать при проектировании радиоэлектронных средств это то, что они являются составной частью систем управления современных ракет и должны работать в комплексе с другими системами, разрабатываемыми на предприятиях. Разработчики аппаратуры территориально разобщены, поэтому для более эффективной работы в приоритетном направлении деятельности, которым является разработка, производство, поставка и модернизация управляемых ракет и ракетных комплексов, необходимо применение информационных технологий для объединения всех участников процесса разработки ракет нового поколения.

Практической реализацией информационных технологий являются ИПИ(CALS)-технологии, которые позволяют осуществить непрерывную информационную поддержку продукции на протяжении всего жизненного цикла (в том числе и на этапе проектирования).

Однако, в настоящее время использование ИПИ(CALS)-технологий нельзя рассматривать только как формальное выполнения требований международных стандартов ISO серии 10303. Наряду с внедрением PDM/PLM-систем для управления документооборотом необходимо применять масштабируемые сетевые СУБД (Oracle, MSSQL и др.), позволяющие в полном объеме использовать возможности сетевых технологий. В этом плане несомненным преимуществом обладают программные средства, реализующие методы математического моделирования, созданные в технологии «клиент-сервер». Их преимущества проявляются особенно сильно на ранних этапах проектирования, когда проводятся поисковые работы, в которых участвуют инженеры различных специализаций (системотехники, схемотехники, конструктора, теплотехники и др.), т.к. при использовании «клиент-серверных» приложений существенно упрощается организация моделирования как одного и того же изделия (комплекса) разными специалистами, так и разных изделий одним специалистом, независимо от территориального расположения предприятий-разработчиков . Применение PDM-систем на этих этапах вряд ли целесообразно, так как основную часть информационного обмена составляют текущие результаты исследований, а не документация, для управления которой, в первую очередь, и предназначены PDM-системы.

Многолетний опыт математического моделирования, сетевых и информационных показывает, что для развития научно-технического потенциала необходима организация непрерывной информационной поддержки проектных исследований не только внутри отдельно взятого предприятия, но и Корпорации в целом, включая опытное и серийное производство, что позволит более эффективно решать на высоком профессиональном уровне самые сложные инженерные задачи по созданию управляемого оружия нового поколения (в том числе и радиовысотомерных систем), превосходящего лучшие мировые образцы.

Список литературы:

1. Российская энциклопедия CALS. Авиационно-космическое машиностроение / под ред. А.Г. Братухина. - М. : ОАО «НИЦ АСК», 2008. - 608 с.

2. Засыпкин С.В. Моделирование тепловых режимов радиоэлектронных средств с оптимизацией удельного расхода охлаждающего воздуха. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук.-М: МИЭМ, 1995.-210 с.

3. Условия ситуационного управления деятельностью и развитием предприятия / В.А. Ушаков, Е.И. Резник, М.В. Якушев, С.В. Козлов // Информационные технологии в проектировании и производстве. 2004. № 3. С. 3-13.

4. Жаднов В. В., Иофин А. А. Математическое моделирование и ИПИ-технологии в автоматизированном проектировании сложных РЭС// Надѐжность и качество: Труды Международного симпозиума «Надѐжность и качество – 2005». - Пенза:Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005.

РАЗРАБОТКА УДОБНОГО ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ SEEYA

В.Ю. Ким
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

В докладе рассмотрены определенные этапы разработки пользовательского интерфейса (UI – англ. user interface) для мобильного приложения SeeYa, которые позволили сделать UI наиболее удобным для дальнейшего использования.

Под удобным пользовательским интерфейсом будет пониматься UI,работая в котором, у пользователя не будет возникать затруднений во время использования самого приложения.[64]

Актуальность темы заключается в быстро развивающемся рынке мобильных приложений. В США уже в 2010 году прогнозировали, что количество смартфонов будет заметно больше обычных сотовых телефонов.[2] Ав России с периода 2009 – 2012 гг. оценочная стоимость рынка мобильных приложений увеличилась с 3 млн. долларов до 137,3 млн. долларов.[3]

Для исследования данной темы изначально следует выяснить, для чего будет использоваться разрабатываемое мобильное приложение, ведь от этого во многом зависит будущий вид UI. В данном эксперименте пользовательский интерфейс разрабатывается для приложения под названием SeeYa, задача которого заключается в нахождении оптимального места встречи. Из этого становится ясно, что в приложении будут отображаться текст, таблицы и карты.

Далее будут исследованы аналоги разрабатываемого мобильного приложения для нахождения в них субъективных плюсов и минусов. В таких приложениях как Meet me halfway (далее ММН)и 2GIS, которые являются наиболее схожими по функционалу приложениями, есть ряд особенностей: минимальное количество элементов управления и страниц в ММН, удобная навигация с помощью изображений, как элементов управления, в 2GIS. После того, как достоинства данных аналогов были определены, составляется Story Map (карта сценария), полный сценарий использования мобильного приложения, с разделением всех возможных действий на соответствующие страницы приложения. Пример части Story Map, которая описывает функционал одной страницы разрабатываемого приложения, представлен ниже (Рис.1).

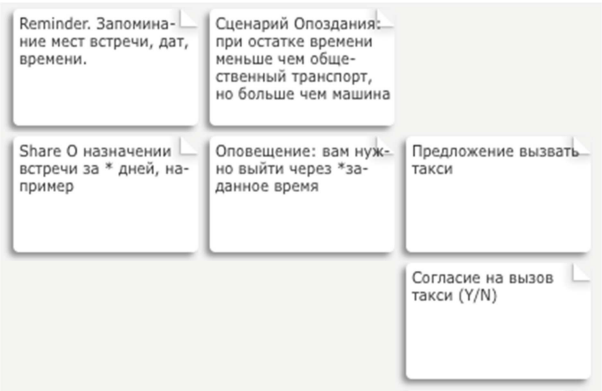


Рис.1. Пример карты сценария

После тщательной разработки карты сценария становится очевидно, что она основана на мнении разработчика и может являться непригодной к использованию среднестатистическим пользователем. Для исправления данной ошибки будет использован метод фокус-групп[4]. В данном случае, под фокус-группой будет пониматься небольшая группа людей, которая не знакома с идеей мобильного приложения, для которого создается UI, а также состоящая из лиц, потенциально заинтересованных в нем. Во время эксперимента была использована фокус-группа, состоящая из 9 человек, в которую входили студенты различных московских вузов. Были выявлены следующие недостатки: сложность навигации внутри карты сценария, недочеты в предполагаемом расположении окон, и, основываясь на них, нужные изменения были внесены в Story Map, после чего последовал этап прототипирования.

В ходе данного этапа должно быть создано несколько макетов для приложения, которые будут сравниваться между собой, для выявления лучшего из них. В силу ограниченности ресурсов во время эксперимента был создан один макет, в который постоянно вносились изменения. Для улучшения самого макета на данном этапе была подключена новая фокус-группа, состоящая из 7 человек, которые пользуются смартфонами не более 2 лет. Каждый участник фокус-группы независимо от остальных исследовал макет UIи после этого описал затруднения, которые могут возникнуть при использовании данной версии макета. Были отмечены следующие трудности: некоторые элементы управления являются слишком сложными, количество предлагаемых мест для встречи слишком велико, что делает выбор конечного места для встречи сложнее, а длинные словосочетания, которые являются кнопками, следует заменить на более короткие. Таким образом надпись на кнопке “Is meeting later?” была изменена на “Meet later”, а количество предлагаемых мест для встречи стало ограничиваться ближайшими тремя.

Следующим этапом проектирования макета стало масштабирование элементов управления. Всегда следует учитывать диагональ и разрешение экрана смартфона, под который разрабатывается мобильное приложение, ведь от этого зависит то, насколько удобными будут элементы управления. В данном эксперименте приложение разрабатывается для iPhone 5/5s/6/6 plus. В трех из четырех моделей имеется разное разрешение экрана: 1136x640 у iPhone 5/5s, 1334x750 у iPhone6, 1920x1080 у iPhone 6 plus, и диагонали 4, 4.7, 5.5 дюймов соответственно. В итоге были изменены размеры кнопок и прочих элементов управления для соответствующей модели устройства.

После всех вышеописанных этапов был получен готовый макет пользовательского интерфейса, пригодный для использования при разработке мобильного приложения. Немаловажным является то, что макет UI также учитывает весь предполагаемый функционал приложения SeeYa.

Список литературы:

1. В.В. Кулямин. Технологии программирования. Компонентный подход. Лекция 9, Принципы создания удобного пользовательского интерфейса. ISBN 5-94774-544-5, 5-9556-0067-1; 2007 г., 119с.

2. The Nielsen Company. The State Of Mobile Apps, 2010 г.

3. Элина Асфаганова. Анализ рынка мобильных приложений: куда расти дальше? URL: http://smallbusiness.ru/start/biz_plan/4968/

4. И.А. Пономарев. Методы оценки качества пользовательского интерфейса. URL: http://it-claim.ru/Library/Books/ITS/wwwbook/ist6/ponomarev2/ponomarev2.htm

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПЛИС

С.Ю. Труфанов, А.А. Прошин, Н.В. Горячев
ФГБОУ ВПО ПГУ,
Факультет приборостроения, информационных технологий и электроники

Аннотация

В данной статье рассказывается о технологии ПЛИС, их технических особенностях, способах занесения в них информации и применении на практике.

Введение

Современная микроэлектроника достигла больших высот и продолжает нас удивлять в своем развитии. Одним из наиболее интенсивно развивающихся направлений является развитие и использование программируемых логических интегральных схем – ПЛИС.

Основы развития ПЛИС были заложены в XX веке в 70-х г., и эта матричная структура называлась программируемыми логическими матрицами, сокращенно ПЛМ. Этот термин перекочевал и в современный язык, где иногда употребляется в среде схемотехников как сленговое название для ПЛИС, потому что аббревиатуру ПЛМ можно расшифровать и как программируемая логическая микросхема. Тем не менее, правильными терминами следует считать аббревиатуры ПЛИС и СБИС ПЛ. Еще один устаревший термин, используемый для программируемой логики – ПМЛ – программируемая матричная логика, в частности используется для обозначения устаревших микросхем, появившихся промежуточно между ПЛМ и современными ПЛИС.

Семейство базовых матричных кристаллов также стало основой для развития технологии ПЛИС. БМК достаточно сложная программированная структура с использованием фотолитографических матриц, что во времена их использования было достаточно прогрессивно, но в настоящее время потеряло актуальность.

Этот их недостаток послужил предпосылкой для появления нового класса специализированных полузаказных микросхем (СПИС) - программируемых логических ИС (ПЛИС).

Технология ПЛИС

Микросхемы ПЛИС разделяются на несколько групп, имеющих разные аббревиатуры в английской литературе. Первые микросхемы программируемой логики назывались programmable logic devices (PLD), затем появились programmable array logic (PAL) и gate array logic (GAL). В настоящее время эти группы микросхем переродились в CPLD (Complex Programmable Logic Device). ПЛИС – это электронный компонент, используемый для создания цифровых интегральных схем. Состоит из программируемых логических блоков и программируемых соединений между этими блоками. Каждая ПЛИС содержит большое количество таких программируемых блоков. Возможность конфигурировать эти устройства позволяет инженерам-разработчикам находить решение массы разнообразных задач.

В зависимости от способа изготовления ПЛИС могут программироваться либо один раз, либо многократно.

Работа ПЛИС задается непосредственно программированием. Для этого инженерами-разработчиками применяется программаторы и отладочные среды, позволяющие задать желаемую архитектуру цифрового устройства в виде принципиальной электрической схемы или программы на специальных языках описания аппаратуры. Количество логических микросхем, которые можно создать в одной ПЛИС зависит от его типа и может достичь до 40 тыс. эквивалентных микросхем средней логической интеграции.

На небольшом кристалле с минимальным потреблением могут быть запрограммированы логические ячейки для работы с памятью. Логика ПЛИС имеет ячейки памяти объемом до нескольких мегабайт. ПЛИС применяется для построения различных по сложности цифровых устройств. Как правило, ПЛИС имеют различные порты ввода/вывода, подсистемы цифровой обработки сигналов, обеспечивают высокоскоростную передачу данных и используются при проектировании и прототипировании различных микросхем, а также в качестве коммутаторов между системами с различной логикой работы. И этого делаем вывод, что ПЛИС содержат множество логических элементов, реализующих простые логические функции.

Главным направлением использования ПЛИС являются:

1). Проектирование систем Цифровой обработки Сигналов – ЦОС (Digital Signal Processing – DSP). Для защиты программного обеспечения и аппаратуры от копирования прошивки и доступа. Оказывает хорошую защиту информации.

2). Проектирование систем-на-кристалле (System on Chip – SoC); а также увеличение возможностей модификации и отладки аппаратуры.

3). Прототипирование (prototyping) – создание прототипов для ASIC, понижая этим размеры устройства, увеличивая надежность и уменьшая потребляемость.

В физике ПЛИС могут применяться для решения задач автоматизации и управления экспериментами, задач обработки результатов экспериментов в реальном времени, а также для решения задач математической и вычислительной физики.

Также ПЛИС широко используют в военной технике: авиационных, ракетных и космических системах управления. С помощью ПЛИС можно реализовать множество задач, как военного назначения, так и многих других.

Заключение

Развитие программируемой логики неуклонно продолжается. Производители развивают и выпускают новые серии ПЛИС. Например, Altera выпустила серии Stratix IV GT и Arria II GX; Xilinx объявила о выпуске серий Spartan-6 и Virtex-6. Эти чипы позволяют достичь предельных вычислительных мощностей до 10^{14} арифметическо–логической операции в секунду, что не под силу самым современным процессорам общего и специального назначения.

Исходя из этого, мы делаем вывод, что ПЛИС играет одну из ведущих ролей в развитии науки и техники и, возможно, задаст в скором времени новое направление вычислительной науки за счет достижения предельных скоростей. С другой стороны, применение ПЛИС требует дополнительных аппаратных и программных средств разработки, которые зачастую очень дороги. Также может потребоваться обучение персонала для освоения новых инструментов разработки. К тому же, компоненты должны быть запрограммированы до того, как они будут собраны в конечный продукт.

Список литературы:

1. Горячев Н.В. Исследование и разработка средств и методик анализа и автоматизированного выбора систем охлаждения радиоэлектронной аппаратуры / Горячев Н.В., Танатов М.К., Юрков Н.К. // Надежность и качество сложных систем . 2013. № 3. С. 70-75.

2. Алямовский А.А. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks. – М.: ДМК Пресс,2011, - 784 с.

3. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation. М.: ДМК Пресс, 2011. 464 с.

4. Воробьев Д. В. Характеристики и источники механических воздействий на радиоэлектронные средства / Д. В. Воробьев, Н. С. Реута, Н. В. Горячев // Молодой ученый. — 2014. — №19. — С. 182-185.

5. Бростилов С.А. Метрологический анализ измерительной подсистемы информационно-измерительной системы для исследования средств воздушного охлаждения / С.А Бростилов, Н.В. Горячев, Т.Ю. Бростилова // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 2. С. 127-129.

6. Трифоненко И.М. Обзор систем сквозного проектирования печатных плат радиоэлектронных средств / И.М. Трифоненко, Н.В. Горячев, И.И. Кочегаров, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 396-399.

7. Меркульев А.Ю. Системы охлаждения полупроводниковых электрорадиоизделий / А.Ю. Меркульев, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Молодой ученый. — 2013. — №11. — С. 143-145.

8. Петрянин Д.Л. Анализ систем защиты информации в базах данных / Д.Л. Петрянин, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 115-122.

9. Горячев Н.В. Концептуальная схема разработки систем охлаждения радиоэлементов в интегрированной среде проектирования электроники / Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Проектирование и технология электронных средств. 2009. № 2. С. 66-70.

10. Белов А.Г. Обзор современных датчиков утечки воды / А.Г. Белов, Н.В. Горячев, В.А. Трусов, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 2. С. 34-36.

11. Подложенов К.А. Разработка энергосберегающих технологий для теплиц / К.А. Подложёнов, Н.В. Горячев Н.К.Юрков // Современные информационные технологии. 2012. № 15. С. 193-194.

12. Воробьев Д. В. Шумы осциллографа при исследовании электронных средств / Д. В. Воробьев, Н. С. Реута, Н. В. Горячев // Молодой ученый. — 2014. — №19. — С. 185-187.

13. Grab I.D., Sivagina U.A., Goryachev N.V., Yurkov N.K. Research methods of cooling systems. Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific – practical conference. Part 2. –M.: HSE, 2014, 443-446 pp.

14. Горячев Н.В. Уточнение тепловой модели сменного блока исследуемого объекта / Н.В. Горячев, И.Д. Граб, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 169-171.

15. Сивагина Ю.А. Обзор современных симплексных ретрансляторов радиосигналов/ Ю.А. Сивагина, И.Д. Граб, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2012. Т. 1. С. 74-76.

16. Прошин А. А. Базовая структура системы выбора радиатора электрорадиоизделия / А. А. Прошин, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — №20. — С. 206-209.

17. Сивагина Ю.А. Разработка ретранслятора радиосигналов и его компьютерной модели / Ю.А. Сивагина, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков, И.Д. Граб, В.Я. Баннов // Современные информационные технологии. 2013. № 17. С. 207-213.

18. Горячев Н.В. Проектирование топологии односторонних печатных плат, содержащих проволочные или интегральные перемычки / Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 122-124.

19. Шуваев П.В. Формирование структуры сложных многослойных печатных плат / П.В. Шуваев, В.А. Трусов, В.Я. Баннов, И.И. Кочегаров, В.Ф. Селиванов, Н.В. Горячев // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2013. Т. 1. С. 364-373.

20. Граб И.Д. Алгоритм функционирования компьютерной программы стенда исследования теплоотводов/ И.Д. Граб, Н.В. Горячев, А.В. Лысенко, Н.К. Юрков //Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 1. С. 244-246.

21. Граб И. Д. Совершенствование метода термокомпенсации синтезатора частоты с использованием бесконтактного датчика температуры / И.Д. Граб, Н.В. Горячев, Н.К. Юрков // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2011. Т. 2. С. 129-130.

22. Алямовский А. А. и др. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике /Авторы: Алямовский А. А., Собачкин А. А., Одинцов Е. В.,Харитонович А. И., Пономарев Н. Б. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005. —800 с.: ил.

23. Стрельцов Н.А. SDR-трансиверы и их применение / Н.А. Стрельцов, Н.В. Горячев, В.А. Трусов // Труды международного симпозиума Надежность и качество. 2014. Т. 1. С. 281-282.

24. Воробьев Д. В. Применение унифицированных электронных модулей при создании генератора гармонических колебаний / Д. В. Воробьев, Н. В. Горячев, Н. К. Юрков // Молодой ученый. — 2014. — №20. — С. 114-117.

МЕТОД РЕКОНСТРУКЦИИ СЦЕН НА ОСНОВЕ НЕДООПРЕДЕЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ

А.А. Чумаченко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

В работе рассмотрен метод реконструкции трехмерной сцены, основанный на недоопределенных моделях. Предложен алгоритм идентификации объектов для ситуации, когда свойства объектов недоопределены, что не позволяет однозначно определить объект на ракурсах сцены. Рассмотрена программная реализация алгоритма и его применение на примере робота-манипулятора.

Введение

Компьютерное зрение в современности получило широкое применение и используется в разных областях науки и техники вплоть до медицины[3]. В настоящее время есть много методов распознавания трехмерных сцен. Например, геометрические методы. В частности метод SURF - метод распознавания изображения, основанный на поиске ключевых точек изображения и создании их дескрипторов. Этот ряд методов не подходит поскольку не рассматривает объекты как элементы сцены, и не рассматривает их взаимное расположение. Как например структурные методы[1], один из них это синтаксический метод. При его использовании предполагается, что объекты составляющие распознаваемую сцену будут рассматриваться в виде структуры простых элементы и их отношения. Объекты в целом и их отношения рассматривает метод недоопределенных моделей (Н-моделей), предложенный А.С. Нариньяни [4]. В методе модель представляется совокупностью отношений между параметрами решаемой задачи. Для вычисления Н-модели строится обобщенная вычислительная модель, то есть M=(V,W,C,R), где V - множество объектов из заданной предметной области, R - множество ограничений на значения объектов (V), W - множество функции присваивания, они определяют новое значение

объекта и С - множеств функций проверки корректности (определяют изменение значения объекта, и правильность нового значения). Уточнение значений происходит итерационно, до получения результата.

Реконструкция сцены на основе метода недоопределенных моделей

На основе метода недоопределенных моделей Была предложена Карповым В.Э. реконструкция трехмерной сцены[5]. Для разъяснения реконструкции рассмотрим следующую задачу: на рабочей плоскости существуют объекты, поля сетки, и кубики (A, B, C).

Таким образом, описание распознаваемой сцены можно определить главным множеством $\Omega=\{A,B,C,g_0,g_1,g_2,\ldots,g_{15}\}$. Между всеми объектами сцены существуют геометрические отношения, которые описываются множеством отношений $S(\Omega)$. На каждом ракурсе сцены O_i между распознаваемыми объектами определяются отношения R_i. Задача заключается в том, чтобы с помощью множеств отношений объектов R_i, выделенных на каждом ракурсе O_i реконструировать целиком сцену (определить главное множество отношений объектов $S(\Omega)$).Процедура составляет следующие этапы: выделение множеств объектов, определение текущих отношений между объектами, доопределение главного множества.

Выделение множества объектов: рассмотрим ту же задачу с определением местоположения кубиков. Предположим, что имеется некоторая система, которая занимается выделением объектов(кубики, поля сетки). При выделении объектов сцена рассматривается с разных ракурсов (рис. 1).

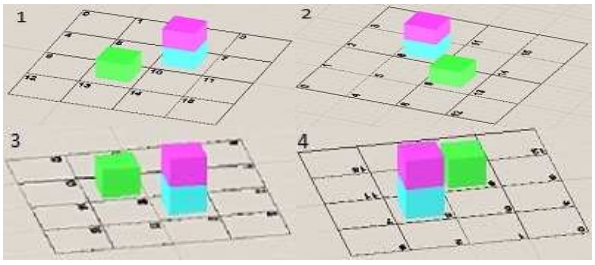


Рис.1. Ракурсы 1,2,3,4

Определение текущих отношений: получаемые ракурсы это проективные изображения с камеры. Поэтому не на всех ракурсах можно определить точное расположение объектов, отношения между объектами могут быть ложными.

Таблица 1. Определение текущих отношений

R_1	g_0	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	…	g_{15}
D_1			Y				*Y*		
D_2			Y				Y		
D_3						Y			
R_2	g_0	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	…	g_{15}
D_1					Y	Y	*Y*		
D_2					Y	Y	Y		
D_3									
…									

Доопределение главного множества: устранение неоднозначностей в отношениях между объектами происходит при помощи операции сопоставления $S = \bigwedge_{i=1,\,p} R_i$. Если на ракурсе R_i между объектом A и g_2 было определено отношение, а на ракурсе R_j между ними не было определено отношение, то оно считается ложным и удалятся из главного множества.

Таблица 2. Доопределение главного множества

S	g_0	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	..	g_{15}
D_1							Y		
D_2							Y		
D_3									

Доопределение свойств объектов

Каждый объект имеет свой набор атрибутов (идентификатор - id, цвет, геометрическая форма и т.д.). Уникальным атрибутом всегда является идентификатор (id)объекта. Тогда в простом случае, когда объект имеет уникальный идентификатор (id) как в [5], идентификация объектов производится на предварительном этапе. Если уникального признака нет, то невозможно однозначно определить положение объекта на сцене и нельзя сравнить один и тот же объект на двух последовательных ракурсах. Поэтому в данной работе предложен алгоритм идентификации (доопределения свойств) объектов.

На сцене все объекты связаны отношениями, то есть каждому объекту можно определить такое свойство, как множество отношений, связанных с ним. Это свойство (множество отношений) существует только в рамках сцены. Можно сказать, что объект и связанное с ним множество отношений являются элементом сцены, характеризующим его положение на сцене относительно других объектов.

Предлагается следующие решение: так как элемент сцены определяет положение объекта множеством отношений связанных с ним, то можно сравнить множество отношений объекта на одном ракурсе с множеством отношений объекта на другом ракурсе. Для этого будет использоваться метрика предложенная в [2]. Можно определить, что множество отношений связанных с объектом $D_i=\{d_1, d_2, d_3, ..., d_n\}$ является элементом множества отношений объектов R_i на ракурсе O_i, соответственно множество отношений связанных с объектом $D_j=\{d_1, d_2, d_3, ..., d_n\}$ является элементом множества отношений объектов R_j на ракурсе O_j.

На первом этапе сравнения каждый элемент D_i множества отношений объектов R_i сравнивается со всеми элементами D_j множества отношений объектов R_j (по правилам сравнения множеств). Расстояние между множествами можно обозначить r:

Если $D_i \equiv D_j$, r=0 - совпадение,

Если $D_i \bigcap D_j \neq \varnothing$, то 0<r<1,

Если $D_i \bigcap D_j = \varnothing$, то r=1 - полное несовпадение.

Расстояние между множествами D_iи D_j будет равным $r = 1 - \frac{|D_i \cap D_j|}{|D_i \cup D_j|}$, а степень сходства определяется как обратная величина расстоянию δ= 1 – r, тогда $\delta = \frac{|D_i \cap D_j|}{|D_i \cup D_j|}$. В качестве сходства элемента D_i множества отношений объектов R_i со всеми элементами D_j множества отношений объектов R_j выбирается максимальное значение степени сходства. Таким образом для каждого элемента D_i множества отношений объектов R_i находится значение степени сходства, и из этих

значений строится вектор L длинной n.Если значение степени сходства большое, значит множество отношений связанных с объектом D_i и множество отношений связанных с объектом D_j описывают один и тот же объект с разных ракурсов.

На втором этапе сравнения множеств отношений степень сходства двух множеств можно определить, вычислив среднее арифметическое элементов вектора L. Таким образом, если среднее арифметическое значение элементов вектора L большое, то можно утверждать, что два сравниваемых ракурса являются последовательны. После этого можно применять операцию сопоставление, а именно операцию логического И.

Программная реализация

Проект создан на основе ROS [6], при помощи библиотеки компьютерного зрения OpenCv [7]. Система состоит из 3 узлов: главного узла, узла «Пятно»и узла «Сетка». Главный узел занимается конструированием трехмерной сцены.

Узел «Пятно» занимается предварительной обработкой данных. Данный узел распознает цветовые пятна и формирует соответствующий топик msg_spot.

Узел «Сетка» получает из топика msg_spot сырые данные. Далее этот узел выделяет четыре опорных пятна и по ним строит сетку. Затем обрабатывается массив остальных пятен и записывает в топик msg_grid цвет пятна, радиус, координаты центра и номер клетки, где находится объект.

Главный узел читает топик msg_grid и формирует матрицы ракурсов. Затем проводится упорядочивание строк в матрицах. После этого формируется фундаментальную матрицу, которая целиком описывает трехмерную сцену.

Заключение

В данной работе была рассмотрена реконструкция на основе метода недоопределенных вычислений. Был предложен алгоритм доопределения свойств объектов, то есть идентификация объектов не имеющих уникального атрибута, позволяющего идентифицировать объекты на этапе предварительной обработки данных. Так же создан макет робота - манипулятора. Манипулятор имеет 5 степеней свободы, камера располагается на манипуляторе. Были проведены первые эксперименты.

Список литературы:

1. *Фу К.*, Структурные методы в распознавании образов, М.: «Мир», 1977,

2. Карпов В.Э., Карпова И.П. Язык описания системы контроля знаний. // Компьютеры в учебном процессе, 2000, № 4. – с. 147-155,

3. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен: Пер. с англ. -М.: Мир, 1976, 511 с,

4. Нариньяни А.С. Недоопределенность в системах представления и обработки знаний //Изв. АН СССР. Техн. кибернетика, 1986. № 5. – С. 3 – 28,

5. Карпов В.Э. Об одном механизме реконструкции сцен. // «Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте», М., Физматлит, 2011. С.407-415,

6. ROS. Сайт о системе ROS URL:http://ros.org,

7. OpenCv. Сайт о библиотеки компьютерного зрения URL:http://opencv.org

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ ИГРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОПОТОЧНОСТИ

Н.С. Чумачев
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В данной работе будет разработана электронная версия настольной игры двумя способами — отдельной игрой и с помощью разработанного «мастера-конструктора» для создания настольных игр.

Введение

Настольные игры — прекрасный материал для виртуализации, позволяющей использовать преимущества удаленных сеансов. Для упрощения процесса виртуализации было решено создать «мастер-конструктор» для создания электронных версий настольных игр, а также сравнить игру созданную с помощью него с игрой, написанной отдельно, с использованием только того, что необходимо для данной игры.

Средства для разработки программы

Для разработки такой программы целесообразно использовать готовую графическую библиотеку. В качестве таковой была выбрана библиотека SFML за простоту и удобство в использовании. Из доступных сред разработки была выбрана программа Code::Blocks.

Разработка средств сетевого взаимодействия

Существует несколько способов подключения нескольких компьютеров друг к другу через интернет соединение. В своей работе я рассмотрю два из них: прямое подключение и подключение с использованием сервера. И у той и у другой системы есть свои плюсы и минусы, и, после анализа было решено использовать прямое подключение между компьютерами. Среди предполагаемых проблем — невозможность сетевого подключения при использовании Network Address Translation.

Методы разработки и построения

Для данной работы предполагаются следующие этапы:

1.Изучение возможностей программной части

2.Создание пробной модели игры

3.Оптимизация и подключение интернет-соединения к пробной модели игры

4.Исправление ошибок

5.Создание пробной версии «мастера-конструктора»

6.Оптимизация «мастера-конструктора»

7.Создание игры при помощи «мастера-конструктора»

8.Сравнение двух моделей игры

9.Анализ полученных данных.

10. Внесение поправок в «мастер-конструктор» и отдельную модель с учетом сравнения.

11. Повторное сравнение.

Сравнения двух моделей программы

Сравнение отдельной модели и модели, созданной через «мастер-конструктор» будет производится по нескольким критериям, также при использовании фокус-группы. Критерии будут оцениваться по шкале от 1 до 10, а далее будет проводится анализ полученных данных, с последующим выяснением причин успехов и неудач обоих моделей. Далее предполагается устранение возможных ошибок при разработке и повторное сравнение.

Список литературы:

1.Официальный сайт графической библиотеки SFML URL: http://www.sfml-dev.org/

ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ АНАЛИЗАТОРА ТЕКСТОВОГО ФАЙЛА ИСХОДНЫХ ДАННЫХ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ИМИТАЦИИ ХОДА БОЕВЫХ ДЕЙСТВИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ПРОСТОГО ПРЕДШЕСТВОВАНИЯ

В.А. Азаров
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В настоящей работе предлагается технология разработки анализатора текстового файла исходных данных с целью проверки данного файла на предмет соответствия заданному формату представления данных, а также возможности загрузки информации из него и последующего предоставления доступа к ней. За основу технологии взят метод простого предшествования.

Введение. В последние годы при планировании боевых операция с целью прогнозирования их возможных исходов активно разрабатываются и применяются компьютерные модели имитации хода боевых действий. Такие модели представляют собой сложные программные комплексы, обладающие возможностью расчета результатов применения оружия сторонами, участвующими в вооруженном конфликте. Эти программные комплексы используют для своей работы определенные наборы исходных данных, хранящихся в локальных базах данных, например, текстовых (текстовых файлах). Данные загружаются из файлов перед стартом моделирования и учитываются в дальнейших расчетах. Для анализа таких файлов и обеспечения загрузки данных из них удобно использовать встраиваемое программное средство, выполняющее эти функции.

Постановка задачи. Пусть есть файл, содержащий конфигурационные данные работы математической модели. Данные в этом файле представлены в заранее определенном формате. Необходимо разработать программное средство, осуществляющее проверку данного файла на предмет соответствия его заданному формату представления данных. В случае, если файл составлен некорректно, необходимо выдать сообщение об ошибке с указанием позиции в файле, где была обнаружена ошибка, а также описать причину ошибки. В случае, если файл составлен корректно, необходимо произвести загрузку данных из него в оперативную память и обеспечить удобный доступ к ним для дальнейшего использования.

Математический аппарат. Разработку анализатора текстового файла предлагается вести на основе механизма конечных автоматов с применением метода простого предшествования. Предполагается, что разрабатываемый анализатор должен состоять из трех основных структурных компонент: лексический препроцессор, функционирующий на основе набора конечных автоматов Мили, синтаксический анализатор, представляющий собой автомат с магазинный памятью (МП-автомат) и работающий по заранее составленной для него программе, семантический постпроцессор, формирующий атрибутную грамматику и представляющий обрабатываемые данные в виде древовидной структуры в оперативной памяти для удобства доступа к ним.

Лексический препроцессор. Задачей лексического препроцессора является аналитический разбор входной фразы и ее представление в виде последовательности заранее определенных лексем. Таким образом, все текстовые конструкции, используемые в файле, должны быть взаимно однозначно заменены на соответствующие лексемы для дальнейшей обработки синтаксическим анализатором. Данное преобразование входной фразы выполняют конечные автоматы Мили, которые запускаются последовательно, передавая друг другу на вход обрабатываемую фразу. Каждый такой автомат осуществляет чтение обрабатываемой фразы слева направо и осуществляет представление прочитанных цепочек символов в виде определенного набора лексем, с которыми работает данный автомат.

Синтаксический анализатор. Синтаксический анализатор текстового файла предлагается реализовать на основе конечного автомата с магазинной памятью. На вход этому автомату подается фраза, обработанная лексическим препроцессором в том случае, если в ней не обнаружено лексических ошибок. МП-автомат осуществляет синтаксический анализ методом простого предшествования.

В соответствии с контекстно-свободной грамматики формального языка, отражающего формат представления данных в анализируемом текстовом файле осуществляется построение таблицы простого предшествования по алгоритму Флойда. Построенная таблица простого предшествования служит для составления программы МП-автомата.

Программа МП-автомата состоит из команд, регламентирующих чтение, сохранение и свертку символов согласно продукциям грамматики. В соответствии с этим, в программе МП-автомата существует 4 типа команд: команды переноса в читаемого символа в стек, команды перехода в состояние свертки, команды свертки согласно продукциям грамматики, а также команда, регламентирующая поведение МП-автомата в финальном состоянии.

В разрабатываемом анализаторе предлагается обеспечить автоматическое построение таблицы простого предшествование и составление программы МП-автомата по ней на основе заданной грамматики.

Семантический постпроцессор. В ходе работы синтаксического анализатора, при выполнении команд свертки предлагается осуществлять построение атрибутной грамматики, т.е. ставить в соответствие символам грамматики реальные текстовые конструкции из анализируемого файла, представляемые этими символами. Таким образом, зная перечень продукций грамматики, предлагается осуществить формирование древовидной структуры данных из файла и хранить ее в оперативной памяти для дальнейшего применения.

Заключение

Построенный анализатор текстового файла исходных данных успешно выполняет чтение и обработку входной фразы. В ходе данной обработки осуществляется проверка читаемого файла на предмет соответствия заданному формату представления данных в нем. В случае корректного представления данных вся исходная информация загружается из файла и преобразуется в древовидную структуру, хранящуюся в оперативной памяти. Сформированная древовидная структура отражает формат представления данных в файле с учетом имеющихся заголовков, вложенных элементов, одиночных значений элементов и перечислений. К узлам и ветвям данной структуры обеспечен доступ посредством интерфейсных методов.

В случае, если читаемый файл имеет некорректный формат, анализатор сообщает об ошибке обработки.

Существует возможность адаптировать построенный анализатор под иной формат представления данных, должным образом скорректировав грамматику формального языка, лексический препроцессор и настроив под обновленную грамматику семантический постпроцессор.

В ходе настройки синтаксического анализатора осуществляется автоматическое составления программы МП-автомата на основе вновь составленной таблицы простого предшествования.

Список литературы:

1. А. Ахо, М. Лам, Р. Сети, Дж. Ульман. Компиляторы: принципы, технологии и инструментарий.: Пер. с англ. – М.: ООО "И.Д. Вильямс", 2008.
2. Д. Хопкрофт, Р. Мотвани, Дж. Ульман. Введение в теорию автоматов, языков и вычислений.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ИЭТР С ПОМОЩЬЮ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ

А.А. Горин
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В данной работе рассматривается вариант использования экспертных систем (ЭС) вместе с интерактивными электронными техническими руководствами. Это две разные системы, синтез которых позволил бы упростить разработку технической документации на изделие любого вида, а так же облегчить последующее техническое обслуживание данного изделия.

Введение

В настоящий момент на российском рынке нет подобных систем, которые могут обеспечить не только справочную информацию об изделии, но и осуществлять механизм мышления человека применительно к решению задач в этой проблемной области. Экспертная задача должна иметь возможность объяснить свое решение, так как проектируется в расчете на взаимодействие с разными пользователями, для которых ее работа должна быть, по возможности, прозрачной. Этот принцип облегчит пользователю, не участвовавшем в разработке изделия, задачу его освоения.

Эффективность синтеза ИЭТР и ЭС

Обычно пользователь должен либо воспользоваться поиском требуемого элемента по его коду, либо найти его самостоятельно в списке, который может достигать сотни вкладок, причем в системе будет лишь то описание, которое оставил разработчик, пусть и эксперт, но это описание может не дать ответ на конкретные вопросы о элементе устройства. Синтез с экспертной системой должен обеспечить исчерпывающий ответ на запрос пользователя, основываясь на своей базе знаний, в которой собраны знания о преметной оласти в процессе разработки изделия. Идея состоит в создании модели системы поддержки жизненного цикла изделия, в которой осуществлен синтез интерактивного электронного технического руководства и экспертной системы.

Необходимо создать базу знаний, разделы в которой будут соответствовать разделам ИЭТР. Элементы базы знаний должны ссылаться на элементы руководства, так называемые модули данных. У каждого модуля данных есть свой уникальный номер, этот номер должна распознавать экспертная система, чтобы интеллектуальная машина вывода могла, анализируя запросы пользователя, выдавать конкретную информацию по данным запросам.

В стандарте AECMA SPEC 1000D описан подход к структурированию эксплуатационной электронной документации, предлагающий представлять документацию в виде модулей данных. Любому модулю данных, входящему в состав технической публикации присваивается код. Документация на изделие сортируется по модулям данных, которые являются отдельными документами на изделие, создаваемые на всем этапе жизненного цикла изделия.

Структура синтеза ЭС и ИЭТР

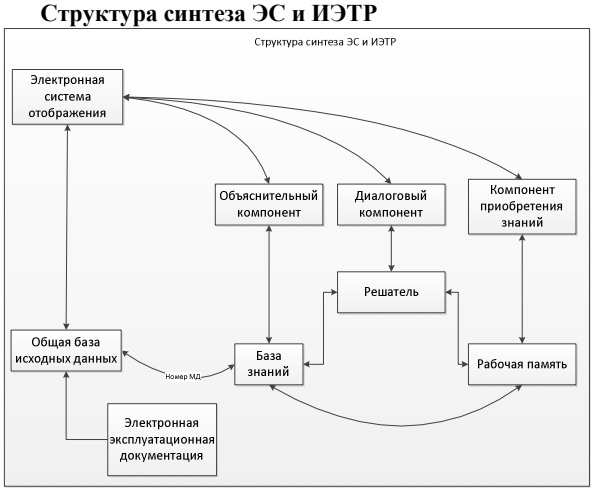


Рис.1. Структура синтеза ИЭТР и ЭС

На рисунке 1 представлены следующие компоненты:

1. База знаний содержит известные экспертные факты об изделиях.
2. Объяснительный компонент поддерживает структурные и управляющие знания.

Объясняет, как система получила решение задачи (или не получила) и какие знания она при этом использовала.

3. Диалоговый компонент ориентирован на общение с пользователем, как в ходе решения задач, так и в процессе приобретения знаний и объяснения результатов работы.
4. Компонент приобретения знаний использует информацию о способах представления и модификации знаний. Автоматизирует процесс наполнения экспертных систем знаниями, осуществляемый пользователем-экспертом.
5. Решатель использует информацию о процессе решения задачи.
6. Рабочая память содержит накопленные знания.
7. Электронная система отображения показывает необходимые пользователю данные.
8. Общая база исходных данных содержит документацию на изделия (CSDB).

Структура общей базы данных исходных данных показана на рисунке 2.

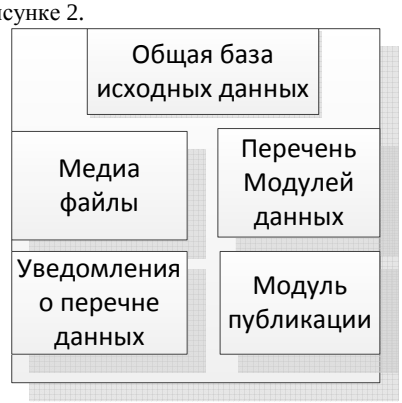


Рис.2. Общая база исходных данных

9. Электронная эксплуатационная документация – документация на изделие, изготавливаемая в процессе его производства. Бумажная эксплуатационная документация состоит из книг, электронная – из электронных технических публикаций, которые, в свою очередь, состоят из модулей данных (как любая книга состоит из глав). Структура ЭТП представлена на рисунке 3.



Рис.3. Электронная эксплуатационная документация

10. Модуль данных (МД) – это совокупность определенных технических сведений, объединенных одной тематикой. МД является неделимым элементом.

Интеграция экспертной системы в ИЭТР обязывает составителей эксплуатационной документации придерживаться определенных правил для возможности функционирования экспертной системы. Эксперт описывает проблемную область в виде совокупности фактов и правил.

Система, основываясь на знаниях, должна иметь возможность обучать пользователей, и из уже полученных знаний формировать пути решения той или иной проблемы.

Заключение

1. Выявлены достоинства использования экспертной системы в интерактивном электронном техническом руководстве, таких как ускорение и интеллектуализация поиска необходимой информации, возможность самообучения системы посредством общения с экспертами, а также возможность обучения пользователей.

2. Описана предлагаемая к разработке структура, основанная на синтезе экспертной системы и интерактивного электронного технического руководства.

Список литературы:

1.Петров А.В., Галин И.Ю. Электронная эксплуатационная документация: технологии и программные средства разработки и сопровождения, «САПР и графика» 11'2002.

2. Бакаев В.В. Информационное обеспечение, поддержка и сопровождение жизненного цикла изделия, Учебное пособие. — М.: Машиностроение-1, 2005.

3. TG Builder 2.5 Руководство пользователя, Прикладная логистика АНО НИЦ Cals-технологий.

4. Муромцев Д.И. Введение в технологию экспертных систем, Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий механики и оптики, 2005.

5. Хабаров С.П. Интеллектуальные информационные системы, Санкт-Петербургская лесотехническая академия. Кафедра информатики и информационных систем.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАД ПО ИНФОРМАТИКЕ «ИНФОТЕСТ»

М.В. Толкунова, С.А. Арутюнян
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Данная работа посвящена вопросам проектирования информационно-управляющей системы, предназначенной для поддержки проведения олимпиадных испытаний по информатике, а также по другим естественно-научным дисциплинам.

На данный момент на рынке информационных услуг представлено крайне ограниченное количество действующих и обновляемых продуктов, связанных с возможностью проведения олимпиад. Большинство таких систем сложны в установке, администрировании и технической поддержке. Кроме того, в них существуют проблемы, связанные с локализацией, а также проблемы обработки большого объема информации. Не менее важно, что не всегда обеспечивается достаточный уровень безопасности.

Проанализировав недостатки действующих систем, было предложено при проектировании и разработке системы решить следующие задачи:

- Создание логической схемы управления ведением записей в системе;
- Введение сквозной нумерации всех типовых сущностей с целью упрощения процесса технической поддержки;
- Создание сводной таблицы записей для обеспечения дополнительной проверки валидности данных;
- Разработка ориентированной на пользователя административной управляющей панели для заведения новых пользователей и олимпиад с возможностью постоянного обновления;
- Создание личного кабинета пользователя для прохождения олимпиадных испытаний;
- Составление технического руководства пользователя и технологической инструкции;
- Разработка клиентского приложения на основе SOAP (Simple Object Access Protocol) протокола с целью обеспечения безопасности системы и исключения возможности подмены данных в процессе обмена информацией вида клиент – сервер;
- Использование принципов объектно-ориентированного программирования для реализации веб-интерфейса;
- Применение концепции разделения логики и визуализации MVC (Model-View-Controller) для представления данных в различных контекстах.

В процессе реализации предложений и задач работы построена схема управления ведением записей, ориентированная на динамическое обновление.

На Рис.1 представлена модель организации таблиц системы.

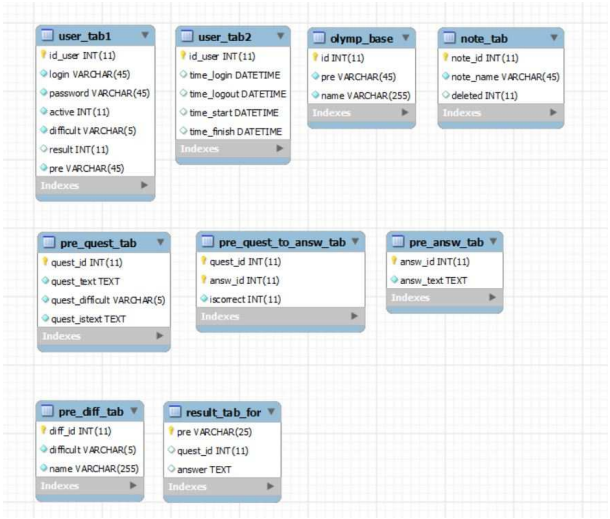


Рис.1

На Рис.1:

- User_tab1 – таблица с информацией о логине и пароле пользователя;

• User_tab2 – таблица, содержащая информацию о времени использования системы;

• Olymp_base – содержит данные об олимпиадах;

• Note_tab – таблица сквозной нумерации типовых сущностей;

• Pre_quest_tab – список вопросов для каждой отдельной олимпиады;

• Pre_quest_answ_tab – сводная таблица вопросов и ответов для каждой отдельной олимпиады;

• Pre_answ_tab – список ответов для каждой отдельной олимпиады;

• Pre_diff_tab – таблица уровней сложности олимпиад;

• Result_tab_for – сводная таблица результатов для каждого пользователя.

Таким образом, спроектированная схема может быть использована во взаимодействии с веб-интерфейсом информационно-управляющей системы проведения олимпиад «Инфотест» для выгрузки индивидуального олимпиадного испытания для каждого из пользователей в соответствии с уровнем назначенной сложности, проверки ответов, с последующим хранением истории результатов по каждой из олимпиад.

Список литературы:

1. Мартин Грабер. Mastering SQL // Лори.– 2007.
2. Бэрон Шварц, Петр Зайцев, Вадим Ткаченко, Джереми Д.Зооднай, Дерек Дж.Баллинг, Арьер Ленц. High Perfomance MySQL // Символ-плюс.– 2010.
3. Белов А. В., Козлов В. В. Эффективное управление ИТ инфрастуктуры предприятия // Качество. Инновации. Образование.– 2013. № 3. С. 20-24.
4. Кузнецов Максим, Симдянов Игорь. Объектно-ориентированное программирование на PHP // «БХВ-Петербург».–2007.

РАЗРАБОТКА МАТЯДРА ДЛЯ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ТОКОВ ПО ПОВЕРХНОСТИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

А.Д. Жадов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

В работе описана поэтапная разработка и тестирование программы расчета переходных токов, в основе которой стоит вычислительная схема на основе методов Эйлера. Приведены некоторые особенности алгоритмизации, оценка погрешности данной схемы относительно неявного метода Эйлера, а также данные о временных затратах на расчет и построение редуцированной вычислительной схемы.

Введение

Важнейшей проблемой долгого эксплуатирования космических аппаратов (КА) является электризация и электростатические разряды, величина которых может превышать 100 А. Эти явления в 30% случаях приводят к сбоям или потере КА. Поэтому необходимо при проектировании КА дать рекомендации по оптимальному расположению бортовых наводок по корпусу и их экранированию, провести расчет наводок в кабелях. С этой целью в МИЭМ была разработана структурная электрофизическая модель (СЭМ) КА [2] и программное обеспечение (ПО) «Satellite-MIEM» для ее реализации. В СЭМ преобразуется 3D-модель КА.

При попадании разряда на корпус КА происходит растекание токов, которое можно представить в виде системы однородных дифференциальных уравнений (ОДУ) по переменному току, переменными в которой будут выступать резисторы, конденсаторы и катушки индуктивностей(R, C и Lсоответственно). При этом элементы каждой группы равны между собой (R1=R2=...=Rn). Для расчёта переходных токов в ПО используется наиболее производительная программа расчета электрических схем LTSpice [2].

Однако время построения картины растекания токов в ПО LTSpice для больших схем недопустимо большое (для схемы порядка 150000 узлов на современном компьютере требуется более 80 часов машинного времени для расчета[2)]. Поэтому ставится задача разработки новых более быстрых методов для решения больших систем ОДУ. Ранее в [4-5] были рассмотрены подходы с исключением из математической модели подвекторов, содержащих искомые неизвестные, а расчет проводится в локальной области вокруг места разряда [4-6].

Постановка задачи

Модель схемы, сформированная в расширенном однородном координатном базисе (РОКБ), может быть записана в виде системы линейных ОДУ[5]:

$$C(\overline{Q})\frac{d}{dt}\overline{X}(t)+G(\overline{Q})\overline{X}(t)=\overline{Y}(t),$$
$$\overline{X}(0)=\overline{X}_0, \qquad (1)$$

где $C(\overline{Q}), G(\overline{Q})$ – $(n\times n)$ - матрицы, содержащие в себе номиналы индуктивностей, емкостей и проводимостей эквивалентной электрической схемы (ЭЭС), $\overline{Q}^T=(q_1,...,q_r)$ - вектор варьируемых параметров модели, $\overline{X}(t)$ - вектор искомых фазовых переменных (напряжения во всех узлах схемы и токи, протекающиечерез индуктивные элементы), $\overline{Y}(t)$ - вектор входных сигналов.

С учетом того, что $m\le n_q+n_Y$, исходная задача (1) может быть записана в блочном виде:

$$\begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22}(\overline{Q}) \end{bmatrix}\frac{d}{dt}\begin{bmatrix} \overline{X}_1(t) \\ \overline{X}_2(t) \end{bmatrix}+\begin{bmatrix} G_{11} & G_{12} \\ G_{21} & G_{22}(\overline{Q}) \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \overline{X}_1(t) \\ \overline{X}_2(t) \end{bmatrix}=\begin{bmatrix} \overline{Y}_1(t) \\ \overline{Y}_2(t) \end{bmatrix},$$
$$\overline{X}(0)=\overline{X}_0, \qquad (2)$$

где $C_{22}(\overline{Q}), G_{22}(\overline{Q})$ - $(m\times m)$ - матрицы, $\overline{X}_2(t)$ - $(m\times 1)$ - вектор, содержащий искомые выходные характеристики модели.

Задачу необходимо преобразовать для вычисления только вектора $\overline{X}_2(t)$, а так как преобразованная задача будет состоять из m<<n уравнений, трудоемкость вычислений значительно уменьшится. Также нужно вычислить погрешность относительно неявного метода Эйлера, чтобы убедиться, что получен верный результат.

Программная реализация редуцированной вычислительной схемы

Разработанное ПО можно разбить на следующие этапы:

1. Конвертирование ЭЭС КА из программы LTSpice в модель, сформированную в РОКБ, необходимую для дальнейших расчетов и преобразований.

2. Редукция матриц по новой вычислительной схеме для ускорения расчета.

3. Расчет ЭЭС при помощи вычислительной схемы.

Для увеличения быстродействия и уменьшения объемов машинной памяти для решения задачи все разреженные матрицы хранятся в списочном виде, то есть записываются только ненулевые элементы, которые занимают <<1% от всей матрицы. Если в течение расчета некая матрица перестает быть разреженной, она записывается в обычном виде, опять же, из соображений экономии памяти.

Алгоритм конвертирования файла LTSpice в математический вид (РОКБ)был рассмотрен в [1]. Хотя в [1] матри-

ца А приводилась к треугольному виду с окаймлением методом определяющих величин, в ходе исследований было решено отказаться от этого метода. Теоретически этот метод дает выигрыш быстродействии при обращении матриц, однако происходит потеря некоторых специфичных свойств, например, симметричность, что приводит к неверному результату. Поэтому в математической модели (2) ЭЭС искомые узлы вокруг места разряда помещаются в нижние и правые блоки по правилам перестановки строк и столбцов, а затем включаются в подвектор $\overline{X}_2$ (рис. 1).

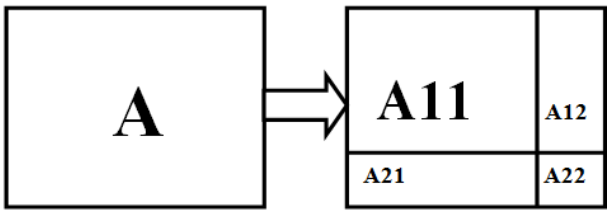


Рис.1. Преобразование матрицы А.

Таким образом, построение матрицы А сводится к следующим операциям:

1. Получение матрицы А путём перемножения матрицы G и C^-1.
2. Поскольку в матрице А большая разница в порядках коэффициентов, она имеет много обусловленностей, которые могут искажать часть результата. Поэтому было решеномасштабировать матрицу А по алгоритму Уилкинсона [7], то есть все строки системы, меньшие единицы, домножаются до 1-го порядка.
3. Искомые узлы помещаются вниз и вправо.
4. Если на диагонали есть нулевые элементы, то эти строки или столбцы также переставляются вниз или вправо соответственно.
5. Получаем блоки: A_{11}, A_{12}, A_{21}, A_{22}(рис. 1).

Далее вычисляются константы:

$$B_1 = E_{22} + A_{21}(A_{11}^2)^{-1} - A_{12}$$

$$B_2 = A_{21}(A_{11}^2)^{-1}A_{11}A_{12} - A_{22}, \qquad (3)$$

Если возмущающие воздействие в подвекторе $\overline{Y}_2$, то формула принимает вид [1]:

$$[B_1 - hB_2]\overline{X}_{2(i)} - B_1\overline{X}_{2(i-1)} = h\overline{Y}_{2(i)}, \qquad (4)$$

Явный метод и неявный метод Эйлера для проверки адекватности и сходимости к решению предлагаемой вычислительной схемы задаются выражениями:

$$\overline{X}(t_i + h) = \overline{X}(t_i) + h\frac{d}{dt}\overline{X}(t_i), \qquad (5)$$

$$\overline{X}(t_i - h) = \overline{X}(t_i) - h\frac{d}{dt}\overline{X}(t_i), \qquad (6)$$

Найденные коэффициенты $\overline{X}_2$ сходятся к конечному решению, полученному из явного и/или неявного метода (5), (6). Для проверки устойчивости самого метода на каждом шаге вычислялась локальная погрешность по формуле:

$$E = 0.5h[(Y_1 - AX_1) - (Y_2 - AX_2)], \qquad (7)$$

Хотя ее величина зависит от выбранного шага, в целом она намного меньше 1%, что является хорошим показателем.

Расчет временных затрат и оценка погрешности

На практике подтвердилось, что расчет происходит на 2-3 порядка быстрее, чем в специализированных программах (эксперименты проводились на современном ПК с двухъядерным процессором, с тактовой частотой по 1,8 ГГц на каждом ядре). Например, время анализа ЭЭС, которая состоит более, чем из 1000 узлов, разными методами при шаге h=0,001 и их количестве - 1000 приведено в таблице 1, а время построения макромодели приведено в таблице 2. При этом полученные результаты отличаются от результатов неявного метода на 0,0006%, который был принят за истинный результат, а локальная погрешность интегрирования на каждом шаге - E=0,005%.Если уменьшить шаг до h=0,01, то E=0,04%.

Таблица 1. Время расчета ЭЭС явным и неявным методами по сравнению с редуцированной вычислительной схемой.

Численный метод	Время расчета (с)
Явный метод Эйлера	11,3
Неявный метод Эйлера	1057,03
Редуцированная вычислительная схема: 3 узла в подвекторе $\overline{X}_2$	0,062
11 узлов в подвекторе $\overline{X}_2$	0,068
20 узлов в подвекторе $\overline{X}_2$	0,072

Таблица 2. Время построения макромодели для редуцированной вычислительной схемы

Количество узлов в подвекторе $\overline{X}_2$	Время построения редуцированной вычислительной схемы (с)
Редуцированная вычислительная схема: 3 узла в подвекторе $\overline{X}_2$	8,2
11 узлов в подвекторе $\overline{X}_2$	8,4
20 узлов в подвекторе $\overline{X}_2$	8,9

Список литературы:

1. Жадов А. Д., Востриков А. В., Борисов Н. И., Тумковский С. Р. Программная реализация редуцированной вычислительной схемы численного интегрирования системы линейных дифференциальных уравнений на основе методов Эйлера // Системный администратор. 2014. № 3(136). С. 66-69.
2. Востриков А. В., Абрамешин А. Е. Тестирование коммерческого программного обеспечения для моделирования и анализа эквивалентных электрических схем космических аппаратов // Технологии электромагнитной совместимости. 2012. № 1. С. 25-28.
3. Azmy S. Ackleh, Edward James Allen, R. Baker Kearfott, Padmanabhan Seshaiyer // Classical and Modern Numerical Analysis: Theory, Methods and Practice/ 2009 by Chapman and Hall/CRC, 628 p.
4. Востриков А. В., Абрамешин А. Е., Борисов Н. И.Расчет наводок в бортовой кабельной сети космических аппаратов с помощью макромоделирования на основе методов Эйлера // Технологии электромагнитной совместимости. 2012. № 1 (40). С. 19-24.
5. Востриков А. В., Абрамешин А. Е. Вычислительная схема ускоренного метода расчета наводок в бортовой кабельной сети космических аппаратов // Технологии электромагнитной совместимости. 2012. № 3. С. 22-28.
6. Востриков А. В., Борисов Н. И. Разработка эффективного метода анализа эквивалентных электрических схем космических аппаратов, использующего редукцию и разреженность матриц моделей // В кн.: Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы пятнадцатого научно-практического семинара / Отв. ред.: С. Р. Тумковский. М. : Московский государственный институт электроники и математики, 2012. С. 113-120.
7. Уилкинсон Дж. Алгебраическая проблема собственных значений. ЧМ.: Наука, 1970.

МЕТОДЫ СЕМАНТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЗАПРОСОВ В ЗАДАЧЕ ПОИСКА СПЕЦИАЛИСТОВ

И.В. Захлебин
НИУ ВШЭ,
Факультет бизнес-информатики

Аннотация

Автором работы разработана система *ExpSearch*, позволяющая искать специалистов при помощи текстовых запросов к корпоративной базе данных. В этой работе рассматриваются методы, применяемые в системе для разбора естественно-языковых запросов пользователей и преобразования их в запросы к системе управления базами данных (СУБД) для последующего поиска в ней.

Введение

Современным компаниям для поддержания конкурентоспособности требуется осуществлять непрерывный поиск специалистов как за своими пределами, так и внутри себя [1]. Обычно информация о них содержится в хранилищах, чей размер делает ручной поиск неэффективным или вовсе невозможным.

Согласно исследованию [2], пользователи быстрее и качественнее справляются с задачей поиска, когда формируют свои требования на естественном языке. Но насколько известно автору, все русскоязычные системы поиска специалистов работают только с критериями отбора, заданными при заполнении специальных форм. Использование же в них естественного языка ограничено простым поиском по ключевым словам.

Этим обоснована востребованность интеллектуальных систем, позволяющих искать специалистов по текстовым запросам благодаря более полному определению и учету их смысла.

Структура системы

Для реализации предлагаемого подхода разработана система-прототип *ExpSearch*. В качестве промежуточной формы представления смысла высказываний в системе используются К-представления, одноименная теория о которых разработана В.А. Фомичевым [4]. Такой выбор делает необходимым включение в состав системы ряда компонентов. Ее структура похожа на приведенную в работе [3], но отличается включением лингвистической базы данных и выделением отдельного компонента для интерпретации запросов, см. Рис. 1.

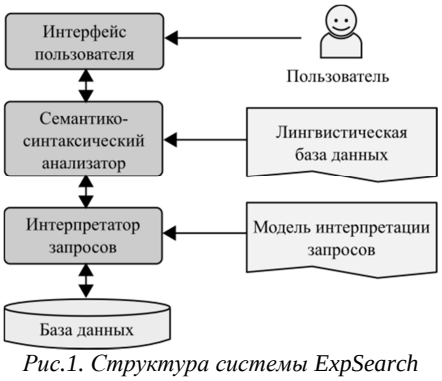


Рис.1. Структура системы ExpSearch

Семантико-синтаксический анализатор

Данный компонент преобразует запрос пользователя в соответствующее ему К-представление установленного формата. Например, запросы для поиска специалистов могут быть представлены в виде “c*(r_1, b_1)…(r_n, b_n)”. Здесь c – базовое понятие (некоторый человек), $r_1…r_n$ и $b_1...b_n$ – бинарные отношения, описывающие требования к специалисту, и их значения. Для разбора запросов используется следующий алгоритм:

1. в тексте выделяются токены (слова и знаки препинания), для них выполняется морфологический анализ;
2. токенам ставятся в соответствие единицы семантического уровня *sem* с семантическими координатами (сортами) $st_1…st_k$;
3. определяются грамматические связи между словами по соответствию известным паттернам связей;
4. по принадлежности слов к семантическим единицам и грамматическим связям между единицами определяются смысловые связи, и единицы собираются в К-представление установленного формата.

Для шагов 2 и 3 предлагается использовать *словарь составных терминов* и *словарь предложных фреймов*, которые содержат, соответственно, список семантических единиц из предметной области и набор паттернов, по которым можно определить грамматическую связь слов.

Интерпретатор запросов

Данный компонент преобразует полученное К-представление в запрос к СУБД. Целевым языком может быть как SQL, так и JSON. При выбранном нами формате К-представлений аргументы бинарных отношений интерпретируются как критерии отбора специалистов. Поэтому условный SQL-запрос будет иметь общую часть “`select person.id from position, department where person.id=department.person_id and …`”, которая расширяется условиями в зависимости от использованных бинарных отношений.

Предположим, что использовано отношение “*Работа*”, задающее два критерия отбора – подразделение и должность. Тогда в запрос будут добавлены условные выражения: “`position.department= …`” и “`position.position= …`”. Они заполняются соответствующими значениями и соединяются логическим “и” (связка “`and`”).

Аналогичным образом формируются запросы в формате JSON. Отличие заключается в формате представления. Так, основа запроса – пустой словарь “`{}`”, куда добавляются элементы с критериями. Для предыдущего примера: “`{"work": {"department": … , "position": … }}`”.

Заключение

В работе предложен метод поиска специалистов по естественно-языковым запросам пользователя. Описан формат запросов, позволяющий унифицировано задавать критерии отбора специалистов и осуществлять по ним поиск. На его основе разработан и программно реализован алгоритм построения семантических представлений запросов пользователя, а из них – запросов к структурированной информации, хранящейся в СУБД.

По сравнению с предыдущими работами был предложен новый практически полезный алгоритм разбора текстовых выражений, обладающий большими возможностями обработки синонимичных выражений и случаев ошибочного написания.

Список литературы:

1.Song X. et al. ExpertiseNet: Relational and evolutionary expert modeling // User Modeling 2005. Springer, 2005. P. 99–108.

2.Kaufmann E., Bernstein A. How useful are natural language interfaces to the semantic web for casual end-users? // The Semantic Web. Springer, 2007. P. 281–294.

3.Захлебин И.В. Использование семантического анализа текстов для поиска специалистов // CEUR Workshop Proceedings. 2014. Vol. 1197. P. 187–191.

4.Фомичев В.А. Формализация проектирования лингвистических процессоров. МАКС Пресс, 2005.

ОБЗОР АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ

Д.А. Мурашев
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Кластеризация (или кластерный анализ) — это задача разбиения множества объектов на группы, называемые кластерами. Внутри каждой группы должны оказаться «похожие» объекты, а объекты разных группы должны быть как можно более отличны. Главное отличие кластеризации от классификации состоит в том, что перечень групп четко не задан и определяется в процессе работы алгоритма.

Алгоритмы иерархической кластеризации

Среди алгоритмов иерархической кластеризации выделяются два основных типа: восходящие и нисходящие алгоритмы. Нисходящие алгоритмы работают по принципу «сверху-вниз»: в начале все объекты помещаются в один кластер, который затем разбивается на все более мелкие кластеры. Более распространены восходящие алгоритмы, которые в начале работы помещают каждый объект в отдельный кластер, а затем объединяют кластеры во все более крупные, пока все объекты выборки не будут содержаться в одном кластере. Таким образом строится система вложенных разбиений.

К недостатку иерархических алгоритмов можно отнести систему полных разбиений, которая может являться излишней в контексте решаемой задачи.

Алгоритмы квадратичной ошибки

Задачу кластеризации можно рассматривать как построение оптимального разбиения объектов на группы.

При этом оптимальность может быть определена как требование минимизации среднеквадратической ошибки разбиения:

$$e^2(X,L)=\sum_{j=1}^{K}\sum_{i=1}^{n_j}\| x_i^{(j)}-c_j\|^2 \qquad (1)$$

где c_j — «центр масс» кластера j (точка со средними значениями характеристик для данного кластера).

Алгоритмы квадратичной ошибки относятся к типу плоских алгоритмов. Самым распространенным алгоритмом этой категории является метод k-средних. Этот алгоритм строит заданное число кластеров, расположенных как можно дальше друг от друга. Работа алгоритма делится на несколько этапов:

3. Случайно выбрать k точек, являющихся начальными «центрами масс» кластеров.
4. Отнести каждый объект к кластеру с ближайшим «центром масс».
5. Пересчитать «центры масс» кластеров согласно их текущему составу.
6. Если критерий остановки алгоритма не удовлетворен, вернуться к п. 2.

В качестве критерия остановки работы алгоритма обычно выбирают минимальное изменение среднеквадратической ошибки. Так же возможно останавливать работу алгоритма, если на шаге 2 не было объектов, переместившихся из кластера в кластер.

К недостаткам данного алгоритма можно отнести необходимость задавать количество кластеров для разбиения.

Нечеткие алгоритмы

Наиболее популярным алгоритмом нечеткой кластеризации является алгоритм c-средних (c-means). Он представляет собой модификацию метода k-средних. Шаги работы алгоритма:

2. Выбрать начальное нечеткое разбиение n объектов на k кластеров путем выбора матрицы принадлежности U размера n x k.
3. Используя матрицу U, найти значение критерия нечеткой ошибки:

$$e^2(X,U)=\sum_{i=1}^{N}\sum_{k=1}^{K}U_{ik}\| x_i^{(k)}-c_k\|^2 \qquad (2)$$

где c_k — «центр масс» нечеткого кластера k

$$c_k=\sum_{i=1}^{N}U_k x_i \qquad (3)$$

4. Перегруппировать объекты с целью уменьшения этого значения критерия нечеткой ошибки.
5. Возвращаться в п. 2 до тех пор, пока изменения матрицы U не станут незначительными.

Этот алгоритм может не подойти, если заранее неизвестно число кластеров, либо необходимо однозначно отнести каждый объект к одному кластеру.

Алгоритмы, основанные на теории графов

Суть таких алгоритмов заключается в том, что выборка объектов представляется в виде графа G=(V, E), вершинам которого соответствуют объекты, а ребра имеют вес, равный «расстоянию» между объектами. Достоинством графовых алгоритмов кластеризации являются наглядность, относительная простота реализации и возможность внесения различных усовершенствований, основанные на геометрических соображениях.

Основными алгоритмам являются:

- алгоритм выделения связных компонент,
- алгоритм построения минимального покрывающего (остовного) дерева,
- алгоритм послойной кластеризации.

Сравнение алгоритмов

Таблица 1. «Вычислительная сложность алгоритмов»

Алгоритм кластеризации	Вычислительная сложность
Иерархический	$O(n^2)$
k-средних	O(nkl), где k – число кластеров, l – число итераций
c-средних	
Выделение связных компонент	зависит от алгоритма
Минимальное покрывающее дерево	$O(n^2 \log n)$
Послойная кластеризация	O(max(n, m)), где $m < n(n-1)/2$

В своей работе планирую применять несколько из рассмотренных алгоритмов, в зависимости от типа классификатора и требуемой энергетической эффективности.

Список литературы:

1. Воронцов К.В. Алгоритмы кластеризации и многомерного шкалирования. Курс лекций. МГУ, 2007.
2. Jain A., Murty M., Flynn P. Data Clustering: A Review. // ACM Computing Surveys. 1999. Vol. 31, no. 3.
3. Котов А., Красильников Н. Кластеризация данных. 2006.

РАЗРАБОТКА ИНСТАЛЛЯТОРА ДЛЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА АСОНИКА-К

А.Н. Куриленков
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В работе было рассмотрено решение по установки программного комплекса АСОНИКА-К [1] на операционные системы Windows. Сделан обзор программных средств, автоматизирующих процесс создания инсталлятора, а также был построен алгоритм установки программного комплекса АСОНИКА-К.

Введение

В связи с появлением сложных программных комплексов, появились программы, автоматизирующие их установку. Такие программы называются инсталляторами. Основными функциями инсталляторов являются:

- Распаковывание, копирование или обновление файлов
- Добавление настроек конфигурации
- Выполнение активации программного продукта

Данная работа состоит из трех разделов. В первом разделе описываются требования к разрабатываемому инсталлятору. Во втором разделе проведен обзор систем создания инсталляторов. Последний раздел описывает разработку инсталлятора для программного комплекса АСОНИКА-К.

Требования к разрабатываемому инсталлятору

Для установки программного комплекса АСОНИКА-К были выдвинуты следующие требования:

- Поддержка операционных систем Windows
- Наличие графического интерфейса
- Поддержка функции активации устанавливаемой программы
- Поддержка сжатия файлов
- Возможность работы с реестром операционных систем Windows

Обзор систем создания инсталляторов

Существует множество систем создания инсталляторов [2]. Большинство из них платные, цена которых может составлять тысячи долларов. К наиболее известным можно отнести InstallShield, Windows Installer, Wise Installation Express, Inno Setup, NSIS и др. [3].

Для решения поставленной задачи, была выбрана система InnoSetup. Она удовлетворяет заявленным требованиям, к тому же является бесплатной, что может сократить себестоимость выпускаемого программного продукта.

Разработка инсталлятора

Исходя из поставленных требований, был построен алгоритм работы инсталлятора (см. рис 1). Для его реализации использовались автоматизированные средства Inno Setup [4], позволяющие: создавать графический интерфейс, записывать в реестр операционных систем Windows, обеспечивать криптозащиту приложения.

На последнем этапе реализации выполняется сжатие исходных файлов и компилирование сгенерированного программой кода в инсталлятор. В итоге получаем файл с расширением .exe, который может быть запущен для установки требуемой программы.

Описание алгоритма

В начале выполнения инсталляции появляется окно приветствия пользователя и предлагается ему установить данный программный продукт. После нажатия на кнопку далее требуется ввести серийный номер программы, при неверном вводе инсталлятор не разрешает устанавливать программный продукт и просит пользователя ввести номер повторно.



Рис.1. Алгоритм работы инсталлятора

Если ключ прошел проверку, то пользователь может выбрать необходимые ему программы. Затем он должен выбрать каталоги, куда будут распакованы файлы. Далее пользователь наблюдает за процессом установки. Здесь отображается индикатор выполнения установки. На этом этапе происходит: распаковывание файлов в указанные каталоги, запись серийного номера в реестр, создание ярлыков программ. В случае успешного выполнения процесса, программа завершается с сообщением об успешном завершении.

Заключение

В ходе выполнения работы была получена программа, устанавливающая программный комплекс АСОНИКА-К. Для ее реализации была использована система создания инсталляторов, которая сокращает время разработки и соответственно финансовые затраты. Полученная программа делает установку программного обеспечения простой, что позволяет произвести ее любому конечному пользователю.

Список литературы:

1. Жаднов, В. Информационная технология обеспечения надёжности сложных электронных средств военного и специального назначения. / В. Жаднов, Д. Авдеев, В. Кулыгин. // Компоненты и технологии. - 2011. - № 6. - с. 168-174.

2. List of installation software: [Электронный ресурс]. // Wikipedia. URL: http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_installation_software (дата обращения: 20.01.2015).

3. Зимин Н.А., К вопросу распространения приложений: [Электронный ресурс]., 12.11.2005. URL: http://rsdn.ru/article/install/Deploying.xml (дата обращения: 20.01.2015).

4. Jordan Russell, Inno Setup: [Электронный ресурс]. 1997-2012. URL: http://www.jrsoftware.org/isinfo.php (дата обращения: 20.01.2015).

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КУРСОВ КГ ПО МАССИВАМ ДАННЫХ

А.О. Буравцова
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Технологии массовых открытых онлайн курсов (МООК) широко распространены на западе, но требуют больше информации о результатах для обоснования пользы такой системы обучения и дальнейшего внедрения. Очный курс компьютерной графики на базе МООК, проходящий в 2013-2014 годах, был организован для студентов 2 курса, и в итоге было получено значительное количество формализованной информации. В данной работе рассматривался анализ этих данных и получение закономерностей, а так же сделаны выводы относительно удовлетворённости студентами курсом.

Введение

Закономерностью курса “Компьютерная графика” является массовость: по статистическим данным, в 2013 году обучение прошли 120 студентов, в 2014 — 180. Появилась проблема поиска подходящего метода оценивания всего курса, так как очевидно, что невозможно привлечь к контролю достаточное количество экспертов, и решением такой проблемы являются инструменты проверки, использующиеся в МООК.

В курсе «Компьютерная графика» применялись три метода оценки: автоматическая (проведение вопросов в виде теста), экспертная и пиринговая (для проверки письменных работ в виде эссе). Входными данными в этом случае являются результаты тестов, лабораторных работ, проверки эссе и его выполнения, а также анкеты обратной связи, полученные в курсе прохождения курса.

Задачей данной работы является анализ работы студентов для дальнейшего усовершенствования курса, выявление закономерностей, присущих разным методам оценки.

Гипотезы, выдвинутые в исследовании

В ходе данного исследования по данным двух лет были выдвинуты и проверены следующие гипотезы:

- Большинство студентов участвовало в выполнении творческих заданий, которые были представлены в лабораторных работах за дополнительные баллы.
- Большее количество студентов участвовали в написании и проверке второго эссе, чем первого.
- Рецензенты, участвовавшие в написании эссе, выставляют оценки более объективно.
- У студентов, которые высоко оценили курс, хорошая успеваемость по нему.
- Курс 2014 года был более сбалансирован по сложности по сравнению с курсом 2013 года.
- Существует разброс оценок обратной связи у студентов 2013 и 2014 годов; более положительные у студентов 2013 года.
- Наибольшим успехом пользовались практически ориентированные лекции, а обзорные и общетеоретические получили меньший балл.
- Тесты, пройденные на лабораторных работах, были оценены меньшими баллами, чем тесты, ориентированные на проверку материалов лекций и пройденные дома.

Анализ средств

Были изучены разные сервисы, приложения и функции, такие как *GoogleFusionTables, SapLumira, PowerPivot*и др. Главными критериями были такие аспекты, как доступность, простота понимания, спектр применимых действий, возможности визуализации и анализа разных типов входных данных.

Анализ результатов

По разбросу оценок, приведённых на Рис. 1, ясно, что содержание курса 2014 года было более сбалансированным: в 2013 году автомат получило больше половины учащихся, в 2014 году — меньше.

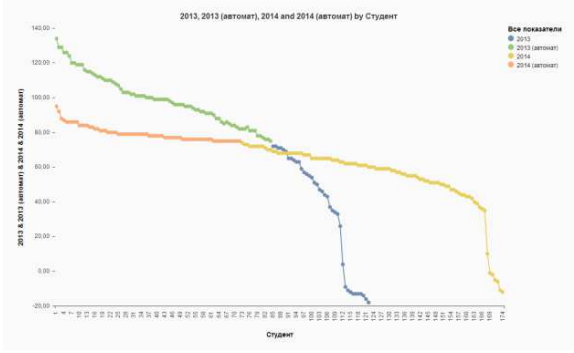


Рис.1. Относительная зависимость итоговых оценок учеников 2013-2014 годов

На Диаграмме 1 виден процент людей, получивших автоматы, зачёт и незачёт 2013 и 2014 годах.

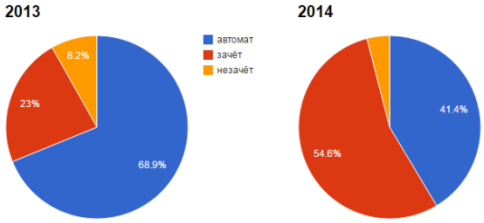


Диаграмма 1. Процент успеваемости учеников 2013-2014 годов

Как следует из диаграмм, после проведения экзамена в 2013 году 70% получили автомат, в 2014 — 40%. При этом процент людей, получивших незачёт, в 2014 году меньше, даже при учёте того, что курс оказался сложнее, а значит можно сделать вывод о том, что в 2014 году организация курса эффективнее.

Заключение

По результатам проведённых исследований можно сделать вывод, что курс с применением элементов МООК получил положительную оценку, а сами методы оценивания решают проблему массовости.

Список литературы:

1. Korolev D., Pavolotsky A., Implementation of MOOC methods to university classroom courses, Prt. 1: Innovative Information Technologies in Education. M.: HSE, 2014, p. 182-188.
2. Sandeen C. Assessment’s Place in the New MOOC World // Research & Practice in Assessment. 2013. V. 8. P. 1

ОПТИМАЛЬНОЕ СТОХАСТИЧЕСКОЕ ВОССТАНОВЛЕНИЕ КВАДРАТИЧНО ИНТЕГРИРУЕМОЙ ФУНКЦИИ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ ЗА НЕЙ С ГАУССОВСКИМИ ОШИБКАМИ

С.А. Булгаков
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

Доклад посвящен построению решения задачи оптимального в среднеквадратическом смысле стохастического восстановления измеримой квадратично интегрируемой

относительно меры Лебега функции заданной на конечномерном компакте.

Введение

Доклад посвящен решению задачи стохастического восстановления квадратично интегрируемой относительно меры Лебега функции заданной на конечномерном компакте по наблюдениям за ней с ошибками, которые являются гауссовскими случайными функциями. В нем устанавливаются условия существования оптимальной процедуры восстановления и ее качество по критерию среднеквадратической ошибки.

Под задачей стохастического восстановления функции из некоторого класса, обычно понимают следующее: имеется возможность наблюдать значение этой функции с ошибками в любой точке области ее определения и требуется оценить (восстановить) ее по результатам наблюдений в соответствии с заданным критерием оптимальности. Следует отметить что задача стохастического восстановления функций относится к задачам непараметрического (бесконечномерного) оценивания. Задачам непараметрического оценивания посвящено большое количество работ, например, [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13].

В отличии от этих работ в данном докладе приводятся условия существования решения этой задачи, а также явный вид этой непараметрической оценки.

Постановка задачи

Пусть $x \in K$– конечномерный компакт, $B(K)$– борелевская σ-алгебра на K, а $L_2(K)$– множество измеримых функций $f: K \to \mathbb{R}^1$, квадратично интегрируемых относительно меры Лебега Λна K, то есть $\int_K f^2(x)dx < \infty$.

Пусть (Ω, F, P)вероятностное пространство на котором задана измеримая функция $n: \mathbb{N}^+ \times \Omega \times K \to \mathbb{R}^1$, обозначаемая $n_m(x)$, такая, что для любых $x \in K$и $m \in \mathbb{N}^+$

$$En_m(x) = 0, E\int_K n_m^2(x)dx = \sigma^2 < \infty, \quad (1)$$

здесь через$E(\cdot)$обозначен интеграл Лебега относительно вероятностной меры P, причем для любых $x \in K$и $m \neq q$

$$En_m(x)n_q(x) = 0. \quad (2)$$

Предположим, что в любой точке $x \in K$мы наблюдаем функцию $y_m(x)$, которая имеет вид

$$y_m(x) = f(x) + n_m(x), \quad (3)$$

где $m \in \mathbb{N}^+$– номер наблюдения.

Пусть $\{\phi_i(x)\}_{i\geqslant 0}$– полная, ортонормированная система функций, то есть

$\phi_i(x) \in L_2(K)$и$\int_K \phi_i(x)\phi_j(x)dx = \delta_{ij}$, где δ_{ij}– символ Кронекера, причем $\sum_{i=0}^{\infty}\int_K \phi_i^2(x)dx < \infty$.

Обозначим:

$$y_m^i \stackrel{\Delta}{=} \int_K y_m(x)\phi_i(x)dx, \quad (4)$$

$$\alpha_i \stackrel{\Delta}{=} \int_K f(x)\phi_i(x)dx, \quad (5)$$

$$n_m^i \stackrel{\Delta}{=} \int_K n_m(x)\phi_i(x)dx. \quad (6)$$

Из (3)–(6) следует, что для любых iи mвыполнено равенство

$$y_m^i = \alpha_i + n_m^i(x). \quad (7)$$

Очевидно, что для любых $i \geqslant 0$и $m \geqslant 1$

$$\alpha_i^2 + E(n_m^i)^2 < \infty, E(y_m^i)^2 < \infty. \quad (8)$$

Обозначим $\sigma_i^2 \stackrel{\Delta}{=} E(n_m^i)^2$и положим $\sum_{i=1}^{\infty}\sigma_i^2 = \sigma^2$.

Очевидно,

$$n_m(x) \stackrel{\Delta}{=} \sum_{i=0}^{\infty} n_m^i\phi_i(x) - P\text{-п.н.}, \quad (9)$$

$$y_m(x) \stackrel{\Delta}{=} \sum_{i=0}^{\infty} y_m^i\phi_i(x) - P\text{-п.н.}. \quad (10)$$

Пусть $F_m^y \stackrel{\Delta}{=} \sigma\{y_1^i, \dots, y_m^i, \forall i \geqslant 0\}$. Очевидно что для любых $m \geqslant 1$и $x \in K$случайная функция $y_m(x)$– $F_m^y \otimes B(K)$-измерима.

Определение 1. *Пусть*$\widehat{f_m}(x)$*– любая* $F_m^y \otimes B(K)$*-измеримая функция, такая что* $E\int_K |\widehat{f_m}(x)|^2 dx < \infty$*, которую будем называть оценкой функции* $f(x) \in L_2(K)$.

Множество таких оценок обозначим через $M_{2,m}(P)$.

Задача стохастического восстановления функции $f(x) \in L_2(K)$состоит в построении оценки $\widehat{f_m}(x) \in M_{2,m}(P)$такой, что

$$E\int_K [f(x) - \widehat{f_m}(x)]^2 dx \to \inf_{\widehat{f_m}(x)\in M_{2,m}(P)}. \quad (11)$$

(11) – это критерий минимума среднеквадратической ошибки относительно меры $\Lambda \times P$.

Определение 2. *Оценку* $\widehat{f_m^O}(x) \in M_{2,m}(P)$*– назовем оптимальной, если*

$$\inf_{\widehat{f_m}(x)\in M_{2,m}(P)} E\int_K \left[f(x) - \widehat{f_m}(x)\right]^2 dx = E\int_K [f(x) - \widehat{f_m^O}(x)]^2 dx.$$

Очевидно, что $\widehat{f_m}(x) \in M_{2,m}(P)$и допускает представление

$$\widehat{f_m}(x) = \sum_{i=0}^{\infty} \widehat{\alpha_{im}}\phi_i(x), \quad (12)$$

где $\widehat{\alpha_{im}}$– F_m^y-измеримая случайная величина, $i \in \mathbb{Z}^+$, которая является коэффициентом Фурье оценки$\widehat{f_m}(x)$, то есть

$$\widehat{\alpha_{im}} \stackrel{\Delta}{=} \int_K \widehat{f_m}(x)\phi_i(x)dx. \quad (13)$$

Существование решения задачи

В данном разделе формулируется основной результат доклада.

Предположение. *Для любых* $i \geqslant 0$*и* $m \geqslant 1$ *семейство*$\{n_m^i\}$*образует гауссовскую систему некоррелированных случайных величин с* $Law(n_m^i) = N(0, \sigma_i^2)$*, причем* $\sum_{i=1}^{\infty}\sigma_i^2 = \sigma^2 < \infty$*, и* $\inf_i \sigma_i^2 > 0$.

Теперь можно сформулировать основной результат доклада.

Теорема. *Пусть* $f(x) \in L_2(K)$*и выполнены условия предположения. Тогда справедливы следующие утверждения:*

1) для почти всех $x \in K$*и* $m \geqslant 1$*существует оптимальная оценка* $\widehat{f_m^O}(x)$*которая* $\Lambda \times$*-почти всюду допус-*

кает представление

$$\widehat{f_m^O}(x) = \sum_{i=0}^{\infty} \widehat{\alpha_{im}^O} \phi_i(x), \quad (14)$$

причем

$$\widehat{\alpha_{jm}^O} = \frac{1}{m} \sum_{j=1}^{m} y_m^j(x). \quad (15)$$

2) справедливо равенство

$$\inf_{\widehat{f_m}(x) \in M_{2,m}(P)} E \int_K \left[f(x) - \widehat{f_m}(x) \right]^2 dx = \quad (16)$$

$$= \frac{1}{m} \sum_{j=0}^{m} \sigma_j^2 = \frac{\sigma^2}{m}.$$

Численное моделирование

Для проведения машинных экспериментов была выбрана среда GNU Octave.

В качестве ортонормированного базиса использовалась следующая система функций

$$\{1, \sin(2\pi x), \cos(2\pi x), \ldots, \sin(2\pi x q), \cos(2\pi x q), \ldots\} \quad (17)$$

Заключение

Получен явный вид решения задачи стохастического восстановления квадратично интегрируемой относительно меры Лебега функции заданной на конечномерном компакте по наблюдениям за ней с гауссовскими ошибками, а также условия существования решения этой задачи.

Список литературы:

1. Вапник В.Н *Алгоритмы и программы восстановления зависимостей* / Вапник В.Н., Гладкова Т.Г. Кощеев В.А., Михальский А.И., Червоненкис А.Я.; под ред. В.Н. Вапника. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1984. – 816 с.

2. Вапник В.Н. *Восстановление зависимостей по эмпирическим данным* – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 448 с.

3. Дарховский Б.С. *Новый подход к стохастической задаче восстановления* // Теория вероятностей и ее применения. – 2004. – Т. 49 – Вып. 1. – С. 36-53

4. Дарховский Б.С. О *стохастической задаче восстановления* // Теория вероятностей и ее применения. – 1998. – Т. 43 – Вып. 2. – С. 357-364

5. Ермаков С.М. *Математическая теория планирования эксперимента* / Ермаков С.М., Бродский В.З., Жиглявский А.А. Козлов В.П., Малютов М.Б., Мелас В.Б., Седунов Е.В. Федоров В.В.; под ред. С.М. Ермакова. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 392 с.

6. Ермаков С.М., Жиглявский А.А. *Математическая теории оптимального эксперимента: учебное пособие* – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1987. – 320 с.

7. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. *Элементы теории функции и функционального анализа* – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1976. – Изд. 4е, перераб. – 543 с.

8. Липцер Р.Ш., Ширяев А.Н. *Статистика случайных процессов (нелинейная фильтрация и смежные вопросы)* – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1974. – 696 с.

9. Стратонович Р.Л. *Оптимальное расширение функционального подпространства в алгоритмах восстановления плотности и функции распределения* // Известия АН СССР, Техническая кибернетика, 1970, №2, – С. 37-64

10. Стратонович Р.Л. *Эффективность методов математической статистики в задачах синтеза алгоритмов восстановления неизвестной функции* // Известия АН СССР, Техническая кибернетика, 1969, №1, – С. 32-46

11. Тихонов В.И., Кульман Н.К. *Нелинейная фильтрация и квазикогерентный прием сигналов* – М.: Советское радио, 1975. – 704 с.

12. Хаметов В.М., Сиверцев О.Н. *Задача восстановления функций* // Обозрение прикладной и промышленной математики, 2006. Т. 13, Вып. 2. – С. 354-356

13. Ченцов Н.Н. *Статистические решающие правила и оптимальные выводы* – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1972. – 520 с.

НЕЙРОДИАГНОСТИКА НАЛИЧИЯ СЕРДЕЧНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

М.В. Павлова
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В данной работе описывается создание программного обеспечения для определения наличия проблем с сердцем с использованием нейронных сетей. Алгоритм решает задачу классификации и может являться помощью в диагностике врачу и пациенту. Данный продукт может выступать как отдельная программа, так и работать в совокупности с устройствами, которые производят обследование.

Введение

Сердечно-сосудистые заболевания являются основной причиной смерти во всем мире. По оценкам Всемирной организации здравоохранения ишемическая болезнь сердца уносит около 17,5 миллионов жизней в год. Своевременное обнаружение проблемы могло бы повысить шансы на восстановление организма. Исходя из вышеописанных фактов была поставлена цель - создать доступное и простое в обращении программное обеспечение, которое бы определяло наличие сердечного заболевания по биометрическим данным человека. Появление такого способа обработки данных позволило бы ускорить проведение обследования и повысить точность диагноза.

Способ решения задачи

В основе реализации решения данной задачи лежит мощный и универсальный инструмент для обработки большого количества данных – нейронные сети. Программа должна решать задачу классификации, то есть отнести имеющиеся статические образцы (данные медицинского осмотра) к определенным классам. Написанию алгоритма предшествует анализ существующих типов нейронных сетей и определение наиболее подходящей модели для решения поставленной задачи.

Математически нейрон представляет собой взвешенный сумматор, единственный выход которого определяется через его входы и матрицу весов W. Нейронная сеть является объединением нейронов в слои.. Модель нейронной сети может быть представлена перцептроном – базовый тип нейронной сети с одним скрытым слоем. Структурная схема многослойного перцептрона представлена на рисунке 1.

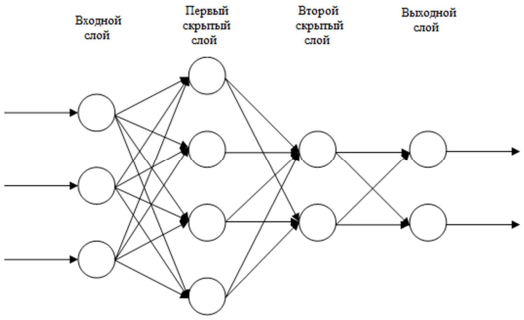


Рис.1. Структурная схема многослойного перцептрона

Обучение нейронной сети может производиться с учителем и без учителя. В данной разработке реализовано обучение с учителем, образцом является база данных, состоящая из результатов обследования 270 пациентов. Изменение весов матрицы W останавливается, когда разница между выходом сети и данной целью будет меньше наперед заданной точности. Критериями, по которым возможно установить наличие сердечно-сосудистого заболевания, являются: возраст, пол, тип боли в груди, артериальное давление в состоянии покоя, уровень холестерина в сыворотке крови, уровень сахара в крови натощак, электрокардиографические результаты в состоянии покоя, максимальная достигнутая частота сердечных сокращений, стенокардия после физической нагрузки, пик S-T сегмента в результате физической нагрузки, склон S-T сегмента после физических упражнений, количество крупных сосудов в результате флюроскопии, результаты сканирования.

Исходные данные необходимо нормализовать в соответствии с условиями выбранной функцией активации, а также разбить на три группы – обучающую, проверочную и экзаменационную выборки.

После обучения и тестирования алгоритма система готова к принятию новых входных данных для отнесения к одному из двух классов, характеризующих состояние человека как «присутствует» или «отсутствует» сердечное заболевание.

Заключение

Созданное программное обеспечение позволяет определить наличие заболевания сердца по биологическим данным человека и результатам некоторых медицинских тестов. Алгоритм может быть использован как самостоятельная программа, так и являться частью системы в совокупности с медицинскими устройствами.

Список литературы:

1. Хайкин С. Нейронные сети. Полный курс 2-е изд. Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с.

2. Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. Пер. с польского И.Д. Рудинского. - М.: Финансы и статистика, 2002. - 344 с

3. Кардиология: ключи к диагнозу: научное издание / А.В. Шпектор, Е.Ю. Васильева; Ред. А.Э. Радзевич. - 2-е изд., испр. -М. : Видар, 1998.- 336 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ В СИСТЕМЕ MATLAB

Д.С. Золотарёв
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Дифференциальные уравнения широко применяются в нашей жизни для описания множества физических, биологических и других процессов, происходящих в течение определённого времени. В связи с этим ранее было получено множество методов, чтобы быстро и качественно решать дифференциальные уравнения. В данной работе проведено исследование используемых в прикладных ПО [3] численных методов для решения обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с целью найти наилучший. Для этого была использована система Matlab. Показано, что самым эффективным методом является метод Рунге-Кутта четвёртого порядка.

Существуют два основных класса решения дифференциальных уравнений: численный и численно-аналитический.

Аналитическое решение заключается в нахождении зависимостей переменных от времени в виде математических формул. Оно даёт самое точное решение дифференциальных уравнений в отличие от численных методов, но они имеют два основных недостатка. Первый – это трудности алгоритмизации и программирования, возникающие при математическом расчёте. Второй – некоторое число дифференциальных уравнений, используемых при моделировании, не имеет аналитического решении

Вышесказанное приводит к необходимости изучения и использования численных методов, так как они более просты в использовании. Существуют явные и неявные методы. Их суть состоит в многократном повторении действий. Поэтому алгоритмы численных методов требуют большое число однообразных вычислений.

В данной работе проведено исследование следующих методов: метод Эйлера, метод Рунге-Кутта (4 порядка), и метод трапеций.

Самым простым из них является метод Эйлера, он является одношаговым и имеет первый порядок точности. Различают явный и неявный метод Эйлера.

Пусть задано уравнение с начальным условием: $\frac{dy}{dx} = f(x,y)$, $y(0) = y_0$,

решение явным методом будет находиться по следующей формуле:

$$y_{i+1} = y_i + h * f(x_i, y_i)$$

-Решение неявным методом:

$$y_{i+1} = y_i + h * f(x_{i+1}, y_{i+1})$$,

где h-шаг интегрирования.

Явный метод редко используется, так как для увеличения точности нужно сделать очень много шагов, что может занимать значительную часть времени, поэтому чаще используются неявные методы.

Все остальные методы выводятся на основе этих формул. Основная информация об этих методах находиться в [1].

Для проведения сравнительного анализа методов использована система Matlab. Была выбрана именно эта система, так как в ней заложены функции, в которых реализованы некоторые численные методы, что упрощает работу, а также есть удобный вывод результата (показано время и изменение величины в течение этого времени).

Численные методы были протестированы по 2 критериям: время работы и точность результата. Шаг интегрирования равен 0.05. Исследование проводилось для уравнения:

$x' = 2 * x + 5$,

Для него было получено точное решение, чтобы проверить полученные результаты:

$$x = \frac{1}{2} * (7 * \exp(2t) - 5)$$

Проверялись решения на следующих интервалах времени: 0.5 сек, 1сек, 1.5 сек, и 2 сек. Результаты исследования находятся в таблице 1.

Таблица 1

Время (с) \ метод	Эйлера (неявный)	трапеций	Рунге-Кутта 4 порядок	Точный результат
0.5	4.8250	7.0221	7,0140	7,01398
1	9,1500	23,4395	23,3617	23,36169
1.5	13,975	68,1623	67,7995	67,79937
2	19,300	190,0563	188,5945	188,59352

По данным таблицы, очевидно, что самую высокую точность имеет метод Рунге-Кутта 4 порядка, отличающийся немного от точного значения (от 0.0002 до 0,00098), а самый худший метод – это метод Эйлера. При своей простой реализации он отличается от точного значения в 1.45 раз (при t=0.5сек.) до 9.77 раз (при t=2сек.) Время выполнения расчетов каждого метода приблизительно одинаково.

В результате проведённого исследования доказано, что лучшим численным методом для решения дифференциальных уравнений является метод Рунге-Кутта 4 порядка. В будущем планируется разработать новую программу для реализации метода Рунге-Кутта с возможностью задавать шаг интегрирования.

Список литературы:

1. Чуа Л. О., Лин Пен-Мин. Машинный анализ электронных схем: Алгоритмы и вычислительные методы./ Москва “Энергия” – 1980. Стр. 394-400.

2. Л. Ф. Шампайн, И. Гладвел, С. Томпсон. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений с использованием Matlab./ Издательство “Лань”-2009. Стр. 53-58.

3. Востриков А. В., Абрамешин А. Е. Тестирование коммерческого программного обеспечения для моделирования и анализа эквивалентных электрических схем космических аппаратов // Технологии электромагнитной совместимости. 2012. № 1. С. 25-28.

РАЗРАБОТКА КОНКУРЕНТНО-ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ - ДЕЛОВОЙ ИГРЫ «НИКСДОРФ ДЕЛЬТА»

К.Р. Ибрагимова
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

Научно-исследовательская работа студентов является одной из важнейших форм учебного процесса. Данный доклад посвящен разработке оптимальной и конкурентной стратегии предприятия в деловой игре «Никсдорф Дельта», которая дает представление об условиях деятельности виртуального предприятия, параметрах имитационной компьютерной системы и возможностях их изменения.

Введение

Интерактивное обучение студентов является одной из важнейших форм учебного процесса, в которой наиболее удачно сочетаются обучение и практика. В рамках такой студент сначала приобретает первые навыки исследовательской работы, затем получая возможность воплощать приобретённые теоретические знания на практике. «Никсдорф Дельта» — это интерактивная компьютерная деловая игра, для использования которой необходимы знания основ маркетинга, планирования, управления производством, финансового анализа и других экономических дисциплин. Это имитационная модель деятельности предприятия. Она позволяет проверить профессиональные знания в области управления организацией в условиях конкуренции и имитируетизменения рыночной ситуации в длительного количества времени.

Итак, рассмотрим определение поведенческой стратегии предприятия внутри игры. Здесь имеются две важные задачи, которые связаны с выбором долгосрочной стратегии развития, ее реализации и претворения в жизнь.

Определение стратегий предприятий

Глобальной целью предприятия является критерием оптимизации – максимизация прибыли в течение длительного промежутка времени. После определения глобальной цели мы можем определить в отдельности для каждой подсистемы предприятия ряд целей второго порядка:

1) Сфера производства: получение максимальной прибыли от производственного результата предприятия (от валовой прибыли после вычета издержек производства).

2) Сфера маркетинга: максимизация валовой прибыли предприятия как разницы между выручкой и затратами на инструменты маркетинга.

3) Сфера финансирования: Максимизация дохода и снижение расходов от финансовой деятельности предприятия.

Для нахождения оптимальных параметров отдельных подсистем предприятия достаточно использовать:

- функциональные зависимости из моделей подсистем для аналитических расчетов;
- системы имитационного моделирования предприятия.

Однако для нахождения суммарного оптимума предприятия необходимо применить интуицию и собственные знания, а также опыт. В общем случае процесс принятия решений можно разбить на три этапа:

1.Нахождение локальных оптимумов плана периода в рамках отдельных подсистем.

2.Корректировка оптимальных решений в подсистемах с целью поиска глобального оптимума периода.

3.Корректировка глобального оптимума периода в соответствии с выбранной долгосрочной стратегией.

Этап 1. Нахождение отдельных этапов плана, оптимальных в рамках определенной подсистемы предприятия в соответствии с целями для каждой подсистемы, и отвечающих требованиям выбранной стратегии.

Все расчеты или имитационное моделирование желательно проводить в определенной последовательности, начиная с планирования маркетинга.

Предприятие – олигополист может реализовывать собственную стратегию, воздействуя на окружающую среду - конкурентов. Стратегия развития предприятия должна быть спланирована заблаговременно, для последовательного воплощения в жизнь каждого из этапов в каждом периоде.

Существует возможность нахождения оптимума предприятия в рамках выбранной стратегии. Нельзя исключить фактор случайности, связанный с непредсказуемостью поведения конкурентов. Если имеется представление об их долгосрочных стратегиях, то их поведение прогнозируется.

*Этап 2.*Корректировка оптимальных решений в подсистемах для поиска глобального оптимума периода.

После нахождения наилучших оперативных решений в каждой из подсистем необходимо скорректировать найденные решения с целю поиска наилучшего из результатов планирования, целью которого является получение максимальной прибыли (глобальный оптимум).

Этап 3. Корректировка полученного глобального оптимума периода в соответствии с выбранной долгосрочной стратегией.

Глобальный оптимум периода и замечания

Глобальный оптимум периода выражается суммой прибыли, получаемой в периоде. Однако достигнутый результат по прибыли в текущем периоде может не соответствовать той прибыли, которая предусмотрена долгосрочной стратегией. Поэтому план периода должен быть скорректирован еще раз.

Замечание 1. На этапе 2 возможно выявление ошибок при принятии решений и последовательное улучшение принятых решений в подсистемах.

Можно использовать предпоследнее окно в подсистеме планирования «Прибыль» для оптимизации целей второго порядка.

Необходимо записать полученную прибыль и вернуться, например, в подсистему маркетинга и попробовать изменить незначительно вложения в рекламу, сервис, исследования, затем аккуратно во всех окнах нажать «рассчитать/принять /дальше» и сравнить новые значения в окне «прибыль».

Если полученная прибыль больше, то можно прогнозировать получение нового оптимального решения.

Каждое предприятие должно уметь прогнозировать действия конкурентов и использовать данную информацию при окончательном принятии решений, что немного выходит за рамки оптимизации принятия решений в соответствии с собственной долгосрочной стратегией, так как на определенном этапе деятельности предприятия может выясниться, что собственная стратегия в дальнейшем не является конкурентоспособной.

Замечание 2. При определении глобального оптимума периода целесообразно также ориентироваться на принимаемые решения в последнем окне «ликвидность». В нем осуществляется привидение в соответствии расходов и поступлений.

Целесообразно выровнять в этом окне поступления и расходы, изучить справа расходы предприятия и вернуться в подсистемы с целью сокращения расходов, затем снова в окно «Ликвидность» и оценить соотношение между поступлением и расходами.

Если произошло изменение в пользу поступлений, то найден новый глобальный оптимум периода.

С другой стороны можно попробовать увеличить поступления из оборота в левой колонке этого окна. Для этого необходимо перейти в маркетинг и попробовать изменить цены по каждому из продуктов последовательно (по одному, не сразу все; вверх и вниз), а затем сравнить в последнем окне «Ликвидность» соотношение между поступлением и расходами. Возможно, будет найден новый глобальный оптимум.

Использование Excel-файла для получения стратегии. Получение данных по подсистемам маркетинга, финансов и производства в абсолютных величинах.

Для того, чтобы наглядно изучить и представить разработанную стратегию удобно воспользоваться таблицами по подсистемам «Маркетинг», «Производство», «Финансы». Данные в таблицах получены с помощью экспортирования отчетов из уже проведенных игр. Для этого создаем папку, экспортируем в нее отчеты в виде Excel-файлов за периоды 0-12 с именами report0,..report12. Для экспорта отчета за период N необходимо открыть в меню любой отчет, затем в меню «Игра» выбрать «Экспорт отчета», в раскрывшемся окне ввести название файла reportN и выбрать папку размещения файла. Таким образом, можно получить 13 файлов с отчетами в виде таблиц. С помощью специальной программы, которая соотносит аналогичные ячейки. Мы получим три таблицы, в каждой из которыхимеются далеко не все данные, (рассчитываются в Excel-файле) которые необходимы для принятия решений. Общее число их составляет более 100 параметров и неизвестных.

Получение данных по подсистеме маркетинга по отношению к обороту прошлого периода

Часто для достижения поставленных результатов очень важно контролировать вложения в рекламу, сервис и исследования по отношению к обороту конкретного предприятия. Для этого также нужно воспользоваться экспортом отчетов из игры, а затем специальной программой, переводящей данные из отчетов в таблицы Excel. В результате получим следующие соотношения в таблице:

реклама %	**период 5**		
	рынок 1	**рынок 2**	**рынок 3**
продукт 1	0,0906	0,093814	0,058782
продукт 2	0,034913	0,054019	0,046579
сервис %	**рынок 1**	**рынок 2**	**рынок 3**
	0,013338	0,027298	0,019101
Исследования %	**продукт 1**	**продукт 2**	
	0,039657	0,045294	

Выбранную стратегию развития предприятия в качестве долгосрочной можно многократно изменять с помощью системы имитационного моделирования с целью получения желаемых плановых показателей.

Заключение

После завершения процесса моделирования и получения нескольких вариантов стратегических планов, выбирается лучший из них по критериям максимума прибыли, максимума Z-показателя или минимума I-показателя, отчеты экспортируются и обрабатываются Excel-файлом. Далее в процессе деятельности предприятия необходимо придерживаться выбранной стратегии. В этом случае можно рассчитывать на достижение итоговых показателей долгосрочной стратегии. Данная игра помогает студентам отточить навыки принятия решений.

Список литературы:

1. И. Л. Рудая «Стратегическая деловая игра `Никсдорф Дельта`»; В.К. Фальцмана, Э.Н. Крылатых. Интенсивный курс MBA: Учеб. пособие — М.: ИНФРА-М. — 544 с. — (Учебники для программы MBA)., 2011; Методологическое пособие (2005г)Деловая игра “Дельта” Система имитационного моделирования управления предприятием.

КЛАССИФИКАТОР РУКОПИСНЫХ СИМВОЛОВ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Н.А. Федин
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В работе рассматривается разработка классификатора рукописных символов русского алфавита и арабских цифр в нейросетевом исполнении. В отличие от предыдущих подходов к реализации систем распознавания сегментированных рукописных символов, предлагается объединение в едином комплексе индивидуальных классификаторов для каждого символа и обобщающего нейросетевого каскада, определяющего индивидуальный классификатор-победитель.

Введение

Входной информацией классификатора является изображение рукописного символа, представленное в виде матрицы *A* размером (NxM). Предполагается, что на этапе предварительной обработки изображение было подвергнуто операциям бинаризации, масштабирования, скелетонизации и центрирования в пределах изображения [1]. Так же на этапе предварительной обработки матрица *A* преобразуется в вектор признаков $\vec{A} = (a_1, a_2, ..., a_k)^T$. Вектор признаков может формироваться как с помощью конкатенации строк матрицы, так и с помощью более сложных преобразований [3].

Целью исследования является построение классификатора, выполняющего отнесение входного вектора признаков изображения к одному из 71 классов и экспериментальная оценка его характеристик. Результатом распознавания является отклик *Y*, характеризующий номер конкретного класса.

В первом разделе описываются структура и параметры нейросетевого классификатора. Во втором разделе описывается процедура его обучения. В третьем разделе приводятся результаты экспериментальных исследований классификатора.

Построение классификатора

Для решения поставленной задачи предлагается разработать нейросетевой комплекс, включающий нейросетевые блоки распознавания конкретных символов и обобщающий нейросетевой блок. Общая структура комплекса представлена на рис. 1.

Нейросетевые блоки «А, Б, …, Я, а, б, …, я, 0, …, 9» построены на базе двухслойных персептронов (рис.2) с сигмоидной функцией активации $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ [2].

Задача вышеуказанных блоков – принятие решения о принадлежности входного вектора к заданному (своему) классу, т.е. каждый блок обучается распознаванию только своего класса входных векторов:

$$U_1 = \begin{cases} 1, \textit{ если входной вектор характеризует символ } A; \\ 0, \textit{ в противном случае}; \end{cases}$$

……

$$U_{71} = \begin{cases} 1, \textit{ если входной вектор характеризует символ } 9; \\ 0, \textit{ в противном случае}; \end{cases}$$

где U_p – выход *p*-го блока, $p = 1,2,...,71$;

Обозначим через $W=\{w_{ij};\ i=1,\ldots,k+1;\ j=1,\ldots,m\}$ – матрицу весов входного слоя блока, $V=(v_1,v_2,\ldots,v_{m+1})^T$ – вектор весов выходного слоя, (*k* – размерность входного вектора, *m* – количество нейронов во входном слое) (рис. 2). Тогда выход *p*-го блока определяется выражением:

$$U_p = f\left(\sum_{j=1}^{m} f\left(\sum_{i=1}^{k} a_i w_{ij} + w_{0j}\right) v_j + v_0\right). \qquad (1)$$

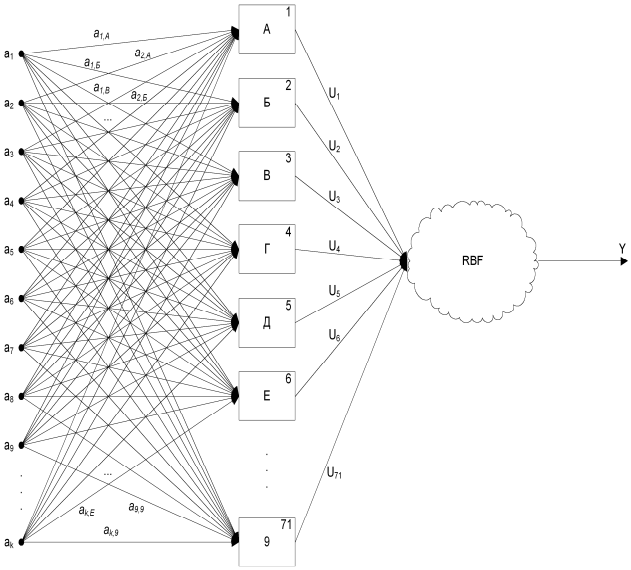


Рис.1. Общая структура классификатора.

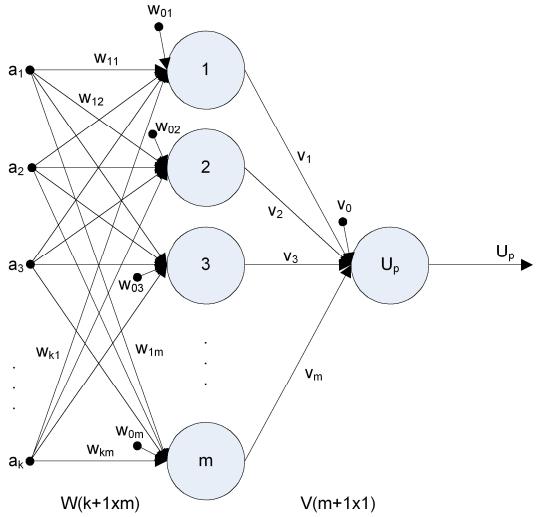


Рис.2. Структура односимвольного классификатора (каждого из блоков А, Б, …, 9).

Экспертные оценки индивидуальных классификаторов (выходные отклики $U_1, U_2, ..., U_{71}$) поступают в соревновательный блок, выполненный на основе сети радиальных базисных функций (RBF) (рис. 3), выходное состояние которого определяется выражением:

$$Y = \sum_{i=1}^{z} h_i \cdot e^{-\frac{\left\|\vec{C}_i - \vec{U}\right\|^2}{b_i^2}} + h_0, \qquad (2)$$

где $\vec{U} = (U_1, U_2, ..., U_{71})^T$ – вектор откликов блоков «А, Б, В,...,9», $\vec{C}_i = (c_1^i, c_2^i, ..., c_{71}^i)^T$ и b_i – позиция и ширина функции ядра i-го нейрона скрытого слоя сети RBF, $\|...\|$ – евклидова норма, $\vec{H} = (h_0, h_1, ..., h_z)^T$ – вектор весов выходного слоя [2].

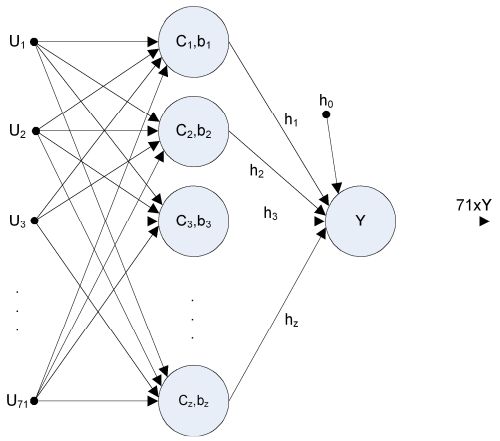


Рис.3. Структура обобщающего блока

Нейроны скрытого слоя сети RBF выполняют оценку достоверности заключения каждого эксперта (выхода блоков «А, Б, В,...,9») на основе сопоставления сделанных ими выводов. В выходном слое сети RBF формируется окончательный результат распознавания входного вектора $\vec{A}$.

Обучение нейросетевого комплекса

Обучение нейросетевого комплекса осуществляется в два этапа. На первом этапе производится поочерёдное обучение индивидуальных классификаторов, на втором этапе – обучение обобщающего классификатора. Образы для обучения выбираются из базы рукописных символов [1]. Входной вектор $\vec{A} = (a_1, a_2, ..., a_k)$ формируется из матрицы входного изображения путём конкатенации её строк, т.е. k = NxM.

Первоначально весовым коэффициентам *W* и *V* присваиваются случайные значения из интервала (-1;1).

Для обучения блоков «А, Б, В, ..., 9» используется разновидность обучения с учителем, известная как алгоритм обратного распространения ошибки [2]. Выражение для ошибки вычисляется по формуле $E_p = \frac{1}{2L}\sum_{p=1}^{L}(U_p - OUT_p)^2$, где OUT_p – желаемый отклик блока (указание учителя), U_p – наблюдаемый отклик. Тогда поправки к весовым коэффициентам *V* определяются выражениями:

$$\begin{aligned} &v_j^{'} = v_j + \Delta v_j, \quad j = 0,...,m \\ &\Delta v_0 = \eta \cdot \delta 2, \quad \Delta v_j = \eta \cdot \delta 2 \cdot OUT1_j, \quad j = 1,...,m \\ &\delta 2 = U_p \cdot (1 - U_p) \cdot (OUT_p - U_p) \end{aligned} \tag{3}$$

а поправки к коэффициентам *W:*

$$\begin{aligned} &w_{ij}^{'} = w_{ij} + \Delta w_{ij}, \quad i = 0,1,...,k; \quad j = 1,2,...,m \\ &\Delta w_{0j} = \eta \cdot \delta 1_j, \quad j = 1,2,...,m \\ &\Delta w_{ij} = \eta \cdot \delta 1_j \cdot a_i, \quad i = 1,...,k, \quad j = 1,2,...,m \\ &\delta 1_j = OUT1_j \cdot (1 - OUT1_j) \cdot v_j^{'} \cdot \delta 2, \quad j = 1,2,...,m \end{aligned} \tag{4}$$

где η – коэффициент (интенсивность) обучения, , $OUT1_j$ *(j=1,2,…,m)* – выход *j*-го нейрона входного слоя, $v_j^{'}$ – скорректированные по формулам (3) коэффициенты вектора *V*, $w_{ij}^{'}$ – скорректированные по формулам (4) коэффициенты матрицы *W*.

Процесс обучения сети радиальных базисных функций состоит из двух действий. Сначала производится выбор количества нейронов скрытого слоя и выбор параметров гауссовых базисных функций, а затем, при заданных параметрах скрытого слоя, выполняется определение весовых коэффициентов между скрытыми и выходным нейронами. Входным сигналом соревновательного блока является вектор откликов блоков «А, Б, В,...,9» $\vec{U}_i = (U_1^i, U_2^i, ..., U_{72}^i)$ на вектор $\vec{A}_i = (a_1^i, a_2^i, ..., a_k^i)$.

Определение количества нейронов во внутреннем слое производится итеративно. На первом шаге скрытый слой состоит из одного нейрона. Его позиция $\vec{C}_1 = (c_1^1, c_2^1, ..., c_{71}^1)$ совпадает с первым входным вектором $\vec{U}_1 = (U_1^1, U_2^1, ..., U_{72}^1)$. Если очередной входной вектор $\vec{U}_i = (U_1^i, U_2^i, ..., U_{72}^i)$ удалён от центра уже имеющихся нейронов на расстояние, превышающее заданную в начале обучения величину α, создаётся новый нейрон с центром в этой точке. В противном случае центр ближайшего к данному входному вектору нейрона $\vec{C}_i = (c_1^i, c_2^i, ..., c_{71}^i)$ перемещается в точку $C_i^{'} = (\frac{c_1^i + U_1}{2}, \frac{c_2^i + U_2}{2}, ..., \frac{c_{71}^i + U_{71}}{2})$. Параметр α выбирается экспериментально. Ширина функции ядра i-го нейрона внутреннего слоя сети RBF b_i определяется с помощью метода *К ближайших соседей:* ширина функции ядра нейрона принимается равной удвоенному среднему расстоянию до *K* его ближайших соседей.

Первоначально весовым коэффициентам *H* присваиваются значения из интервала (-1;1). Далее коррекция коэффициентов осуществляется в соответствии с выражением:

$$h_i^{'} = h_i + \eta \cdot err \cdot \frac{h_i}{\sum_{i=1}^{z} h_i^2}, \tag{5}$$

где $h_i^{'}$ – новое значение коэффициента на выходе *i*-й гауссовской функции, η – интенсивность обучения, *err* – разность между реальным выходом блока и желаемым выходом (указанием учителя).

Процесс обучения (корректировки весов *H*) завершается, когда абсолютная величина ошибки достигнет заданного значения.

Экспериментальные исследования

Для обучения классификатора использовалась база рукописных символов русского алфавита и арабских цифр [1]. Была сформирована обучающая выборка из 56970 образов, отнесённых к 71 классу. Для тестирования была сформирована выборка объёмом 6330 символов. Количество итераций обучения в экспериментах ограничивалось величиной 300, в виду больших временных затрат. В проведённых экспериментах доля верно распознанных символов для разных классов варьировалось в диапазоне от 85% до 97%.

Полученные результаты тестирования классификатора свидетельствуют о потенциальной пригодности предложенного классификатора для решения задач распознавания рукописных символов.

Список литературы:

1. Федин Н.А., Истратов А.Ю. Формирование базы сегментированных рукописных символов русского языка //Вестник компьютерных и информационных технологий, 2013, №7, с.36-41.

2. Laurene Fausett, “Fundamentals of Neural Networks Architectures, Algorithm, and Applications”, pearson Education 4th edition, 2009.

3. Багрова И.А., Грицай А.А., и д.р. Выбор признаков для распознавания печатных кириллических символов //ООО "Комплексные системы", Тверь, 06.2010.

ОДИН ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ МЕТОД ПОИСКА ПУТЕЙ В ГРАФЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕСНОГО МИРА ТЕКСТОВ

Л.Л. Волкова
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Предложен метод хранения и обновления графа связей в тексте и путей между вершинами графа. Экспериментально доказана эффективность его параллельной реализации.

Введение

При современных объёмах информационных потоков задачи автоматической обработки технической документации (в т. ч. классификации, кластеризации, информационного поиска, а также семантического анализа) нуждаются в быстрых и качественных методах извлечения характеристических признаков из текстов. Разработка новых методов кластеризации документов и совершенствование существующих – актуальная задача для документных систем и САПР.

Обработка документов на естественном языке

Документация на естественном языке может подвергаться анализу с применением естественно-языковых методов [1] (графематический, морфологический, синтаксический, семантический анализ) с привлечением математического аппарата теории формальных языков и дискретной математики [2], теории графов, в том числе с использованием грамматик, конечных автоматов, регулярных выражений, БНФ [7, 9]. Существует аналитический и статистический подходы к рассмотрению текста: первый использует часть или все приведённые выше этапы анализа, тогда как статистический учитывает частоты употребления слов [12], количество связей между словами и другие параметры. Статистический подход при наличии корпуса текстов для обучения может дать менее затратный и подчас сопоставимый с аналитическим по качеству результат, однако аналитические системы обработки естественного языка, как правило, показывают лучшее качество. Последние могут использовать комбинированный подход, что позволит улучшить результат, но сама по себе статистика не использует знания об особенностях устройства текстов, и предпочтение следует отдавать методам, основанным на анализе текстов [41].

Слова в предложениях на естественном языке связаны не случайным образом, и это позволяет строить астрономическое количество предложений из комбинаций слов, т.е. из ограниченного набора дискретных единиц языка. Совместное употребление слов в предложениях отражает организацию языка и может быть описано в терминах графа связей между словами. Такие графы обладают важными свойствами, открытыми ранее для сложных систем, к примеру, биологических и социальных. Так называемый эффект тесного мира, в частности, проявляется в среднем расстоянии между двумя словами в графе (т.е. средняя длина пути от одного слова из выбранной пары до другого), эта величина принимает значения d ~ 2–3, даже хотя длина связи может быть очень большой, и в некоторых других особенностях графа, в частности, в распределении связей между словами [6, 8, 13] Теория тесного мира – одна из новых и перспективных теорий в компьютерной лингвистике [4].

Пусть граф текста состоит из вершин – термов (лемм, нормальных форм слов), связи между которыми проставляются либо на основании синтаксического анализа (при наличии оного аппарата), либо на основании N-грамм (контекстные связи между всеми словами в предложении в пределах окна в N слов, возможно, взвешенные). Для анализа тесного мира текста нужен морфологический анализ и синтаксический, как минимум поверхностный (или морфология и N-граммы). Выявление характеристик текста как тесного мира – предмет исследования для семантики, инструмент для создания смысло- и стиле-зависимого образа текста, а также для извлечения ключевых слов [5].

Один из аспектов изучения тесного мира – характеристики связности. В частности, интерес представляет характер изменения связности графа при удалении разных категорий термов из него: стоп-слов, расположенных на периферии графа низкочастотных термов, вершин с высокой степенью. Для этого нужен механизм хранения данных графа, нахождения и хранения путей между вершинами (в частности, для получения средней величины и распределения длин таких путей в графе), допускающий динамическое удаление вершин из графа с последующим пересчётом путей в случае их удаления из хранимых данных.

Описание метода

Выделяют три структуры данных для хранения графа: список смежности, матрица смежности и матрица инциденций [2]. Последняя проигрывает по памяти, а ввиду необходимости хранения всех путей в графе следует использовать матрицу смежности, которая в случае неориентированного графа связей может быть сведена к верхнетреугольной ввиду симметричности. Поскольку для расчётов необходимо удалять вершины из графа, матрица будет храниться как список ячеек, а за один проход поиска следует найти все пути минимальной длины, чтобы сократить впоследствии количество пересчётов: только при опустошении списка путей для пары вершин будет проводиться перерасчёт с не меньшей, чем установленная при предыдущем поиске для пары вершин, длиной пути. Таким образом, в ячейке треугольной матрицы смежности будет храниться длина пути, заполненность ячейки, наличие пути, список путей.

Тогда заполнение пустых ячеек матрицы смежности путями минимальной длины предлагается проводить по методу, представленному на рис. 1.

```
Пока все ячейки не заполнены и поиск имеет смысл
  Для текущей длины пути
    Получить пары (комбинации) длин путей
    Для вершин row и col с существующим путём
    первой длины из пары
      Для вершин col и targ с существующим
      путём второй длины из пары
        Если пути (row~>col~>targ) нет в списке
        для пары вершин (row, targ)
          Добавить путь (row~>col~>targ)
```

Рис.1. Псевдокод метода поиска всех путей минимальной длины в графе.

Входные данные метода – граф с путями единичной длины, и при первом заполнении поиск начинается с длины пути 2. После удаления из графа вершин также удаляются содержащие её пути, и при опустошении ячейки или ячеек проводится пересчёт, что сокращает временные затраты на поиск путей минимальной длины. Так организовано хранение данных о графе, динамическое его сокращение и пополнение списков путей для анализа графа связей в тексте согласно теории тесного мира.

При наличии синтаксически размеченного корпуса текстов возможно проводить эксперименты над графами связей в текстах, чтобы в дальнейшем на основе полученных результатов создать метод кластеризации (к примеру, с использованием машинного обучения). В данном исследовании использован морфологически и синтаксически размеченный корпус СинТагРус [3, 10, 11] созданный учёны-

ми из ИППИ РАН. Графы, созданные по текстам корпуса, содержат по 250–350 вершин и 350–550 дуг (одноимённые дуги принимаются за одну, взвешенную), в среднем 1.5 дуги на вершину. Соотношение уникальных слов в тексте ко всем словоупотреблениям порядка 2:3, дублирующихся связей между словами около 10 %. Заполненность треугольной матрицы смежности путями единичной длины – около 1 % из 33000–70000 её ячеек.

Заполненная начальными значениями – путями единичной длины – структура данных с треугольной матрицей смежности подаётся на вход предложенному методу. Время работы последовательной реализации отмечено на рис. 3 как «1!», параллельная реализация, запущенная на одном потоке, проигрывает ввиду множественных расходов на диспетчеризацию, а при большем количестве потоков очевиден выигрыш (рис. 2). Параллельная реализация метода выполняется с ускорением до 8 раз на матрице размером до 52 тысяч ячеек и до 18 раз при матрице в 70000 ячеек (рис. 3).

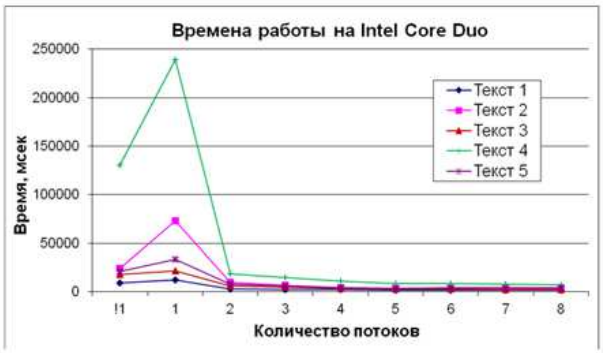


Рис.2. Времена работы метода на выборке текстов при разном количестве потоков.

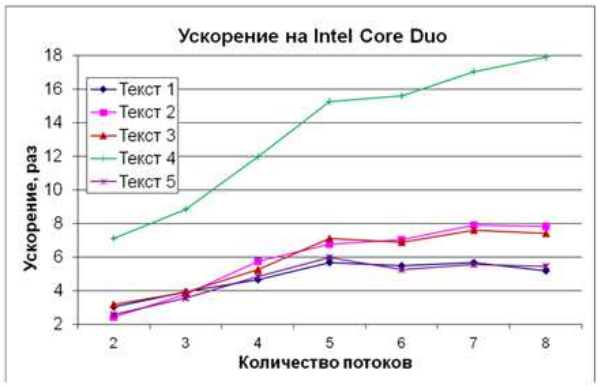


Рис.3. Ускорение работы метода.

Заключение

Предложенный метод в параллельной реализации даёт существенный (в экспериментах – до 18 раз) выигрыш по времени, что позволяет как ускорить получение результатов, представляющих собой обратную связь для совершенствования методов анализа текстов, так и разрабатывать более эффективные по времени методы анализа, позволяющие ускорить автоматическую обработку документации на естественном языке.

При разработке новых методов, использующих такие особенности текстов, как структура тесного мира или стилистика текстов, и комбинировании их с существующими методами можно разработать лучшие аналитические методы для сравнения (в т.ч. для задач поиска) и категоризации (т.е. классификации и кластеризации) документации, для извлечения характеристик текстов с целью повышения качества и эффективности документных систем вообще и автоматизированной обработки документов в частности. Использование упомянутых выше особенностей устройства текстов и их приложения к задаче кластеризации влечёт не только углубление знаний о языке, но и получение более совершенных инструментов для работы с документами на естественном языке.

Список литературы:

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учеб. пособие / Большакова Е.И., Клышинский Э.С., Ландэ Д.В., Носков А.А., Пескова О.В., Ягунова Е.В. – М.: МИЭМ, 2011. – 272 с.

2. Белоусов А.И., Ткачев С.Б. Дискретная математика: Учеб. для вузов / Под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – 4-е изд., исправл. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 744 с.

3. Богуславский И.М., Иомдин Л.Л., Тимошенко С.П., Фролова Т.И. Development of the Russian Tagged Corpus with Lexical and Functional Annotation // Metalanguage and Encoding Scheme Design for Digital Lexicography. MONDILEX Third Open Workshop. Proceedings. Bratislava, Slovakia. April 15-16, 2009. – Bratislava, 2009. – P. 83-90.

4. Волкова Л.Л. Машинная лингвистика: от перевода со словарём к нелинейным динамическим системам. // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы шестнадцатого научно-практического семинара. – Моск. Ин-т электроники и математики национального исследовательского университета «Высшая школа экономики». – М., 2013. – 332 с.

5. Волкова Л.Л. Выделение ключевых слов из текста: контекст и синтаксис / Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ. Материалы конференции. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. – С. 106.

6. Amaral, L. A. N., Scala, A., Barthélémy, M. & Stanley, H. E. Classes of behaviour of small-world networks. Proc. Natl Acad. Sci. USA 97, p. 11149-11152, 2000.

7. Backus J.W. The syntax and semantics of the proposed international algebraic language of the Zurich ACM-GAMM Conference // Proceedings of the International Conference on Information Processing, UNESCO, 1959, pp. 125–132.

8. Ferrer i Cancho R., Solé R.V. The small world of human language / Proceedings of the Royal Society, Series B, Vol. 268, No. 1482, pp. 2261-2266, 2001.

9. Knuth D.E. Backus Normal Form vs. Backus Naur Form // Communications of the ACM, 1964, Vol. 7, Issue 12, pp. 735–736.

10. Nivre J., Boguslavsky I.M., Iomdin L.L. Parsing the SynTagRus treebank of russian. // Proceedings of the 22nd International Conference on Computational Linguistics (COLING 2008), 18-22 August 2008, Manchester, UK. – 2008. – P. 641-648.

11. Podlesskaja O., Frolova T. Tagging lexical functions in Russian texts of SynTagRus // Международная конференция по компьютерной лингвистике и интеллектуальным технологиям «Диалог'2011». – М.: Изд-во РГГУ, 2011. Вып. 10(17). – С. 207-218.

12. Salton G., Buckley C. Term-weighting approaches in automatic text retrieval. // In Information Processing and Management: an International Journal, Volume 24, Issue 5, pages: 513 – 523, 1988.

13. Watts, D. J. & Strogatz, S. H. Collective dynamics of "small-world" networks. Nature 393, p. 440-442, 1998.

ИНТЕРАКТИВНОЕ ЭЛЕКТРОННОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО ПРОГРАММЕ АСОНИКА-К-ЗИП

А.М. Егоров, П.Г. Новиков
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

На сегодняшний день одной из важнейших задач интегрированной логистической поддержки, а также одним из необходимых условий поставки сложных наукоемких изделий, является обеспечение персонала электронной эксплуатационной документацией и электронной ремонтной документацией. На практике, оптимальным решением данной задачи является разработка интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР).

Актуальность разработанного интерактивного руководства состоит в том, что оно соответствует последней версии программы АСОНИКА-К-ЗИП и является переработанной и дополненной версией предыдущей справки к программному модулю АСОНИКА-К.

Интерактивные электронные технические руководства применяются для решения широкого спектра задач:

1. Обеспечения справочным руководством и и принципах работы изделия (в виде электронных документов с элементами мультимедиа);
2. Обеспечение персонала справочным материалом при использовании изделия по назначению;
3. Оперативный интеллектуальный поиск необходимой информации об изделии;
4. Мониторинг технического состояния продукта, выдача рекомендаций по обслуживанию программы;
5. Обучение персонала правилам использования, обслуживания изделия;
6. Обеспечение информацией о проведении операций с продуктом (требуемые инструменты, количество и квалификация персонала);
7. Автоматизированный сбор, хранение и обработка данных, полученных при диагностике;
8. Планирование и учет проведения регламентных работ;
9. Накопление полученных в процессе эксплуатации технических данных, их анализ и выдача рекомендаций пользователям по дальнейшей эксплуатации изделия;

ИЭТР включает в себя интегрированную базу данных и знаний (БД), где хранится вся информация об изделии, и электронную систему отображения для визуализации данных и обеспечения интерактивного взаимодействия с пользователем

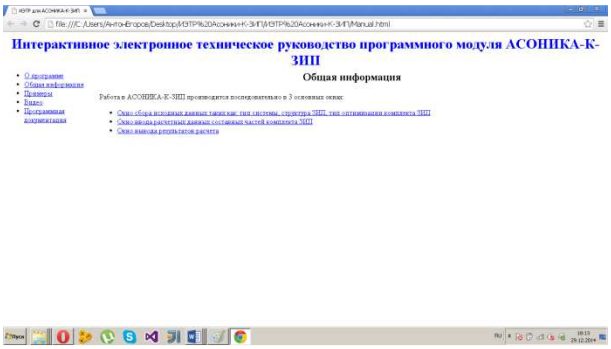


Рис.1. Скриншот главного меню программы, наглядно показывающий логистическую структуру БД

База данных (БД) ИЭТР имеет структуру, позволяющую пользователю быстро получить доступ к необходимой информации. БД ИЭТР содержит текстовую и графическую информацию, а также данные в мультимедийной форме.

Структура интерфейса состоит из трех частей:

1. Верхняя часть – заголовок;
2. Левая часть – боковое меню сайта;
3. Центральная часть – основная часть интерфейса: текст, скриншоты, видео;

Также, для удобства использования ИЭТР, в конце каждой странице имеется кнопка «Back» для возврата на предыдущую страницу руководства.

ИЭТР реализовано таким образом, что оно не требует подключение к интернету. Материалы в БД оптимизированы таким образом, что занимают минимальный объем памяти. Высокого результата оптимизации программного модуля позволила достичь реализация проекта при помощи языка программирования HTML 5 CSS. Все мультимедийные материалы в руководстве были оптимизированный под работу во всех популярных интернет браузерах. ИЭТР было протестировано в следующих браузерах: Google Chrome, Opera, Яндекс Браузер, Mozilla Firefox, Safari, Internet Explorer.

Данный тип руководства был выбран так как, ИЭТР является эффективной заменой традиционной документации на бумажных носителях. Руководство по эксплуатации продукта, реализованное в виде ИЭТР, превращается в мощный интерактивный документ, подкрепленный интерактивными схемами, рисунками, фото и видео материалами.

Полученное руководство предназначено для упрощения знакомства пользователя с программой, а также предоставления необходимых материалов в процессе эксплуатации продукта. Также ИЭТР содержит в себе информацию о самом продукте (системные требования, справка, рекламный буклет, эксплуатационная документация). Данное руководство должно поставляться вместе с продуктом АСОНИКА-К-ЗИП.

Список литературы:

1. Р50.1.029-2001. "Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Интерактивные электронные технические руководства. Общие требования к содержанию, стилю и оформлению."
2. ГОСТ Р ИСО 10303-21-99 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Часть 21. Методы реализации. Кодирование открытым текстом структуры обмена.
3. ГОСТ Р ИСО 10303-22-2001 Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен другими данными. Часть 22. Методы реализации. Стандартный интерфейс доступа к данным.
4. Р50.1.030-2001. "Информационные технологии поддержки жизненного цикла изделия. Интерактивные электронные технические руководства. Логическая структура базы данных."
5. ГОСТ 2.601-95. Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы.

ОПИСАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫХ ОТНОШЕНИЙ ОБЪЕКТОВ В ОА-БАЗЕ ЗНАНИЙ

А.Б. Балахонцев, С.Б. Петрова
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Статья относится к области компьютерной лингвистики. В исследовании затрагивается вопрос как описания пространственно-временных отношений, заданных в тексте на естественном языке в базе знаний, организованной в соответствии с объектно-атрибутным подходом к организации вычислительного процесса и структур данных, так и логический вывод на их основе: пользователь вводит запрос на естественном языке и с помощью псевдофизической логики проверяется, соответствует ли запрос смыслу какого-нибудь фрагмента анализируемого текста.

Введение

В ходе НИР «Исследование архитектур распределенных вычислительных систем с управлением потоком данных для семантического анализа естественного языка» при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований НИУ ВШЭ была разработана структура базы знаний (БЗ), служащей для описания широкого класса онтологий. Данная БЗ, организованная по объектно-атрибутному принципу [1], состоит из нескольких уровней, один из которых предназначен для описания пространственно-временных отношений между объектами (псевдофизическая логика [2]). Сформированная БЗ, представленная в виде ОА-графа [3], используется для информационного поиска, т.е. определяется, совпадает ли запрос пользователя с информацией, заложенной в тексте. Поиск происходит следующим образом: запрос пользователя преобразуется в ОА-граф и далее определяется, является ли граф запроса подграфом ОА-графа текста. И поэтому была произведена разработка собственной псевдофизической логики (т.е. логики, с помощью которой можно из имеющихся сведений выводить новые знания). В ОА-БЗ основной задачей псевдофизической логики будет определение, совпадают ли описания пространственно-временных отношений в ОА-графе запроса и ОА-графе текста.

Описание псевдофизики встроено в ОА-граф, который имеет 4 уровня, каждый из которых разделяется на три подуровня (рис. 1). Третий уровень ОА-графа, предназначенный для псевдофизики, разбивается на три подуровня:

1. Трассы (описание траектории движения объекта, или направления его движения).
2. Множества локативов.
3. Локативы (описание места и времени).

Подуровень трасс может быть связан с уровнем измерений и чисел, т.к. иногда необходимо описывать протяженность пространства и времени. Например, «путь длиной в 10 километров», «прости 10 минут» и т.д.

Для описания трассы выбирается несколько типов множеств. Во-первых, множество упорядоченное, с помощью которого можно описать движение объекта от одного локатива к другому: «Он прошел вышел из дома в 7 часов утра и в 8 был уже на работе, а в 6 часов вечера пришел к своему давнему другу. В этом случае у нас имеется трасса, состоящая их трех локативов: дом в 7 часов утра, работа в 8 часов утра и около друга в 6 вечера (предлог «к» обозначает приближение, т.е. быть около). Имеется и вторая трасса «около» друга, она будет наряду с первым относиться к третьему локативу. Получившуюся информационную конструкцию можно описать с помощью ОА-нотации [4] (1).



Рис.1. Структура семантического ОА-графа

```
{Object=nil Atr={                                              (1)
Track={SetOrder={Elem=Locat1
                 Elem=Locat2 Elem=Locat3}} } }
Track={Topology=Near Set={Elem=Locat3 Elem=Locat4}}
Locat1={Place=House Time=<7 часов>}
Locat2={Place=WorkPlace Time=<8 часов>}
Locat3={Time=<18 часов>}
Locat4={Place=Friend Time=<18 часов>}
```

В (1) используются следующие обозначения:

Object – некоторый объект (т.к. в тексте нет уточнения, кто это, то в нагрузке находится nil (нулевой указатель).

Atr – атрибут (свойство) объекта (пространственно-временное описание объекта, по сути, является его свойством).

SetOrder – атрибут указателя на упорядоченное множество.

Set – атрибут указателя на неупорядоченное множество (например, в пространственном отношении «около», порядок локативов не имеет значения: один около другого, или другой около первого).

Topology – атрибут топологии.

Near – тип топологии «около».

Track – атрибут описания трассы.

Place атрибут места.

Time – атрибут времени.

House – указатель на описание «дома».

WorkPlace – указатель на описание места работы.

Locat1, Locat2, Locat3, Locat4 – указатели на локативы.

Трассы могут использоваться также и для указания направления. Возьмем, например, такую фразу: «Через окно была видна машина». Она породит в ОА-графе трассу, указывающую направление взгляда наблюдателя. Трасса эта будет начинаться от наблюдателя, проходить через окно и заканчиваться на автомобиле. Т.е. в трассе будет три локатива: наблюдатель (это локатив является началом координат (ZeroPoint)), «в окне», т.к. траектория взгляда проходит через окно (эта точка также обозначает направление оси координат (AxisPoint)), и «автомобиль» (конечная точка трассы). Фрагмент ОА-графа, синтезированного

для описания такого отношения между объектами, представлен в (2).

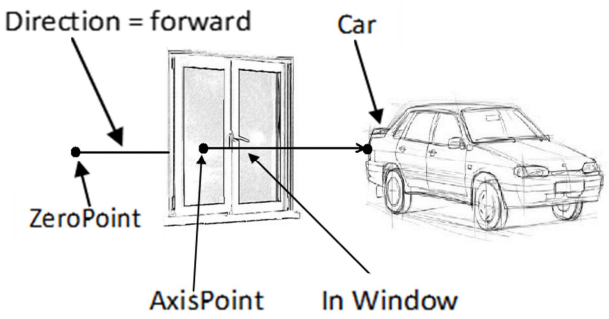


Рис.2. Трасса-направление в ОА-псевдофизике

```
Viewer{Object=nil Atr=LookAtr}                                    (2)
WindowObj{Class=window Atr=WindowAtr}
CarObj{Class=car Atr=CarAtr}
LookAtr{Sybj=Viewer Action=Look Track=LookTrack}
WindowAtr{Action=Exist Track=WindowTrack}
WindowTrack{TrackType=in
SetOrder={Elem={Place= WindowAtr }
          Elem={Place=LookAtr}}} // Через окно
CarAtr{Action= Exist Track=LookTrack}
LookTrack{TrackType=direction DirectType=forward
ZeroPoint=LookAtr Axis=WindowAtr
Set={Elem={Place=LookAtr}
     Elem= WindowPoint {Track=WindowTrack}
     Elem={Place= CarAtr} }} // Траектория взгляда
```

Проводимая работа

В задачу нашего исследования входит создание псевдофизической логики на основе ОА-подход к организации вычислительного процесса и структур данных. Задача разделяется на несколько подзадач:

1.Выделение типов множеств, необходимых для описания пространственно-временных отношений.

2.Разработка алгоритмов сравнения различных типов множеств.

3.Разработка правил преобразования семантического ОА-графа для получения новых сведений из уже имеющихся в ОА-графе описаний пространственно-временных отношений.

В настоящее время выделены следующие типы множеств, применяемые для описания трасс: Set (неупорядоченное множество), SetOrder (упорядоченное множество), Subset (подмножество), SetRevers (упорядоченное в обратном порядке), SetToFro (упорядоченное в обоих направлениях), SubsetOrder (упорядоченное подмножество), SubsetOrderNotFull (неполное упорядоченное подмножество, т.е. перечислены не все элементы множества), Head (начальная точка упорядоченного множества), Tail (конечная точка упорядоченного множества) и т.д. Такое изобилие типов множеств необходимо не только для описания отношений объектов, но и для информационного поиска в тексте. Например, нам необходимо узнать, находится ли объект 2 между объектами 1 и 3. Допустим, нам неважно, в каком порядке находятся объекты 1 и 3 вокруг объекта 2, т.е. может быть 1 2 3 или 3 2 1. Поэтому в запросе мы будем использовать множество типа SetToFro, а в нагрузке будет располагаться последовательность элементов 1 2 3. И если в графе текста встретиться, например, такая упорядоченная последовательность локативов – 5 **321** 6, то капсула запроса, совпадет с капсулой текста. В том случае, если в запросе необходимо определить, является ли локатив начальной точкой трассы, то в графе-запросе будет применяться множество типа head. Если надо узнать, является ли локатив концом трассы, то понадобится множество, состоящее из одного элемента (указателя на локатив), типа Tail.

В планы дальнейшей работы входит нахождение новых типов множеств, необходимых для описания пространственно-временных и причинно-следственных связей, ведь, скорее всего, выявленный список из 17 типов не исчерпывающий.

Вторая задача – разработка алгоритмов сравнения множеств различных типов. Алгоритмы должны быть по возможности иметь наименьшую временную и емкостную сложности. Для ускорения поиска возможно применение хеш-таблиц, которые, однако, приводят к увеличению необходимого для вычислений объема памяти.

Третья задача сводится к разработке правил преобразования семантического ОА-графа, предназначенные для дополнения ОА-графа новыми пространственно-временными связями, выводимыми из уже имеющихся данных. Например, в результате преобразования исходного текста получились две трассы: у первой трассы хвост совпадает с головой второй трассы. Эти две трассы можно объединить в одну трассу по правилу преобразования ОА-графа (3).

```
{Subj Track=temp1 Track=temp2} ::                                 (3)
temp1{SetOrder={  Elem={Place=tempT1}
                  Elem= {Place=tempT}}::
temp2{SetOrder = {Elem={Place} Elem={Place=tempT}}} →
{Subj Track=temp1}::

temp1{SetOrder={Elem={Place=tempT1}
Elem= {Place=tempT} Elem={Place=tempT2}}}
```

Где

Subj – субъект действия;

tempT1, tempT2 – ссылки на описание места;

tempT – ссылка на место, общее для двух трасс;

temp1, temp2 – ссылки на описание трассы.

Заключение

Работа проводится в рамках научного направления по созданию ОА-системы семантического анализа ЕЯ. Разработка ОА-псевдофизической логики позволит распознавать участки текста с описанием пространственно-временных отношений, добавлять новые сведения, исходя из имеющихся данных, и производить поиск нужной информации, связанной с описанием пространственно-временных отношений. Область применения разработки весьма широкая: семантический поиск в тексте, робототехника, автоматический перевод и т.д.

Список литературы:

1. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Объектно-атрибутная архитектура – новый подход к созданию объектных систем // Информационные технологии. 2012, №2 стр. 8-14

2. Кандрашина Е.Ю., Литвинцева Л.В., Поспелов Д.А. Представление знаний о времени и пространстве в интеллектуальных системах / Под ред. Д.А. Поспелова. – М. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 328 с.

3. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Анализ языка с помощью объектно-атрибутной архитектуры вычислительной системы // Программная инженерия. №1, 2013 – стр. 9-16.

4. Салибекян С.М., Халькина С.Б., Тиновицкий К.Д. Объектно-атрибутный подход для семантического анализа естественного языка. // Объектные системы - 2014: материал VI Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 10-12 мая 2014 г.) / Под общ. ред. П.П. Олейника. - Ростов-на-Дону: ШИ ЮРГТУ (НПИ), 2014. - С. 80-86 URL: http://objectsystems.ru/files/2012/Object_Systems_2014_Proceedings.pdf

СОЗДАНИЕ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ИНТЕРАКТИВНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ АСОНИКА-К-ЗИП

И.П. Яковлев, А.В. Царенко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной статье проведен краткий анализ программы АСОНИКА-К-ЗИП и попунктно рассмотрена реализация составления интерактивного электронного технического руководства, которое будет интуитивно понятно пользователю и описывает все основные функции и возможности данной программы.

Введение

Программный модуль АСОНИКА-К-ЗИП предназначен для расчета запасов в комплектах ЗИП. Программный модуль ориентирован на операционные системы семейства Windows. Программный модуль позволяет решать следующие задачи:

1. Прямая задача оптимизации;
2. Обратная задача оптимизации;
3.Расчет показателей достаточности, при заданном количестве запасных частей;
4. Обеспечение запасными частями по нормам расхода.

Для более подробного описания работы программы было создано интерактивное электронное техническое руководство, которое будет понятно пользователю.

Программная реализация ИЭТР

Для создания данного технического руководства использовались языки программирования такие, как HTML 5 и CSS. Была выбрана данная форма создания из-за ее универсальности, так как она сможет работать на любом компьютере без использования интернета, на котором установлен браузер. Для улучшения визуализации мы использовали 3 фрейма:

1. Верхний фрейм – заголовок, создан для вывода на экран названия нашего технического руководства.
2. Боковой фрейм – меню, создан для навигации по техническому руководству и удобства пользователю.
3. Центральный фрейм – основная часть, создан для вывода всей информации на экран в зависимости от выбора пункта в боковом фрейме.

Пример реализации в коде:

```
<frameset rows="80,*" cols="*" frameborder="0" framespacing="0" border="0">
<frame src="top.html" name="top" border="0" frameborder="0" framespacing="0" scrolling="no" noresize>
<frameset cols="210,*" border="0" frameborder="0" framespacing="0">
<frame src="menu.html" name="menu" scrolling="no" noresize border="0">
<frame src="content.html" name="main" scrolling="auto" noresize border="0">
</frameset>
</frameset>
```

В данном техническом руководстве выделяются 5 основных пунктов:

1. О программе – в данном разделе описываются основные сведения по АСОНИКА-К-ЗИП.
2. Общая информация – в данном разделе описываются первоначальные сведения о данной программе.
3. Примеры – в данном разделе описываются 5 примеров работы с данной программой для более подробного знакомства пользователя с программой.
4. Видео – в данном разделе пользователь может выбрать видео урок, в котором он наглядно может подробные шаги работы с функциями программы.
5. Программная документация – в данном разделе может ознакомиться с документацией прилагающаяся к программе АСОНИКА-К-ЗИП.

Для каждого из пунктов были реализованы свои html страницы, каждая открывается в центральном фрейме, в зависимости от того что выбрал пользователь в боковом фрейме. Все фреймы, кроме центрального, остаются статичными. Для воспроизведения видео был использован встроенный видеоплеер в HTML 5. Для проигрывания видео в любых браузерах, они были конвертированы в форматы mp4 и webm.

Пример реализации в коде:

```
<source src="..\Vid\Odno.webm" type='video/webm; codecs="vp8, vorbis"' />
 <source src="..\Vid\Odno.mp4" type='video/mp4; codecs="avc1.42E01E, mp4a.40.2"' />
```

Было реализовано открытие и чтение текстовых файлов, которые нужны пользователю из руководства.

Пример реализации в коде:

```
<li> <a href=" doc\A-K-ZIP_00.doc"> Сертификация </a> </li>
```

Так же была создана кнопка “Назад” для удобства использования руководства.

Пример реализации в коде:

```
<a href="#" onclick="history.back();return false;"><img src="..\img\Back.jpg" width="70" height="50" alt="Картинка"/></a>
```

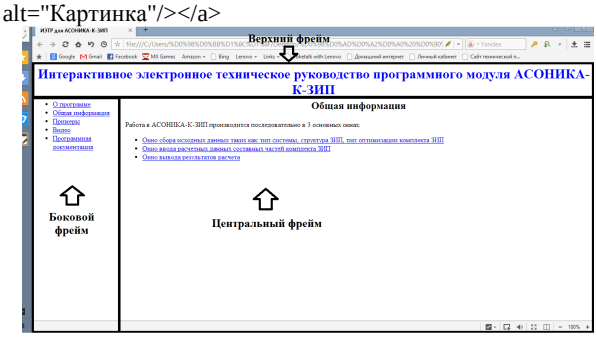


Рис 1. Реализация технического руководства.

Заключение

В данном руководстве были рассмотрены основные функции для работы с программой. Интерактивное электронное техническое руководство удобно для использования, как большим корпорациям, так и физическим лицам. Оно позволяет без особых технических знаний разобраться пользователю с программой.

Данное удобство обеспечивает его интерактивность. С этим руководством не нужно лишней документации. Из-за чего пользователь экономит время, которое он потратит на изучения всего функционала программы.

Список литературы:

1. ГОСТ Р В 20.39.302-98 «Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Требования к программам обеспечения надежности». М.~: Изд-во «Технический комитет по военной стандартизации № 319», 1998. - ДСП.
2. ГОСТ Р В 27.1.03-2005.
3. РД В 319.01.19-98 «Комплексная система общих технических требований. Аппаратура, приборы, устройства и оборудование военного назначения. Методики оценки и расчета запасов в комплектах ЗИП» М.~: Изд-во «Технический комитет по военной стандартизации № 319», 1998.
4. ПК АСОНИКА-К: Краткое руководство. / ASKSoft. - М.~: ASKSoft, 2007. – 120 л.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОЛОГИЯХ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Е.С. Мартюкова
НИУ ВШЭ

В работе рассматриваются функциональное тестирование программного обеспечения. Для данного вида тестирования будут определены проблемы и возможные варианты их решения.

Тестирование программного обеспечения можно определить как совокупность процессов, применяемых на различных этапах разработки программного обеспечения, направленных на определения соответствия разрабатываемого продукта заявленным требованиям.

Существуют различные виды тестирования:
- функциональное тестирование;
- нагрузочное тестирование;
- конфигурационное тестирование;
- юзабилити-тестирование;
- тестирование безопасности;
- тестирование локализации;
- тестирование совместимости.

По стандарту ISO 9126 качество программного обеспечения определяется следующими характеристиками:
1. Надежность;
2. Функциональность;
3. Сопровождаемость;
4. Практичность;
5. Эффективность;
6. Мобильность.

Основными из них можно назвать функциональность и надежность. Именно на них направлено функциональное тестирование, поэтому в рассматриваемом исследовании речь пойдет про этот вид тестирования, и для него будут определены проблемные места и возможные варианты их решения.

Как уже было сказано в определении, процесс тестирования затрагивает почти все эта этапы жизненного цикла ПО, а именно:

- Формирование технического задания (ТЗ) – на этом этапе специалист по тестированию проверяет ТЗ на полноту, тестируемость, непротиворечивость, атомарность и т.д. А так же оценивает, сколько времени будет необходимо для тестирования.
- Проектирование – специалист по тестированию совместно с системными архитекторами и разработчиками разрабатывает архитектуру реализуемого функционала (проверяя ее на тестируемость и непротиворечивость уже имеющийся).
- Реализация – на этом этапе специалисты по тестированию составляют первоначальные тестовые наборы;
- Тестирование – на данном этапе: дописываются дополнительные тесты, которые не были написаны по время реализации продукта; выполняется все множество тестов; проводится анализ результатов, на основе которого принимается решение о доработке продукта или его сдаче заказчику.
- Внедрение – на этом этапе специалист по тестированию может следить за корректностью процесса выпуска релиза, переноса всех необходимых данных на сервера и выполнять специальный набор тестов.
- Эксплуатация и сопровождение – на этом этапе специалистом по тестированию проводится анализ обращений пользователей.

Как видно, тестирование ПО достаточно сложный процесс, требующий строгой регламентации и стандартизации. Помимо этого процесс тестирования необходимо рассматривать в различных методологиях процесса разработки.

Сейчас можно выделить четыре основные методологии разработки ПО:
- Гибкие методологии (Agile) – представляют собой итеративный процесс. Можно выделить наиболее часто используемые, различающиеся набором техник и характеристик: Scrum, Kanban, Lean, XP, RUP. Разработка по данным методологиям сводится к серии коротких итераций (2-3 недели), в течение которых разрабатывается определенный функционал. По истечению этого периода собирается рабочий прототип продукта и демонстрируется заказчику.
- Каскадная модель (waterfall model) – процесс разработки, в котором переход от одного этапа цикла разработки ПО к следующему происходит только после полного завершения текущего процесса.
- Разработка через тестирование (test-driven development, TDD) – процесс разработки ПО, который основывается на повторении очень коротких циклов разработки. Сначала пишется тест, покрывающий желаемое изменение, затем пишется код, который позволит пройти тест, и под конец проводится рефакторинг нового кода к соответствующим стандартам.

Анализ имеющихся на данный момент стандартов и регламентов показал, что нет стандартов, описывающих процесс тестирования на всех этапах процесса разработки программного обеспечения с учетом особенностей методологии разработки.

При любой методологии разработки ПО процесс тестирования сталкивается с проблемой нехватки времени. Это может быть связано с необходимостью проводить регрессионное тестирование каждую итерацию, с тем, что на тестирование ПО передается большими модулями, или на него просто не выделяют достаточно времени. Поэтому специалистам по тестированию приходится сокращать и оптимизировать наборы тестов.

Еще одна трудность, с которой сталкивается специалист по тестированию – при функциональном тестировании методом "черного ящика" специалист по тестированию имеет доступ только к пользовательскому интерфейсу приложения и проектной документации, не видя, как именно реализованы требования. В этой ситуации специалисту по тестированию необходимо отобрать тесты, таким образом, чтобы не пострадало общее покрытие функционала тестами. Поэтому можно определить еще несколько задач, требующих решения:

1) Разработать метод оценки покрытия функций тестами, для тестировании методом "черного ящика". Разрабатывать такой метод предлагается на основе матрицы функциональностей.

2) Разработать методы сокращения тестового набора. Для этого предлагается использовать комбинации классов методов формирования и сокращения тестовых множеств, а именно методов приоритезации, минимизации и методов на основе моделей.

ЗАДАЧА ПОИСКА В СТАТИЧЕСКОМ РОЕ

В.В. Воробьев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В работе рассматривается решение проблемы организации запросов и поиска в статических роях. Данная проблема вызвана отсутствием какой-либо карты базы данных, знаний о структуре роя и т.д. Для решения данной задачи предлагается использование безадресных запросов с волновым характером их распространения по статическому рою.

Введение

В данный момент одним из быстроразвивающихся направлений современной робототехники является групповая робототехника, объектами изучения которой являются множества взаимодействующих между собой роботов [Карпов, 2013]. Стоит отметить, что основное отличие между этими групповыми образованиями заключается в степени информированности о других членах группы, их общих целях, задачах и т. д. [Карпов, 2011].

Данное направление в робототехнике представлено большим количеством работ, например [Konolige et al., 2006], [Dorigo et al., 2012], [Roy et al., 2013], в которых рассмотрены различные аспекты роевого поведения, как то: движение в группе, поиск цели и т. д. Пожалуй, самыми интересными из этих работ, является [Kornienko et al., 2006], где авторы пытаются реализовать эффект эмерджентности. Данный эффект заключается в том, что система из множества простых объектов способна решать сложные задачи, которые не способен решать ни один, ни малое количество этих простых объектов.

В [Карпов, 2013] подробно рассмотрен предварительный перечень вопросов, которые необходимо решить для появления таких свойств.

Особый интерес из этого перечня вызывают вопросы организации запросов к базе данных всего роя и поиск по этой базе, которые и будут рассматриваться в этой работе. Данные задачи неразрывно связаны друг с другом, и имеет смысл рассматривать и решать их совместно.

База данных роя представляет собой накопленный опыт, наблюдаемые факты и т.п. Очевидно, что такое фрагментарное хранение отлично от того, что принято в распределенных базах данных [Карпов, 2013].

Отдельно стоит отметить тот факт, что на рой наложены ограничения, указанные в [Карпов, 2013]:

- Коммуникационные возможности членов роя серьезно ограничены, т. е. он может общаться только с фиксированным числом своих соседей.
- Статический характер роя, т. е. рассматриваются статические структуры, представляющие собой полученные в некоторый момент времени схемы соединения членов роя. Такая совокупность называется *статическим роем.*

В этом случае, ограничение по коммуникационным возможностям может серьезно повлиять на механизм формирования запроса.

Актуальность решения данной задачи заключается в том, что эффективный механизм формирования запроса и поиска по базе данных позволит подойти к решению целого ряда задач, возникающих перед статическим роем, например, к задаче выработки решения, о чем также будет сказано несколько слов.

Общие сведения о задаче и поисковых алгоритмах

Говоря об организации запросов к общей базе данных статического роя, нельзя не отметить, что путей решения данной задачи может быть два [Карпов, 2013]:

- Использование известных сетевых протоколов или их аналогов
- Отправка безадресного сообщения всем членам роя.

Однако первый путь имеет существенные недостатки, например: недостаток, связанный с физической организацией статического роя, а именно с использованием сугубо локальных связей между его членами. В таком случае посылка адресного запроса через своих соседей на периферию сопряжена с существенным возрастанием трафика. Кроме того необходима синхронизация членов роя во времени.

Другой путь заключается в отправке узлом безадресного сообщения своим соседям, которое ретранслируется каждым соседом дальше в том случае, если он не может выполнить запрос. Вычислительные эксперименты показывают, что подобная схема позволяет в асинхронном режиме гарантированно получать результаты запроса с детерминированной максимальной задержкой [Карпов, 2013].

Таким образом, для решения данной задачи лучше подходит отправка безадресного запроса всем членам роя. Однако механизм распространения запроса зависит от метода поиска в пространстве состояний. На данный момент существует множество различных методик поиска, каждая из которых имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому имеет смысл рассмотреть данные методики и алгоритмы, которые их реализуют более подробно на предмет применимости их для решения задачи поиска в статическом рое:

- **Информированные методы** (эвристические). Характерной особенностью данных методов является то, что они используют дополнительную информацию (эвристику) о конкретной задаче, что позволяет существенно сократить перебор путем исключения заведомо бесперспективных вариантов. Информация о конкретной задаче формируется в виде *эвристической функции*. Эвристическая функция на каждом шаге перебора оценивает альтернативы на основании дополнительной информации с целью принятия решения о том, в каком направлении стоит продолжать перебор [Рассел и др., 2006].
- **Неинформированные методы** (методы слепого поиска, методы грубой силы). Данные методы не используют никаких дополнительных знаний о задаче и последовательно просматривают все состояния до тех пор, пока не будет найдено решение. Все на что способны неинформированные методы поиска, - вырабатывать преемников и отличать целевое состояние от нецелевого [Эделькамп и др., 2012].

Хотя неинформированные методы поиска и решают эту задачу менее эффективно по сравнению с информированными, они являются наиболее подходящими для ее решения. Действительно, так как неизвестно в каком узле статического роя может находиться искомая продукция наиболее оправданной стратегией поиска будет полный перебор всех узлов.

Однако не стоит забывать о принципиальной возможности использования информированных методов поиска после нескольких итераций поиска с помощью методов неинформированных. Таким образом, поисковый запрос в статическом рое должен формироваться на основе неинформированных методах поиска причем запрос должен распространяться на безадресной основе.

Формирование запроса и моделирование работы системы

Рассмотрим следующую задачу: существует N=m*n членов статического роя, связанных друг с другом локальными связями (рис. 1).

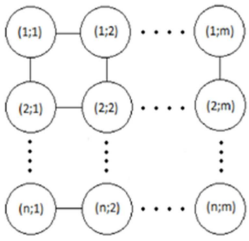


Рис.1. Физическая структура статического роя

Стоит отметить тот факт, что с точки зрения каждого члена роя в его составе находится только он сам и его соседи. Это является следствием ограничения на взаимодействие друг с другом.

Существует инициирующий узел, который, например, был выбран с помощью процедуры, описанной в [Карпов, 2014]. Данный узел либо сам формирует запросы, либо имеет возможность получать их извне. С точки зрения организации процедуры выполнения запроса не имеет значения, откуда он появился. Важно лишь то, что его формат поддерживается данной системой и то, что после получения/формирования запроса, инициирующий узел не может получать/формировать новый до тех пор, пока запрос не будет выполнен или станет понятно, что он невыполним.

Рассмотрим процедуру поиска на примере. В момент времени T=1 запрос приходит к инициирующему узлу (рис. 3). Узел сразу отправляет запрос своим узлам-потомкам и начинает обрабатывать запрос. Узлы-потомки, в свою очередь, производят те же действия.

```
---------------Level#0---------------
#=1 (3 5 3 2 9 6 2 7 4 0 )Status: received a reques
Clock #=1
```

Рис.3.Начало обработки запроса

На рисунке 4 видно, что запрос дошел до периферийных узлов, и искомая информация была найдена.

```
---------------Level#0---------------
#=1 (3 5 3 2 9 6 2 7 4 0 !0! ))Status: request not found
---------------Level#1---------------
#=2 (6 1 9 8 0 4 9 3 0 6 !6! ))Status: request not found
#=3 (4 9 5 2 7 4 7 0 4 2 !2! ))Status: request not found
---------------Level#2---------------
#=4 (0 2 6 7 9 7 8 1 1 8 !8! ))Status: request not found
#=5 (8 0 8 0 4 6 1 0 4 7 !7! ))Status: request not found
#=6 (7 7 6 8 9 6 2 9 8 1 !1! ))Status: request not found
#=7 (5 5 4 7 8 2 7 0 0 3 !3! ))Status: request not found
---------------Level#3---------------
#=8 (4 0 4 3 8 2 6 3 0 !0! ))Status: request not found
#=9 (9 4 3 2 6 8 0 6 8 !8! ))Status: request not found
#=10 (5 7 9 9 3 1 1 5 7 !7! ))Status: request not found
#=11 (1 6 3 4 8 1 5 3 1 !1! ))Status: request not found
#=12 (7 3 1 5 6 0 3 4 4 !4! ))Status: request not found
#=13 (4 3 4 0 3 4 0 9 7 !7! ))Status: request not found
#=14 (6 2 6 0 2 2 1 3 5 !5! ))Status: request not found
#=15 (3 2 2 3 6 1 7 2 11 )Status: request is done. Fact is on 3 level
Clock #=7
```

Рис.4. Искомая информация найдена

На рисунке 5 видно как запрос дошел до инициирующего узла.

```
---------------Level#0---------------Fact is on this level
#=1 (3 5 3 2 9 6 2 7 4 0 )Status: request not found
---------------Level#1---------------
#=2 (6 1 9 8 0 4 9 3 0 6 )Status: request not found
#=3 (4 9 5 2 7 4 7 0 4 2 )Status: request not found
---------------Level#2---------------
#=4 (0 2 6 7 9 7 8 1 1 8 )Status: request not found
#=5 (8 0 8 0 4 6 1 0 4 7 )Status: request not found
#=6 (7 7 6 8 9 6 2 9 8 1 )Status: request not found
#=7 (5 5 4 7 8 2 7 0 0 3 )Status: request not found
---------------Level#3---------------
#=8 (2 4 0 4 3 8 2 6 3 0 )Status: request not found
#=9 (7 9 4 3 2 6 8 0 6 8 )Status: request not found
#=10 (5 5 7 9 9 3 1 1 5 7 )Status: request not found
#=11 (4 1 6 3 4 8 1 5 3 1 )Status: request not found
#=12 (2 7 3 1 5 6 0 3 4 4 )Status: request not found
#=13 (1 4 3 4 0 3 4 0 9 7 )Status: request not found
#=14 (9 6 2 6 0 2 2 1 3 5 )Status: request not found
#=15 (9 3 2 2 3 6 1 7 2 11 )Status: request is done
Clock #=10
```

Рис.5. Запрос выполнен

Заключение

Таким образом, предложенная методика реализации запросов внутри статического роя позволяет решить следующие задачи:

- Производить поиск необходимых элементов внутри общей базы данных статического роя.
- Находить все возможные альтернативы искомого элемента.
- Производить рекурсивный поиск в случае, если искомый элемент оказался не фактом, а, в свою очередь, также множеством импликаций.

Методика имеет в своей основе хорошо известный алгоритм неинформированного поиска IDDFS и формирует запросы на безадресной основе, что позволяет не загружать слабые коммуникационные каналы. Кроме того, такой механизм формирования запросов позволяет вообще не загружать эти каналы, даже в случае рекурсивного поиска. Однако это влечет за собой то, что при достаточно большом числе узлов статического роя или их неудачной конфигурации (например, узлы расположены в линию и инициирующий узел находится в начале этой линии) может возникать ситуация с их простоем, т.е., обработав и передав запрос дальше, узлы будут ждать завершения его выполнения. Данная проблема будет рассматриваться в дальнейшем.

Еще одним немаловажным аспектом работы является то, что такой механизм может позволить подойти к решению проблемы выработки общего решения с использованием ПРОЛОГ. Как уже было упомянуто, одним из препятствий к его использованию является слабость коммуникационных каналов статического роя. Такой механизм формирования запросов может оказаться решением данной проблемы.

Список литературы:

1.[Карпов,2011] Карпов В.Э. Коллективное поведение роботов. Желаемое и действительное //Современная мехатроника. Сб. научн. трудов Всероссийской научной школы (г.Орехово-Зуево, 22-23 сентября 2011) -Орехово-Зуево,2011. ¨С132 с. сс.35-51.

2.[Карпов, 2013] Карпов В.Э. Управление в статических роях. Постановка задачи. //VII-я Международная научно-практическая конференция "Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте" (20-22 мая 2013) Сб. научных трудов. В 3-т., М: Физматлит, 2013, Т.2, с.730-739

3.[Карпов, 2014]Карпов В.Э. Процедура голосования в однородных коллективах роботов //XIV национальная конференция по искусственному интеллекту с международным участием КИИ-2014 (24-27 октября 2014 г., Казань, Россия): Труды конференции. В 3-т., Казань: Изд-во РИЦ «Школа», 2014, Т.2, с.159-167, -341с.

4.[Рассел и др., 2006]Стюарт Рассел, Питер Норвиг Искусственный интеллект: современный подход // Artificial Intelligence: A Modern Approach.- 2-е изд. - М: Вильямс, 2006. - 1408 с. - ISBN 5-8459-0887-6.

5.[Dorigo et al., 2012] M. Dorigo, D. Floreano,L.M. Gambardella,F. Mondada et al. Swarmanoid: a novel concept for the study of heterogeneous robotic swarms // IEEE Robotics & Automation Magazine, Pages In press, 2012

6.[Konolige et al., 2006] K. Konolige, D. Fox, C. Ortiz, et al. Centibots: Very large scale distributed robotic teams // Springer Tracts in Advanced Robotics Volume 21, 2006, pp 131-140

7.[Kornienko et al., 2006] S. Kornienko, O. Kornienko, P. Levi Swarm embodiment - a new way for deriving emergent behavior in artificial swarms //Autonome Mobile Systeme 2005 (AMS05), 25-32, DOI: 10.1007/3-540-30292-1_4, 2006

8. [Pearl, 1984] Pearl J. Heuristics: Intelligent Search Strategies for Computer Problem Solving. - Addison-Wesley, 1984. - . 48.

9. [Roy et al., 2013] N. Roy, P. Newman, S. Srinivasa Towards A Swarm of Agile Micro Quadrotors.//Robotics:Science and Systems VIII - MIT Press 1, 2013.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ СРЕДСТВАМИ ПВО В СЛОЖНОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКЕ

А.Ю. Голованова
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В данной работе рассматривается построение имитационной математической модели управления средствами зенитной ПВО при противодействии воздушным постановщикам активных шумовых помех**.**

Введение

Анализ событий последних лет показывает необходимость обеспечения надежной противовоздушной обороны (ПВО) важных государственных и военных объектов. Разработка рациональных способов управления работой средств ПВО требует предварительного моделирования с помощью современных ЭВМ возможных сценариев их применения [2].

На сегодняшний день актуальной проблемой является организация эффективного противодействия зенитной ПВО воздушным постановщикам активных помех (ПАП) [1]. Основным структурным звеном зенитной ПВО являются зенитные ракетные комплексы средней дальности (ЗРК СД). Типовой ЗРК СД имеет пункт боевого управления (ПБУ), радиолокационную станцию обнаружения целей (СОЦ) и несколько самоходных огневых установок (СОУ), оснащенных собственными радиолокаторами. Во время работы ЗРК СД основным источником информации для ПБУ является СОЦ. На основе данных от нее ПБУ принимает решение на использование СОУ. Как правило, СОУ не начинают работу до поступления команды от ПБУ [1].

Воздушный ПАП, появляясь в зоне действия СОЦ, воздействует на нее и тем самым не позволяет ПБУ вырабатывать команды на применение СОУ, блокируя работу всего ЗРК СД. Для противодействия воздушным ПАП в арсенале современных ПБУ ЗРК СД есть особый режим работы – режим триангуляции.

В режиме триангуляции для обслуживания одного ПАП пункт боевого управления ЗРК СД выделяет ресурсы и координирует действия сразу двух СОУ, которые совместными усилиями обслуживают ПАП, преодолевая его помеховое воздействие на свои системы радиолокационного обнаружения [1].

Постановка задачи

Рассмотрим работу ЗРК СД в режиме триангуляции. Пусть $R = (r_1, r_2, \ldots, r_n)$ – множество СОУ, $T = (t_1, t_2, \ldots, t_n)$ – множество воздушных ПАП. Требуется построить математическую модель управления ресурсами и координации действий СОУ из множества R для обслуживания воздушных ПАП из множества T.

Обслуживание целей в режиме триангуляции

СОЦ ЗРК СД, находясь под воздействием ПАП, может определить только его угловые координаты (угол азимута и угол места), но не дальность до ПАП. Этой информации недостаточно для формирования на стороне ПБУ команд для СОУ на обслуживание ПАП. В режиме триангуляции для определения дальности до ПАП используются радиолокационные системы (РЛС) двух СОУ, отвечающих ряду требований и удовлетворяющих некоторому критерию качества.

Рассмотрим две СОУ из множества R, которые могут быть выбраны ПБУ для совместного обслуживания ПАП. Пусть первая СОУ расположена в точке O, а вторая СОУ находится в точке B (рис. 1), где O – начало координат. Оси Ox и Oy находятся в плоскости местного горизонта, ось Ox направлена на север, ось Oz направлена вертикально вверх, ось Oy направлена так, что (Ox, Oy, Oz) – правая система координат.

Пусть точка C – истинное положение ПАП, тогда C' – проекция C на плоскость xOy. Пусть (β_1, ε_1) – угловые координаты ПАП относительно первой СОУ, (β_2, ε_2) – угловые координаты ПАП относительно второй СОУ.

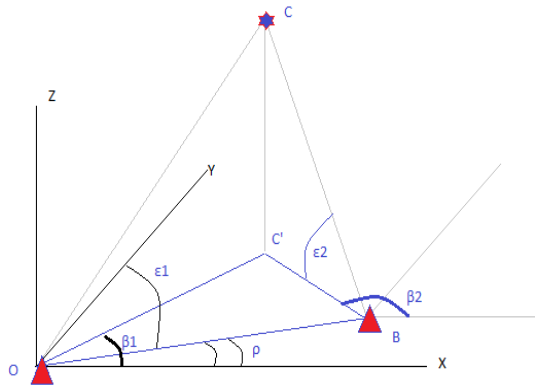


Рис..1. Взаимное расположение ПАП и обслуживающих его СОУ в пространстве

При известном положении обеих СОУ из треугольников $OC'C$, $OC'B$ и $BC'C$ можно найти дальности OC и BC до ПАП относительно обеих СОУ, а, следовательно, и координаты ПАП в выбранной системе координат по формулам:

$$x = \frac{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}\,\sin(\pi + \rho - \beta_2)}{\sin(\beta_2 - \beta_1)}\cos\beta_1;$$

$$y = \frac{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}\,\sin(\pi + \rho - \beta_2)}{\sin(\beta_2 - \beta_1)}\sin\beta_1;$$

$$z = \frac{\sqrt{x_2^2 + y_2^2}\,\sin(\pi + \rho - \beta_2)}{\sin(\beta_2 - \beta_1)}\tan\varepsilon_1;$$

где

$$\rho = \cos^{-1}\frac{x_2}{\sqrt{x_2^2+y_2^2}}.$$

Алгоритм выбора СОУ для обслуживания ПАП

Разработанная модель управления реализует выбор пары СОУ для работы в режиме триангуляции. Алгоритм выбора СОУ применяется последовательно для каждого пап из множества T.

При обработке очередного пап учитывается влияние предыдущих запусков данного алгоритма применительно к другим пап из множества R.

На вход алгоритма поступают угловые координаты ПАП относительно СОЦ, декартовы координаты СОЦ относительно ПБУ и множество R, включающее параметры работы СОУ: ресурсы собственных РЛС и декартовы координаты СОУ относительно ПБУ.

Сначала формируется множество всех возможных пар (R_I, R_J), СОУ множества R, где $I, J = 1,\ldots,N$, $I \neq J$. далее из этого множества выбирается пара, лучше всех отвечающая некоторому критерию качества F. Выбор пары СОУ можно представить как задачу многокритериальной оптимизации.

Рассмотрим плоскость местного горизонта xOy (рис. 2). в точках O и B расположены первая и вторая СОУ соответ-

ственно. Пусть есть прямая *L*, проходящую через точку *C'* и точку *D*, в которой находится соц. прямую *L* определяют угловые координаты ПАП, полученные от СОЦ; *A*, *B* – расстояния от первой и второй СОУ до прямой *L*.

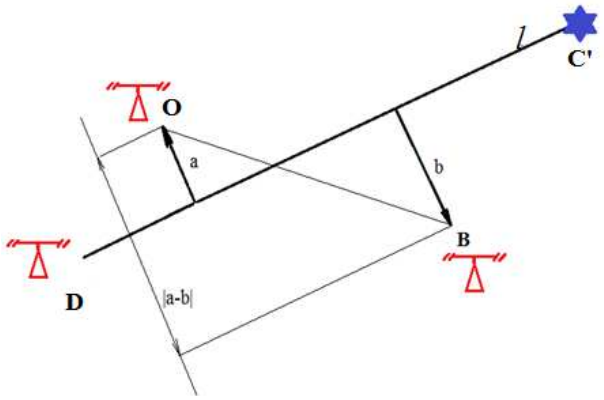


Рис.2. Взаимное расположение элементов ЗРК СД и ПАП в горизонтальной плоскости

Выбранная в результате работы алгоритма пара СОУ должна удовлетворять следующим частным требованиям:

- расстояния *a* и *b* от обеих СОУ до прямой *L* должны быть максимальными;
- длина проекции расстояния между выбранными СОУ на прямую, перпендикулярную прямой *l*, также должна быть максимальна;
- время *t*, требуемое на обнаружение пап обеими СОУ, должно быть минимальным.

Поскольку перечисленные частные требования являются противоречивыми, предлагается использовать следующий обобщенный критерий качества:

$$\boldsymbol{f = -k_1 t + k_2(|a| + |b|) + k_3(|a - b|) \rightarrow max},$$ НА МНОЖЕСТВЕ $(\boldsymbol{r}_1, \boldsymbol{r}_J)$,

где $\boldsymbol{k_1}$, $\boldsymbol{k_2}$, $\boldsymbol{k_3}$ – коэффициенты, определяющие относительную важность частных требований.

Таким образом, для каждой пары вычисляется значение функции *f*. Пара, обладающая наибольшим значением, считается наиболее выгодной и представляет собой результат работы реализованного алгоритма.

Алгоритм вычисления времени обнаружения обслуживаемого пап обеими СОУ

Характеристика *t*, используемая в алгоритме выбора наилучшей пары СОУ для обслуживания ПАП, является функцией многих переменных:

$$T = T(A_1, A_2, \delta_1, \delta_2, H_1, H_2, \Gamma_1, \Gamma_2),$$

где α_1 – признак попадания пап в сектор обслуживания первой СОУ;

α_2 – признак попадания ПАП в сектор обслуживания второй СОУ;

δ_1 – признак наличия свободного целевого канала у первой СОУ;

δ_2 – признак наличия свободного целевого канала у второй СОУ;

η_1 – признак наличия боекомплекта у первой СОУ;

η_2 – признак наличия боекомплекта у второй СОУ;

γ_1 – текущая загрузка первой СОУ по обслуживанию других целей;

γ_2 – текущая загрузка второй СОУ по обслуживанию других целей.

Сектор обслуживания СОУ для вычисления признаков A_1 и A_2 определяется как пересечение следующих секторов в пространстве:

- Общий сектор поиска целей радиолокационной системой СОУ (в азимутальной и угломестной плоскостях);
- Сектор поиска целей в окрестности первой обслуживаемой цели, если она имеется;
- Сектор поиска целей в окрестности второй обслуживаемой цели, если она имеется, и т.д. По всем целям, которые обслуживает в данный момент времени данная СОУ.

На рис.3 штриховкой показан результирующий сектор обслуживания СОУ.

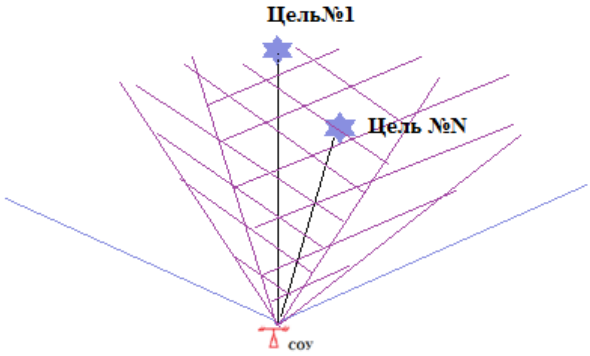


Рис.3. Определение сектора обслуживания целей для отдельной СОУ

Текущая загрузка СОУ определяется как совокупность затрачиваемых ресурсов на уже обслуживаемые цели с учетом их пространственного положения и технических характеристик СОУ.

Заключение

Разработанная модель управления ЗРК СД в режиме триангуляции в настоящее время проходит интеграцию в комплексную операционно-динамическую модель оценки эффективности системы ПВО СВ, используемую во ФГУП «ГОСНИИАС».

В дальнейшем планируется улучшение модели в части более подробного учета процесса обслуживания воздушных целей компонентами ЗРК СД и применение в составе математических моделей ФГУП «ГОСНИИАС» для решения практических задач.

Список литературы:

1. С.И. Петухов. История создания и развития вооружения ПВО СВ России. – М.: Издательство «ВПК», 1997.

2. А.Ю.Голованова. «Моделирование системы управления радиолокационными средствами ПВО» – Информационно-телекоммуникационные системы и технологии (ИТСиТ-2014): Материалы Всероссийской научно-практической конференции, г. Кемерово, 16-17 октября 2014 г.; Кузбас. гос. техн.ун-т им. Т.Ф. Горбачева. – Кемерово, 2014. – 464с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ И ПРОСМОТРА ЭЛЕКТРОННЫХ МУЛЬММИМЕДИЙНЫХ СПРАВОЧНИКОВ

О.Е. Бирюков, А.Н. Родионов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В современном мире появляется всё больше сложных устройств и деталей, не редки ситуации, когда инженеру нужно чётко представить работу той или иной детали в различных условиях и при разных нагрузках. К сожалению, бумажные справочники не всегда способны предоставить полную информацию и не способных к полноценному диалогу с пользователем, например, перестроить график в зависимости от единиц измерения, или показать влияние одного параметра на другой.

Введение

Целью проекта является разработка программы для создания и просмотра интерактивных электронных справочников и технических руководств, с возможностью редактирования и создания статей. Данный справочник должен быть кроссплатформенным — работать на наиболее популярных ОС — Windows, Linux, MacOS. В данной платформе должны быть реализованы функции удаления, добавления, редактирования статей. В редакторе статей должна быть реализована возможность работы с изображениями, видео, звуком, динамическими графиками. Должна быть возможность создания перекрестных ссылок на другие статью справочника, а так же на дополнительные материалы в интернете.

Так же должен быть разработан способ хранения и отображения статей, в котором будет учтена взаимосвязь между главами и статьями.

Обзор аналогов

В мире существует множество вариантов электронных справочников. Например, программа SunRav BookOffice [1]. В данной программе можно создавать электронные учебники и руководства. SunRav BookOffice позволяет создавать на страницах справочника различные мультимедиа файлы. Однако, для бесплатной версии время работы ограничено 45 днями, и доступна версия только для ОС Windows.

Реализация:

Для написания программы был выбран язык программирования C++, а так же библиотека Qt. Благодаря этому, имеется возможность скомпилировать программу для разных операционных систем с минимальными изменениями.



Рис.2. Основное окно

Для хранения содержимого справочника было решено использовать текстовые файлы для содержания. Информация об оглавлении и структуре справочника хранится в отдельном XML файле. Данный способ хранения удобен тем, что имеется возможность использовать систему контроля версий, благодаря чему несколько пользователей могут одновременно работать над содержанием справочника. По завершению редактирования, всю базу данных можно упаковать в zip-архив, Архив представлен одним файлом. Данная система хранения удобна для передачи статей и их хранения.

Для упрощения хранения и обработки текста статьи была выдвинута идея хранить содержимое в специальной разметке, схожей с wiki-разметкой. Таким образом, чтобы отобразить статью, сначала загружается текст статьи, на основе которого генерируется HTML код, который и отображается в помощью web-движка..

Для создания динамических графиков был разработан модуль, который распознает введенную формулу и рассчитывает по ней значения функции. Данная реализация позволяет в любой момент изменить график.

Есть возможность вставить интерактивный график в статью, менять единицы измерений. На каждый график может быть выведена несколько функций.

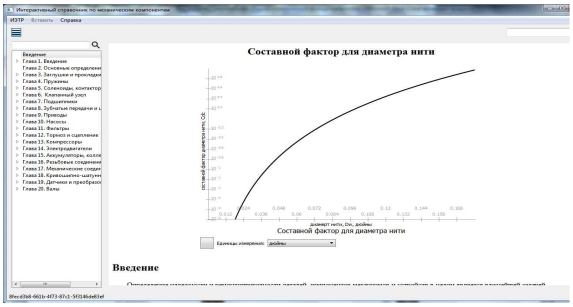


Рис.1. Пример графика

Графики описываются в XML-файле, в котором можно задать область графика, функции, цвет графика, параметры функций, ограничение на параметры.

Для построения графика используется парсер, который читает формулу в текстовом виде. Результатом работы парсера является дерево, по которому можно вычислять работы функции. Данное дерево строится только один раз, и последующие пересчеты функции происходят быстрее, так как нет необходимости снова разбирать функцию.

Графики описываются в XML-файле, в котором можно задать область графика, функции, цвет графика, параметры функций, ограничение на параметры.

Для построения графика используется парсер, который читает формулу в текстовом виде. Результатом работы парсера является дерево, по которому можно вычислять работы функции. Данное дерево строится только один раз, и последующие пересчеты функции происходят быстрее, так как нет необходимости снова парсить функцию.

Для быстрого поиска строится индекс, в котором содержится информация, о том какие слова находятся в каких статьях. Для построения данного индекса используется морфологический анализатор, основанный на pymorphy2 [2] (переписан на C++). Благодаря этому, в индексе хранятся начальные формы слов. При поиске, искомое слово также приводится в начальную форму слова и она ищется в индексе. Например, если произвести поиск по слову «атомов», а в статье имеется слово «атомах», данное слово будет найдено.

В программе реализованы функции:

1. Хранение текстовых и иллюстративных данных
2. Функция отображения, обеспечивающая:
   - Адекватное отображение текстовой, табличной и графической информации
   - Возможность прибегать к функциям масштабирования и перемещения интерактивных графиков

Программа включает в себя следующие составные части:

1. База данных, включающая в себя:
   - Текстовые данные, представленные в виде специальной разметки
   - Иллюстративные данные
   - Интерактивные графики, представленные в виде XML-структуры, где хранятся переменные, формулы, диапазоны в которых отображаются графики
2. Пользовательский интерфейс, предназначенный для визуализации данных БД, а также для обеспечения интерактивного взаимодействия пользователя с ИЭТР.
3. Текстовый редактор ИЭТР, который может изменять структуру справки, статьи в ней.

Выводы

Разработанная программа способна создавать электронные справочники и руководства. В данной версии разрабатываемой программы реализована возможность работы с интерактивными графиками, которые способны перестраиваться в зависимости от единиц измерения. Реализован редактор статей, который позволяет добавить в статью изображения, графики, изменить стиль текста. Разработан метод хранения статей.

Развитие проекта

В планах развить программу по созданию и редактированию электронных мультимедийных справочников, добавив удобный поиск по статьям, трехмерные модели, анимационные ролики, упростить процесс создания графиков и вставки изображений и сделать WYSIWYG (What You See Is What You Get) редактор.

Список литературы:

1.SunRav BookOffice, URL:http://sunrav.ru/bookoffice.html (дата обращения 10.12.2014).

2.Pymorphy2 URL: http://habrahabr.ru/post/176575/ (дата обращения 10.12.2014).

МЕТОДИКА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОГО ЯЗЫКА В СЕМАНТИЧЕСКИЙ ОА-ГРАФ

К.Д. Тиновицкий, С.Б. Петрова
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Исследование относится к области компьютерной лингвистики. Целью работы является создание экспериментальной база знаний (БЗ) для преобразования текста на естественном языке (русский или английский) в семантическую сеть (семантический ОА-граф), отражающую смысл текста (онтологическая БЗ). БЗ и семантическая сеть построены по принципам объектно-атрибутного (ОА) подхода к организации вычислительного процесса и структур данных [1-3].

Актуальность исследования

Компьютерная лингвистика как дисциплина насчитывает уже более 40 лет. За это время была создана масса теорий и методик как извлечения смысла из текста, так и представления этого смысла. Стоит отметить наиболее важные из них: генеративные грамматики Н. Хомского, теория «Смысл <-> текст» И. Мельчука, теория синтаксических ролей (падежей) Ч. Филлмора, Head-Driven Phrase Structure Grammar (HPSG) и т.д. Такое обилие теорий, ни одна из которых не получившая всеобщего одобрения научной общественности говорит о том, что данная область находится в стадии поисковых исследований. Применение ОА-подхода к организации вычислительного процесса и структур данных является еще одной теорией, которая может составить некоторую конкуренцию уже существующим методикам извлечения смысла из текста на естественном языке (ЕЯ).

Введение

Работы по созданию БЗ семантического анализа текста на ЕЯ проводится уже на протяжении двух лет [4]. За это время была разработана методика преобразования текста на ЕЯ в семантическую сеть (в терминах ОА-подхода, семантический ОА-граф) [5] и поиска информации в сформированном семантическом ОА-графе. На настоящем этапе исследования была поставлена цель разработки алгоритма преобразования в семантический ОА-граф конкретных ЕЯ: русского и английского. Задачами исследования были:

- выделение основных семантических валентностей (смысловых связей) в онтологической БЗ и атрибутов для семантического согласования слов;
- разработка методики преобразования текста в ОА-граф;
- разработка правил преобразования текста в нотации ОА-грамматик.

Предполагаемое решение

Прежде чем, создавать правила преобразования исходного текста к ОА-граф, нам предстояло выделить те смысловые связи, которые будут присутствовать в ОА-графе. Попытки выделения основных смысловых связей (ролей) уже производились учеными-лингвистами. Так, Аристотель выделял 10 глобальных категорий (ролей): сущность, действие, количество, качество, место, время, положение, претерпеваемость, обладаемость, соотнесенность. Ч. Филлмор выделяет 9 ролей, Р. Хенк – 9, П. Уинстон – 11.

Кроме семантических связей нам понадобилось выделить и атрибуты (свойства) объектов, по которым будет осуществляться согласование слов. Например, русский предлог «за», будет иметь разные значения в выражении «стоять за стеной» (пространственное расположение) и «следить за погрузкой» (наблюдение за чем-то). Определить, какой из вариантов толкования подходит в данном случае можно по атрибуту глагола, стоящего перед предлогом. В первом случае это – глагол пространственного расположения (поэтому «за» и следует толковать, как описание пространственного расположения), а во втором – глагол восприятия органами чувств (поэтому тут «за» и следует понимать в качестве объекта наблюдения). В результате проведенной работы нам удалось выделить 37 типов семантических связей и порядка 80 типов атрибутов для семантического согласования слов для русского и английского языков.

Для разработки методики преобразования текста в ОА-граф нам потребовалось выделить все возможные части речи для русского и английского языков и разработать их иерархию, задающую подчинение одной части речи другой. На верхушке этой иерархии оказалось существитель-

ное, а в самом низу – наречие степени. Следующим этапом было разработка стадий преобразования русского и английского языков в семантический ОА-граф. Для русского языка было выделено 24 этапа, а для английского – 38. Однако это количество этапов не окончательное, и скорее всего будет увеличено в ходе дальнейших исследований. Для каждого этапа преобразования в ОА-граф были разработаны правила преобразования в нотации ОА-грамматики [3]. Правила преобразования учитывают не только синтаксис языка, но и семантику (смысл). Об необходимости совмещения при разборе ЕЯ анализа синтаксиса и семантики одновременно, неоднократно говорили ученые, относящиеся к направлению структурной лингвистики (или CxG – Constructer Grammar) [6].

В (1) и (2) приведен пример правил преобразования предлога «в». Правило (1) описывает ситуацию, когда предлог описывает пространственное расположение объекта. В этом случае в семантическом ОА-графе порождается описание траектории движения объекта (существительное 1) за объект (существительное 2). Правило (2) – ситуацию наблюдения какого-либо субъекта, описанного в существительном 1 за объектом, заданным в существительном 2. Эти два варианта распознаются по атрибутам семантического согласования. Для первого случая это – «движение» или «статическое состояние», для второго – «описание восприятия чего-либо органами чувств. Атрибуты семантического согласования помещаются в описание слов, хранящихся в семантико-морфологическом словаре.

Сущ. (гл. динамики или статики) за сущ2. -> Сущ1.* {Действие=гл. Траектория= {КонТочка= {Топология=за Субъект=Сущ1 Объект=сущ2.}}} (1)

Сущ.1 (гл. чувственного восприятия) за сущ2 -> Сущ1*{Действие= гл {Траектория= {НачалоКоординат=Сущ1. Направление=сущ2.}}} (2)

Заключение

В результате проведенного исследования нам удалось выявить основные типы семантических связей между объектами, и основные атрибуты для семантического согласования слов. Нами были разработаны методики анализа русского и английского языков и правила преобразования текста в семантический граф, и составлены правила преобразования текста в ОА-граф. Особенно трудоемким оказалось составление правил преобразования для предлогов русского и английского языков: для русского языка было составлено толкование примерно для 150 предлогов (причем, некоторые предлоги обладали несколькими толкованиями), для английского – более 100 (интересно, что в английском языке предлоги обладают большим количеством толкований, чем в русском).

Результаты проведенного послужили основой для создания экспериментальной базы знаний (БЗ) для анализа русского и английского языков. Работы по данной тематике будут продолжены: необходимо увеличить число стадий анализа ЕЯ как для русского, так и для английского языков, и расширить список типов семантических валентностей и атрибутов семантического согласования слов.

Список литературы:

1. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Объектно-атрибутная архитектура – новый подход к созданию объектных систем // Информационные технологии. 2012, №2 стр. 8-14

2. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Объектно-атрибутный подход к построению интеллектуальных систем // Нейрокомпьютеры: разработки и применение. 2011, №11 – с. 9-17.

3. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Формализация dataflow-модели вычислительного процесса. // Объектные системы - 2013: материал V Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 10-12 мая 2013 г.) / Под общ. ред. П.П. Олейника. - Ростов-на-Дону: ШИ ЮРГТУ (НПИ), 2013. - С. 87-93 URL: http://objectsystems.ru/files/2012/Object_Systems_2013_Proceedings.pdf

4. Внутр. конф. Тиновицкий, Халькина

5. Салибекян С.М., Халькина С.Б., Тиновицкий К.Д. Объектно-атрибутный подход для семантического анализа естественного языка. // Объектные системы - 2014: материал VI Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 10-12 мая 2014 г.) / Под общ. ред. П.П. Олейника. - Ростов-на-Дону: ШИ ЮРГТУ (НПИ), 2014. - С. 80-86 URL: http://objectsystems.ru/files/2012/Object_Systems_2014_Proceedings.pdf

6. Е. В. Рахилина Лингвистика конструкций / Отв. ред. Е. В. Рахилина. — М.: «Издательский центр «Азбуковник», 2010. — 584 с.

АЛГОРИТМ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА В ОБЪЕКТНО-АТРИБУТНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

А.Ю. Белоусов
Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумоскаого (ПКУ), Россия

Аннотация

Фокусом статьи является методика поиска информации в объектно-атрибутной (ОА) базе данных (БД) [1]. ОА-БД относится к классу сетевых (графовых) БД, где информация представляется в виде графа, узлы которого описывают объекты (понятия), а дуги – смысловые связи между ними. Сетевая БД имеет потенциальную возможность описания любой предметной области. Однако обратной стороной медали универсальности БД является чрезвычайно сложный алгоритмом поиска в БД. Поиск информации в сетевой БД сводится к поиску в графе БД подграфа, соответствующего подграфа-запроса (запрос пользователя преобразуется в граф). От эффективности и скорости работы алгоритма поиска во многом зависит и эффективность работы всей БД.

Актуальность исследования

Наше исследование лежит в области СУБД (или баз знаний), предназначенных для извлечения, хранения и поиска информации из текста на естественном языке (ЕЯ) [2,3]. Обработка естественного языка позволит существенно расширить круг пользователей (любой человек, даже не обладая знаниями в области IT, сможет вносить новую информацию в БД, а также извлекать из нее нужную информацию с помощью ЕЯ. Создание подобных БД порождает еще множество актуальных проблем, требующих решения. Во-первых, БД, созданная на основе ЕЯ будет, по-видимому, обладать большим объемом, т.к. в ней должны содержаться множества связей. Т.е. такая БД относится к big data, a big data в последнее время стало чрезвычайно актуальным в связи с развитием таких сфер, требующих хранения и обработки огромных массивов данных: интернет-магазины, социальные сети и т.д. Во-вторых, вторая актуальная проблема – семантический анализ ЕЯ: технологии, которые позволят пользователю общаться с компьютером на одном языке, позволят значительно ускорить

поиск информации, пополнение БД, разработку программ и т.п. Такие перспективы уже несколько последних десятилетий привлекают внимание ученых. Появление множества теорий семантического анализа ЕЯ и вал научных публикаций по этой тематике тому подтверждение.

Введение

Основная задача исследования – разработка алгоритма поиска в объектно-атрибутной (ОА) БД. ОА-БД относится к классу сетевых (графовых), поэтому поиск в ней сводится к поиску подграфа, который строится на основе запроса пользователя, в графе самой БД. ОА-граф строится из информационных капсул (ИК), представляющих собой множества информационнных пар (ИП) [4]. ИП – это двойка <a,l>, где a – атрибут (уникальный идентификатор) данных, l – нагрузка (число, символ, строка или указатель (ссылка)). Ссылка может ссылаться на другую ИК – таким образом совокупность ИК и объединятся в ОА-граф (рис. 1).

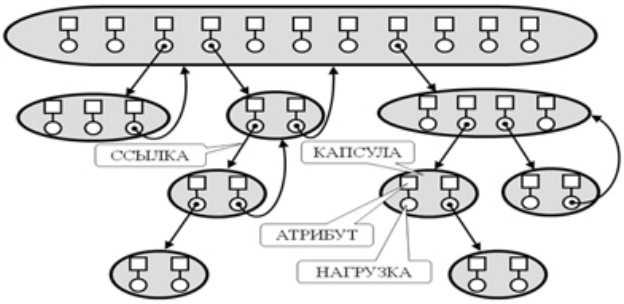


Рис.1. ОА-граф

В области ОА-БД имеется довольно серьезный задел: разработаны формат БД и методика синтеза графа БД с помощью анализа текста на ЕЯ. Семантический анализ текста уже реализован программно: в среде ОА-программирования и моделирования реализованы экспериментальные базы знаний для анализа русского и английского языков, осуществляющие синтез ОА-графа, исходя из смыла текста. Разработка и реализация алгоритма поиска подграфа в графе БД является завершающим этапом на пути создания экспериментальной БД, которая должна на практике подтвердить работоспособность предложенного подхода к организации БД.

Предшествующие разработки

Проблема поиска подграфа в графе в англоязычной литературе именуется subgraph isomorphism problem или subgraph matching. В данной области имеются некоторые наработки, например, алгоритм Ульмана (J.R. Ullmann) или алгоритм поиска с усечением, изложенный в публикации [5]. Однако этот алгоритм использует матрицу смежности, что неприменимо для больших массивов, ввиду большого расхода памяти.

Все методы поиска изоморфных подграфов можно разделить на 4 типа:

- не использующие индекс (no index): к ним относится вышеприведенный алгоритм Ульмана;
- индексирование границ графов (edge index): технологии SPARQL для RDF или BitMat;
- индексирование часто встречающихся подграфов (frequent subgraph index);
- индексирование достижимости (reachability index: алгоритмы как R-Join и Distance-Join.

Предлагаемое решение

Поиск подграфа в ОА-графе упрощается благодаря тому, что каждый узел графа, как бы, помечен теми информационными парами (ИП), которые находятся в его вершинах. Метками выступают константные ИП (ИП, в нагрузке которых находится константа) и атрибуты ссылочных ИП (ИП, в нагрузке которых находится указатель). Поэтому алгоритм поиска должен быть привязан к этим меткам. Обозначим G1 граф БД, а G2 – граф-запрос. Алгоритм поиск подграфа можно разделить на несколько этапов.

Первый из них – выборка всех атрибутов ссылочных ИП и константных ИП как в графе БД, так и в графе запроса. Для того, чтобы графы совпали, необходимо, чтобы все атрибуты, найденные в G2, встречались в G1, иначе продолжение поиска бессмысленно. Элементы списка арибутов представлются в следующем виде (1):

ALi={ (ai, li,1, ki,1), (ai, li,2, ki,2), (ai, li,3, ki,3),…}, (1)

где ai – атрибут ИП

li,1, li,2, li,3,…- нагрузки капсул, где встречаются ИП с атрибутом ai

ki,1, ki,2, ki,3 - индексы капсул, где встречаются ИП с атрибутом ai.

Вторым этапом является выборка всех ИП из G1, которые совпадают с G2.

Третий - определение, из каких информационных капсул выбил извлечены атрибуты в G1 и G2 (это можно определить по k_i (1)) и формирование множества описаний ИК, которые необходимо проверить на совпадение.

Четвертый проверка совпадения капсул из G1 и G2 (проверяется совпадение множества ссылок из ИК)

Заключение

Сложность данного алгоритма будет порядка N*M, где N – количество вершин графов G1 и G2, M – количество дуг графов G1 и G2. Данный алгоритм имеет полиномиальную сложность и поэтому может быть успешно реализован на компьютере.

Список литературы:

1. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Объектно-атрибутная архитектура – новый подход к созданию объектных систем // Информационные технологии. 2012, №2 стр. 8-14

2. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Объектно-атрибутный подход к построению интеллектуальных систем // Нейрокомпьютеры: разработки и применение. 2011, №11 – с. 9-17.

3. Ермаков А.Е., Плешко В.В. Семантическая интерпретация в системах компьютерного анализа текста // Информационные технологии. - 2009. – N 6. – С. 2-7.

4. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Анализ языка с помощью объектно-атрибутной архитектуры вычислительной системы // Программная инженерия. №1, 2013 – стр. 9-16.

5. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Формализация dataflow-модели вычислительного процесса. // Объектные системы - 2013: материал V Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 10-12 мая 2013 г.) / Под общ. ред. П.П. Олейника. - Ростов-на-Дону: ШИ ЮРГТУ (НПИ), 2013. - С. 87-93 URL: http://objectsystems.ru/files/2012/Object_Systems_2013_Proceedings.pdf

6. Ullmann, J. R. 1976. An algorithm for subgraph isomorphism. J. ACM 23, 1, p. 31-42.

ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ВЫДЕЛЕННОГО ОБЪЕКТА В ЦИФРОВОМ ВИДЕОПОТОКЕ

Р.Н. Иванов
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В докладе рассмотрены подходы к отслеживанию положения объекта в цифровом видеопотоке и предложенное решение.

Введение

Под цифровым видеопотоком понимается последовательность изображений - кадров, регистрируемых цифровым датчиком (цифровой видеокамерой). На каждом изображении может находиться целевой объект – изображение некоторого реального объекта, координаты которого на различных кадрах последовательности могут меняться. Процесс отслеживания положения целевого объекта заключается в сопоставлении каждому кадру видеопотока координат целевого объекта, в том случае, если целевой объект находится на данном кадре.

Задача отслеживания положения объекта имеет большое практическое значение для построения систем технического зрения, слежения, дополненной реальности, управления жестами, а также систем, связанных с изучением движения объектов. Различные решения задачи применяются в робототехнике для контроля за устройствами и получения обратной связи от устройств.

Для решения задачи во второй половине XXвека было предложено множество методов, связанных с детектированием целевого объекта по признакам движения, цветности и другим наборам характерных признаков, которые при движении объекта будут оставаться неизменными, например, различные методы опорных точек или алгоритм Виолы-Джонса (2001).

Целью исследования является построение алгоритма для отслеживания положения объекта, который реализуется на языке C++ в среде разработки Microsoft Visual Studio 2010 с применением библиотеки Open CV версия 2.4.9.

Для решения задачи необходимо наложить определенные ограничения на целевой объект, такие как, максимальная и минимальная скорости движения объекта, размер объекта, цветовые характеристики объекта. Существенное значение имеют также ограничения, накладываемые на фон (для каждого кадра все точки изображения кроме точек целевого объекта).

Краткий обзор возможных методов для решения задачи

Самой простой является задача отслеживания положения подвижного объекта на неподвижном фоне. Пусть все кадры потока пронумерованы от 0 до N, i+k–номер текущего кадра, i–номер предшествующего кадра. В результате сравнения двух данных изображений можно получить информацию о новом и старом положении целевого объекта на изображении.

Для полноцветных изображений можно применить следующий метод. Изображение, которое представлено на кадре рассматривается как функция $F(x,y)=E$, где E – множество элементов цветового пространства, например пространства $RGB=\{R\in[0,1],G\in[0,1],B\in[0,1]\}$, где 0 – минимальная интенсивность соответствующей цветовой компоненты, 1 – максимальная. Назовем цветовым пространством изображения указанное множество E. Для целевого объекта $F(x,y)=E_t\in[\vec{l},\vec{h}]$ т.е. цветовое пространство целевого объекта ограничено. Назовем $\vec{l}$ нижним цветовым порогом целевого объекта, а $\vec{h}$ – верхним. Для каждого кадра видеопотока производится поиск точек, лежащих в цветовом пространстве E_t. Далее, исходя из предположения, что объект не может изменить свой цвет, а также исходя из ограничений, наложенных на размеры объекта, делается вывод о соответствии данного геометрического места точек отслеживаемому объекту.

Рассмотрим метод Виолы-Джонса. Для каждого изображения из некоторой совокупности изображений рассчитывается набор признаков, связанных с областями изображения. По всем наборам осуществляется поиск общих признаков, в результате которого получается новый набор признаков, характеризующих целевой объект. Далее рассматривается последовательность кадров, и для каждого кадра производится поиск группы признаков из полученного набора. Если такой набор признаков присутствует в некоторой области изображения, то данное геометрическое место точек определяет положение целевого объекта на данном кадре.

Методы поиска опорных точек заключают в себе идею сравнения целевого объекта на данном изображении и эталонного изображения целевого объекта. Сопоставление производится с помощью анализа расстояний между опорными точками, то есть такими точками, которые удовлетворяют некоторому критерию уникальности, определенному создателем метода для решения конкретной задачи отслеживания. Простейшим примером опорных точек на черно-белом изображении являются граничные точки области, содержащей все точки целевого объекта и не содержащей точки фона.

Предложенный подход к решению задачи отслеживания объекта

Введем набор ограничений, накладываемых на целевой объект: объект не может мгновенно (за малое время) переместиться на расстояние, превышающее более чем в 1,5 раза его длину (под длиной понимается максимум расстояния между любыми двумя точками целевого объекта), цветовое пространство объекта не может измениться скачком (то есть за малое время не возможно изменение верхнего и нижнего порогов покомпонентно на величину шага большую некоторой константы).

Введем набор ограничений, накладываемых на фон: количество источников света и их характеристики не могут значительно меняться (не допускаются включение или выключение источника освещения).

Будем рассматривать трехканальные цветные изображения, поступающие с цифрового датчика.

Под цветом точки изображения будем понимать вектор размерности три. Каждый компонент вектора содержит значение интенсивности соответствующего канала. Назовем одноцветным изображением такое изображение, все точки которого имеют один и тот же цвет.

Пусть имеется прямоугольное изображение, которое содержит целевой объект на одноцветном фоне. Пусть цвет любой точки фона не совпадает с цветом ни одной точки объекта, и дополнительно полагается, что число точек фона значительно меньше числа точек целевого объекта. Назовем такое изображение эталонным изображением. Дополнительно предполагается, что размер эталонного изображения всегда значительно меньше размера изображения, полученного с цифрового датчика. Множество всех цветов точек эталонного изображения за исключением цветов точек фона образует цветовое пространство целевого объекта. Для данного цветового пространства можно установить верхний и нижний цветовой пороги. На эталонном изображении также можно выделить некоторое множество точек, которые назовем опорными точками.

Можно рассмотреть множество эталонных изображений и получить для такого множества набор признаков, подобных признакам Хаара или подобных признакам, используемых в методе Виолы-Джонса.

Назовем скользящим окном квадратное изображение, которое является фрагментом полученного с цифрового датчика изображения. Размеры скользящего окна рассчитываются относительно размеров эталонного изображения по следующей формуле $a = 3 \cdot \max\{l_e, h_e\}$, где l_e – длина эталонного изображения, h_e - ширина эталонного изображения, a - сторона квадрата, соответствующего скользящему окну. Дополнительно предполагается, что размер скользящего окна всегда меньше размера изображения, полученного с цифрового датчика.

Вводится две системы декартовых координат, первая из которых связана с изображением, полученным с цифрового датчика(абсолютная),, а вторая – со скользящим окном (относительная).

Назовем центром скользящего окна точку пересечения диагоналей скользящего окна. Назовем центром целевого объекта такую точку целевого объекта, что число точек, цвета которых образуют цветовое пространство целевого объекта, в ее окрестности радиуса не более чем $\min\{l_e, h_e\}$ максимально. Для каждого изображения, полученного с цифрового датчика совместим положение центров скользящего окна и целевого объекта, когда это возможно.

Предполагается, что для каждого кадра видеоряда сохраняется значение координат целевого объекта, значения верхнего и нижнего порогов, опорные точки и признаки.

Рассматривается поступательное движение целевого объекта относительно изображения, полученного с цифрового датчика. При этом предполагается, что вращательное движение объекта отсутствует. Абсолютные координаты объекта различны для различных кадров. Цветовое пространство целевого объекта, в общем случае, меняется для каждого кадра, и соответственно меняются верхний и нижний цветовой пороги. Координаты центров целевого объекта и скользящего окна также будут меняться, причем каждому перемещению целевого объекта будет соответствовать перемещение скользящего окна, в результате которого расстояние между центром окна и центром объекта будет достаточно мало при заданных ограничениях скорости движения объекта.

Предполагается, что при отсутствии вращения целевого объекта хотя бы часть опорных точек, полученных для эталонного изображения, и набора признаков, полученного для множества эталонных изображений будет сохраняться и допускать отслеживание целевого объекта и изменение цветового пространства, связанного с целевым объектом. При этом поиск признаков и расчет нового цветового пространства осуществляется только для геометрического места точек, соответствующего скользящему окну, а не для всех точек изображения.

Рассматривается только вращательное движение объекта. В этом случае предполагается, что абсолютные координаты центра объекта и скользящего окна меняются незначительно или остаются неизменными. Также предполагается, что цветовое пространство объекта не меняется или меняется незначительно. При этом признаки и опорные точки, соответствующие целевому объекту меняются значительно. Геометрическое место точек для перерасчета признаков и опорных точек определяется геометрическим местом точек, цвет которых принадлежит цветовому пространству объекта, при условии, что все эти точки лежат внутри скользящего окна.

Приведем краткое изложение алгоритма. На первых пкадрах последовательности объект покоится, рассчитывается цветовое пространство и цветовые пороги, формируются наборы опорных точек и набор признаков объекта. Формируется скользящее окно фиксированного размера, центр которого совмещается с центром целевого объекта. Все данные сохраняются. Пока объект движется поступательно, скользящее окно движется вслед за объектом, рассчитываются новые значения цветового пространства и цветовых порогов для области внутри скользящего окна, исходя из проверки признаков и опорных точек для области внутри скользящего окна, при этом все данные сохраняются.. Пока объект движется вращательно, рассчитываются новые значения признаков и опорных точек для области внутри скользящего окна, исходя из проверки значений цветовых порогов внутри скользящего окна, при этом все данные сохраняются. Пока объект покоится, перерасчет любых характеристик, связанных с объектом не осуществляется, при этом все данные сохраняются.

Список литературы:

1. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений, Издание 3-е, исправленное и дополненное, Москва, Техносфера, 2005, ISBN 978-5-94836-331-8

2. Прэтт У. Цифровая обработка изображений, Мир, 1982

3. AlperYilmaz, Omar Javed and Mubarak Shah, "Object Tracking: A Survey", ACM Journal of Computing Surveys, 2006

4. Chris Stauffer, W. Eric L. Grimson "Learning Patterns of Activity Using Real-Time Tracking", 2000

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ОЦЕНКИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ РЭА

В.Н. Кулыгин
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В работе рассматриваются вопросы создания программы по оценке долговечности РЭА, формулируются требования, предъявляемые к программе и представляется возможный вариант реализации.

Введение

Восьмилетний опыт проведения расчетов показателей долговечности радиоэлектронной аппаратуры показал что зачастую проведением расчетов занимаются инженеры, не обладающие необходимыми знаниями и безграмотно применяющие регламентирующие документы и ГОСТы, что может приводить к несоответствию результатов расчета и результатов реальных испытаний изделия на недежностные характеристики. Анализ данных приведенных в [1] и [2]показывает возможность автоматизации методики оценки долговечности, что позволило бы упростить расчеты и минимизировать количество допускаемых неточностей. Поэтому на основе данной методики целесообразно разработать программу, которая позволит проводить анализ долговечности РЭА.

Требования к программе

При реализации программы такого типа возможно сформулировать следующие основные требования:

- Пользователь-ориентированный интерфейс, позволяющий вводить данные в одном окне, с динамически подгружаемыми полями по мере необходимости их заполнения, а так же перестройкой интерфейса в случае изменения введенных данных

• Наличие аналитического ядра, позволяющего ассоциировать введенные данные и формирующего номенклатуру показателей надежности

• Наличие встроенной системы интерактивных подсказок, помогающие пользователю производить классификацию оцениваемого образца.

• Возможность сохранения проектов и формирования отчетов

Реализация программы

Для реализации программы оценки показателей долговечности был разработан алгоритм формирования номенклатуры нормируемых показателей, являющийся ключевым звеном в программе(см. рис 1). Для получения номенклатуры показателей долговечности пользователю необходимо выбрать основные признаки, отражающие особенности оцениваемого образца (блоки 1-4).После установки или изменения значений полей выбора любого из признаков производится оценка полноты ввода данных (блок 7), в случае неполного ввода производится реорганизация полей выбора с выставлением блокировки пунктов, выбор которых недопустим для текущей конфигурации признаков и далее пользователю предоставляется возможность продолжить ввод. В случае достаточности введенных параметров производится их оценка (блок 9) и выдача (блок 10) рекомендаций на основе матрицы соответствий. В результате работы программы будет сформирован список нормируемых показателей долговечности соответствующий оцениваемому образцу. Матрица соответствий, применяющаяся при формировании номенклатуры показателей долговечности составлена на основе данных приведенных в [1] и представлена в таблице 1.

Таблица 1. Сопоставление признаков и нормируемых показателей долговечности

Признак1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Список показателей
1	1	1	1 2 3	2 3,1 2,3
1	1	2	1 2 3	4 5,1 4,5
1	1	1+2	1 2 3	2,4 3,1,5 2,3,4,5
1	2	1	1 2 3	10 11,1 10,11

Данные в таблице 1 приведены в сокращенной форме, расшифровка сокращений признаков, определяющих показатели долговечности в столбцах «Признак 1-4» приведена в таблице 2 и расшифровка значений номенклатуры показателей долговечности из столбца «Список показателей» приведена в таблице 3.

Поля выбора программы заполняются данными в соответствии с таблицей 2.

Пользователю необходимо сделать выбор данных для 4 признаков: возможные последствия перехода в предельное состояние (ПС) в процессе применения, возможности осуществления контроля технического состояния (ТС) изделий, характер основных процессов, определяющих переход в предельное состояние и возможности и способ восстановления израсходованного ресурса изделия.

При этом, для обеспечения безошибочности ввода данных, при выборе пользователем «Последствия перехода в ПС» равным «2» вступает в силу ограничение на выбор «Возможность осуществления оценки ТС» только равным «2».



Рис.1. Алгоритм оценки долговечности РЭА

Продолжение таблицы 1.

Признак 1	Признак 2	Признак 3	Признак 4	Список показателей
1	2	2	1 2 3	12 13,1 12,13
1	2	1+2	1 2 3	10,12 11,1,13 10,11,12,13
2	2	1	1 2 3	6 7,1 6,7
2	2	2	1 2 3	8 9,1 8,9
2	2	1+2	1 2 3	6,8 7,1,9 6,7,8,9

Таблица 2. Допустимые варианты выбора для признаков, определяющих показатели долговечности

№ признака	Признак	Возможные варианты ответов
1	Последствия перехода в ПС	1. Приводит к катострафическим последствиям 2. Не ведет к катострафическим последствиям
2	Возможность осуществления оценки ТС	1. Оценка ТС невозможна 2. Оценка ТС возможна
3	Процесс определяющий переход в ПС	1. Изнашивание 2. Старение
4	Способ восстановления технического ресурса	1.Не ремонтируемый 2.Ремонтируемый обезличенным способом 3.Ремонтируемый не обезличенным способом

Анализ ГОСТ [1]показал что для формирования списка необходимой и достаточной номенклатуры нормируемых показателей достаточно использовать 13 характеристик приведенных в таблице 3, используя комбинации при формировании отчетов. Такая организация позволяет уменьшить объём программы и улучшить систему интерактивных подсказок.

Таблица 3. Расшифровка сокращенных номеров нормируемых показателей долговечности

№ норм показателя	Назван.норм. показателя
1	Nк.р
2	Тр.н.сп
3	Тр.н.к.р
4	Тсл.н.сп
5	Тсл.н.к.р
6	Тр.ср.сп
7	Тр.ср.к.р
8	Тсл.ср.сп
9	Тсл.ср.к.р
10	Трγсп
11	Трγк.р
12	Тслγсп
13	Тслγк.р

Описание характеристик приведенных в таблица 3:

Тр.ср.сп (Трγсп) — средний (гамма-процентный) ресурс до списания;

Тр.ср.к.р (Трγк.р) — средний (гамма-процентный) ресурс до капитального ремонта;

Тр.н.сп (Тр.н.к.р) — назначенный ресурс до списания (до капитального ремонта);

Тсл.ср.сп(Тслγсп) — средний (гамма-процентный) срок службы до списания;

Тсл.ср.к.р (Тслγк.р) — средний (гамма-процентный) срок службы до капитального ремонта;

Тсл.н.сп (Тсл.н.к.р) — назначенный срок службы до списания (до капитального ремонта);

Nк. р.— допустимое число капитальных ремонтов;

Выводы

Таким образом, предложенный алгоритм функционирования программы оценки долговечности РЭА обеспечивает простоту и скорость получения номенклатуры нормируемых показателей долговечности, при этом исключает возможность ввода пользователем неверных данных, тем самым повышая точность результатов.

Данное научное исследование (№ проекта 15-05-0029) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

Список литературы:

1.ГОСТ РВ 27.3.01-2005. Состав и общие правила задания требований к надежности

2.ОСТ 4.012.013-84. Определение показателей долговечности

3.ГОСТ РВ 20.39.302-98.КСОТТ. Требования к программам обеспечения надежности и стойкости к воздействию ионизирующих и электромагнитных излучений.

4.ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПО ФРЕЙМВОРКУ«SCRUM» В РАЗРАБОТКЕ ПРОДУКТА

С.А. Лим
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

На данный момент в РоссииScrum правильно используют считаные единицы компаний, если не учитывать то, что действительно его использует лишь несколько проектных команд в самой компании.

Данная статья актуальна в данный момент, так как волна внедрения скрама уже прошла, и многие компании разочаровались в работе с ним. Она ответит на такие вопросы насколько и как Scrum помогает улучшить результаты[5], почему некоторые компании не смогли с ним работать, и что лучше подойдет для данной компании Scrum, XP или Kanban. Также Scrum полезен компаниям для решения проблемы отсутствия квалифицированных специалистов на рынке труда, низкого уровня проектного управления, так как фреймворк подразумевает постоянное улучшение процессов и навыков персонала при работе с малыми проектами.[1]

Многие компании пытались внедрить Scrum, когда это было в тренде. У большей части это не получилось, и они в нем разочаровались, посчитав его плохим. Фреймворк пытались использовать и в IT сфере(командах разработчиков) так как он изначально разрабатывался именно для нее, так и во многих других сферах. При этом многие не изучали его, не узнавали его фундаментальных отличий и не были готовы к рискам при его внедрении. Так же не учитывался момент уменьшения производительности, увеличении текучки кадров и необходимости достаточно большого количества времени в начале процесса внедрения фреймворка. В этом была основная ошибка менеджеров проектов. Несмотря на это, некоторые компании поняли его суть, приняли его и спустя какое-то время начали показывать увеличение продуктивности. Невозможно определить процентное увеличение, так как оно зависит от команды, и оно индивидуальное, но можно констатировать сам факт его наличия. Кроме понижения издержек, уменьшении времени разработки, уменьшении ее стоимости и повышения качества можно наблюдать повышение удовлетворённости продуктом заказчика, а следовательно и повышение его лояльности к компании, рост степени удовлетворённости самой команды.

Для исследования данной темы сначала нужно понять что такое Scrum и проследить правильность его использования в настоящих компаниях[4]. Проследить общее влияние фреймворка на команду, изменение ее результативности и сделать выводы.

В данной работе будут приведены наблюдения и эксперимент. Данное исследование можно провести рассмотрев несколько компаний, как тех, которые действительно правильно используют скрам, так и тех, которые не учли

некоторые моменты или идут вразрез с пониманием фреймворка и Agile манифеста, на котором и основывается сам Scrum[3].Кроме манифеста существует двенадцать принципов Agile-разработки, которые тоже нужно учитывать. Так же для наглядности и понимания работы скрама будет проведен эксперимент. В течение трех месяцев команда из двух человек будет разрабатывать мобильное приложение, используя Scrum. Данный эксперимент не считается чистым, т.к. в команде разработчиков должен быть человек, следящий за правильной работой команды по фреймворку(Scrum master)[4]. Но так же этот эксперимент покажет возможность увеличивать результативность в неподходящих условиях и изменении некоторых правил. Авторы скрама полагают, что это возможно. Команда работает итерациями в две недели, подводит итоги каждой итерации, расписывает задачи на следующую неделю и занимается разработкой поставленных задач. Увеличивает свою компетентность в ходе разработки, получая необходимый для дальнейшей работы опыт. И выносит решения об улучшении работы и взаимоотношений в команде. Каждый месяц команда показывает свои наработки заказчику, в данном случае преподавателю, и вносить изменения в план по его требованиям.

Для наблюдения были взяты:

- Компания Ac**rec
- Компания Agi*****seum
- Практический опыт внедрения скрама от тренеров компании Unusu******cepts
- Компания My***ps
- Компания Li****reda

По предварительному анализу стали известны основные ошибки внедрения скрама.

1. Безоговорочное желание управляющих использования фреймворка и насаждение его на сотрудников
2. Отсутствие знания Scrum и Agile
3. Отсутствие осознания рисков
4. Желание моментально увеличить производительность в 4 раза

В результате эксперимента в течение двух первых итераций команда показала большую производительность, относительно других. После произошел спад из-за увеличения занятости вне проектной работой и изначально неправильного метода разработки. Было решено отвести время на изучение технологий и инструментов разработки, увеличить длительность спринта, ввести инструменты управления для уменьшения времени на выявление проблем.

В дальнейшем требуется продолжать эксперимент в течение оставшихся двух месяцев и следить за его результатами. Изучить не только основные, но и второстепенные факторы, влияющие на компании, так как они могут быть следствием использования фреймворка. Также найти лишние, появившиеся в ходе раннего исследования.

Список литературы:

1.Тушавин В.А. Кайдзен и Scrum проекты как инструмент организационного научения в ИТ-компании//Научный журнал НИУ ИТМО. Серия экономика и экологический менеджмент, 2014, № 1(14)

2.Тушавин В.А. Использование проектного подхода для менеджмента качествабизнес-процессов// Управление проектами, 2008, № 3(12)

3.Scrum Alliance Core Scrum v2012.12.13. пер. Анна Дмитриева, Сергей Дмитриев

4.Scrum.Org and ScrumIncThe Scrum Guide, 2014,

5.LaszloSzalva How Scrum increases productivity, 2009

6.Ken SchwaberAgile Project Management with Scrum

МЕТОД АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИНТЕЗА СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

И.Ю. Громов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Тенденция развития современных электронных приборов неразрывно связана с усложнением проблемы их охлаждения. Это объясняется непрерывным ростом плотности рассеиваемой мощности, жесткими условиями эксплуатации и многообразием конструктивного исполнения приборов, что в конечном итоге практически полностью исчерпало возможности интуитивных методов проектирования охлаждающих систем.

Для выполнения требования к тепловому режиму каждого электрорадиоизделия (ЭРИ) из состава радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) могут использоваться различные средства обеспечения теплового режима (СОТР): локальные радиаторы, вентиляторы, теплоотводящие шины, термоэлектронные элементы (ТЭМ) Пельтье, тепловые трубы (ТТ), различные типы радиаторов и всевозможные типы нагнетателей (вентиляторов) – как вдувающие, так и выдувающие.

Для выполнения оценки влияния СОТР на тепловое состояние РЭА и ЭРИ предлагается **метод автоматизированного синтеза систем обеспечения тепловых режимов РЭА**, который в качестве модели теплообмена использует способ электротепловой аналогии и опирается на критерий оптимального проектирования СОТР.

В критерии учитывается отношение показателя затрат на реализацию – суммы стоимости элементов системы СОТР, затрат на потребляемую мощность и величину массы применяемых СОТР к производимому эффекту (качественная оценка) – отклонения температуры на охлаждаемом элементе от заданных значений, обеспечивающих требуемую надежность.

В качестве **критерия оптимальности** для блока РЭА предлагается минимум целевой функции (ЦФ) F:

$$F(Q)=\left(\sum_{i=1}^{l}C_i+\lambda_P\sum_{i=1}^{n}c_{p,i}P_i+\lambda_м\sum_{i=1}^{n}c_{м,i}M_i\right)\cdot \left(\lambda_{тн}\sum_{j=1}^{m}\left(T_{p,jн}-k_н T_{дн,j}\right)^2+\lambda_{тв}\sum_{j=1}^{m}\left(T_{p,jв}-k_в T_{дв,j}\right)^2\right), \quad (1)$$

где: $\boldsymbol{Q} = (q_1, ..., q_n)$ – вектор параметров элементов системы с ограничениями (тепловое сопротивление, расход энергии, параметры фитиля для ТТ, ток питания для ТЭМ и т.п.); n – количество ЭРИ с применением индивидуальных средств обеспечения теплового режима; m – общее количество ЭРИ; $\lambda_{тн}$, $\lambda_{тв}$, λ_P, $\lambda_м$, – весовые коэффициенты важности учета видов требований к нижнему и верхнему значениям температур ЭРИ, потребляемой мощности и массе соответственно; $k_н$, $k_в$ – коэффициенты запаса по температуре; $T_{p,jв}$, $T_{p,jн}$ – расчетные температуры на ЭРИ в j-м узле тепловой модели для верхнего (максимального) и нижнего (минимального) значений температуры окружающей среды соответственно; $T_{дн,i}$, $T_{дв,i}$ – нижняя допустимая и верхняя допустимая температуры i - го ЭРИ соответственно; P_i – мощность, потребляемая для обеспечения теплового режима i-го ЭРИ; M_i – масса средства обеспечения теплового режима i-го ЭРИ; l, C_i – количество общих элементов обеспечения теплового режима (например, вентилятор продува воздуха в блоке) и стоимость i – го элемента.

Приведенный критерий отражает наилучшее соотношение цены и качества создаваемой СОТР, т.к. выражение (1) можно представить в виде:

$$F(q) = \left(\sum_{i=1}^{l} C_i + \lambda_P \sum_{i=1}^{n} c_{p,i} P_i + \lambda_м \sum_{i=1}^{n} c_{м,i} M_i \right) \cdot$$

$$\cdot \frac{1}{\left(\lambda_{тн} \sum_{j=1}^{m} \left(T_{p,jн} - k_н T_{дн,j} \right)^2 + \lambda_{тв} \sum_{j=1}^{m} \left(T_{p,jв} - k_в T_{дв,j} \right)^2 \right)},$$

где правый множитель ЦФ:

$$\frac{1}{\left(\lambda_{тн} \sum_{j=1}^{m} \left(T_{p,jн} - k_н T_{дн,j} \right)^2 + \lambda_{тв} \sum_{j=1}^{m} \left(T_{p,jв} - k_в T_{дв,j} \right)^2 \right)}$$

является показателем качества, т.е. при уменьшении разности температур в знаменателе дроби показатель качества увеличивается.

Требуется, чтобы выбранное решение было наиболее оптимальным с точки зрения затрат на реализацию и стоимости применения тех или иных средств обеспечения тепловых режимов, в связи с этим важной особенностью предлагаемого метода является возможность **учета целесообразности** применения того или иного средства обеспечения температурного режима для ЭРИ или для блока РЭА в целом. Это достигается с помощью оценки индивидуального экспертно-ценового параметра – стоимости, характеризующей затраты на применение.

Стоимость индивидуального СОТР или СОТР блока РЭА в общем виде определяется:

$$C = f(q).$$

Математически оценка степени целесообразности изменения каждого параметра элемента системы на текущем шаге оптимизации определяется путем выделения соотношения относительной чувствительности целевой функции (1) к параметру СОТР и абсолютной чувствительности стоимости СОТР к этому параметру:

$$g_i = \left(\frac{\frac{q_i}{F} \cdot \frac{\partial F}{\partial q_i}}{\frac{\partial C_i}{\partial q_i}} \right) \qquad (2)$$

где: F – ЦФ (1); C_i, q_i – стоимость и параметр для i-го индивидуального средства обеспечения соответственно.

Разработан алгоритм, представляющий процесс оптимизации (см. рис 1).

В процессе минимизации функции (1), на каждом шаге оптимизации анализируется, изменение какого параметра тепловой модели наиболее эффективно влияет на уменьшение критерия оптимальности и выбор очередного варьируемого параметра производится по максимальному значению g_i (2).

Под изменяемыми параметрами понимаются характеристики средств обеспечения тепловых режимов элементов (производительность вентиляторов, тепловые сопротивления радиаторов и ТТ, мощность ТЭМ и т.д.). В процессе оптимизации проверяется нахождение текущих значений температур ЭРИ в допустимом диапазоне.

Неэффективные средства исключаются из системы, т.е. в результате оптимизации происходит структурный синтез системы.

Вышеописанный **алгоритм реализован** в программе автоматизированного синтеза СОТР РЭА на языке программирования C# в соответствии с принципами объектно-ориентированного программирования.

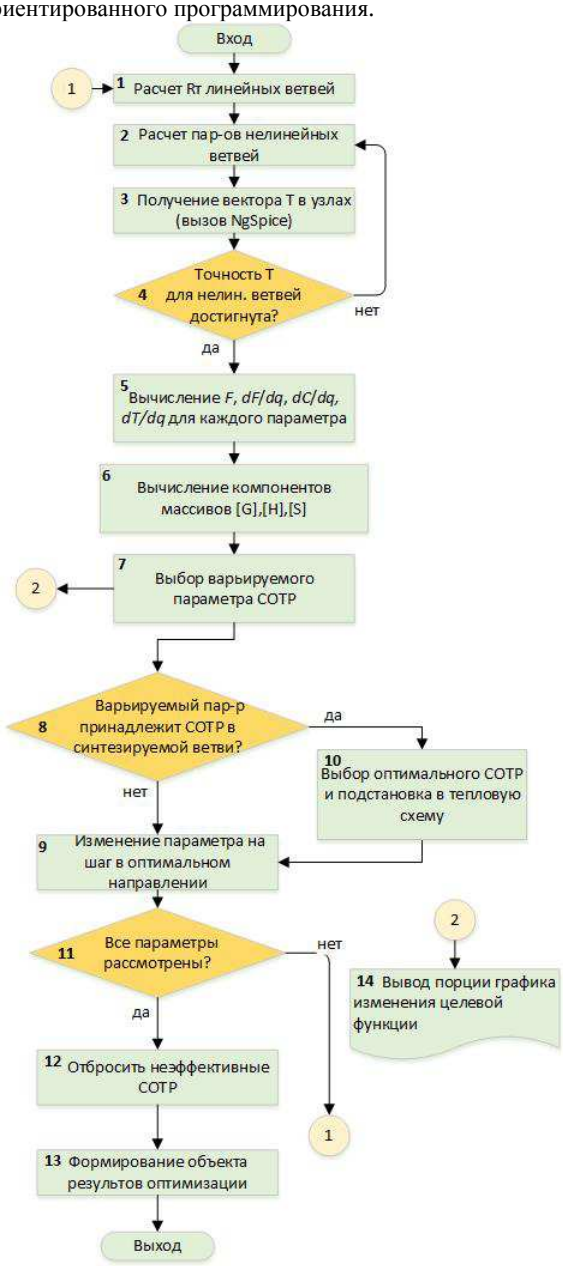


Рис.1. Подпрограмма поиска минимума целевой функции.

Список литературы:

1.Улитенко А.И., Гуров В.С., Пушкин В.А. Принципы построения индивидуальных систем охлаждения электронных приборов и устройств. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. –286 с.:ил. ISBN 978-5-9912-0232-9.

2.Кожевников А.М. Методы оптимального проектирования бортовых радиоэлектронных средств на основе моделирования их электрических, тепловых и механических режимов [Текст]: диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук, М., Московский институт электроники и математики, 2005.

3.Томович Р., Вукобратович М. Общая теория чувствительности. Пер. с сербск. и с англ., под ред. Цыпкина Я. З., М., Советское радио, 1972, 240 с.

4.Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1988. – 128 с.: ил.

5.Дульнев Г.Н., Парфенов В.Г., Сигалов А.В. Методы расчета теплового режима приборов. / Г.Н. Дульнев, В.Г. Парфенов, А.В. Сигалов. – М.: Радио и связь, 1990. – 312 с.:ил. –ISBN 5-256-00749-1.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ГРАФИКОВ ДЛЯ ПРОГРАММЫ ПРОСМОТРА ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СПРАВОЧНИКОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ

А.А. Американов, Е.В. Лежнев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Графики являются не объемлемой частью, каких либо экспериментов и измерений. Графики используются для наглядного показа зависимости одного параметра от другого. Графики используются как в серьёзных вычислениях, так и в учебной литературе.

Обзор аналогов

На сегодняшний день существует огромное множество онлайн сервисов, которые позволяют строить интерактивные графики функций. Данная возможность так же присутствует во многих математических пакетах (например, Maple). Хотя возможности существующих решений удовлетворяют нашим требованиям, имеется один недостаток — не везде доступен интернет, а для использования математических пакетов необходимо наличие установленной копии на каждом компьютере пользователя, а так же наличие лицензии. Даже при удовлетворении данных требований, возможность их использования может быть ограничена из-за того, что существующее решение не будет доступно на какой-либо операционной системе, при этом нет возможности получить доступ к исходному тексту. В связи с этим было принято решение о создании собственной реализации.

Реализация

Для построения графиков было разработано 4 модуля:

1. модуль, с помощью которого можно вычислить значение функции записанной в тестовом виде (парсер функций);
2. виджет для библиотеки Qt, на котором рисуется график;
3. модуль для загрузки и сохранения параметров графика из/в XML файл;
4. вспомогательный модуль, который позволяет пользователям изменять параметр графиков без необходимости прибегать к ручному редактированию XML файла.

На вход парсера поступает строка с функцией, а так же информация о заданных параметрах функции. В результате разбора выражения, строится абстрактное синтаксическое дерево, с помощью которого в дальнейшем вычисляется значение функции.

Для отображения графика был разработан виджет, который по значениям функции строит ее график. Имеется возможность задать область графика, задать масштаб осей (линейный или логарифмический), изменить масштаб о область графика с помощью мышки, а так же узнать значение функции при наведении на нее курсора.

Если у функции имеются параметры, создаются дополнительные элементы управления, с помощью которых данные параметры можно изменить. При их изменении график автоматически перестраивается. Если пользователь при создании графика задал несколько единиц измерения, в процессе работы можно переключаться между ними.

Для возможности создания новых и изменения существующих графиков, был разработан пользовательский интерфейс, позволяющий легко изменить любой параметр графика без необходимости редактирования XML-файла. Благодаря этому, конечному пользователю нет необходимости знать формат описания графиков (который в будущих версиях может измениться), а так же исключает возможность ошибки при ручном редактировании.

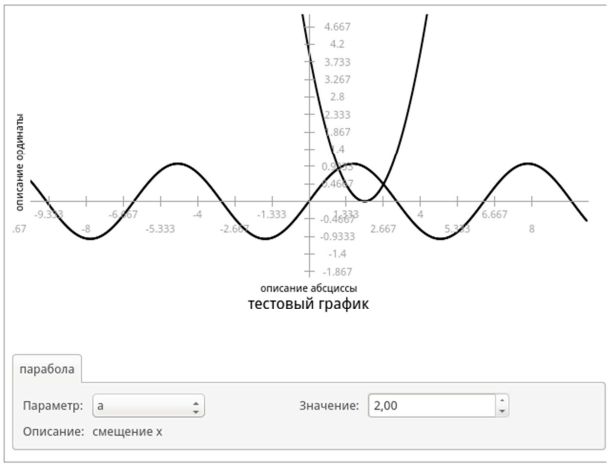


Рис.3. Пример графика

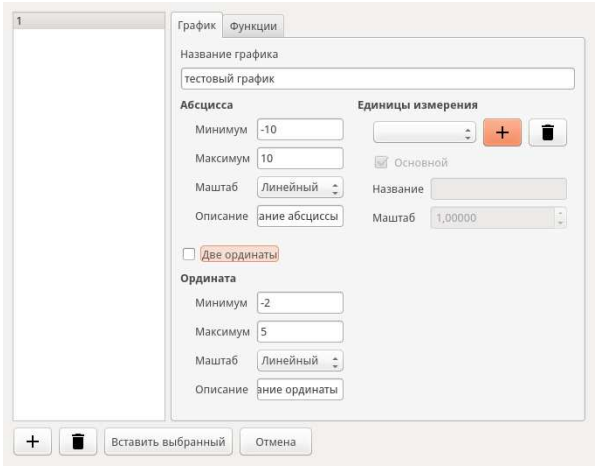


Рис.4. Окно редактирования параметров графика

Развитие проекта

Хотя уже сейчас имеется возможность строить графики любой сложности, имеются планы по улучшению нашей реализации. Планируется добавить возможность построения графиков неявных функций, а так же реализовать возможность построения трехмерных графиков. Так же рассматривается возможность добавления JIT-компиляции (компиляция «на лету») для выражений функций, которая может понадобиться, если скорость построения графиков сложных функций окажется неудовлетворительной.

Список литературы:

1. Qt Documentation, URL: http://doc.qt.io/qt-5/index.html (дата обращения 19.12.2014)
2. Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi, Jeffrey D. Ullman: Compilers: Principles, Techniques, and Tools, Pearson Education, Inc, 2006.

МЕТОДЫ ПАРАМЕРИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Е.А. Талыгин
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной инженерии

Техническая документация, участвующая в документообороте не промышленном предприятии, претерпевает конечное число операций над собой. Можно утверждать, что у каждого технического документа есть некий жизненный цикл, состоящий из конечного числа этапов. Состав этих этапов определен государственным стандартом.

Одним из основных результатов деятельности наукоемких предприятий является выпуск технической документации. Ему предшествует несколько обязательных этапов обработки документа, утвержденных ГОСТ, и составляющих жизненный цикл технического документа.

Большой практический интерес для руководителя такого предприятия представляет количественная оценка параметров жизненного цикла технической документации, разрабатываемой в рамках различных проектов. Наибольшую практическую ценность для исследователя представляет оценка такого параметра, как длительность отдельных этапов и всего жизненного цикла (ЖЦ) технического документа.

Для каждого проекта имеется вектор факторов документооборота, которые напрямую влияют на параметры его жизненного цикла. Обозначим i-ый фактор как n_i. Пусть количество этих факторов – m. Тогда совокупность всех факторов (N) выглядит следующим образом:

$$N = (n_1, \dots, n_i, \dots, n_m)$$

Пусть $\varphi(N)$ – функция, описывающая влияние совокупности различных факторов на длительность жизненного цикла и, тем самым, на время его завершения. Далее, примем, что $\xi(t)$ - плотность вероятности времени завершения ЖЦ при фиксированных характеристиках предприятия. Из эмпирических соображений, удобно взять в качестве этой функции гауссовскую плотность распределения, выбирая подходящие параметры, исходя из информации из базы знаний конкретного предприятия.

Пусть средняя длительность жизненного цикла без учета влияния различных факторов $t_0 = E(\xi(t))$. Тогда, с учетом вышесказанного,

$t_0 = \varphi(N) * E(\xi(t))$,

Каждый этап жизненного цикла технического документа обладает собственной плотностью распределения времени своего завершения. Общий вид этой плотности для всех этапов - нормальная плотность. На определенных этапах функции плотности различаются лишь параметрами.

Тогда общий вид функции, выражающей искомую плотность распределения на i-ом этапе, имеет следующий вид:

$$\xi_i(t, \mu_i, \sigma_i) = \frac{1}{\sigma_i\sqrt{2\pi}} * \frac{(e^{-(t-\mu_i)^2})}{2{\sigma_i}^2}$$

В базе знаний предприятия имеется выборка значений времени завершения этапов жизненного цикла технической документации, участвовавшей в предыдущих проектах $(t_1, \dots, t_n)$, которая может использоваться для получения функции правдоподобия:

$$L_i\ (t_1i, \dots, t_ni, p_i, \mu_i, \sigma_i\ ) = f_i\ (t_1i, p_i, \mu_i, \sigma_i\ ) * \dots * f_i\ (t_ni, p_i, \mu_i, \sigma_i\ )$$

Искомые параметры находятся путем решения системы уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial lnL_i}{\partial \mu_i} = 0 \\ \frac{\partial lnL_i}{\partial \sigma_i} = 0 \\ \frac{\partial lnL_i}{\partial p_i} = 0 \end{cases}$$

На основании полученных решений конструируется векторы

$$T_{min} = (p_{max}, \mu_{min}, \sigma_{min})$$

$$p_{max} = \max(p_1, \dots, p_n), \mu_{min} = \min(\mu_1, \dots, \mu_n)\ , \sigma_{min} = \min(\sigma_1, .., \sigma_n)$$

$$T_s = (p_s, \mu_s, \sigma_s),$$

$$p_s = E(p_1, \dots, p_n), \mu_s = E(\mu_1, \dots, \mu_n), \sigma_s = E(\sigma_1, \dots, \sigma_n)$$

и рассчитывается параметр $d = \sqrt{(T_{min} - T_s)^2 + (T_{min} + T_s)^2}$, который является удобной численной характеристикой упорядоченности во времени документооборота на наукоемком предприятии.

Методология выявления численных характеристик ЖЦ технического документа, описанная выше, является универсальной. Благодаря рассмотрению жизненного цикла отдельного документа, можно оценить параметры даже очень разнородного по типам документов документооборота, что достаточно часто случается на наукоемких предприятиях.

Список литературы:

1. А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума – Имитационное моделирование экономических процессов, 2009 г, 416 с.
2. Арлазаров В.Л., Емельянов Н.Е. (Ред.) – Документооборот. Концепции и инструментарий, 2004 г, 208с.
3. Г. Н. Калянов – Моделирование, анализ, реорганизация и автоматизация, 2006 г, 240 с.
4. Судов Е.В., Левин А.И., Петров А.В., Чубарова Е.В. Технологии интегрированной логистической поддержки изделий машиностроения, 2006 г, 240 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

А.Ю. Ролич
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В работе проводится обзор существующих систем автоматизированного конструирования интерфейсов интернет-вещей. Рассматривается задача автоматизации проектирования пользовательских интерфейсов интернет вещей и методы ее решения.

Введение

Компании Accenture прогнозирует, что вклад «промышленного Интернета вещей» (Industrial Internet of Things) в мировое производство к 2030 г. может составить до $14,2 трлн. [1]. International Data Corporation ожидает, что к концу 2020 года установленная база Интернета вещей будет составлять приблизительно 212 млрд. «вещей» во

всем мире, в том числе 30,1 млрд. «подключенных (автономных) вещей» в 2020 году [2]. Этот рост обеспечит главным образом ввод интеллектуальных систем, которые собирать данные (через потребительские и корпоративные приложения) к концу прогнозного периода. Возникает потребность в автоматизации проектирования интерфейсов для каждой интернет-вещи. Разнородность и высокая конкуренция среди производителей интернет-вещей приводит к проблеме создания универсального интерфейса для каждого типа интернет-вещей.

Основная часть

Целью работы является повышение качества и эффективности интернет вещей за счет разработки методов автоматизированного проектирования динамических пользовательских интерфейсов интернет-вещей.

Под объектом исследования понимается пользовательские интерфейсы (виджеты) для интернет-вещей. В работе планируется предложить новые методы автоматизированного проектирования пользовательских интерфейсов для интернет-вещей, опираясь на методы проектирования печатных плат. Отличие виджетов для интернет-вещей в том, что экран устройства рассматривается как конструкция.

Среди основных этапов проектирования пользовательских интерфейсов можно выделить:

1. Компоновка – размещение конструктивных элементов на экране.
2. Размещение – оптимальное расположение конструктивных элементов на экране или конкретной области.
3. Трассировка – связывание конструктивных элементов между собой, а также с внешними источниками информации.

В настоящее уже существует ряд решений:

1. WoTKiT [3] - это веб-платформа для создания широкого спектра сенсорных и актуаторных сетей. Имеются средства для визуализации данных посредством специализированных виджетов, которые располагаются в личном рабочем пространстве на сайте системы.
2. ClickScript [4] - язык визуального программирования в браузере, с помощью которого можно писать программы для управления интернет-вещами.
3. ThingSpeak [5] – платформа, позволяющая визуализировать данные поступающие в реальном времени. Визуализация возможна в виде графиков. Управляющие команды для вещей можно посылать посредством Twitter и специализированного программного обеспечения.
4. Xively [6] – самая развитая платформа для получения данных от сенсоров и датчиков. Средства визуализации в виде числовых представлений и графиков.

Почти все существующие системы находятся в стадии альфа или бета-тестирования. К большинству систем подключены только датчики и сенсоры, но отсутствует подключение большого числа бытовых интернет-вещей (весы, шагомеры, лампочки, и т.д.). Для таких интернет-вещей каждый из производителей производит свои приложения (в основном для мобильных устройств), что не позволяет обычным пользователям создавать персональные интерфейсы для своих интернет-вещей. Кроме того, представленные системы имеют лишь средства для визуализации данных, полученных от интернет-вещей. Системы автоматизированной разработки пользовательских интерфейсов для интернет-вещей в явном виде не существует.

Заключение

В работе проведен обзор существующих систем автоматизированного конструирования интерфейсов интернет-вещей. Рассмотрена задача автоматизации проектирования пользовательских интерфейсов интернет вещей и методы ее решения. Предложено создание системы автоматизированного проектирования пользовательских динамических интерфейсов интернет-вещей, опираясь на методах проектирования печатных плат.

Список литературы:

1. «Промышленный интернет вещей» способен ускорить рост развитых экономик [Электронный ресурс]. URL: http://www.cnews.ru/news/line/index.shtml?2015/01/22/591893(дата обращения 26.01.14).

2. Internet of things: $8.9 trillion market in 2020, 212 billion connected things [Электронный ресурс]. URL: http://www.zdnet.com/article/internet-of-things-8-9-trillion-market-in-2020-212-billion-connected-things/ (дата обращения 26.01.14).

3. WoTKit [Электронный ресурс]. URL: http://wotkit.sensetecnic.com (дата обращения 26.01.14).

4. ClickScript [Электронный ресурс]. URL: http://clickscript.ch/site/home.php (дата обращения 26.01.14).

5. ThingSpeak [Электронный ресурс]. URL: https://thingspeak.com/ (дата обращения 26.01.14).

6. Xively [Электронный ресурс]. URL: https://xively.com/ (дата обращения 26.01.14).

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБУЧАЮЩИХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

А.А. Репина, Т.М. Лопатюк
НИУ ВШЭ, департамент Программной инженерии факультета компьютерных наук

Аннотация

При проектировании приложений для детей 3-4 лет необходимо учитывать возрастные особенности, а также следовать критериям, предъявляемым к играм для этой возрастной категории. В работе проведен анализ существующих требований и выявлены критерии качества программного продукта для детей 3-4 лет. Сделан вывод о необходимости разделения приложения на типы (части), для достижения приемлемого уровня соблюдения критериев, по которым оценивается качество игры.

Введение

Для детей-дошкольников зачастую основной проблемой является сложность процесса знакомства с окружающим миром, освоения необходимой информации и отсутствие постоянного интереса к обучению. Для родителей важно помочь детям расширить свой кругозор и сделать учебу приятным и интересным процессом. Следствием неудачного подхода к обучающему процессу может стать отсутствие у ребенка навыков, знаний и умений, соответствующих требованиям для поступления в первый класс.

Особенности разработки и проектирования образовательного программного обеспечения (далее “ПО”) сильно зависят от целевой аудитории [1]. Так, при создании приложений для детей дошкольников необходимо учитывать: в детских приложениях точно нельзя размещать рекламу, оставлять возможность совершения различных покупок в открытом доступе для ребёнка. Надо знать, в каком возрасте лучше развить определённые навыки. В играх для детей — это сверхважный вопрос. Вся образовательная часть должна быть построена в виде интерактивных игр, иначе ребёнку просто будет неинтересно и он закроет приложение. Одним из важных факторов при разработке является анимация. В приложениях надо стараться анимировать большую часть элементов. Статично стоящая картинка или персонаж с большой вероятностью будут не интересны малышу. Также стоит помнить, что долгое время за экраном — вредно для глаз, тем более для детских.

Особенности проектирования игровых приложений

На сегодняшний день на рынке электронных игр для детей дошкольного возраста существует масса приложений, которые могут использоваться при обучении ребенка навыкам мышления и логики, основам чтения и математики, помогут при подготовке к школе. Но далеко не все из этих учебных пособий соответствуют требованиям, предъявляемым к программным продуктам для детей из возрастной категории 3-4 года [2].

Современный уровень развития компьютерных технологий расширил вариативность мультимедиа программ для дошкольников. Мир мобильных игр очень разнообразен, и создать полную классификацию всех игровых программ, насколько известно авторам, пока никому не удалось. Тем не менее, в этой области сформировался ряд вполне устойчивых жанров. Каждый из данных жанров обладает своими уникальными особенностями, которые охватывают большинство выпускаемых на рынок приложений: аркады, головоломки, гонки, квесты, массово-мультиплеерные онлайн ролевые игры (далее “ММОРПГ”), ролевые игры (далее “РПГ” от англ. RPG - RolePlayingGame), симуляторы, стратегии, шутеры, экшены.

Программное обеспечение для детей 3-4 лет может быть признано качественным, если соблюдаются определенные критерии. Авторами были проанализированы два вида критериев: эргономико-технические и психолого-педагогические критерии [3]. В результате был сформирован список, по которому можно судить о качестве игрового мобильного приложения для потребителей указанной возрастной категории:

1. длительность игрового процесса не должна превышать 10 минут, так как дети устают существенно быстрее и начинают отвлекаться по истечении данного временного промежутка,
2. сложность предлагаемых заданий должна быть сопоставима с возможностями и уровнем знаний ребенка,
3. игра должна быть психологически безопасна, присутствие элементов агрессии запрещено,
4. игры для детей 3-4 лет должны быть очень простыми, без технических ошибок и не содержать слишком детализированные рисунки
5. игра должна содержать прогрессивные уровни трудности, как способ стимулирования для продолжения обучения [4]
6. в приложении все элементы должны быть легкодоступны, с возможностью быстрого и беспроблемного перехода с одной страницы на другую
7. постоянный повтор уже изученного материала
8. наличие материла или действий, которые подскажут детям, что было сделано не так, и как можно все исправить [5]

В дошкольном возрасте следует обращать особое внимание на раздельное развитие навыков ребенка, чтобы результаты образовательного процесса были более продуктивными. Ребенок получает более полное представление об окружающем мире, основах счета и правописания, учится мыслить логически, сопоставлять и классифицировать объекты [6].

Из приведенного анализа видно, что разумно разделять приложения на типы, части, чтобы добиться максимального соблюдения критериев и качества игры. Именно поэтому авторами спроектировано приложение, состоящее из двух частей: обучающего приложения и развивающего приложения [7]. Каждая из частей будущей игры отвечает за конкретную нишу в образовании. Обучающая часть учит ребенка основным навыкам, необходимым для поступления в школу: счету, буквам, окружающему нас миру. Развивающая же часть отвечает за логику и мышление, учит ребенка сопоставлять, классифицировать и рассуждать. Для развития каждого навыка в обеих частях приложений разработаны специальные мини-игры, которые позволяют потребителю направить свое внимание на конкретный предмет изучения.[8] Авторы считают данную идею актуальной в связи с тем, что внимание ребенка достаточно непостоянно, и маленький ученик способен легко отвлекаться на внешние раздражители.[9]

Средства разработки

В данной работе рассматривается вариант реализации развивающей игры в формате мобильного приложения под ОС Windows Phone 8.1. Предпочтение мобильному приложению было отдано потому, что телефон у родителей всегда с собой, и, если ребенок вдруг захочет поиграть и позаниматься, то источник информации будет всегда под рукой. Также стоит учесть, что при разработке, к примеру, веб-приложений, существует опасность перехода ребенка на другие сайты и игровые ресурсы, что не всегда может быть желательно. Мобильное же приложение дает возможности, равные тем, что предлагают нам компьютерные игры или игры в интернете, но у него еще есть и ощутимые для нас плюсы. Мобильный телефон всегда можно настро-

ить для ребенка, заблокировав, например, оплату внутри приложения или возможность случайного выхода в интернет. Данная операционная система выбрана по нескольким причинам. По данным регулярного исследования РосИндекс компании Synovate Comcon, в настоящее время доля пользователей мобильных телефонов в России составляет 94%. Мобильная ОС Windows Phone находится на третьем месте по популярности после IOS и Android, занимая 8,6% [10]. Данная операционная система знакома почти всем, поскольку активно используется на персональных компьютерах. Преимуществами Windows Phone являются: привычный и удобный интерфейс, достаточно понятные и простые настройки, поддержка многих дополнительных устройств, возможность моментального получения данных об окружающем мире [11]. В Windows Phone 8.1 существует возможность пользования полностью детским интерфейсом. Для разработчиков же важны новые возможности:

- Windows Phone объединилась с приложениями Магазина Windows в единую платформу разработки, большую часть кода для сохранения и восстановления состояния можно использовать повторно — и в Windows Phone, и в Windows;
- в Windows Phone 8.1 применяется та же платформа пользовательского интерфейса XAML, что и для приложений Магазина Windows;
- многофункциональные средства Windows Phone — это три мощных инструмента тестирования и отладки для разработчиков приложений, имеющие единый пользовательский интерфейс;
- все фирменные анимации Windows Phone 8.1 предоставляются через новые классы, и разработчики Windows Phone 8.1 на XAML могут применять эти анимации в своих приложениях;
- Средства безопасности для Windows Phone 8.1 тесно привязаны к существующим возможностям безопасности для приложений Магазина Windows,

и другие [12].

Проектирование приложения ведется согласно стандартным требованиям, предъявляемым к пользовательским интерфейсам, и учитывает возрастные особенности основных потребителей.

Заключение

В результате работы авторами был создан список критериев на основании результатов анализа, принято проектное решение, а также решение по созданию обучающего мобильного приложения для Windows Phone 8.1 на языке C#. Главной задачей этого приложения является подготовка детей 3-4 лет к школе и обучение ребенка навыкам мышления и логики. На данный момент для мобильного приложения разработаны главные герои (см. Рис. 1)



Рис.1. Главные герои будущей мобильной игры

Практическая значимость нашей работы заключается:

- в создании списка критериев, по которым может быть оценено качество обучающего программного продукта для детей 3-4 лет,
- в принятии проектного решения о том, как должна строиться и выглядеть мобильная игра для детей данной возрастной категории,
- в соответствии будущего программного продукта основным требованиям, применяемым к приложениям такого типа

Список литературы:

1. Сайт для тех, кто играет в бизнес [Электронный ресурс]. URL: http://digibu.ru/journal/opinion/osobennosti-razrabotki-mobilnyh-prilozhenii-dlya-detei/ (дата обращения: 30.11.2014);
2. Jalongo M. R. Teaching Compassion: Humane Education in Early Childhood/Dordrecht : Springer, 2014 - p. 50;
3. Сайт проекта Старт-Ап [Электронный ресурс]. URL: http://www.startupfair.ru/rus/opros/kriterii-otbora.html (дата обращения: 20.11.2014);
4. D. Giordano, F. Maiorana The Design of an Educational Game for Mobile Devices/ R.: 2013 - p. 224;
5. Shoukry L.H., Sturm Ch., Galal-Edeen G.H. PreMEGa: A Proposed Framework for the Design and Evaluation of Preschoolers Mobile Educational Games, 2012 - p. 50;
6. Сайт психолога для детей [Электронный ресурс]. URL: http://psycomfort.com.ua/ru/stati/detskie_zanjatija.html (дата обращения: 8.12.2014);
7. Сайт проекта Habrahabr [Электронный ресурс]. URL: http://habrahabr.ru/company/twins/blog/219865;
8. Горчакова В. Развиваем способности ребенка. Как подготовить его к школе? От 4 до 7 лет / В. Горчакова - М.: Изд. «Эксмо», 2014;
9. Венгер Л. А., Венгер А. Л. Домашняя школа мышления / Л. А. Венгер, А. Л. Венгер - М.: Изд. «Дрофа», 2010 - 13 стр;
10. Сайт международной исследовательской сети Synovate Comcon [Электронный ресурс]. URL: http://www.comcon-2.ru/default.asp?artID=2962 (дата обращения: 8.12.2014).
11. Сайт Visual Studio Magazine [Электронный ресурс] URL: http://visualstudiomagazine.com /Articles/2014/05/01/Whats-New-for-Developers-with-Windows-Phone-8_1.aspx?Page=2
12. Сайт центра разработки для Windows [Электронный ресурс] URL: http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/windows/ apps / dn632424.aspx

ИНТЕГРАЦИЯ РАЗНОРОДНЫХ ИНТЕРНЕТ-ВЕЩЕЙ В РАМКАХ ЕДИНОЙ WEB-ПЛАТФОРМЫ

Н.А. Пилипенко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В настоящей работе предлагается решение проблемы поддержки разнородных Интернет-ориентированных устройств в рамках единой платформы за счет использования расширяемой архитектуры, позволяющей интегрировать внешние приложения для подключения устройств.

Данное научное исследование (проект № 14-05-0064) выполняется при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014/2015гг.

Введение

Интернет Вещей [1] – динамическая глобальная сетевая инфраструктура с возможностью самонастройки на основе общих стандартных и совместимых протоколов связи, где физические и виртуальные вещи имеют идентификаторы, физические атрибуты и виртуальные персоналии, используют интеллектуальные интерфейсы и легко интегрируются в информационную сеть.

Web Вещей (Web of Thing) [2, 3] представляет собой следующий этап развития концепции Интернета Вещей, предполагающий интеграцию Умных Вещей не только в сеть Интернет, но и в Web, т.е. на уровень приложений. Главная идея данного подхода – адаптация и повторное использование существующих Web-стандартов и технологий для доступа к Умным Вещам и взаимодействия между ними. Однако, использование Web-технологий не решает окончательно проблем стандартизации, т.к. большинство производителей устройств придерживаются своих форматов данных, а также различных способов организации взаимодействия [4].

Не смотря на то, что Интернет Вещей предполагает децентрализацию, необходимость в обработке и анализе данных, а также в удобном доступе к устройствам, приводит к появлению агрегирующих Web-приложений, таких как платформа Thinger [5]. Подобный платформы должны учитывать форматы представления, особенности передачи и визуализации данных для каждого отдельного устройства.

Целью настоящей работы является разработка расширяемой архитектуры платформы для взаимодействия интернет-вещей.

Объектом исследования является концепция посреднической платформы для Интернета Вещей и их способы по интеграции устройств. **Предмет исследования** состоит в анализе структуры объекта, требований, методов, алгоритмов и средств его реализации.

Описание платформы

Разработка предлагаемого подхода осуществляется в рамках централизованной Web-платформы [6], которая состоит из 2 основных подсистем:

1. RESTful Web-сервиса, предоставляющего единый интерфейс (WebAPI) для подключения устройств и работы с данными.

2.Web-сайта, предназначенного для визуализации данных, конфигурации и управления устройствами, а также предоставляющего расширенный инструментарий для обработки и анализа данных и работы с системой.

Базовые абстракции и компоненты, с которыми работает система [5]:

1.«*Вещи*» (Things). Каждая вещь имеет уникальный идентификатор (например, http://thinger.ru/api/things/mymeteo). Вещи в системе представлены 2-мя составляющими: базовая информация, которую имеют все устройство (идентификатор, наименование, описание и пр.), и динамическая информация – набор полей, описывающих конкретные устройства (различные показатели и данные, получаемые от устройств). Например, показания метеостанции могут иметь следующий вид:

{"Name":"Temperature","Value":"23","Updated":"2013-04-06T12:46:47.307"}

2.*Поставщики данных* (Data Providers) позволяют подключать уже существующие устройства от различных производителей, предоставляющих RESTful API, используя открытые протоколы авторизации OAuth 1.0 и OAuth 2.0.

3.*Обработчики данных* (Data Handlers) позволяют создавать настраиваемые сценарии обработки данных и взаимодействия устройств средствами языка JavaScript, которые выполняются сразу же при изменении конкретных показателей устройств.

4.*Социальные провайдеры* (Social Providers) предназначены для интеграции устройств с социальными сетями.

5.*Виджеты* (Widgets) – визуальные представления устройств. Виджеты могут быть информационными (служат для визуализации данных) и управляющими (могут передавать команды и данные устройствам). Каждое устройство в системе может иметь множество виджетов. Один виджет может представлять сразу несколько устройств.

6.*Подсистема доступа* (Access Subsystem) предназначена для организации доступа к устройствам. Пользователи системы могут предоставлять и получать доступ к устройствам других пользователей.

Web-сайт включает в себя следующие основные разделы:

1.*Профиль устройства*. Содержит описание устройства и предоставляет базовые операции для манипуляции над ним.

2.*Список устройств*. Содержит список всех устройств, доступных пользователю.

3.*Панель управления*. Содержит набор виджетов для управления всеми устройствами пользователя.

Разработчикам приложений и устройств дополнительно доступны следующие разделы:

1.*Список продуктов*. Содержит все продукты (типы устройств), зарегистрированные в системе.

2.*Профиль и редактор продукта*. Содержит информацию о продукте и предоставляет механизмы для управления продуктом (выпуск новых версий, создание ключей активации) и создания приложений.

Приложения для работы устройств

Существующие посреднические платформы данных, такие как Xively, WoTKit [7] и пр. предоставляют единый интерфейс и средства по обработке данных для всех устройств, не зависимо от их типа. Таким образом, для подключения к таким платформам, устройство должно быть разработано специализированно для них, с учетом всех требований к реализации протоколов и форматов представления данных.

В разрабатываемой платформе для реализации поддержки различных устройств помимо единого интерфейса предусмотрены средства создания и установки специализированных приложений, что позволяет интегрировать в том числе и уже существующие устройства без их модификации при наличии у них открытого интерфейса (WebAPI).

Приложение опционально может являться одновременно поставщиком и обработчиком данных, а также предоставлять виджеты для панели управления и профиля устройства. Каждое приложение должно разрабатываться отдельно под каждый тип устройства (продукт).

В функции приложений входят:

1.*Предобработка поступающих сообщений*. Служит для проверки корректности, преобразования и реализации запроса дополнительных данные. Что позволяет приложениям контролировать поступающую информацию и реализовывать специфичные для конкретных устройств способы передачи и представления данных, если они не поддерживаются непосредственно системой. Предобработка сообщений осуществляется перед сохранением в базу данных и передачей далее в цепочку обработчиков.

2.*Постобработка сохраненных сообщений*. Позволяет после сохранения в базу передавать данные или управляющие команды другим устройствам, тем самым предоставляя возможность реализации за счет приложений любых сценариев взаимодействия устройств. Постобработка так же может использоваться для передачи сообщений перерисовки виджетов, чтобы пользователь мог получать

информацию на панель управления в реальном времени без необходимости обновления страницы.

3.*Предоставление виджетов* для визуализации данных и управления устройствами. Каждый виджет позволяет визуализировать данные в наиболее подходящем для устройства виде, а также передавать управляющие команды устройству через приложение.

4.*Регистрация устройства в системе.* Необходима для подключения устройства к платформе. Каждое устройство может требовать прохождения аутентификации и авторизации в системе производителя устройства, дополнительного ключа активации, IP адреса или какой-либо иной информации в зависимости от типа устройства.

В настоящее время системой предполагается поддержка .Net приложений и использование Python в качестве скриптового языка для разработки.

Виджеты (рис.1) должны создаваться средствами языка гипертекстовой разметки HTML с применением JavaScript. Альтернативным вариантом может быть использование конструктора виджетов для Web-устройства [8], который не требует наличия навыков программирования и позволяет пользователю самостоятельно определять внешний вид представлений устройства в системе в соответствии со своими требованиями.



Рис.1. Примеры виджетов различных устройств на панели управления.

Заключение

В рамках данной работы был предложен подход использования расширяемой архитектуры при создании Web-ориентированной платформы для взаимодействия интернет-вещей, который позволяет интегрировать в систему различные устройства, а так же определять графические представления данных индивидуально для каждого типа устройств за счет специализированных приложений, которые могут разрабатываться и распространяться пользователями системы и не требуют модификации самой системы для поддержки каждого типа устройства

Список литературы:

1.Восков Л.С. "Интернет вещей // "Новые информационные технологии". Тезисы докладов XX Международной студенческой конференции-школы-семинара, М.: МИЭМ, 2012 (89-94).

2.D. Guinard, V. Trifa, E. Wilde. A resource oriented architecture for the Web of Things // Internet of Things (IoT), 2010 (Tokyo, Japan).

3.Восков Л. С., Пилипенко Н.А., «Web вещей - новый этап развития Интернета вещей» *Качество. Инновации. Образование*, № 2, 2013 (44-49).

4.Пилипенко Н.А. Технологии асинхронного взаимодействия в Web'е Вещей // В кн.: Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ. Материалы конференции. – М. ~: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. – 310. / С. 143-144.

5.Пилипенко Н. А., Восков Л. С. THINGER: WEB-Oriented platform for interaction between smart things // Distributed computer and communication networks: control, computation, communications (DCCN-2013). М. : Техносфера, 2013. С. 289-293.

6.Пилипенко Н. А. Архитектура Web-ориентированной платформы для взаимодействия интернет-вещей // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ НИУ ВШЭ. Тезисы докладов - М: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. С. 136-138.

7.M. Blackstock, R. Lea, «WoTKit: A Lightweight Toolkit for the Web of Things,» Web of Things (WoT) workshop at Pervasive 2012, 2012.

8. Ролич А.Ю. A graphical user interface toolkit for the Web of things, in: Distributed Computer and Communication Networks: Control, Computation, Communications (DCCN-2013), Moscow: JSC «TECHNOSPHERA», 2013. P. 294 — 303.

ТРЕНАЖЁР ДЛЯ РАЗВИТИЯ УМЕНИЙ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА ПРЕДМЕТНЫХ ОБЛАСТЕЙ «СИТУАЦИЯ-Х»

А.А. Овчинников
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Данная работа посвящена программному тренажёру для развития умений концептуального анализа предметных областей. Данный тренажёр предназначен для обучения студентов технических специальностей выделению и концептуализации знаний, представленных в форме текста на естественном языке. Тренажёр предполагается использовать в рамках учебных дисциплин, посвящённых интеллектуальным системам и представлению знаний в информационных системах.

Введение

В настоящее время область разработки интеллектуальных систем переживает очередной подъём–современные вычислительные мощности и технологии стали соответствовать идеям, появившимся ранее. В частности бурно развиваются системы, основанные на знаниях –появляются новые онтологии, корпоративные хранилища знаний,разрабатываютсясистемыподдержкипринятиярешений новогопоколения (например, на базе суперкомпьютера Watson) и т.п.

Для создания подобных систем необходимы хорошоподготовленные специалисты, обладающие определённым набором интеллектуальных умений. Среди этих умений одними из главных являются умения концептуального мышления. Эти умения позволяют исследовать предметные области решаемых задач, и строить адекватные им концептуальные модели, которые помогают определить класс задачи, а также являются первым шагом на пути построения баз знаний интеллектуальных систем.

Причины создания тренажёра

Преподавательский опыт профессора Л.С. Болотовой и ее научной группы [1,2], наработанный по таким дисциплинам как «Интеллектуальные информационные технологии», «Модели представления знаний в информационных системах», «Системы искусственного интеллекта»

показал, что у студентов весьма затруднено понимание основных моментов, относящихся к структуре знаний, представленных в виде текста, т.е. в первую очередь отсутствуют умения концептуального анализа. Процесс перехода на новый уровень мышления, необходимый для этого понимания, оказывается достаточно болезненным, поскольку ломает привычные «житейско-предметные» стереотипы мышления, требует самоанализа, наблюдения за ходом собственных и чужих мыслей, определенной дисциплины умственного труда.

Из вышесказанного очевидно, что целенаправленное развитие умений концептуального мышления у студентов, обучающихся по IT-направлениям, является актуальной задачей.

Предпринятый анализ доступных информационных источников показал, что:

1. Российские образовательные программы, ориентированные на подготовку IT-специалистов вообще, и специалистов в области инженерии знаний в частности (направление 45.03.04), не уделяют отдельного внимания вопросам развития концептуального мышления, полагаясь на его развитие в качестве «побочного эффекта» от изучения других дисциплин;

2. Существуют специализированные курсы по развитию концептуального мышления под руководством А.Г. Теслинова, но они ориентированы на бизнесменов и менеджеров, а не на разработчиков интеллектуальных систем; к тому же занятия проводятся в традиционной лекционно-семинарской форме без каких-либо средств автоматизации.

Целью данной работы является выработка у обучаемых умений концептуального мышления, необходимых для построения концептуальных моделей предметных областей, как они понимаются в работе [3], а также облегчение труда преподавателя путём автоматизации проверки и объяснения ошибок:

1. Умение строить концептуальные модели ситуаций, обнаруживая и раскрывая возможные синтаксические неоднозначности.
   - 1.1. Умение выделять объекты и называть их с учетом возможной лексической неоднозначности.
   - 1.2. Умение описывать объекты через множество их свойств.
     - 1.2.1. Умение выделять имена свойств.
       - 1.2.1.1. Умение выделять имена свойств, заданных явно.
       - 1.2.1.2. Умение выделять имена свойств, заданных косвенно - только упоминанием своих значений.
     - 1.2.2. Умение определять множество значений свойств.
     - 1.2.3. Умение отделять субъективные свойства от объективных свойств.
   - 1.3. Умение описывать объекты через множество их отношений.
     - 1.3.1. Умение выделять отношения между объектами, заданные в тексте явно.
     - 1.3.2. Умение выделять отношения между объектами, заданные в тексте косвенно – только упоминанием соотносимых объектов.
     - 1.3.3. Умение различать объективные и субъективные отношения.
     - 1.3.4. Умение описывать объект как взаимосвязанное множество его частей.
     - 1.3.5. Умение выделять отношения между свойствами объектов.
     - 1.3.6. Умение замечать и конкретизировать абстрактные отношения.

В приведенном перечне умения образуют иерархию «часть-целое».

Для достижения поставленной цели был разработан специальный программный тренажёр под названием «Ситуация-Х».

Общее описание тренажёра

Тренажёр имеет следующие функциональные возможности:

1.Работает с базой знаний, представленной в виде XML-файлов специальной структуры.

2.Предоставляет учащемуся возможность выбора ситуаций из базы знаний для развития и отработки конкретного умения.

3.Предоставляет учащемуся визуальный редактор для формирования ответов на учебные задания в виде семантических сетей, изображаемых в специальной нотации, описанной в [1,3].

4.Содержит механизм запросов, при помощи которого учащийся может задавать тренажеру необходимые уточняющие вопросы для разрешения неоднозначностей, а также получать подсказки.

5.Реализовывает проверку качества ответов учащегося.

6.После проверки показывает учащемуся его ошибки.

7.Имеет встроенную справочную службу по используемой теории концептуального анализа предметной области и методике работы с тренажером.

8.Накапливает статистику работы учащегося с тренажером.

Тренажёр имеет модульную архитектуру, показанную на рисунке 1.

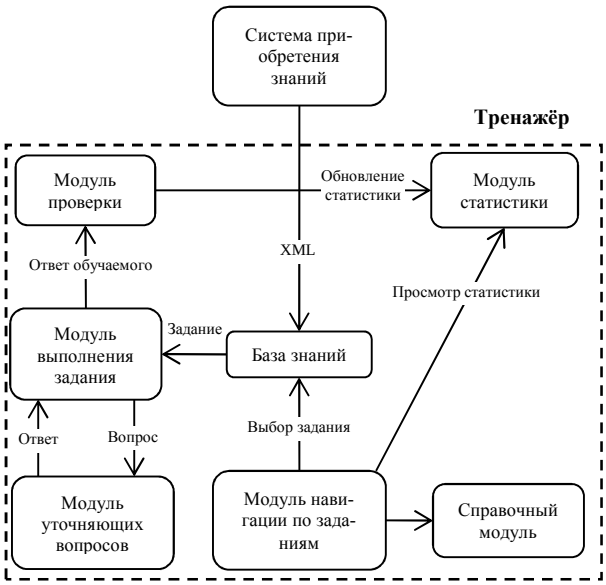


Рис.1. Архитектура тренажёра

Общий цикл работы с тренажёром имеет следующий вид:

1. Обучаемый при помощи средств навигации выбирает развиваемое умение, тип задания и предметную область (ситуацию) для отработки умения.

2. Выбранное задание загружается в модуле выполнения задания, предоставляющем визуальные средства построения концептуальных моделей в специальной графической нотации.

3. В процессе выполнения задания обучаемый при необходимости обращается к модулю уточняющих вопросов за подсказками и разрешением языковых неоднозначностей.

4. После выполнения задания ответ обучаемого проверяется тренажёром, рассчитывается оценка, отображаются ошибки обучаемого.

5. Результаты выполнения заносятся в модуль статистики и доступны для последующего просмотра.

6. В любой момент обучаемый может обратиться к справочной информации для ознакомления с теорией концептуального анализа или руководством пользователя тренажёра.

При разработке были использованы следующие средства:

1. Java Standard Edition.
2. Eclipse Rich Client Platform (Eclipse RCP) – платформа для разработки модульных Java-приложений.
3. Eclipse Graphical Editing Framework (Eclipse GEF) – фреймворкдля разработки визуальных редакторов для произвольных предметных областей.
4. EclipseHelp - набор библиотек и компонентов для построения справочных систем.
5. EclipseMOXy – фреймворк для работы с XML, реализация стандарта JABX (JSR-222).

Заключение

На текущий момент разработана первая готовая для применения в учебном процессе версия тренажёра. Сейчас производится наполнение базы знаний новыми моделями ситуаций, используемыми для отработки умений концептуального анализа. Кроме этого тренажёр проходит государственную регистрацию в Роспатенте.

Список литературы:

1.Л.С. Болотова Системы искусственного интеллекта. Модели и технологии, основанные на знаниях. М.: Финансы и статистика, 2012г.

2.С.С. Смирнов Введение в разработку многоагентных систем в среде Jason. Основы программирования на языке AgentSpeak: у.п. М.: МИРЭА, 2009г.

3.С.С. Смирнов, Ю.В Мороз Программный инструментарий для обучения умениям концептуального анализа предметной области как основы технологии игрового проектирования баз знаний. «Информатизация образования и науки», No 4(20)/2013, стр. 142-152.

РАСПРЕДЕЛЁННАЯ ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В СИСТЕМАХ ТУМАННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

А.А. Дворников
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В работе предложен метод высокоскоростной распределённой передачи данных с повышенной надёжности посредством низкоскоростной платформы туманных вычислений с ограниченным энергопотреблением и высокой вероятностью потери данных.

Введение

Платформа туманных вычислений [1] начинает набирать популярность в отрасли телекоммуникаций и автоматики. Она представляет собой средство объединения множества небольших устройств, представляющих собой большей частью датчики и актуаторы, с ограниченным энергопотреблением, ограниченными вычислительными ресурсами и работающих с реальной физической средой в единую телекоммуникационно-информационную систему, в рамках которой узлы системы могут сообщаться между собой и вышерасположенным облаком через унифицированный интерфейс. Каждый узел подобной системы имеет свой уникальный адрес и может быть вызван по нему из облака или «тумана» (сети туманных вычислений). Предпочтительным в данной системе является беспроводное взаимодействие, но в ней могут принимать участие узлы с передачей данных в иной среде. В перспективе, в туман должны быть включены все бытовые приборы, устройства автоматики и устройства индикации. Исходя из этого, даже по сегодняшним меркам туманная сеть небольшой территории (например, 1 км^2) может насчитывать тысячи узлов [2], а туманная сеть городского масштаба может насчитывать миллиарды узлов.

Вычислительные мощность и скорость передачи данных одного узла в тумане незначительна, но в совокупности туман представляет собой как мощный вычислитель, так и скоростной канал передачи данных с высоким уровнем резервирования. Для реализации данного свойство тумана необходим специальный метод, которому и посвящена данная работа.

Характеристики узла туманной сети для распределённой передачи данных

Важные для распределённой передачи данных характеристики узла туманной сети можно разделить на две категории:

1.Скоростные характеристики:

1. Пропускная способность приёмопередатчика узла.
2. Вероятность потери пакета в канале передачи данных.
3. Процент пропускной способности приёмопередатчика, который может быть выделен для общего использования.

2.Энергетические характеристики:

1. Энергия, затрачиваемая на передачу одного пакета данных.
2. Запас энергии, которой обладает узел.
3. Процент от запаса энергии, которую узел может выделить в свободное пользование.

Скоростные характеристики узла определяются приёмопередатчиком узла и характеристиками канала связи, энергетические — приёмопередатчиком и источником питания узла. Энергетическая составляющая обычно не используется в стандартных методах распределённой передачи данных [3] [4].

Туманный сокет

В работе предложено использовать «сокеты Беркли» в качестве основы для модели распределённой передачи данных в тумане. Помимо унаследованных от исходной модели параметров *адреса удалённого узла* и *удалённого порта* добавлено два параметра:

1. Ожидаемая скорость передачи данных (B_O).
2. Коэффициент резервирования (k_P).
3. Коэффициент энергозатрат ($k_Э$).

Полученный сокет (Рис. 1) будет стремиться поддерживать скорость B_O в процессе передаче данных, используя резервные узлы согласно k_P и расходуя энергию согласно $k_Э$.



Рис.1. Иллюстрация соединения через туманный сокет

Заключение

В работе предложен метод распределённой передачи данных в туманной сети, который использует большое количество узлов для достижения высокой скорости и надёжности передачи данных. Модель метода основана на «сокетах Беркли», в которые добавлены дополнительные характеристики, учитывающие скоростные и энергетические свойства туманной сети.

Список литературы:

1. Bonomi F. и др. Fog computing and its role in the internet of things // Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing. , 2012. С. 13–16.

2. Dave Evans. The Internet of Things: How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. : Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), 2011.

3. Suto K. и др. An Efficient Data Transfer Method for Distributed Storage System over Satellite Networks // Vehicular Technology Conference (VTC Spring), 2013 IEEE 77th. : IEEE, 2013. С. 1–5.

4. Thekkath C.A., Levy H.M., Lazowska E.D. Separating data and control transfer in distributed operating systems // 1994. Т. 29.

РАЗРАБОТКА ОБЛАЧНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ПРОВЕДЕНИЯ УЧЕБНЫХ КУРСОВ

Р.П. Тюхов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Создание системы автоматизированной проверки учебного курса. Необходимость создания такой системы обусловенна огромным количеством студентов и малым временем на проверку их работ. При работе системы все результаты сводятся в одну “сводную” таблицу, где студенты могут следить за своей успеваемостью. Система выполняет функции учета оценок ЛМС и пиринг работ, который, на сколько мне известно, не выполняет ни одна из известных мне ЛМС.

Система создавалась и тестировалась в МИЭМ НИУ ВШЭ при проведении курса "Компьютерная графика" (Факультет информатики и вычислительной техники, 2 курс бакалавриата) в течение 8 недель.

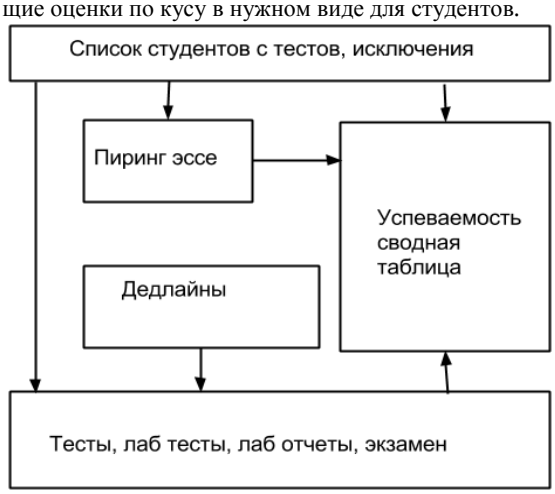
Состав курса: студентов 174 человека, 5 домашних тестов, 3 лабораторных теста, 3 лабораторных отчета, 2 эссе, 1 экзамен в форме теста.

В курсе все виды работ проверялись автоматически, кроме отчетов лабораторных. Задачей помимо создания самой системы, было повышение надежности и быстродействия системы. Введение исключений для отдельных студентов и внесение изменений в систему в соответствии с требованиями преподавателя и его ассистентов, проводящих курс.

Система была реализована на базе документов Google: Google Forms, Google Spreadsheets, Google Scripts.

История и процесс создания системы

Изначально никакой автоматизации не было, а просто велся учет оценок студентов в таблицах. Позже стала использоваться “LMS MOODLE”[1][2]. Затем на базе Google Spreedsheets и его функций была реализована отчетность по отдельным работам и проверка эссе с использованием исключительно табличных функций и формул. При этом роль преподавателя была практически 100% в проверке работ.[3] После этого с использованием Google Scripts в Google Spreedsheets была реализована автоматизированная система кросс-проверки эссе студентов, а следом за ним автоматизация остальных видов работ. И в результате была создана система позволяющая автоматически рассылать задания, проверять результаты и выводить результирующие оценки по кусу в нужном виде для студентов.



Общая схема функционирования системы

Кратко о системе кросс-проверки

Система кросс-проверки работ активно использовалась в проверке эссе при проведении курса "Компьютерная графика".

Система состоит из трех форм и одного общего файла, в котором происходят все расчеты и распределения.

При корректном функционировании система не требует внешнего вмешательства и полностью автономна. Имеется возможность как вручную контролировать действия системы, так и настроить эти действия по времени.

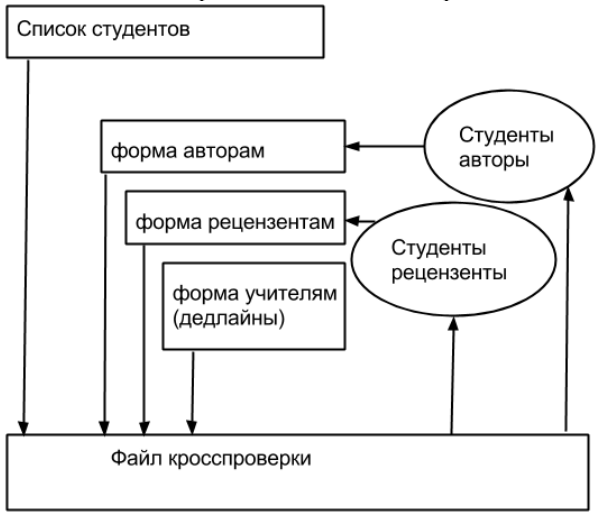


Схема функционирования системы пиринга

Выводы

Система имеет много возможностей для модернизации. В ближайшем будущем планируется максимально снизить и, возможно, полностью исключить использование программиста при работе системы. Затем, если найдется возможность, оформить систему как единое приложение, которое само будет создавать для себя все необходимые файлы. Это необходимо для удобства использования и распространения системы. Так же я считаю, что удобнее было бы реализовать систему используя отдельную базу данных или же как отдельное приложение, не использующее в качестве «back end» Google Docs, так как он не очень удобен, но при этом использовать «front end», предоставляемый Google.

На данный момент система удобна своей мобильностью и возможностью удаленно работать со студентами, а так же, при необходимости, возможностью преподавателю вносить корректировки в оценки не нарушая функционирования системы. При этом система значительно экономит время преподавателя и его ассистентов на проверку работ.

Список литературы:

1. Д. А. Королёв, А. А. Соболевский, Сергеев А. С. Изучение возможности адаптации электронных образовательных ресурсов к мобильным платформам. // Научные и технические библиотеки. 2013. № 6. С. 71-75.

2. Королёв Д. А., Булатов А. А., Комков Р. В. Электронные образовательные ресурсы нового поколения // Научные и технические библиотеки. 2013. № 8. С. 35-38.

3. Korolev D., Alexandr Pavolotsky. Implementation of MOOC methods to university classroom courses, in: Innovative Information Technologies: Materials of the International scientific-practical conference. Part 1 / Ed. by S. U. Uvaysov. Part 1: Innovative Information Technologies in Education. M. : HSE, 2014. P. 182-188.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ «MP3 ПЛЕЕР»

Т.М. Никулин
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Автор проекта описывает ход, основные этапы и средства разработки программы, используемые в процессе создания, а также конечный результат, который ожидается от данного проекта. Приложение предназначено для управления воспроизведением аудиофайлов.

Введение

В ходе развития проекта планируется разработка готового приложения, основной задчей которого будет воспроизведение аудио файлов, как минимум, формата mp3.В дальнейшем предполагается развитие программы и добавление необходимых пользователю функций. Основная задача проекта – создание приложения для пожилых людей, которое будет воспроизводить аудиофайлы. Актуальность такой программы обусловлена тем, что пожилым людям зачастую сложно пользоваться компьютером из-за интерфейса, перегруженного дополнительными функциями. А данное приложение облегчило бы им эту задачу, по крайней мере, в плане воспроизведения музыки. В процессе разработки были проанализированы различные программы для воспроизведения аудио файлов.

Аналоги проекта:[1] [2]

- *Windows media player*

Программа выпускаемая корпорацией, которая обычно входит в пакет операционной системы Windows. Предоставляет возможность воспроизведения и копирования музыки и видео дисков, проигрывать радио-станции, также есть возможность установки обложек проигрывателя для изменения интерфейса программы.

- *Winamp*

Одна из наиболее известных программ для воспроизведения аудио и видео файлов. Поддерживает большое количество форматов, позволяет преобразовывать музыкальные файлы, существует возможность кастомизации интерфейса.

- *Itunes*

Производится и поддерживается компанией Apple. Входит в состав Mac OS. Многофункциональна(скачивание музыки, установка приложений на совместимые устройства и др.), воспроизводит аудио и видео.

- *STP*

Ориентирована в основном на воспроизведение mp3 файлов. Однако, достаточно минималистична и не нагружена дополнительными функциями.

- *AIMP*

Сравнительно новая программа, довольно быстро завоевавшая популярность. Воспроизводит множество форматов. Доступен эквалайзер и другие функции.

- *Foobar*

Аудиоплеер, отличающийся качественным звуком и низкими системными требованиями.

- *KMPlayer*

Медиаплеер с поддержкой проигрывания популярных аудио и видео форматов. Главные особенности – встроенные кодеки и гибкость настроек.

Проанализировав данные программы, можно сделать вывод, что все они предлагают пользователю огромное количество дополнительных функций помимо непосредственного воспроизведения аудио файлов. Зачастую этозатрудняет навигацию по программе. Основным конкурентом для данного проекта будет приложение STP, так как оно предлагает основные функции, не загромождая рабочее пространство.

Методы реализации и разработки

На данный момент реализована основная функция воспроизведения аудиофайлов. Прорабатывается интерфейс программы, рассматривается возможность добавления каких-либо необходимых пользователю функций, которые бы в то же время не загромождали рабочее пространство и не усложняли процесс общения с приложением.

Проект пишется на языке C++ в программе Qt Creator [3].

1.Воспроизведение аудиофайлов

Для создания проигрывателя используются, встроенные в программу Qt Ceator. Выбор пал на Qt Creator, так как он предлагает большое количество функций, которые облегчают разработку и помогают создавать более качественные приложения. Также используются библиотеки для полноценной работы программы. Например, для обработки аудиофайлов используется библиотека «Phonon»[5]. Она предлагает наиболее обширные функции для создания программы, которая бы отвечала основным запросам конечного пользователя.

2. Интерфейс

Qt Creator предоставляет возможность создавать базовый пользовательский интерфейс для программ(GUI – Graphical User Interface [6]). Однако, этого не достаточно для решения поставленной задачи. Поэтому будут создаваться отдельные изображения для многих рабочих элементов программы. Это будет сделано в программе Adobe Photoshop CC [4], так как это давно проверенное приложение, которое предлагает наиболее обширные возможности для создания и редактирования изображений.

Заключение

На основе анализа существующих решений, средств и продуктов для разработки программы было составлено конкретное техническое задание, по которому ведется работа. В ближайшее время планируется закончить основной функционал программы - воспроизведение аудиофайлов и заняться интерфейсом, который является одной и самых главных задач будущего приложения.

Список литературы:

1. «8 лучших музыкальных проигрывателей», 2013, http://pcpro100.info/muzyikalnyie-proigryivateli/.

2. «Лучшие бесплатные мультимедиа плееры»,http://biblprog.org.ua/ru/players/.

3. «Почему я люблю Qt и вы все тоже должны его любить», Хабрахабр, 2014, http://habrahabr.ru/post/221523/.

4. «Обзор Adobe Photoshop Creative Cloud(CC)», 2013, http://skillsup.ru/blog/soft-news/obzor-adobe-photoshop-creative-cloud-cc.html

5. «Phonon Module | Documentation | Qt Project», http://qt-project.org/doc/qt-4.8/phonon-module.html

6. «Qt Creator: Creating a Qt Widget Based Application», http://qt-project.org/doc/qtcreator-2.5/creator-writing-program.html

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА КОНТРОЛЯ ДОСТУПА НА ОСНОВЕ ТЕХНОЛОГИИ BODYCOM

И.А. Хромов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Проблема контроля доступа является одной из ключевых в области обеспечения безопасности. В данной работе представлены описание инновационной технологии цифровой связи BodyCom,и разработанная автором автоматизированная система контроля и управления доступом на ее основе.

Введение

Система контроля и управления доступом (СКУД) – это совокупность средств контроля и управления доступом, обладающих технической, информационной, программной и эксплуатационной совместимостью [1].Эти системы обеспечивают безопасность и осуществляют защиту имущества, информации и т.д. Решение этих задач актуально как для обычного гражданина, так и для крупной корпорации. Современные системы контроля доступа разнообразны по своим техническим возможностям и способны решить любую задачу.

В последнее время получили распространение различные электронные системы контроля доступа, решающие проблемы потерянных ключей, их копий, сделанных нелегально, и механических отмычек. Отдельный класс беспроводных электронных систем, используемых, например, для дистанционного открывания дверей или запуска автомобиля, предполагает наличие пары приемопередатчиков, взаимодействие между которыми идет по радиосвязи. В то же время в подавляющем большинстве существующих реализаций передача идет в диапазоне частот от 400 до 900 МГц, что создает ряд проблем:

– Сигнал, передаваемый по радиоканалу, открыт для всех. Как следствие, в системах контроля доступа необходимо применять дополнительные алгоритмы шифрования, что усложняет аппаратную и программную реализацию оборудования.

– Зависимость от количества аналогичных устройств в пределах радиуса действия приемопередатчиков. При большом количестве устройств, работающих в том же самом частотном диапазоне, могут возникать ошибки при передаче, вызываемые наложением сигналов от разных устройств.

Уже долгое время исследователи в области сетей связи делали попытки использовать в качестве передающей среды тело человека. Это позволило бы решить вышеописанные проблемы. Однако до недавнего времени у них в наличии не было необходимых технологических решений, обеспечивающих одновременно надежность передачи и безопасность для человека. В 2011 году компания Microchip Technology представила инновационное решение Body Com.

Целью данной работы является разработка комплекса контроля доступа в помещение с использованием технологии BodyCom.

Технология BodyCom

BodyCom - новая беспроводная технология связи, которая использует способность передачи данных по телу человека. Передаваемые сигналы обеспечивают интуитивно понятную, простую и безопасную связь между двумя совместимыми устройствами. Связь между устройствами системы BodyCom происходит тогда, когда они находятся на расстоянии нескольких сантиметров от тела человека, близкое расположение или прикосновение начинает передачу данных по BodyCom[2].

Технология BodyCom разрабатывалась с учетом следующих приоритетов:

- очень низкое энергопотребление элементов системы;
- быстрая реакция системы;
- относительно стабильная и надежная связь;
- ограниченное поле действия (несколько сантиметров),чтобы идентифицироватьприкосновение того, кто носит мобильный модуль;
- низкая стоимость и сложность.

Физические основы технологии BodyCom

Мобильный модуль является переносным устройством, электропитание которого осуществляется от батарейки и энергопотребление является приоритетным, в то время как базовый модуль является стационарным, интегрируетсяв оборудование и может получать больше энергии. Данные передаются между базовым и мобильным модулями через тело пользователя, используя формат низкочастотного амплитудного сдвига ключа (low-frequency Amplitude Shift Key) (ASK), когда пользователь и базовый модуль вступают в контакт друг с другом. Каждый раз при прикосновении пользователя к сенсорной панели базового модуля инициируется последовательность вызова и ответа между базовым и мобильным модулем. В связи с высокой диэлектрической проницаемостью тела человека при низких частотах, передача может быть достигнута системой, которая работает в диапазоне от 60 кГц до 30 МГц. Поскольку данные передаются через пользователя, нет угрозы безопасности радиопередачи и система инициирования убирает необходимость для ручного запуска последовательности [3]. Использование технологии BodyCom безопасно для здоровья. Основные отличия этой технологии: передача осуществляется только в момент касания и потенциальная возможность использования уникальных характеристик тела носителя.

Передача сигнала использует емкостную связь между телом человека, базовым модулем и мобильным модулем (рисунок 1).

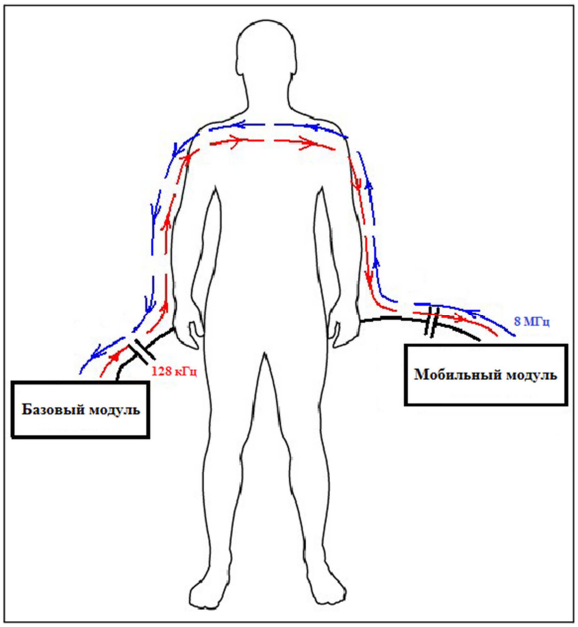


Рис.1. Принцип работы системы BodyCom

Частота 128 кГц была выбрана для канала передачи от базового модуля до мобильного модуля. Частота 8 МГц была выбрана для канала передачи от мобильного модуля до базового модуля.

Анализ возможностей использования технологии BodyCom в системах контроля доступа

Система BodyCom похожа по своей концепции на биометрические системы идентификации, которые используют отпечатки пальцев и RFID (радиочастотная идентификация) [4]. Технология BodyCom–единственная, которая еще не получила массового распространения.

Рассмотрим преимущества и недостатки использования BodyCom.

Достоинства[5]:

- нет необходимости в разработке RF антенны;
- не нужны никакие внешние кристаллы, поскольку низкочастотная разработка использует общий микроконтроллер и частоты 125 кГц / 8 МГц;
- соответствует FCCчасть 15-B.Излучение;
- меньший полный перечень материалов, по сравнению с существующими технологиями;
- нет беспроводного трансивера;
- не использует мощные индуктивные поля;
- обеспечивает двунаправленную проверку подлинности через тело человека;
- предотвращает проблему атаки с использованием ретрансляции (relay attack), типичную для PKE (пассивный вход без ключа) решений;
- поддерживаются передовые решения шифрования, такие как технология KeeLoq с AES-128.

Таким образом, решения на основе BodyCom являются простыми и безопасными в использовании, обеспечивают легкость проектирования, планирования и производства.

В то же время существуют такие риски, как утеря или кража мобильного модуля. Для их минимизации возможно использование дополнительной аутентификации, где используются уникальные характеристики тела человека–владельца метки. Также можно калибровать на определённое положение метки на теле человека (карман, рука и т.д.).

Описание системы

Разрабатываемая система представляет собой аппаратно-программный комплекс, предназначенный для защиты помещений от несанкционированного доступа. Комплекс состоит из следующих частей:

- электромеханический замок;
- базовый модуль системы BodyCom с сенсорной панелью, интегрируемый в корпус двери и управляющий замком;
- один или несколько мобильных модулей BodyCom, находящихся у пользователя, например, в кармане.

Принцип работы системы следующий (рисунок 2). Система активируется прикосновением пользователя к базовому модулю. Когда базовый модуль обнаруживает прикосновение к сенсорной панели, он инициирует поиск мобильного модуля, используя тело человека в качестве соединительного элемента, который позволяет передавать сигнал в непосредственной близости от мобильного модуля. После того, как переданный сигнал принимается мобильным модулем, он декодирует данные и передает ответ. Если ответ является правильным, то базовый модуль передает управляющий сигнал на электромеханический замок. Замок открывается, и пользователь получает доступ в помещение.

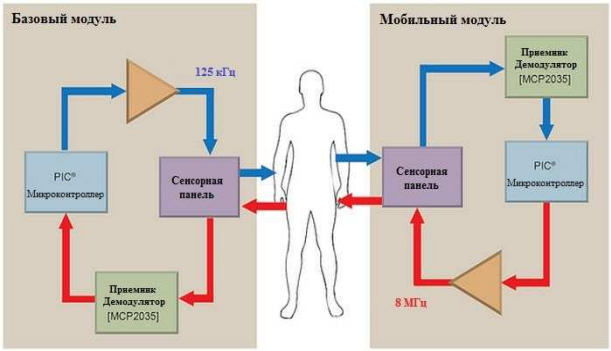


Рис.2. Технология BodyCom

Заключение

В работе рассмотрена технология BodyComи реализация системы контроля доступа на ее основе.Следует такжеотметить, что данная технология может быть использована в ряде других систем:

- пассивный вход без ключа (PKE);
- системы безопасности;
- домашние и производственные дверные замки;
- двери для животных.
- доступ к оборудованию или его отключение;
- электроинструмент;
- оружие;
- мониторинг пациентов в больнице;

В будущих исследованиях планируется расширение функциональных возможностей технологии BodyCom и её перенос на другие устройства. Также планируется интегрировать сенсорную панель базового модуля в дверную ручку для удобства использования и улучшения внешнего вида. Затем разработка умной двери, которая автоматически открывается, если к ней приближается человек, имеющий право на доступ в помещение.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 51241-2008 – Средства и системы контроля и управления доступом. Классификация. Общие технические требования. Методы испытаний.

2. Microchip’s BodyCom Technology is World’s First to Use Human Body as a Secure, Low-Power Communication Channel [Электронный ресурс]. URL:

http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/press-release/microchips-bodycom-technology.html(дата обращения: 09.2014).

3. Cristian Pop. Introduction to the BodyCom Technology. Microchip Technology Inc., 2011. 26 с.

4. Claire Swedberg. Microchip Markets RFID Technology that Transmits via the Human Body // RFID Journal :сетевойжурн. 2014. URL: http://www.rfidjournal.com/articles/view?10489(датаобращения: 10.2014).

5. Microchip. BodyCom Technology [Электронный ресурс]. URL: http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/technology/embeddedsecurity/technology/bodycom.html(дата обращения: 10.2014).

МЕТОДОЛОГИЯ ITSM (ПРОЦЕССНЫЙ И СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД) В ЭЛЕКТРОННОМ ОБРАЗОВАНИИ (E-LEARNING)

Г.А. Добров
НИУ ВШЭ
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Предметом исследования является процесс E-learning. Целью исследования является унификация E-learning (оптимизация процессов E-learning на основе методологии IT service management – сервисного, процессного и системного подходов, тем самым удовлетворение потребностей основных стейкхолдеров). Результатом работы является графическое описание бизнес процесса E-learning, который может быть применен в различных образовательных учреждениях для обеспечения доступности и универсальности своих образовательных программ.

Введение

Цель исследования состоит в том, чтобы унифицировать E-learning в условиях Российской действительности и даже привнести что-то новое в его организацию, тем самым удовлетворив потребности государства и общества. Объектом исследования в квалификационной работе выступает, как организовывать и управлять E-learning. Предметом исследования является процесс E-learning.

Задачи первого раздела объяснить понятие E-learning, объяснить из чего состоит E-learning (дидактический и технологический аспекты), а также, рассмотреть на конкретных примерах, что необходимо для работы E-learning. Второй раздел подразумевает унификацию E-learning, это значит приведение результатов первой главы в единую структуру, также во второй главе будут изучаться подходы и методы к унификации E-learning с опорой на «IT service management» и, исходя из этого, выберутся лучшие из изученных.

Актуальность темы определяется тем, что территория России очень большая и поэтому встает вопрос о сокращении затрат на перемещение с целью обучения. Не секрет, что центр сосредоточения образовательных учреждений находится на западе России ближе к Москве, а основные производства, добывающая промышленность, которые требуют наличие квалифицированных специалистов, рассредоточены по всей территории России. Встает вопрос о том, чтобы уменьшить затраты на получение государственного образования за счет технологий E-learning, ведь в условиях современной России образовательные технологии занимают очень большое место.

Также следует учитывать тот фактор, что мировые тенденции в E-learning уже давно впереди России и нужно повышать качество и рейтинг и привлекательность Российского образования на фоне других стран.

Основной проблемой является то, что в условиях нашенашего общества поручения по организации какой-либо деятельности порой поручают некомпетентным людям, являющихся дилетантами в какой-либо сфере и идет перерасход средств государственного бюджета. Эта проблема напрямую связана с менеджментом российского образования. Грамотное управление образовательными услугами является основным условием качественного образования населения, которое в свою очередь определяет уровень развития страны и государства в целом.

Структура E-learning

Этот раздел изучает содержание образования, а именно из чего оно состоит. Там показан дидактический и технологический аспекты образования. На основе этого раздела были сделаны выводы, что E-learning должен содержать себе сервисы тождественные классическим компонентам образования.



Рис.1. Сервисы тождественные классическим компонентам образования

Унификация E-learning

В этом разделе рассмотрены основные тенденции E-learning и выявлено, что уже существует на данный момент и как это работает. Также в этом разделе обоснована необходимость процессного подхода в в E-learning и изложены основные концепции и методы ITSM. Исходя из необходимости процессного подхода, были проанализированы методологии и нотации бизнес-процессов. На основе нотаций IDEF0 и IDEF3 была составлена начальная универсальная схема E-learning



Рис.2. Диаграмма A-0 бизнес-процесса «E-learning».

В схеме разная глубина декомпозиции, а также в нотации IDEF3 показана инвариантность сервисов относительно друг к другу.

Заключение

Итогом работы является созданный бизнес-процесс который имеет большое значение для менеджмента образования и является первоначальной унификацией E-learning которая в дальнейшем сформирует определенный, конкретный, обоснованный план для реализации E-learning, а также будет универсальна, сможет встроиться любое образовательное учреждение, как рекомендация к управлению качеством образования.

Список литературы:

1.Азаров В. Н., Грачев Н. Н. Электронное интернет издательство и электронно-библиотечная система - комплексное решение задачи качества общевузовской системы образования и выхода во внешнюю систему образования и библиотечных ресурсов // Качество. Инновации. Образование. 2013

2.Морозов И. О. Современные модели управления процессами дистанционного обучения, «E-Learning World» www.elw.ru

3.РД IDEF0:2000 «Методология функционального моделирования IDEF0»

4.Маклаков С.В. Моделирование бизнес-процессов с BPwin 4.0 ДИАЛОГМИФИ 2002

5.Чошанов М. А. Е-дидактика: Новый взгляд на теорию обучения в эпоху цифровых технологий Международный журнал «Образовательные технологии и общество» Том 16, Номер 3, Июль 2013

6.ITIL v3, 2011.

РАЗВИТИЕ ОПЕРАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

П.О. Миронов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассмотрены три наиболее популярные операционные системы, их принципиальные различия, преимущества и недостатки.

Введение

Рынок мобильных операционных систем (ОС) потерпел ряд существенных изменений за последние несколько лет. К 2009 году, примерно половина проданных смартфонов имела предустановленную операционную систему Symbian. Спустя два года, Android, разработанная программистами Google, захватила лидерство в сегменте мобильных операционных систем. Symbian, в свою очередь, из годом в год терял свои позиции и к концу 2013 года доля рынка данной ОС составляла лишь 0,2% [1].

Обзор современного рынка

В век информационных технологий сложно представить современного человека без смартфона. Но ведь так было не всегда. Что же повлияло на появление совершенно нового, “умного” устройства? Одна из причин, которая была выделена - это эффективность в использовании. Намного удобнее, когда все потребности и увлечения человека, будь то прослушивание mp3 песен, игры или же составление сложных таблиц, находятся в одном компактном устройстве. Для корректного функционирования оборудования смартфона и интерфейса пользователя были созданы операционные системы .

Таблица 1. «Пользователи смартфонов в мире»

	2012	2013	2014	2015
Пользователи смартфонов, млрд	1,13	1,43	1,75	2,03
-% изменений	68,4%	27,1%	22,5%	15,9%
-% от общего числа пользователей мобильными устройствами	27,6%	33,0%	38,5%	42,6%
-% от общего населения	16,0%	20,2%	24,4%	28,0%

В табл.1 представлена статистика количества людей, ежегодно составляемая ресурсом eMarketer. Как можно заметить из данной таблицы, на текущий 2014 год практически четверть населения нашей планеты имеет в пользовании хотя бы один смартфон. Также интересно заметить, что ежегодно все больше человек предпочитают смартфон своему сотовому телефону. Более того, каждый год этот показатель увеличивается в среднем на 4% [2]. Но часто ли человек задумывается о той или иной операционной системы при выборе нового гаджета? Ведь непосредственно опора на постоянного пользователя стала одним из самых важных элементов для производителей в условиях выживания среди конкурентов. Именно по причине того, что покупатель зачастую не обладает полноценной и достоверной информацией о покупаемом смартфоне и операционной системы на нем, данная работа является актуальной на сегодняшний день.

По данным крупнейшего портала статистики (рис.1), доля рынка мобильной операционной системы iOS, разрабатываемая компанией Apple, будет незначительно увеличиваться на протяжении ближайших нескольких лет.

В свою очередь, Android, который занимает лидирующие позиции в последние два года, предсказывают небольшую потерю позиций в пользу Windows Phone с 2014 года [3]. Это связывают с тем, что компания Microsoft, чьи разработчики выпустили операционную систему Windows Phone, в апреле 2014 года приобрела подразделение “Устройства и услуги” компании Nokia [4].

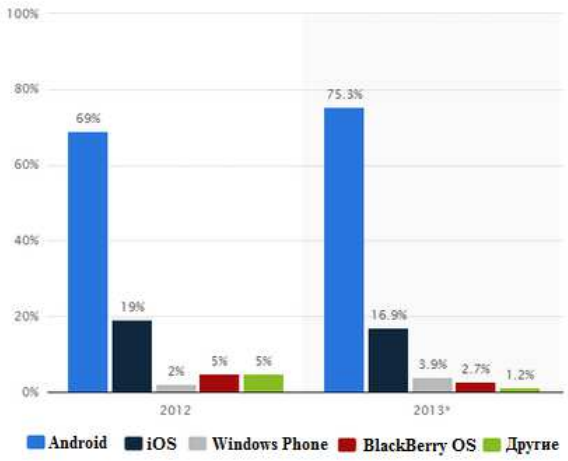


Рис.1. “Доля рынка мобильных ОС”

Методы исследования

В ходе опроса, который будет реализован с помощью Google Docs, будет исследован основной критерий при выборе конкретного смартфона. Помимо этого, будут изучены аппаратные составляющие каждой из трех операционных систем, выявлены преимущества и недостатки как аппаратной, так и программной частей.

Логическим завершением работы является полный системный анализ выделенных мной операционных систем, который включает в себя сравнительную характеристику, возможности и различия в функционале относительно друг друга.

Список литературы:

1. Global market share held by the leading smartphone operating systems in sales to end users from 1st quarter 2009 to 4th quarter 2013/ Statista, 13.02.2014. Эл. Рес. URL: http://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/

2. Smartphone Users Worldwide Will Total 1.75 Billion

in 2014 / eMarketer, 16.01.2014. Эл. рес. URL: http://www.emarketer.com/Article/Smartphone-Users-Worldwide-Will-Total-175-Billion-2014/1010536/1

3. Worldwide Mobile Phone Market Forecast to Grow 7.3% in 2013 Driven by 1 Billion Smartphone Shipments, According to IDC / IDC, 4.09.2013. Эл. рес. URL: http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24302813

4. Microsoft officially welcomes the Nokia Devices and Services business/ Microsoft News Center, 24.04.2014. Эл. Рес. URL: http://news.microsoft.com/2014/04/25/microsoft-officially-welcomes-the-nokia-devices-and-services-business/

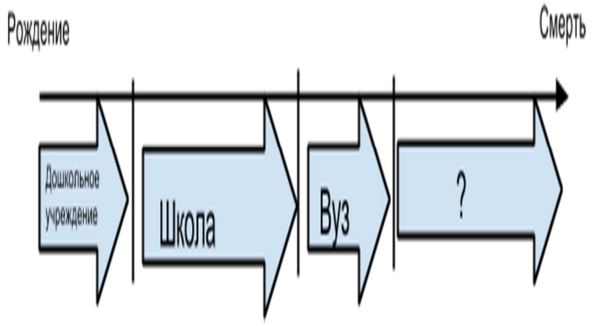
КОНЦЕПЦИЯ ОБУЧЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ ЖИЗНИ И ИКТ

А.Н. Красовская
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

В настоящий момент мир находится на ранней стадии осознания значения обучения в течение всей жизни для реформирования системы профессионального образования и обучения.

За долгие годы в нашей стране сформировалась стандартная система образования включающая в себя несколько базовых ступеней: дошкольное учреждение, школа, вуз. На данном этапе развития человеку требуется больший объем знаний, чтобы соответствовать нормам общества и требованиям работодателей. Соответственно, необходимы новые решения и концепции. Мы заканчиваем школу, заканчиваем университет, находим работу по специальности и что получает работодатель? Фирма, заинтересованная в молодых специалистах получает совершенно не подготовленных к выполнению обязанности работников и, зачастую, для того, чтобы получить одного нормального специалиста, работодатель вынужден тратить большие деньги и учить всему “с нуля”.

Знания и умения во все большей степени становятся фактором конкурентоспособности на рынках, характеризуемых быстрыми изменениями под влиянием глобализации и технического прогресса. В этой ситуации люди с низким уровнем умений обречены на постепенное «вымывание» с рынка труда, а это грозит тем, что на периферии общества оказываются проблемные и социально незащищенные группы, исключенные из его социальной, политической и культурной жизни в результате ограниченного доступа к образованию, освоению умений, здравоохранению и занятости. Такое социальное отчуждение дорого стоит обществу и государству, поскольку вынуждает тратить огромные средства на реализацию программ социальной поддержки и содержание людей, не участвующих в экономической жизни.



Под обучением в течение всей жизни принято понимать любое целенаправленное обучение, осуществляемое на постоянной основе для совершенствования знаний, умений и компетенций и способствующее личностному и социальному развитию и трудоустройству.

Основной проблемой внедрения технологий беспрерывного обучения является недостаточные методические ресурсы, по которым данная концепция вошла бы в массовое пользование. Фактически, нужно на пальцах объяснить, как “правильно” учиться, с чего стоит начать. Нужен определенный алгоритм, при помощи которого, любой человек смог бы начать свой собственный путь обучения. Задачей, для решения которой проводится данная работа, является анализ имеющейся информации и перспектив в данной отрасли. Нехватка навыков для успешного продвижения в карьере и общего образования после получения фактического образования, в высшем учебном заведении, очевидна, требуется методическое пособие, которое наглядно объяснило бы, как брать и применять нужную информацию.

На сегодняшний день уже есть некоторые работы по данной теме, задействовано много сил на изучение и дальнейшего развития в этой среде. Главной задачей остается суммарный анализ всех имеющихся источников для выявления наипростейшего способа внедрения подобной концепции в ближайшем времени. Известно, что на данный момент над этой темой работает большое количество людей, заинтересованных в идее беспрерывного обучения. Но, тем не менее, за 30 лет существования данной концепции, конечного результата нет до сих пор, люди сами пытаются всеми силами восполнить пробелы в своем образовании, но, зачастую, они пугаются такого обилия информации и за недостатком практики в собственном обучении, все усилия оказываются напрасными. Существует огромное количество on-line ресурсов, с помощью которого люди со всего мира получают практические знания в разных областях, после завершения данных курсов, зачастую, предусмотрены специальные документы, подтверждающие успешное прохождения курса. На этом примере мы можем видеть медленное, но верное вхождения понятия “беспрерывное обучение” в нашу жизнь.

Данный проект рассчитан на людей, идущих в ногу со временем, которым недостаточно фактического образования, которым нужно больше для саморазвития, достижения поставленных целей. При помощи данной концепции каждый сможет развиваться в направлении, которое его интересует больше всего. Все мы знаем знаменитую фразу В.И. Ленина «Учиться, учиться и учиться».

Список литературы:

1. О.Н. Олейникова, Обучение в течение всей жизни как инструмент реализации Лиссабонскойстратегии/ О.Н. Олейникова, А.А. Муравьева, Н.М. Аксёнова. – М.: РИО ТК им. Коняева, 2009 - 131с.

РЕАЛИЗАЦИЯ MAPREDUCE НА ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ PLAN9

А.С. Мягков
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В тезисах рассмотрена реализация модели параллельного программирования MapReduce, активно применяемая в распределенных вычислениях. Представлены результаты исследования масштабируемости данной реализации, запущенной на операционной системе Plan9, и указаны ее направления развития.

Введение

MapReduce [1] - это популярная модель программирования. Она основывается на распределенных параллельных вычислениях. Существует множество ее реализаций. Наиболее популярная из них – Apache Hadoop, написанная на языке Java. Совсем недавно был выпущен прототип goMapReduce [2], написанный на языке Go в 2013 году группой исследователей из Университета Флориды. Их отчет об исследовании показал оптимистичные результаты, и мы решили перенести их реализацию MapReduce на операционную систему Plan9, изучить особенности реализации и выявить перспективы развития goMapReduce на Plan9.

Сам принцип MapReduce был изобретен в компании Google и создан в связи с потребностью параллельной обработки больших объемов данных: задачи построения обратного индекса, обработки логов веб запросов, аналитики в социальных сетях, анализ рынков, задачи, связанные с обработкой баз данных (запросы, ETL, etc), моделирование физических процессов, анализ графов. В настоящее время активно ведется решение задач машинного обучения с помощью MapReduce [3].

Операционная система Plan9 построена на трех принципах. Во-первых, ресурсы именуются и к ним можно получить доступ как к файлам в иерархической файловой системе. Во-вторых, имеется стандартный протокол, называемый 9p, для доступа к этим ресурсам. И, наконец, несвязанные иерархии, обеспечиваемые различными службами, соединяются вместе в единое личное иерархическое пространство имен файлов. Важные свойства Plan9 обусловлены целенаправленным последовательным применением этих принципов. Во-многом эти качества позволяют рассуждать об использовании MapReduce на Plan9: канонический MapReduce требует распределенную файловую систему и тесную работу многих машин в одном пространстве, что Plan9 позволяет реализовать практически из коробки. Тем не менее, первой ставилась задача запуска MapReduce стандартными средствами.

Язык программирования Go (он же GoLang) был разработан в компании Google в 2007 году. Создавался как язык программирования для современных машин с многоядерной архитектурой. Спорно является объектно-ориентированным [4], имеет параллельные примитивы в стиле CSP [5,6]. Документация является достаточно полной, несмотря на то, что язык новый. Все параллельные примитивы языка Go заслуживают внимания: асинхронные вызовы функций, каналы и мультиплексор многосторонних связей select. В языке Go используются так называемые горутины (goroutine). Горутина — это функция, выполняющаяся конкурентно с другими горутинами в том же адресном пространстве. Ключевое преимущество горутины — это ее легковесность. Основные расходы на горутину — создание стэка в 4КБ, который при необходимости может расти. Таким образом, горутины значительно более легковесны, чем классические POSIX-нити (threads, pthreads, etc.), требующие выделения для них по умолчанию в Linux/x86-32 2 мегабайта памяти [14]. Каналы являются по сути очередями с блокировками. Процесс А может положить данные в канал, а процесс Б может принять эти данные. При этом процесс А, желающий добавить данных в канал, блокируется до тех пор, пока Б не примет эти данные. Мультиплексор select по своей сути является конструкцией, ожидающей действия по одному из каналов: как только данные придут по одному из каналов, то выполнится соответствующий код. Таким образом, цикл select позволяет программе читать из разных каналов одновременно. Кроме того, компилятор Go реализован для разных архитектур и операционных систем, в частности, для Plan9 [7].

Для реализации MapReduce создается инструмент (например, Apache Hadoop, Amazon Cloud MapReduce, Disco, Phoenix и т.д.), а программисту следует реализовать интерфейс в виде двух функций: map и reduce. Для реализации конкретной задачи в модели MapReduce достаточно описать только эти две функции. В функции map происходит преобразование входных данных в пары ключ-значение (например, для задачи подсчета количества вхождений каждого слова в тексте функция map будет генерировать такие пары: <слово>:1). На вход функции reduce подаются сгруппированные по ключу пары ключ-множество значений, на выходе — результирующие пары ключ-значение (например, для вышеуказанной задачи на вход будут подаваться пары типа <слово>:[1, 1, 1, 1, 1]; на выходе будет <слово>:5). Рассмотрим исследуемую нами реализацию goMapReduce.

Реализация goMapReduce.

У данного варианта есть ряд ограничений по причине того, что на данном этапе goMapReduce является прототипом. На данном этапе система работает нестабильно. Например, в случае отключения одной рабочей машины выполнение задачи останавливается. Если где-то произойдет переполнение памяти, то прототип не будет работать. Кроме того, рабочие машины не производят чтение и запись на диск и с диска, что ограничивает объем входных данных. Так, например, при нашем запуске подсчета слов с объемом входных данных в 150 мегабайт, во время запуска пары один мастер – один рабочий, у рабочей машины наступало переполнение памяти. На текущий момент goMapReduce не может выполнять каскадный MapReduce, в частности, реализацию подсчета индекса цитируемости. В ходе тестирования goMapReduce был обнаружен ряд ошибок, связанных с вычислением хэш-функции по алгоритму adler32 [8], что нам удалось исправить. Помимо этого, формат распределения заданий, а также функцию перемешивания в данной реализации невозможно изменить посредством API, не изменяя основной код.

У goMapReduce есть две реализации: многопоточная на одной машине и многомашинная версия. Мы изучали принцип работы многомашинной версии.

Схема работы многомашинного варианта goMapReduce показывает стадии работы алгоритма данной реализации MapReduce. Буквой M показана центральная машина-мастер, отвечающая за распределение заданий и сбор результатов. Рабочие машины обозначены как W[0…2…n]. Во время запуска каждый узел (рабочая машина) получает свой ранг, зная который, мастер и другие рабочие машины впоследствии будут распределять задания. Каждая машина с запущенным goMapReduce узнает конфигурацию запуска (номер, IP-адреса и порт) всех машин из конфигурационного файла.

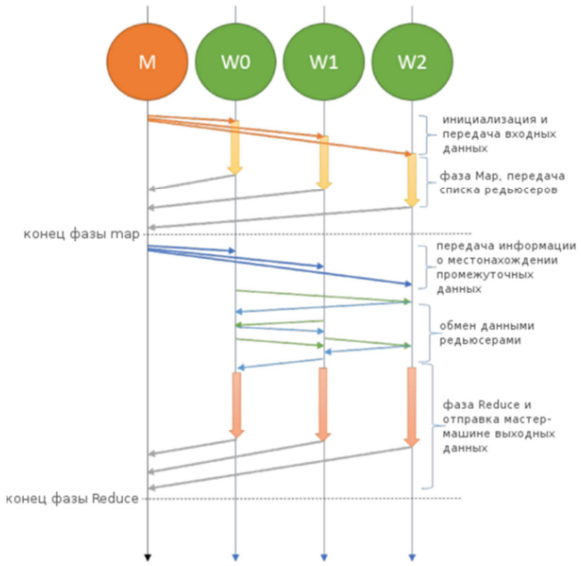


Рис.1. Схема работы многомашинного варианта goMapReduce

В самом начале мастер подключается ко всем рабочим машинам и удостоверяется в том, что все они запущены. Затем считывает входные файлы из директории и разделяет их между всеми рабочими машинами. В этот момент все рабочие машины переходят в фазу map (становятся т. н. «мэпперами»). После обработки входных данных рабочие машины хранят вывод в структуре языка Go „map” [9] – несортированной коллекции пар ключ-значение.

Промежуточные ключи создаются «мэпперами», и потом, с точки зрения модели, должны уходить на «редьюсер» – машину, выполняющую goMapReduce в фазе reduce. На вход в редьюсер подаются сгруппированные пары по ключам в формате ключ — множество значений. Для того, чтобы подать эти пары на вход, необходимо собрать их с узлов-мэпперов. Отправка промежуточных данных обратно узлу-мастеру, чтобы он в дальнейшем распространял их редьюсерам, создаст «бутылочное горлышко» и снизит возможность масштабирования. Чтобы избежать этой проблемы, выбирается функция разделения данных между узлами. К каждому ключу пары промежуточных данных ключ — значение применяется хэш-функция adler-32 [8]. Как обещают разработчики goMapReduce, в будущем появится возможность изменять внутри API функцию разделения данных. Затем берется остаток от деления хэша на количество рабочих машин-редьюсеров. Получившееся значение показывает, на какой машине будет обрабатываться данная пара ключ — значение. Мэпперы собирают информацию, каким редьюсерам понадобится промежуточные данные, хранящиеся у них, и отправляют эту информацию мастеру. Затем, как все мэпперы отправили эту информацию мастеру, мастер считает, какой редьюсер требует данные от какого мэппера. Далее мастер отправляет информацию каждому редьюсеру о том, с каких мэпперов ему нужно собирать информацию.

После сбора необходимых промежуточных данных, редьюсеры начинают выполнять стадию „reduce” – уменьшать и обрабатывать данные: из пары ключ-множество значений делать пару ключ-значение.

Результаты

Для оценки ограничения производительности системы можно использовать закон Амдала, который говорит о том, что при условии равной скорости всех вычислителей, когда задача разделяется на несколько частей, суммарное время её выполнения на параллельной системе не может быть меньше времени выполнения самого длинного фрагмента [12]. Математически он описывается формулой,

$S_p=1/((\alpha+(1-\alpha)/P)$),

где α – доля от всех вычислений, которая может быть получена только последовательными расчетами, p – количество задействованных узлов, а Sp – ускорение, определяемое отношением времени работы задачи на одной машине ко времени выполнения задачи на p машинах.

На рис. 2 показаны ускорения работы задачи MapReduce на машинах от одной до семи. Из графика видно, что с ростом входных данных масштабируемость растет. Для каждой операционной системы Sp увеличивается с ростом входных данных: наибольшая разница наблюдается для Plan9 5МБ и 35МБ: в 1,8 раз.

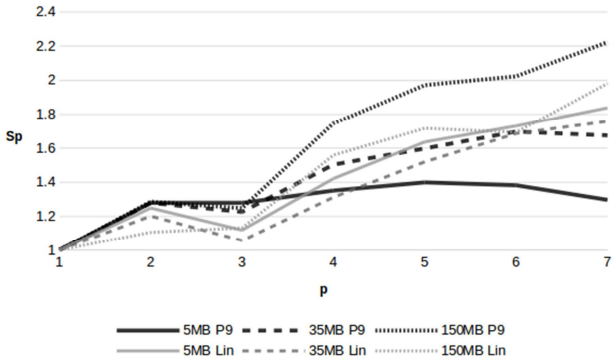


Рис.2. Ускорение вычислений при увеличении количества рабочих машин

Из отчета GoMapReduce: MapReduce in GoLang [2] следует, что повышение производительности сходно полученным результатам (α=0,355 в случае запуска под Linux с исходным файлом в 519 МБ - в вышеупомянутом отчете; α=0,358 в случае наших исследований под plan9 со входными данными в 150МБ). Из нашего исследования под Linux коэффициент α равен 0,422 для входных данных размером 150МБ.

Выводы

В исследовании удалось запустить прикладную задачу на кластере виртуальных машин, работающих под операциоонными системами Plan9 и Linux, измерена масштабируемость. Фреймворк goMapReduce, запущенный на Plan9, показывает сходную масштабируемость по сравнению с исследованиями, запущенными на облачных сервисах Amazon, а также с его же результатами под Linux на виртуальных машинах. Однако, на малом объеме входных данных (5МБ) goMapReduce показывает большую производительность под Linux, нежели под Plan9. На большем объеме результаты обратные. Причину такой разницы удастся выявить при дальнейшем профилировании goMapReduce.

Кроме того, были исправлены ошибки в исходном коде goMapReduce. Тем не менее, goMapReduce показал себя как удачный и единственный прототип в открытом доступе, реализующий принципы MapReduce и легко переносимый на Plan9. Работа прототипа в Plan9, сравнимая по масштабируемости с работой под Linux на наших виртуальных машинах и Amazon, показывает, что работа программ на языке программирования go в Plan9 сходна по скорости с Linux.

Будущие исследования

Мы считаем, что помимо реализации механизма отказоустойчивости, заявленного в отчете goMapReduce [2], следует реализовать некоторые части с помощью протокола 9p [13]. В частности, входные данные задач расклады-

вать на несколько машин, чтобы не создавать узкое место на этапе распределения задач.

Кроме того, в настоящий момент, на промежуточном этапе MapReduce все данные хранятся в оперативной памяти, что создает ограничения по объему входных данных. Так, в результате этого ограничения нам пришлось остановиться на максимальном объеме в 150МБ. Также следует организовать переброску и промежуточное хранение данных, основываясь на файловой системе внутри рабочих машин.

Список литературы:

1.S. G. Jeffrey Dean, «MapReduce: Simplified Data Processing on Large Clusters», OSDI'04 Proceedings of the 6th conference on Symposium on Operating Systems Design & Implementation, т. 6, pp. 10-10, 2004.

2.J. N. K. N. M. S. K. S. T. T. Bethu J., «GoMapReduce: MapReduce in GoLang», 2013.

3.«MapReduce Patterns, Algorithms, and Use Cases - Higly Scalable Blog», 01 02 2012. [В Интернете]. Available: http://highlyscalable.wordpress.com/2012/02/01/mapreduce-patterns/.

4.S. Francia, «Is Go an Object Oriented language?», 09 06 2014. [В Интернете]. Available: http://spf13.com/post/is-go-object-oriented.

5.C. A. R. Hoare, «Communicating sequential processes», Communications of the ACM, т. 21, № 8, pp. 666-677, 1978.

6.«Effective Go», [В Интернете]. Available: http://golang.org/doc/effective_go.html.

7.«Go Porting Efforts», [В Интернете]. Available: http://go-lang.cat-v.org/os-ports.

8.«Adler-32», [В Интернете]. Available: http://en.wikipedia.org/wiki/Adler-32. [Дата обращения: 14 05 2014].

9.C. Doxsey, An Introduction to Programming in Go, 2012.

10. Bell Labs, «Plan 9 /sys/man/1/time», [В Интернете]. Available: http://plan9.bell-labs.com/magic/man2html/1/time. [Дата обращения: 11 06 2014].

11. «Time (1) - Linux man page», [В Интернете]. Available: http://linux.die.net/man/1/time.

12. G. M. Amdahl, «Validity of the Single Processor Approach to Achieving Large-Scale Computing Capabilities», 1967.

13. «Map Reduce in Go, University of Florida», [В Интернете]. Available: https://github.com/EEL6935022ATeam10/GoMapReduce.

14. «PTHREAD_CREATE(3) - Linux Programmer's Manual», [В Интернете]. Available: http://man7.org/linux/man-pages/man3/pthread_create.3.html.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ИМПОРТА ДАННЫХ В СИСТЕМЫ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Д.О. Коротченко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы разработки и создания модуля автоматизированного импорта данных в системы расчета надежности электронных средств, а так же рассмотрены основными требования, которым должно удовлетворять приложение. Говоря фактически, существует необходимость разработать модуль для переноса СЧБД АСОНИКА-К 4.0 из СУБД Oracle 9 в СУБД SQLite.

Введение

Основным требованиями к создаваемой программе является реализация ее в формате десктопного приложения с возможностью сохранять проекты в облако. При этом проекты в облаке следует сохранять с возможностью отката версии к предыдущей. Плюсами такой программы должны являться

а) Портативность. Малый вес и легкость установки приложения позволят тратить меньше времени в целом для работы с базами данных.

б) Поддержка разными типами ОС. В первой релизной версии программы планируется создание установочного файла для Windows-систем разной разрядности. Впоследствии, возможно улучшение программы до работоспособности в отличающихся от Windows средах.

Этапы разработки

В процессе разработки программы были выделены следующие основные отправные точки:

а) Необходимо подключиться к исходной БД на Oracle, и создать новую БД SQLite с выбранным названием.

б) Последовательно произвести создание и наполнение информацией всех таблиц новой базы данных, а также произвести создание аналогичных индексов. При этом необходимо произвести некоторые преобразования таблицы, такие как изменение типа полей. Для более качественного преобразования было решено преобразовывать типы полей, отличающихся от целочисленного, в текстовый тип.

Кроме того, для ускорения работы программы целесообразнее копировать и преобразовывать данные не цельным массивом, а разбивая их на блоки. Размер данных блоков следует вывести экспериментально.

Данное усовершенствование позволит повысить стабильность программы и удобство нахождения ошибок копирования.

В случае неудачи копирования стоит вывести ошибку и, задокументировав ее в логах, продолжить преобразование.

в) Визуализация должна быть доведена до уровня понимания о оценки происходящего пользователем. Для этого ему необходимо предоставить информацию о названии копирующейся таблицы, количестве скопированных из нее строк, прогресса копирования таблицы (реализованной в виде progressbar'а), а так же наличии ошибок в процессе копирования.

Алгоритм работы

Алгоритм работы программы выглядит следующим образом (см Рис. 1):

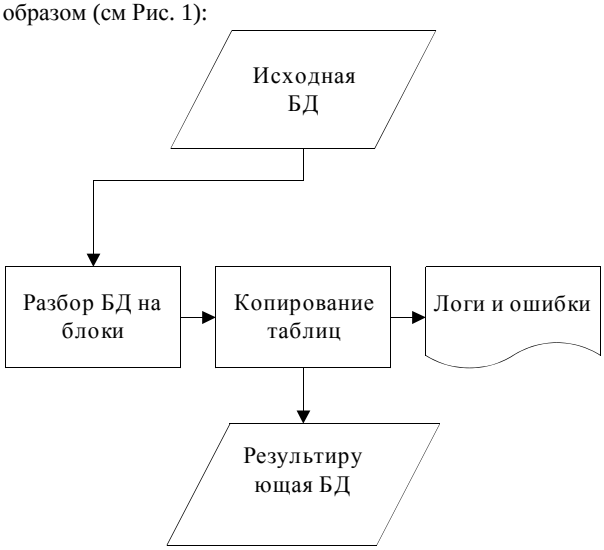


Рис.1. Алгоритм обработки БД

Исходная база данных разбивается на составляющие и их содержимое начинает копироваться в результирующую базу данных. При этом, все возникающие ошибочные запросы отслеживаются и записываются в журнал ошибок. Успешное завершение копирования таблицы также должно заноситься в логи.

Заключение

Разработанная программа позволит автоматизированно переносить базы данных между собой. В начальной версии программы будет реализовано общение между двумя типами баз данных: Oracle 9 и SQLite, в силу их доступности и простоты устройства. Данное приложение позволит сократить время переноса баз данных, а его автоматизированность позволит совершать меньше ошибок по сравнению с ручным переносом.

Список литературы:

1. Oracle: [Электронный ресурс] // URL: http://www.oracle.com/ru/index.htm. (Дата обращения: 18.11.2014).

2. Базы данных Oracle: [Электронный ресурс] // CIT-Forum. URL: http://citforum.ru/database/oracle.shtml. (Дата обращения: 22.11.2014).

3. SQLite: [Электронный ресурс] // URL: http://www.sqlite.org/. (Дата обращения: 29.11.2012).

4. Введение в SQLite [Электронный ресурс] // PHPClub. URL: http://phpclub.ru/detail/article/sqlight_intro. (Дата обращения: 05.12.2014).

АРХИТЕКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПЛАТФОРМЫ ИНТЕГРАЦИИ ОБЛАЧНЫХ ГОЛОСОВЫХ СИСТЕМ В ИНФРАСТРУКТУРУ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.Н. Лазутов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматриваются вопросы проектирования и выбора оптимального способа интеграции голосовых систем (SIP-телефонии) в инфраструктуру предприятия, а также проводится обзор различных типов архитектур решений для организации офисных АТС и рассмотрение способов их интеграции с пользовательским интерфейсом в зависимости от архитектуры решения. Исследование отталкивается от архитектуры решений, а не конкретных программных продуктов.

Введение

В данный момент принципы развёртывания голосовых систем на предприятии описаны довольно подробно как в открытых источниках, так и документации, поставляемой с программными или аппаратными решениями, а сами программные продукты и аппаратные комплексы имеют подробную документацию, а также в ряде случаев стандарты по их обслуживанию, подготовке технического и административного персонала. Однако вопросы интеграции этих решений в существующую или проектируемую информационную систему предприятия освещены недостаточно. Таким образом, у данной работы несколько целей: прежде всего, сформулировать конкретные проблемы, решение которых является целью интеграции, во-вторых, классифицировать облачные голосовые системы по их архитектуре и информационные системы по архитектуре пользовательского интерфейса, в-третьих, выявить и описать критерии оценки интеграции, влияющие на качество решения поставленных задач, и, наконец, разработать метод выбора технологии интеграции облачных голосовых систем как с самой информационной системой предприятия, так и с пользовательским интерфейсом.

Постановка задачи

Выделяется несколько функциональных требований. 1. Хранение истории звонков конкретному субъекту (например, контрагенту): общие параметры звонка, запись разговора. 2. Соединение с абонентом по команде из GUI без необходимости набора телефонного номера для минимизации ошибок при наборе номера вручную и ускорения соединения . 3. Индикация имени вызывающего абонента и сведений о нём как на телефоне (аппаратном или программном), так и в интерфейсе информационной системы (например, автоматическое отображение переписки или истории звонков) для ускорения поиска информации о звонящем. Аналогичный функционал может быть реализован и для исходящих звонков.

Критерии оценки

Для количественной оценки конкретной технологии интеграции необходимо определить критерии, по которым будет оцениваться результат выполнения поставленной задачи. В данный момент выбраны характеристики, которые определяют нагрузку на ИС организации и показатели, важные для конечного пользователя

- Нагрузка на ИС: количество запросов на поиск субъекта по его телефонному номеру [штук в единицу времени]
- Среднее время от окончания звонка до соотнесения информации о звонке с субъектом в ИС [минуты]
- Задержка между поступлением звонка на SIP-клиент и отображением информации о звонящем в интерфейсе ИС[секунды]

Информация о ходе исследования

В ходе исследования были проанализированы архитектурные особенности реализации популярных серверов обработки голосовой информации. По результатам анализа они были разделены по характеру возможного взаимодействия и с информационной системой и способам предоставления сервиса.

Затем было установлено, что сервера IP-АТС имеют три механизма получения истории совершенных звонков и статуса каналов: средствами подключения к СУБД (3 случая), средствами осуществления запроса к встроенному HTTP-серверу (HTTP-API) (3 случая) и средствами передачи события о завершении звонка внешнему обработчику(1 случай).

Также, было установлено, что сервера IP-АТС имеют два механизма, с использованием которых можно инициировать соединение и/или получить информацию о статусе абонента: с помощью HTTP-запроса (5 случаев) и с помощью запроса к специальным API АТС (2 случая)

Каждый механизм работает в одном из двух режимов: режим администратора (требует использования учётной записи только административного или специального пользователя; 3 случая) или режим пользователя (команды выполняются от имени пользователя с учётом его прав доступа; 4 случая)

С точки зрения технической реализации интеграции, отправка запроса к интерфейсам, работающим в административном режиме должна проводиться с использованием промежуточного ПО, которое обеспечит проверку прав пользователя, инициировавшего запрос.

В ходе исследования были сформулированы задачи и функциональные требования интеграции офисных АТС с ИС предприятия, выделены критерии оценки качества интеграции, классифицированы архитектуры АТС по способу интеграции с ними, выявлены проблемы при использова-

нии АТС с пассивной архитектурой и предложены варианты устранения этих проблем, сформулирован метод интеграции голосовой системы в ИС предприятия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе анализа механизмов интеграции популярных программных продуктов было выяснено, что большинство из них невозможно интегрировать в ИС без существенной доработки механизма интеграции, универсализация механизмов интеграции не ведётся.

С учётом этого было произведено сравнение механизмов интеграции в разрезе критериев, описанным выше,и сделан вывод о том, что лучше всего описанным критериям отвечают механизмы, реализующие событийные модели взаимодействия с АТС.

Поскольку в большинстве случаев избежать написания промежуточного ПО невозможно, было принято решение реализовывать в разрабатываемой технологической платформе преимущественно событийные методы взаимодействия и с АТС и с ИС предприятия

Список литературы:

1. Asterisk: The Future of Telephony, Second Edition by Jim Van Meggelen, Leif Madsen, and Jared Smith ISBN 978-0-596-51048-0 (2011)

2. Packet Guide to Voice over IP: Bruce Hartpence, O'Reilly Media 978-1-4493-3967-8 (2013)

АНАЛИЗ И ВЫБОР ПРОГРАММ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ

В.В. Краюшкин, И.А. Хромов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Рассмотрена проблема моделирования сетей, особенности беспроводных сенсорных сетей. Проведён краткий анализ популярных и распространённых программ-симуляторов для компьютерного моделирования. Выбрана наиболее подходящая на основе данных анализа и выведенных критериев.

Введение

В процессе научного исследования различных видов компьютерных сетей, в частности – беспроводных сенсорных сетей, часто возникают задачи, требующие выделения отдельных параметров и изучения их влияния на конечный результат. Работа с реальными сетями часто генерирует ненужные технические проблемы.

Целью данного исследования является выявление критериев для отличия систем моделирования между собой и последующий выбор подходящей программы. **Зачем** нужно вообще что-то **моделировать?**

Построение сложных систем, содержащих в себе множество элементов всегда сопряжено с определёнными временными и финансовыми трудностями. Создавать и переконфигурировать сети в реальных условиях – достаточно трудоёмкая задача. Порою сложно учесть все внешние факторы и как-то оградить сеть от воздействия некоторых из них. При исследованиях различного рода являются допустимыми упрощения или отброс незначимых параметров, а также на первое место выходит удобство работы с объектом исследования и его доступность. С программным продуктом зачастую работать проще и удобнее, чем с распределённой на обширной территории реальной системой. Это же верно и с точки зрения экономии ресурсов при построении и наладке сети.Для минимизации затрат, повышения удобства получения необходимых в исследования данных и выделения более чётких взаимосвязей воздействия и результата и применяется моделирование.

Что же требуется **моделировать** в выбранном случае?

Беспроводная сенсорная сеть (БСС) состоит из большого числа датчиков, которые взаимодействуют как целые, многоступенчатые или кластерные модели для отправки данных одной или множеству базовых станций по беспроводным каналам связи. БСС представляют собой сложную и интересную сферу исследований из-за сопутствующих ограничений. Малый размер сенсоров и возможность сетевого взаимодействия увеличивают привлекательность БСС для использования в повседневной жизни. Распространенные вычисления и маршрутизация могут быть успешно применены для многоступенчатых и кластерных моделей.

Существует достаточно систем и сред для **моделирования**. Они отличаются различными параметрами, удобством работы, сложностью моделей, ценой, платформами и языками описания.

Наиболее популярными можно назвать:

NetworkSimulator (NS-2, NS-3) – линейка продуктов, распространяемая бесплатно. Исходный код продукта открыт. При создании моделей используется язык программирования C++. В версии NS-3 также возможно выполнение части на Python. В целом данная система моделирования являет собой дискретно-событийный симулятор, ориентированный на моделирование различных интернет-систем. Может поддерживать более 20000узлов и позволяет изучать протоколы Интернет[1].

GloMoSim – использует язык PARSECC и соответственно базируется на сим-среде Parsec. Разработка была прекращена в 2000, но система является основой для следующего продукта:

QualNet - коммерческий симуляор. Описание моделей производится на C++[4].

OMNeT++ для академического и некоммерческого использования бесплатна. Поведение компонентов описывается на языке C++, крупные компоненты собираются и описываются в сети NED. Программа может моделировать сенсорные сети, беспроводные одноранговые сети интернет-протоколы, проводить анализ производительности [2]. Существует ряд расширений. В свете рассматриваемого вопроса(т.е. моделирования БСС) рассмотрим подробнее приложение

Castalia – настраиваемый симулятор с открытым исходным кодом. Основывается на платформе OMNeT++, при моделировании узлы модулей OMNeT++ соединяются через модуль беспроводного канала. Специализация: сети на маломощных встроенных узлах.Применяется именно для моделирования БСС [7].

OPNETModeler продукт коммерческий. Имеет Enucation – версию для образовательных целей, бесплатную для части иностранных ВУЗов. Создана для моделирования и анализа производительности распределённых систем, а также локальных и глобальных сетей [3].

Задача TOSSIM – эмуляция событий для БСС. Работает под управлением TinyOS.Может вести контроль траффика пакетов, представляет несколько механизмов упрощённого взаимодействия с сетью,усовершенствуе-мые до довольно сложных по необходимости с помощью настроек интерфейса.Настройка и моделирование ведутся с помощью языков Python и C++[5], [6].

Заключение

В результате проведённой научной работы, обзора и анализа имеющихся в открытых источниках данных, для

моделирования БСС выбрана программа-симулятор Castalia, базирующаяся на платформе OMNeT++. Минусом симулятора: определённую сложность в освоении и малое количество материалов на русском языке. Это является минусом большинства рассмотренных систем и требует более активной работы с иностранными источниками. Основными плюсами можно считать специализацию на БСС, обширное количество доработок и накопленный сообществом опыт при работе с данной программой, бесплатное использование в академических целях. Выбор произведён на основе выделенных в статье критериев.

Список литературы:

1. NS-2, NS-3 [Электронный ресурс] http://www.nsnam.org/
2. OMNeT++ [Электронный ресурс] http://www.omnetpp.org/
3. OPNETModeler [Электронный ресурс] http://www.riverbed.com/products/performance-management-control/opnet.html
4. QualNet [Электронный ресурс] http://web.scalable-networks.com/content/qualnet
5. TinyOS [Электронный ресурс] http://www.tinyos.net/nest/doc/tutorial/tossim-lesson.html
6. TOSSIM [Электронный ресурс] http://tinyos.stanford.edu/tinyos-wiki/index.php/TOSSIM
7. Восков Л. С., Галкин А. А. Средства имитационного моделирования отдельных событий и состояний беспроводных сенсорных сетей // Качество. Инновации. Образование. 2010. № 6. С. 37-43.

МЕТОД ОЦЕНКИ КОДЕКОВ СРАВНЕНИЕМ ОШИБКИ КОДИРОВАНИЯ

А.В. Горохова-Алексеева
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

При изучении видеотехнологий и при работе с видеоформатами важнейшее место занимает кодирование видео. Существующие кодеки позволяют эффективно сжимать видео, но при многократном сохранении артефакты деструктивного сжатия становятся заметны. Существующие метрики оценки ошибки кодирования видео не дают наглядной картины этих ошибок. В работе предложен метод численной оценки качества кодирования, основанный на сравнении исходного и результирующего файлов или потоков. Данный метод применен для сравнения эффективности кодирования тремя современными кодеками: H.264, H.265, VP9.

Введение

Видеокодеки, используемые в большинстве задач общего назначения, имеют высокую эффективность сжатия, но, в то же время, существует множество параметров кодирования, при неправильной настройке которых результирующий файл или поток может иметь дефекты сжатия [2]. Существующие методы оценки качества кодирования [3], [4] не дают наглядного результата и не показывают, в чём конкретно состоит ошибка кодирования.

Данное исследование ставит целью создание метода, сочетающего объективную численную оценку погрешности кодирования и визуальную наглядность результирующей ошибки.

Практическое применение разработанного метода проведено для сравнения эффективности трёх кодеков: H.264, H.265 и VP9.

Вычисляя разницу соответствующих кадров и оценивая результирующую картину ошибки, можно получить не только абсолютное значение отличий, но и картину их распределения по изображению. Полученные числовые значения наглядны.

В результате исследования было проанализировано поведение выбранных кодеков при различных битрейтах в смоделированных идеальных ситуациях и на реальных примерах, получены зависимости и проведена сравнительная оценка эффективности кодеков.

Сформулированы задачи по обобщению исследования и переходу от графического метода сравнения к математическому с применением полиномов.

Полученные результаты в общем соответствуют существующим оценкам эффективности рассмотренных кодеков, однако в смоделированных предельных ситуациях (белый шум, чёрный фон) результаты отличаются от ожидаемых, так как кодеки не рассчитаны на такое содержание.

Постановка эксперимента

Оценка поведения кодеков проводилась на пяти тестовых последовательностях кадров по 250 кадров каждая (10 секунд). Требовалось смоделировать наиболее показательные ситуации: максимальную и минимальную нагрузку на кодек, а также проверить гипотезу о влиянии глубины резко изображаемого пространства (ГРИП) на качество кодирования основного объекта в кадре [1].

Были сгенерированы кадры с белым шумом (четким и размытым) и черным фоном, в качестве основного объекта была взята RAW-фотография человека. Кадры сохраняись в формате PNG, позволяющим производить минимальное, недеструктивное сжатие. Таким образом, артефакты сжатия и потери цветовой субдискретизации были исключены.

Каждый кодек тестировался на шести битрейтах: 512, 1024, 2048, 4096, 8192, 16384 кбит/с. Разрешение кадров — 1920x1080 пикселей.

Для генерации изображений, а также их вычитания, сжатия и прочих операций использовался консольный редактор ImageMagick, обработка видеопоследовательностей проводилась в консольном редакторе Ffmpeg.

Оценка уровня результирующей ошибки производилась следующим образом:

1. Из отдельных PNG-кадров lossless-кодеком Huffyuv кодировался оригинал видео.
2. Из оригинала покадрово вычитался сжатый одним из кодеков видеоролик. В результате такой операции получается видео, состоящее из кадров, аналогичных представленному на Рис. 1 (видео-разница). Яркость пикселей характеризует величину разницы между оригиналом и закодированным видео: чем ярче пиксель, тем больше модуль разницы, то есть значение ошибки.
3. Видео-разница разбивалась на отдельные кадры, к каждому из которых затем применялась бикубическая интерполяция [6]: кадр сжимался до одного пикселя, содержащего среднее значение всех пикселей кадра, характеризующее среднюю ошибку (от нуля до 255, что соответствует яркости каналов цветовой модели RGB) на всем кадре.
4. Вычислялось среднее арифметическое значение ошибки по всем кадрам видео. Это значение принималось средним значением ошибки кодирования для исследуемого видеоролика.



Рис.1. Пример кадра-разницы (Фото на белом шуме)

Для оценки уровня ошибки на основном объекте съемки использовался тот же метод, однако между шагами 2 и 3 к кадру применялась маска, исключающая все пиксели, не входящие в объект, для оценки значения только пикселей, отвечающих за главный объект съемки.

Анализ результатов эксперимента

В результате экспериментов получены таблицы с результатами измерения ошибок и по ним построены графики. В заблуждение может ввести указанный на шкале абсцисс битрейт. Это параметр, передаваемый Ffmpeg.Однако фактически сжатие может иметь другой, порой сильно отличающийся битрейт, если Ffmpegне может достигнуть требуемого. Поэтому на Рис. 2представлены два набора кривых: жирные — характеризующие значение ошибки для каждого кодека (левая ось, значения от нуля до 255), и тонкие — реальное значение битрейта (правая ось).

Значение ошибки возможно трактовать таким образом: для полностью черного кадра, представляющего картину ошибок (сравниваются идентичные кадры), уровень ошибки будет равен нулю. Ошибка же, с уровнем 255 соответствует двум кадрам, в которых модуль разности значений яркости двух пикселей равен 255, то есть максимуму. Такой кадр будет абсолютно белым. Если принять его за кадр, соответствующий 100% ошибки, то любой другой уровень ошибки может быть представлен как процент несоответствия сжатого кадра эталонному или закодированного видео исходному.

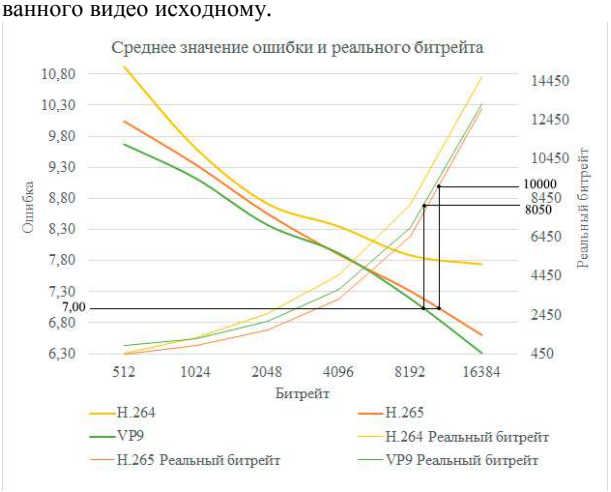


Рис.2. Пример применения графического метода оценки для сравнения кодеков H.265 и VP9

Для проведения оценки по таким графикам можно воспользоваться следующим алгоритмом:

1. Выбрать интересующий уровень ошибки на левой шкале и провести горизонтальную линию до пересечения с графиками рассматриваемых кодеков (жирные линии). (Находится уровень “входного” битрейта, при котором кодек имеет интересующий уровень ошибки.)
2. Из точек пересечения провести вертикальные линии до пересечения с соответствующими графиками реальных битрейтов (тонкие линии того же цвета). (Получается соответствующий заданному битрейту реальный битрейт.)
3. Из этих точек пересечения опустить перпендикуляры на ось реальных битрейтов, тем самым получив реальное значение битрейта для определенного уровня ошибки.

Пример использования этого алгоритма приведен на Рис. 2.Так при сравнении кодеков H.265 и VP9 при уровне ошибки равном 7,00,что соответствует искажению 2,6% данных в сжатом видео, при использовании данного алгоритмареальный средний битрейт кодека H.265 получился равным 10000 кбит/с, а VP9 — 8050 кбит/с.

Таким образом, мы получаем метод оценки ошибки кодирования видео и, используя этот метод, можем сравнить фактическую эффективность сжатия, основанную на постоянном уровне ошибки сравниваемых образцов. Иначе говоря, имеем возможность оценить, какой кодек будет обладать б**о**льшим коэффициентом сжатия при постоянном качестве.

Кроме того, метод позволяет оценить распределение ошибки на любой области кадра при помощи маскирования. Так в данной работе была отдельно произведена оценка уровня ошибки на главном объекте съемки (фотографии человека) при разной ГРИП для исследования влияния резкости фона на качество изображения объекта.

Направления дальнейшей работы

В первую очередь, дальнейшая работа предполагает создание метода, позволяющего более точно определять значения ошибки и реального битрейта в промежуточных точках. Для этого планируется произвести восстановление функций зависимости ошибки от битрейта и реального битрейта от задаваемого при помощи интерполяционных полиномов Лагранжа. Знание функций зависимости в явном виде позволит автоматизировать вычисление нужных значений за счет решения полиномиальных уравнений и вычисления значений функций в нужных точках. Также становится возможным вычисление функции зависимости ошибки от реального битрейта. Кроме того, это позволит уйти от математически неточных графических вычислений, которые используются в реализации метода на данный момент.

Также данный метод может получить развитие, связанное с перцепционными оценками. Построение картин ошибок, пример которой приведен на Рис. 1, позволит оценивать группировку ошибок, разброс яркости пикселей, то есть разброс уровней ошибки. Кроме того, такие кадры-разницы позволят оценивать динамику изменения картины ошибок и среднего уровня ошибки со временем путем сравнения разности между двумя соседними кадрами оригинального видео и двумя кадрами, отображающими ошибки.

Также планируется использование метода для оценки качества видеотрансляций в сеть Интернет. Для этого требуется надлежащим образом его автоматизировать, а такжеразработать и вычислить новые метрики и способы оценки. Необходимо производить общую оценку трансляций, опираясь на данные и частные оценки полученные перед перекодировнием и отправкой потока на сервер, на сервере, а так же полученные при измерении качества у отдельно выбранных конечных зрителей [5].

Заключение

Предложенный метод может быть использован для оценки уровня вносимых искажений, но, в отличие от об-

щепринятых (например, PSNR), позволяет получить наглядную картину и понятную, физически обоснованную шкалу этих искажений.

Метод опробован на сравнении эффективности сжатия тремя кодеками и полученные результаты показывают, что при одинаковом уровне ошибки кодек H.265 эффективнее кодека H.265 в среднем на 83% с минимальным значением 58% для уровня ошибки 7,75 (3%) и максимальным — 120% для уровня ошибки 10,05 (3,8%) и кодека VP9 на 14%. Однако, при приближении к высоким битрейтам кодек VP9 становится эффективнее кодека H.265 плоть до выигрыша в 52%.

По итогам исследований изменения уровня ошибки на главном объекте съемки были получены следующие результаты: для кодека H.264 уровень ошибки вырос в среднем на 124% при изменении фона с абсолютно черного до фона с низкой глубиной резко изображаемого пространства, для изменения же фона на белый шум рост составил примерно 363%. Для кодека H.265 соответствующие значения составили 77% и 400%, для VP9 — 61% и 1233% соответственно. Более того, на черном фоне ошибка на объекте превышала общую ошибку на кадре, однако при изменении фона на белый шум стала меньше общей ошибки примерно в три раза.

Список литературы:

1.Waggoner, B. Compression for Great Video and Audio // Elsevier, 2010, ISBN 978-0-240-81213-7, 635 pages

2.Salomon, D. Data Compression: The Complete Reference // Science & Business Media, Mar 20, 2007, 1120 pages

3.Winkler, S. Digital Video Quality: Vision Models and Metrics// John Wiley & Sons, Jan. 2005, ISBN 978-0-470-02404-1, 192 pages

4.Seshadrinathan, K., Bovik, A. C. Chapter 14 - Video Quality Assessment, In The Essential Guide to Video Processing (Second Edition), edited by Al Bovik // Academic Press, Boston, 2009, ISBN 9780123744562, Pages 417-436

5.Yim, C., Bovik, A. C. Evaluation of temporal variation of video quality in packet loss networks // Signal Processing: Image Communication, Volume 26, Issue 1, January 2011, ISSN 0923-5965, Pages 24-38

6.Aràndiga, F., Donat, R., Mulet, P. Adaptive interpolation of images // Signal Processing, Volume 83, Issue 2, February 2003, ISSN 0165-1684, Pages 459-464.

РЕКОМЕНДАЦИЯ ПО НАПИСАНИЮ ДИСТАНЦИОННО ОБУЧАЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

И.И. Агапов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассмотрены проблемы дистанционного обучения с целью улучшения качества программ, обслуживающих данный вид обучения.

Обзоры систем

Для исследования данной темы сначала нужно рассмотреть мобильные операционные системы (МОС), поскольку приложения данного типа в нынешний момент разрабатываются в узком кругу существующих МОС. Среди таковых систем популярными являются всем известные iOS и Android. К не столь популярным можно отнести Windows и Symbian, но Symbian рассматривать нет смысла, потому что ее поддержка прекращена и новых версий выходить не будет. Её используют люди, которые купили современные и вполне устраивающие их устройства.

Варианты обучения

Для написания обучающих программ необходимо рассмотреть варианты обучения, предложенные нам в настоящее время. Среди таковых стоит разобрать:

- Заочное обучение;
- Дистанционное обучение;
- Онлайн обучение;
- Массивные открытые онлайн курсы (МООК);

В отдельности следует рассмотреть МООК. Они сейчас набирают популярность. Самые популярные МООК представлены на таких платформах, как Coursera, Edx, Udacity имногих других. МООК идентичны тем курсам, которые читаются университетскими преподавателями своим собственным студентам, они записаны на видео и выложены в интернет для открытого и бесплатного доступа в сопровождении других учебных материалов и проверочных тестов.Они направлены только на онлайн обучение, используя как асинхронные, так и синхронные методы обучения.

Варианты доступа

Если человек выбирает для себя дистанционное обучение, то в первую очередь ему необходимо определить для себя, каким именно образом он будет проходить данный курс, с помощью мобильного устройства, домашнего ПК или комбинируя оба варианта.

Используя курс дистанционного обучения как приложение на своем гаджете, человек в любой момент, не имея доступа к интернету, имеет возможность пройти данный курс, поскольку все материалы и задания уже изначально скачаны на ваше устройство, вот только установка программы требует немало места на устройстве пользователя. Ко всему прочему нужно уметь осуществлять кэширование, в случае с Android оно должно реализовываться на карту памяти, в случае с iOS устройствами нужно полагаться только на встроенную память.Помимо этого,ученику неудобно читать лекции и задания со своего устройства, для наглядности можно все лишь сравнить диагональ экрана смартфона и домашнего ПК. Разрешение экранов у современных гаджетов сопоставимо с разрешением экранов телевизора, но чем меньше экран, тем пользователю предстоит делать больше движений руками по приближению изображения, а это еще лишнее затраченное время, и соответственно — неудобно.

В случае с домашними ПК все намного проще: сейчас они, в большинстве случаев, имеют доступ в интернет и, следовательно, пройти курс МООК пользователю предоставляется возможным в любой момент времени.Проблемой в данном случае является отсутствие кэшируемости в браузере. В случае если у пользователя внезапно отключился интернет, то и курс обучения у него моментально заканчивается, потому что при отправке формы или обновлении страницы браузер не сможет отобразить содержимое данного курса.

Если человек надумает разработать дистанционно обучающее приложение для мобильного устройства, то он встретится с проблемой, что программу ему придется писать как минимум на три платформы сразу, это уже упомянутые: Android, iOS, Windows. Это займет много времени и средств.

Мои предложения для решения проблемы

Для решения проблемы с памятью, выделяемой для дистанционно обучающего приложения на мобильном устройстве нужно учесть факт, что пользователю от приложения не требуется обучение по нескольким предметам сразу. Для разработчика будет намного проще, если при скачивании программы пользователю будет предложено выбрать среди всех курсов один или несколько интересу-

ющих его. Загружен будет только тот контент, который пользователь выбрал. Данный метод сократит время работы разработчиков приложения и добавит удобности пользователю, а главное частично решит проблему.

Возьмем случай, когда разработчику необходимо написать приложение под каждую из трёх платформ. Программисту требуется написать код на трех различных языках. Решение данной проблемы — написать три различных компилятора, которые будут написанный код переводить под данные платформы. При добавлении новых курсов в свое приложение, разработчику не придется лишний раз трижды переписывать код (рис 1).

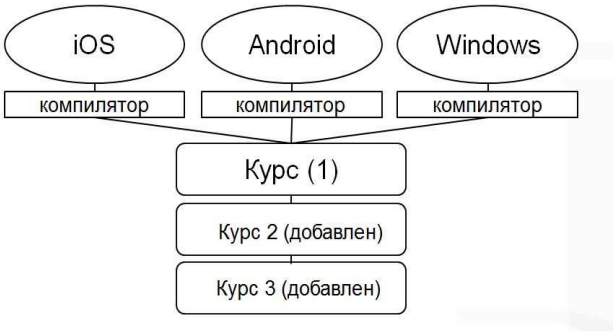


Рис.1.

Список литературы:

1. Н.В. Никуличева «К вопросу о качестве дистанционного обучения» Сборник трудов (Часть 3) — М., 2012. — с. 67.

2. Е. Зобин. Наглядная история развития трёх главных ОС мобильного рынка. Хакер. Спуфинг в воздухе. Январь 2014г.,No 168, 42-46

3. Разработка мобильных приложений: с чего начать/ Russia: Growthofdownloads, 8.05.2013. Эл. Рес. URL: http://habrahabr.ru/company/mailru/blog/179113/

МОДЕЛЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНОЙ АУДИО-СЕНСОРНОЙ СЕТИ

И.В. Карпов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе проводится анализ существующих моделей беспроводных аудио-сенсорных сетей. Рассматриваются разные виды моделей БСС: модели на основе теории графов и на основе теории игр.

Введение

Узлы в беспроводных аудио-сенсорных сетях, также как и в беспроводных сенсорных сетях, являются автономными и питаются от батарей или аккумуляторов, ресурсы которых не пополняются в процессе работы сети. Возможен вариант питания узлов от альтернативных источников энергии, таких как солнце, ветер и т.п. В данной работе сеть рассматривается в качестве беспроводной ситуационной сети, с двумя вариантами построения, когда миниатюрные узлы-ретрансляторы разбрасываются на определенной территории, а оконечные модули выдаются пользователям, второй вариант, когда все узлы находятся у пользователей, которые распределяются по территории. В последнем случае оконечные узлы выполняют сразу несколько функций: как узлы ретрансляторы и как оконечные узлы.

Во время работы сети энергия на модулях убывает и настает момент, когда узел перестает выполнять задачу, возложенную на него. Тогда отказ одного узла может привести к делегированию его полномочий другому узлу или же к отказу работы всей сети.

Основной работой беспроводной сенсорной сети является потоковая передача аудиоданных, когда данные передаются от узла отправителя, а при необходимости, через узлы ретрансляторы, к узлу получателю с выполнением требований заданного качества сервиса. Таким образом, отказом сети и окончанием времени её работы будет считаться момент, когда сеть не сможет *передавать хотя бы один поток с заданным качеством обслуживания.* Причиной этого могут быть низкие запасы энергии на узлах, в результате чего элементы сети не в состоянии по маршруту передачи данных поддерживать качество предоставляемого сервиса или же слишком большое количество данных требуется передать, что приводит к дополнительным задержкам, потери пакетов и снижению качества предоставляемого сервиса ниже заданного порога.

Модели беспроводных сенсорных сетей

В настоящее время наблюдается тенденция к синтезу компьютерных наук и некоторых областей теории игр. Множество исследований посвящено влиянию эгоистичного поведения на формирование и функционирование телекоммуникационных сетей. В работе [1] рассматриваются игровые задачи, возникающие при разработке алгоритмов управления беспроводными сетями. Основной задачей является формирование топологии сети узлами, которые рассматриваются в качестве независимых агентов, принимающие свои стратегии, а выигрышем является такая ситуация, в которой ни один игрок не может в одностороннем порядке изменить свою стратегию и при этом увеличить выигрыш. Данная ситуация называется равновесием Нэша. В теоретико-игровой постановке задачи передающие устройства являются агентами, а их действие – устанавливаемая мощность передатчика. Функция полезности в общем виде характеризует качество связи. Она возрастает по мере снижения отношения сигнал/шум и убывает по мере увеличения затрачиваемой мощности. При управлении без обратной связи, агенты могут изменять только собственный уровень сигнала/шума. При управлении с обратной связью функция полезности может включать дополнительный управляющий параметр цены увеличения мощности, которая выбирается базовой станцией и сообщается остальным узлам сети в режиме реального времени. В свою очередь узлы сети определяют свою цену, которую они готовы заплатить, исходя из требуемого качества обслуживания.

В работе [2] рассматривается моделирование времени жизни динамически реконфигурируемых сенсорных сетей с мобильным стоком. Модель сети описывается в терминах теории графов, где в качестве вершин графа рассматриваются узлы сети, а ребра – беспроводные связи между ними. Каждый сенсорный узел характеризуется своей начальной энергией, набором мощностей и матрицей энергий. Главная отличительная особенность модели заключается в рассмотрении работы сетевого узла интегральной характеристикой потребляемой им мощности. Предлагаемая модель применима только для сетей с устойчивым характером функционирования узлов, выраженным в неизменной потребляемой мощностью в каждой из возможных конфигураций работы сети.

В данной работе рассматривается сеть, состоящая из статических, случайно распределенных, узлов. Сеть состоит из множества случайно распределенных беспроводных узлов $\{n_1,.., n_N\}$. Все узлы имеют определенные мощности передатчика P_i, зависящие от аппаратной реализации устройства, которые могут изменяться во время работы сети от 0 до $P_{i\,max}$, а также запасы энергии E_i, определяющиеся емкостью батареи, где i – номер узла. Вся сеть состоит из узлов с одинаковыми аппаратными характеристиками (объемом оперативной памяти, тактовой частотой, энергопотреблением, емкостью батарей, характеристиками приемопередатчика).

Поскольку речь идет о сети, то узел имеет соседей, количество которых зависит от установленной мощности передатчика и от плотности распределения узлов. Мощность, необходимая для корректной передачи данных от узла i к j, должна удовлетворять следующему неравенству:

$$\frac{P_i}{r_{i,j}^{\alpha}} \geq \beta, \qquad (1)$$

где P_i – мощность, необходимая для успешной передачи данных, $r_{i,j}^{\alpha}$ - расстояние между узлами i, j, $\alpha \geq 2$ - показатель затухания сигнала, $\beta \geq 1$ - коэффициент, учитывающий качество передачи. Обычно, коэффициент $\beta = 1$, в то время как α зависит от окружающей среды. В идеальной среде коэффициент $\alpha = 2$, но в реальности в интервале [2, 6]. Примем $\alpha = 4$. Распространение сигнала в идеальном случае представляют в виде круга с радиусом r, однако в реальных условиях в связи с неоднородностью среды, то есть из-за неравномерного затухания сигнала по всей плоскости распространения, данное упрощение не наблюдается. Тем не менее, оно применимо в работах по беспроводным сенсорным сетям. Также, в реальных условиях, мощности, необходимые для передачи данных от узла i к j и от узла j к i со временем могут изменяться и быть несимметричными. В данной работе принимается, что в течение времени работы сети, условия окружающей среды не изменяются и остаются постоянными, а мощности, требуемые для передачи – одинаковыми. Также в работе не рассматривается физический уровень передачи данных, когда на принимающей стороне возникают ошибки в результате интерференции радиоволн от объектов окружающей среды, а только учитываются факторы, влияющие на передачу данных от элементов сети.

Множество узлов, для которых выполняется условие (1), называются соседями узла. Количество соседей должно быть таким, что любой узел сети должен быть достижим за определенное количество ретрансляций.

Структура сети представляет собой неориентированный граф G, вершинами которого являются узлы сети $\{n_1,.., n_N\}$, характеризующиеся $n_i = (E_i, V_i, P_i)$, где E_i энергия узла, количество требуемых на передачу аудиоданных V_i, а P_i – выбранная мощность приемопередатчика в промежуток времени $[t_1,t_2]$, $P_i \in [0,.., P_i^{\max}]$. Связи между вершинами (ребра) образуют множество беспроводных соединений между ними $A = \{a_{n_1,n_2},.., a_{n_x n_N}\}$, где $x \in [1, N]$. Каждое ребро имеет свои характеристики (вес), определяющие цену доставки данных по маршруту (оставшаяся энергия узлов, качество связи между узлами), образуя множество $C = \{c_{n_1,n_2},.., c_{n_x n_N}\}$ такое, что $|A|=|C|$ (Рис. 1). В свою очередь $c_{n_i,n_j} = (Q,)$

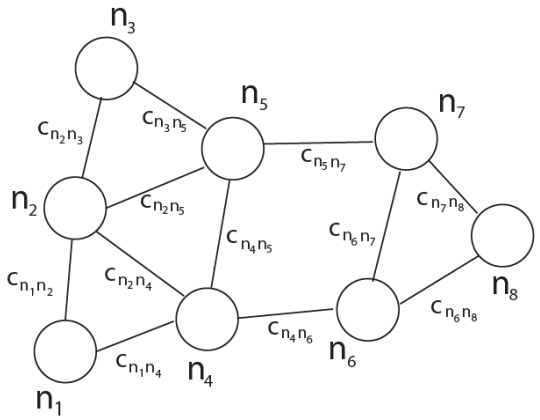


Рис.1. Графовая модель беспроводной аудио-сенсорной сети

Совокупность ребер от узла n_i до n_j образует маршрут передачи аудиоданных $m_{n_i n_j} \subset M = \{m_{n_x^1 n_y^1},.., m_{n_x^X n_y^Y} \mid x, y, X, Y \in R\}$. От принимающего узла до получающего узла может быть несколько маршрутов. Совокупность ребер от узла n_i до n_j в промежуток времени $[t_1,t_2]$ называется *аудиопотоком* $s_{n_i,n_j} \subset M$. В сети может быть несколько аудиопотоков $S = \{s_{n_x,n_y},..,s_{n_x n_N}\}$, где $S \subset M$. Например, аудиопоток s_{n_1,n_7} может быть равен маршруту $m_{n_1^1,n_7^1} = (a_{n_1 n_2}, a_{n_2 n_5}, a_{n_1 n_2}, a_{n_5 n_7})$. Аудиопоток характеризуется качеством предоставляемого сервиса $q_{s_{n_i n_j}}$, пропускной способностью $d_{s_{n_i n_j}}$, затрачиваемой энергией $e_{s_{n_i n_j}}$.

Задача увеличения времени работы беспроводной аудио-сенсорной сети с автономными источниками питания заключается в распределении энергопотребления по сети с заданным качеством обслуживания при максимально возможном количестве потоков, то есть:

$$\begin{cases} \sum_{|S|} e_{n_i n_j} \to \min \\ \forall S \quad q_{s_{n_i n_j}} \geq Q_{th} \end{cases}$$

Решение поставленной задачи тесно связано с решением задач по формированию энергоэффективной топологии БСС, построению маршрутов с низким энергопотреблением и задачам энергетической балансировки беспроводной сенсорной сети.

Заключение

В настоящей работе рассматриваются разные подходы к построению моделей для беспроводных сенсорных сетей. Основной целью исследования является увеличение времени автономной работы системы с помощью разрабатываемого метода «гибридной» маршрутизации, который заключается в объединении стратегии передачи данных на короткие и длинные дистанции. Данный метод будет реализован на описываемой графовой модели беспроводной аудио-сенсорной сети. Данная модель должна учитывать все особенности функционирования БАСС с учетом заданного качества обслуживания, поскольку применение определенных моделей и алгоритмов работы сети дает разные результаты.

Данное научное исследование (проект № 14-05-0064) выполняется при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014/2015гг.

Список литературы:

1. Базенков Н.И., «Теоретико-игровые алгоритмы формирования децентрализованных беспроводных сетей», 2014

2. Ефремов С.Г. Моделирование времени жизни динамически реконфигурируемых сенсорных сетей с мобильным стоком // Диссертация, Москва, 2013.

3. Карпов И.В. «Беспроводные аудио-сенсорные сети. Качество обслуживания и энергоэффективность», Качество. Инновации. Образование. №10 (101), 2013. – с. 47-52.

4. Brunelli D., Maggiorotti M. [et al.], Analysis of audio streaming capability of ZigBee networks // Wireless Sensor Networks, Lecture Notes in Computer Science, 2008, vol. 4913, 2008. – P.189-204.

5. M. Tarique, A. Hossain, R. Islam and C. Akram Hossain Issues of Long-Hop and Short-Hop Routing in Mobile Ad Hoc Networks: A Comprehensive Study // International Journal of Network Protocols and Algorithm, vol.2 №2, 2010. – P. 107-131.

6. M. Haenggi, Twelve reasons not to route over many short hops // Vehicular Technology Conference, 2004, VTC2004-Fall, vol. 5, 2004. – P.3130-3134.

7. Li L., Xing G. [et al.], Adaptive Voice Stream Multicast over Low-power Wireless Networks, Technical Report MSU-CSE-10-16, Computer Science and Engineering, Michigan State University, East Lansing, Michigan, 2010.

8. P. Gupta and P. R. Kumar, The Capacity of Wireless Networks // IEEE Transactions on Information Theory, vol. 46, pp. 388–404, 2000.

9. Caleb K. Lo, Sriram Vishwanath, Robert W. Heath Jr, An Energy-Based Comparison of Long-Hop and Short-Hop Routing in MIMO Networks // Vehicular Technology, IEEE Transactions on vol. 59, 2010. – P. 394-405.

10. J-H. Chang and L. Tassiulus, Energy conserving routing in Wireless Ad Hoc Networks, In the Proceedings of IEEE INFOCOM, March, 2000, – P. 22-31.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ В СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ КАМЕР С АВТОНОМНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ПИТАНИЯ

А.В. Карпов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе представлен новый подход к определению энергетической эффективности сенсорной сети камер – она рассматривается с точки зрения полезности информации для пользователя. Рассматриваются методы обработки изображений на оконечном узле, выделяются уровни интеллектуальности сети камер.

Введение

Сенсорная сеть камер (camera sensor network, wireless image sensor network, visual sensor network, smart cameras network) – беспроводная сенсорная сеть, где в качестве основного сенсора используется маломощная камера. Цель развертывания сети камер состоит в удаленном получении информации об объектах мониторинга и её передача на центральный узел системы в течение длительного промежутка времени [1,2,3,4]. Поскольку объем изображений значительно больше объемов данных, получаемых с сенсоров температуры, влажности в стандартных сенсорных сетях, а ресурсы ограничены, то особо остро встает вопрос их эффективного использования.

Данное научное исследование (проект № 14-05-0064) выполняется при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014/2015гг.

Основная часть

В обычных сенсорных сетях для измерения физических величин - температуры, давления, влажности, и т.д., используются соответствующие датчики, которые получают скалярные данные (измерение одномерных сигналов). В этом случае, “полезность”, заключенная в самом числе, для пользователя максимальна, так как количество байт, занимаемое числом, нельзя сократить, только если прибегать к методам агрегирования данных, изменять частоту их сбора с датчика.

В некоторых случаях бывает невозможно или невыгодно измерять, фиксировать наступление события каким-либо инструментом, устройством (трещина в стене, аналоговый прибор со стрелкой и т.д.), которое бы прямо, а не косвенно измеряло бы требующийся параметр.

Модель получения информации камерой по своей природе отличается от модели получения информации любого другого типа сенсора. Как правило, датчик собирает данные из окружающей среды на расстоянии срабатывания. Камера, в свою очередь, характеризуется моделью направленного получения информации - она получает изображения удаленных объектов в определенном направлении, так называемом “поле зрения” (Field of View). Поэтому, камеру, по сути, можно использовать в качестве универсального устройства бесконтактного измерения или датчика, фиксирующего наступление события.

Матрица камеры состоит из большого числа фоточувствительных ячеек. Одно сделанное камерой измерение обеспечивает получение двумерного массива данных, который мы видим как изображение. В результате появления дополнительной размерности, набор данных имеет больший объем информации, а также более высокую сложность обработки и анализа по сравнению с обычными сенсорами.

В результате этого, пользователь “платит” увеличением количества первоначально получаемой информации, поскольку объем данных, занимаемый изображением, значительно больше, чем скалярных данных (например, показания датчика температуры), а в результате и снижением эффективности работы сети. Поскольку разрешение изображений, получаемых камерой, может быть разным, то объем первоначально получаемой информации зависит от конкретной задачи пользователя, тем не менее, этот объем намного больше объема в случае скалярных данных. Таким образом, “полезные” данные как бы распределяются по всему объему, занимаемому изображением.

Рассмотрим факторы, влияющие на энергопотребление сети: характеристика аппаратных средств элементов сети, частота сбора и передачи данных, которая зависит от приложения, протоколы физического и канального уровней, архитектура сети, определяющая количество уровней устройств, топология сети, используемый протокол маршрутизации, добавляющий в сеть дополнительный служебный трафик, а также общий объем передаваемых данных. Эффективность функционирования сети, главным образом, определяется количеством получаемой/передаваемой информации по отношению к затратам энергетических ресурсов. Как правило, энергетическая эффективность сенсорной сети камер рассматривается с точки зрения, если

сеть затратила меньше энергии на 1 бит переданной информации, значит, она работает энергоэффективнее. Однако, в этом случае не рассматривается, содержит ли переданный бит «полезную» информацию или нет. Для определения энергетической эффективности сенсорной сети камер предлагается рассматривать работу сети с точки зрения «полезности» передаваемых пользователю данных.

Для повышения эффективности использования энергетических ресурсов сети необходимо максимизировать количество передаваемой «полезной» информации по сети и минимизировать суммарные затраты энергии узлами сети.

Далее рассмотрим некоторые методы, связанные с обработкой данных в беспроводных сенсорных сетях. Методы обработки изображений на оконечном узле:

а) использование алгоритмов внутрикадрового сжатия изображений.

Все алгоритмы сжатия можно разделить на две категории: без потерь (RLE, LZW и т.д.) и с потерями (JPEG, JPEG 2000, алгоритм фрактального сжатия и т.д.). Алгоритмы сжатия с потерями широко распространены, поскольку они дают большую степень сжатия по сравнению с алгоритмами без потерь, несмотря на то, что качество изображения снижается.

б) предобработка изображений на узле (вычитание фона [5], детектирование движения [6], например, на основе разности пикселей нескольких кадров, бинаризация изображения, детектирование краев, и т.д.). Таким образом, сокращается количество передаваемой информации между устройствами.

в) распознавание объектов на изображениях на стороне оконечных узлов. Метод предполагает осуществление всего процесса распознавания объектов на стороне оконечных узлов. Результаты анализа передаются другим устройствам системы. Это должно позволить значительно снизить количество передаваемых по сети данных, их объем становится сравнимым с объемом данных при использовании датчиков температуры, давления, освещенности, таким образом, максимизируется «полезность» передаваемых данных.

Локальная обработка изображений на оконечном узле сокращает общее количество передаваемых по сети данных. Она может включать простые алгоритмы обработки изображений (вычитание фона для детектирования движения/объектов, детектирования краев), а также более сложные алгоритмы компьютерного зрения (такие как feature extraction, классификация объектов, scene reasoning). Таким образом, в зависимости от приложения, оконечный узел с камерой может обеспечивать разные уровни интеллектуальности, которые определяются сложностью используемых алгоритмов обработки [7]. Например, низкоуровневые алгоритмы обработки (такие алгоритмы, как вычисление разности фреймов для детектирования движения или детектирования краев) может выполнить оконечное устройство, используя основную информацию об окружении, и помочь решить или передавать изображение другим устройствам или продолжить обработку изображения на более высоком уровне.

Более сложные алгоритмы компьютерного зрения (например, выделение признаков объекта, классификация объектов и т.д.) позволяют камерам проводить базовую классификацию полученного объекта.

Кроме того, камеры могут взаимодействовать между собой путем обмена информацией о полученных признаках объектов, что позволяет в дальнейшем коллективно определять объект и его поведение. С этой точки зрения сенсорная сеть камер становится независимой от пользователя, интеллектуальной системой распределенных камер, которая обеспечивает получение актуальной информации об объекте мониторинга. Таким образом, повышенная сложность алгоритмов обработки изображений приводит к необходимости применения высокоинтеллектуальных систем видеонаблюдения, которые часто называют smart camera networks [8].

Однако нельзя однозначно сказать, что распознавание объекта всегда повышает энергоэффективность работы сети, поскольку на распознавание влияют факторы, которые могут меняться: сложность объекта распознавания, используемые алгоритмы, условия съемки. Для определения условий съемки можно использовать дополнительные датчики (освещенность, влажность и т.д.).

Для того чтобы понять, когда эффективнее передавать изображения в сыром виде, а когда в обработанном/распознанном, предлагается выделить уровни интеллектуальности, и на основе необходимого уровня судить о том, примерно сколько энергии будет затрачено и выгодно или нет проводить распознавание на оконечном узле.

Уровни интеллектуальности:

1.Сырой поток изображений.

2.Обнаружение изменений (фиксируется, что произошло какое-то изменение).

3.Что изменилось на изображении (где на изображении - локализация объекта на изображении).

4.Описание объекта.

5.Описание события (человек стоит, идет, плывет и т.д.).

Для того чтобы извлекать необходимую информацию из различных изображений, узел с камерой должен использовать различные алгоритмы обработки изображений. Один определенный алгоритм обработки изображений не может достичь той же производительности для различных типов изображений, например, алгоритм поиска лиц существенно отличается от алгоритма для обнаружения транспортного средства. Тем не менее, часто невозможно держать все необходимые алгоритмы обработки изображений в ограниченной памяти узла с камерой. Одним из решений этой проблемы является использование мобильных агентов - определенная часть программного кода отправляется центральным узлом на узлы с камерами, входящие в интересующую центральный узел область [9]. Мобильные агенты собирают и агрегируют данные, используя специальный алгоритм обработки изображения, и отправляют обработанные данные обратно на центральный узел. Кроме того, мобильные агенты могут мигрировать между узлами для выполнения определенной задачи, тем самым выполняя распределенную обработку информации [10]. Таким образом, объем данных, отправленных узлом, а также число потоков данных в сети, может быть значительно уменьшено.

В дальнейшем, планируется построение модели сети, разработка алгоритма.

Заключение

Распознавание объектов на стороне маломощных оконечных устройств может использоваться как метод повышения энергетической эффективности работы сенсорной сети камер с автономными источниками питания. В статье были рассмотрены некоторые методы обработки изображений на оконечных узлах, представлен новый подход к определению энергетической эффективности сенсорной сети камер – она рассматривается с точки зрения полезности информации для пользователя, выделяются уровни интеллектуальности сети камер.

Список литературы:

1. J. Lloret, I. Bosch, S. Sendra, A. Serrano «A Wireless Sensor Network for Vineyard Monitoring That Uses Image Processing». // Sensors. 2011. Vol.11. Pages 6165-6196.

2. Kays, R., B. Kranstauber, et al. «Camera traps as sensor networks for monitoring animal communities». // The 34th IEEE Conference on Local Computer Networks. 2009. Pages 811-818.

3. Bir Bhanu, Chinya V. Ravishankar, Amit K. Roy-Chowdhury, Hamid Aghajan, Demetri Terzopoulos «Distributed Video Sensor Networks». // Springer-Verlag London Limited. 2011.

4. Teresa A. Dahlberg, Asis Nasipuri, Craig Taylor «Explorebots: A Mobile Network Experimentation Testbed». // SIGCOMM'05 Workshops. August 22–26, 2005.

5. H.H.Kenchannavar, S.S.Kudtarkar,U.P.Kulkarni, «Energy Efficient Data Processing In Visual Sensor Network», International Journal of CS & IT, 2010.

6. R.Zilan, J.M.Barcelo-Ordinas, B.Tavli, «Image Recognition Traffic Patterns for Wireless Multimedia Sensor Networks», Wireless Systems and Mobility in Next Generation Internet, 2008.

7. S. Hengstler, D. Prashanth, S. Fong, and H. Aghajan, "Mesh-Eye: a hybrid-resolution smart camera mote for applications in distributed intelligent surveillance," in Proceedings of the 6th International Symposium on Information Processing in Sensor Networks (IPSN '07), pp. 360–369, 2007.

8. W. Wolf, B. Ozer, and T. Lv, "Smart cameras as embedded systems," Computer, vol. 35, no. 9, pp. 48–53, 2002.

9. M. Chen, S. Gonzalez, and V. C. M. Leung, "Applications and design issues for mobile agents in wireless sensor networks," IEEEWireless Communications, vol. 14, no. 6, pp. 20–26, 2007.

10. M. Chen, T. Kwon, Y. Yuan, Y. Choi, and V. C. M. Leung, "Mobile agent-based directed diffusion in wireless sensor networks", EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, vol. 2007, 13 pages, 2007.

РАСШИРЕНИЕ ОА-ЯЗЫКА ИМПЕРАТИВНОЙ ПАРАДИГМОЙ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Е.М. Шилак, Г.Н. Гончарук
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Статья посвящена развитию объектно-атрибутного (ОА) языка программирования, относящегося к классу dataflow (управление вычислениями потоком данных), созданного для управления вычислительной системой (ВС) ОА-архитектуры [1]. Парадигма dataflow идеально подходит для организации параллельных вычислений, однако слишком громоздка для программирования последовательных вычислений. Поэтому назрела естественная потребность добавления в ОА-язык элементов императивного (последовательного) программирования для расширения его функционала.

Введение

Одно из наиважнейших понятий в теории программирования — «парадигма» (стиль, набор основных приемов программирования). Одна из таких парадигм – dataflow [2,3], когда вычислениями управляется поток данных. В ней программа описывает потоковый граф, в котором операции ассоциируются с узлами графа, передача данных от одной операции к другой – с дугами (начало дуги обозначает результат операции или исходные данные, конец – вход (операнд) другой операции). Dataflow-система обеспечивает самораспараллеливание вычислений: как только на узле потокового графа получается результат вычислений, он тут же передается на другой узел в качестве операнда; как только все необходимые операнды поступают на узел графа, тут же начинается вычисление результата. Императивная (классическая) парадигма организации вычислительного процесса предполагает последовательное выполнение команд, что существенно затрудняет распараллеливание вычислений: вычислительный процесс разбивается на несколько вычислительных нитей или вычислительных процессов, требующих трудоёмкой синхронизации. Однако на алгоритмах, которые обладают низким коэффициентом распараллеливания dataflow-парадигма существенно проигрывает императивной, т.к. dataflow-программа из-за ориентации на параллельные вычисления оказывается чрезвычайно громоздкой. С этой проблемой мы столкнулись на практике во время применения ОА-языка для решения прикладных задач: организация элементарного цикла, наподобие for из Си, требовала создание двух функциональных устройств (ФУ), и их управления. ФУ – это виртуальное устройство, которое выполняет роль узла потокового графа. Логичным решением этой проблемы стало расширение функционала ОА-языка возможностью программирования в императивном стиле. Тем более в истории языков программирования случались «симбиозы» нескольких парадигм программирования в рамках одного языка. В качестве примера можно привести языки: Ruby [4] (4 парадигмы), Common Lisp [5] (4 парадигмы), Oz, [6] (7 парадигм). В акторных языках программирования (например, Caltrop [7], Erlang [8]), где акторы (автономные процедуры) работают по принципам dataflow, а тело актора пишется в императивном стиле.

Реализация императивной парадигмы В ОА-языке

Реализация элементов императивного программирования в ОА-языке потребовала не только расширение функционала языка программирования, но некоторую доработку архитектуры ОА-ВС, вылившуюся в создание специализированного функционального устройства «Универсальное АЛУ», реализующую вычислительную нить (вычислительный трек) [9]. На настоящем этапе исследования ставилась задача расширения функционала ОА-языка программирования [10].

Для решения поставленной задачи, во-первых, потребовалось определиться с набором императивных команд, реализуемых в ОА-языке. Мы решили добавить команды из языка Си. Этот выбор определен тем, что Си является наиболее распространенным языком программирования, а причиной такой популярности, прежде всего, является его практичность и удобство использования (удобный цикл for, способ записи арифметических выражений и т.д. В итоге, было принято решение внедрять в ОА-язык следующие синтаксические конструкции языка Си: арифметико-логические выражения, операции работы с матрицами, оператор условного ветвления if, оператор множественного выбора switch, цикл с предусловием while, цикл с постусловием do – while, цикл с заданным количеством итераций for, команда выхода из цикла или оператора множественного выбора break, синтаксическая конструкция объявления новой функции.

Вторая задача – реализация разбора и перевода во внутреннее представление Си-подобных арифметических выражений. Для ее решения понадобилась разработка уникального формата внутреннего представления арифметических выражений, т.к. существующие форматы – тетрады,

арифметический граф, обратная польская запись [11] – оказались неудобными для реализации в ОА-системе.

Для удобства программирования арифметико-логические выражения в ОА-языке используются не только в операциях присваивания значений переменным и, внутри условных операторов, как я языке Си, но и в нагрузках милликоманд, например, милликоманда Console.LnOut=(2+2) выведет на консоль значение 4. Разбор арифметико-логических выражений был успешно реализован в ОА-компиляторе. На рис. 1 представлен ОА-граф арифметического выражения, полученный в среде АО-программирования и моделирования.

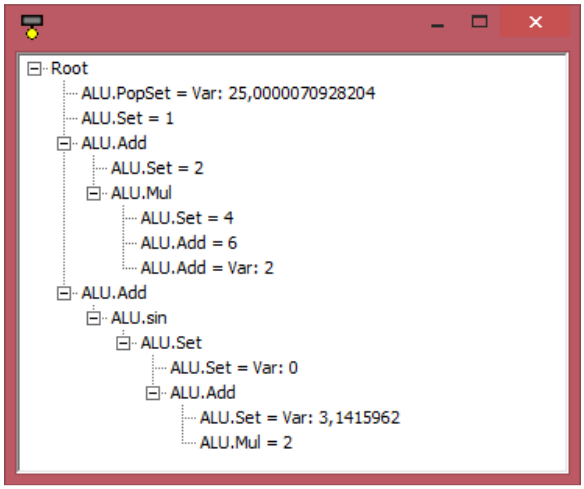


Рис.1. Внутреннее представление арифметического выражения, сгенерированное ОА-компилятором

Третья задача – встроить императивные команды в синтаксис ОА-языка. Она решилась довольно просто: в ОА-программе императивные команды располагаются в последовательности милликоманд, помещенных в описание информационной капсулы (ИК), и ОА-компилятор преобразует команды в последовательность милликоманд управления ФУ универсальное АЛУ и встраивает ее в ИК наряду с другими милликомандами. Например, фрагменту программы на рис. 2, соответствует внутреннее представление, сгенерированное в ОА-среде программирования и моделирования, представленное на рис. 3.

```
ALU.Set=3;
for(i=2;i<=10;i++)
  if(i<5)
    {Console.LnOut="---"};
  else
    {ALU.Add=2; ALU.PopMk= Console.LnOut }
 ALU.Set=0;
```

Рис.2. Фрагмент ОА-программы сочетающей в себе милликоманды и императивные команды

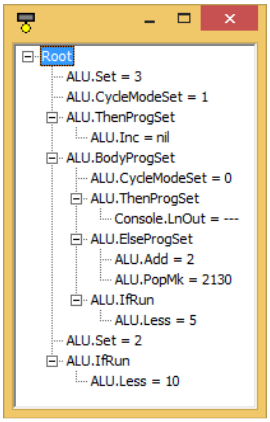


Рис.3. Внутреннее представление арифметического выражения, сгенерированное ОА-компилятором, для фрагмента кода на рис. 2

Выводы

Поставленная задача была успешно решена: функционал ОА-языка программирования был расширен включением в него возможности программирования в императивном стиле. В ходе работ был разработан новый формат внутреннего представления арифметических выражений в ОА-системе, реализован новый тип ФУ «Универсальное АЛУ», разработан синтаксис арифметических выражений и императивных команд, доработан компилятор ОА-языка.

В результате расширения своего функционала ОА-язык стал более удобным для программирования последовательных алгоритмов, а также существенно снизилась трудоемкость применения циклов.

Список литературы:

1.Сайт НИР «Исследование и разработка архитектуры и среды программирования перспективной суперкомпьютерной системы на основе динамической модели вычислений с управлением потоком данных». URL: dataflow.miem.edu.ru

2.Jurij Silk, Borut Robic and Theo Ungerer «Asynchrony in parallel computing: From dataflow to multithreading» Institut Jozef Stefan, Technical Report CDS-97-4, September 1997.

3.А.П. Стасенко Обзор потоковых языков программирования. // Проблемы интеллектуализации и качества систем информатики. Сб. статей под редакцией доктора физ.-мат. наук, профессора, чл.-корр. РАЕН В.Н. Касьянова. Серия "Конструирование и оптимизация программ". Новосибирск, 2006.

4.М. Фитцджеральд. Learning Ruby / пер. с англ. Н. Гаврилова. — 1-е изд. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 336

5.http://common-lisp.net/ или Название: Мир Лиспа. Том 1. Введение в язык Лисп и функциональное программирование Автор: Э. Хювёнен, И. Сеппянен Издательство: Мир Год: 1990 Источник: http://progbook.ru/lisp/

6.Jesse Russell,Ronald Cohn: Oz (язык программирования) Изд VSD 2013год.

7.The Scala Language Specification Version 2.7 (http://www-177 edlab.cs.umass.edu/cs530/ScalaReference.pdf

8.Simon St. Laurent Introducing Erlang. — O'Reilly Media, Inc., 2013.

9.Е.М. Шилак Реализация элементов последовательного программирования в объектно-атрибутном языке. // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ. Материалы конференции. – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. с. 130-131. URL: http://www.hse.ru/data/2014/05/05/1323265010/MIEM-2014.pdf

10. Салибекян С.М., Панфилов П.Б. Анализ языка с помощью вычислительной системы объектно-атрибутной архитектуры. // Объектные системы - 2012: материал VI Международной научно-практической конференции (Ростов-на-Дону, 10-12 мая 2012 г.) / Под общ. ред. П.П. Олейника. - Ростов-на-Дону: ШИ ЮРГТУ (НПИ), 2012. - С. 31-37 URL: http://objectsystems.ru/files/2012/Object_Systems_2012_Proceedings.pdf

11. В.А. Серебряков, М.П. Галочкин Основы конструирования компиляторов - М.: «УРСС», 1999. - 193 с.

РАСПРЕДЕЛЕНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЯХ

М.А. Герасименко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Беспроводные сенсорные сети – это технология организации сетей, основными отличиями которой является взаимодействие большого количества маломощных интеллектуальных узлов, а также энергоэффективность и длительное время автономной работы.

Целью данной статьи является обоснование целесообразности организации распределенных вычислений в сенсорной сети, а также выбор инструмента моделирования и формирование требований к модели сенсорной сети, выполняющей распределенные вычисления.

Введение

Беспроводная сенсорная сеть – основа для построения интеллектуальных систем мониторинга, которые уже применяются на предприятиях. Примером является беспроводная система охраны труда на вредном производстве, а также беспроводная система мониторинга параметров машин и механизмов на стадии приемо-сдаточных испытаний [1].

Технология беспроводных сенсорных сетей хорошо сочетается с агентно-ориентированным подходом в программировании, который пришел на смену объектно-ориентированному.

На сегодняшний день узлы беспроводных сенсорных сетей используются только лишь для сбора данных об окружающей среде и передачи их на централизованное вычислительное устройство, которое занимается обработкой этих данных.

Определения и обозначения

Распределенной вычислительной системой считается совокупность автономных узлов, которые соединены между собой с помощью компьютерной сети для решения любой задачи, требующей вычислений.

Взаимодействие между узлами осуществляется благодаря наличию дополнительного слоя, называемого промежуточным программным обеспечением, в котором происходит выполнение операций. Наличие этого слоя позволяет узлам согласовывать свои действия таким образом, чтобы их можно было воспринимать как единую вычислительную систему [2].

Программное обеспечение в распределенных вычислительных системах работает параллельно на разных процессорах, то есть каждый процессор имеет доступ только к своей локальной памяти (таким образом происходят вычисления в системах Grid). Для согласования полученных результатов узлы системы обмениваются сообщениями.

Беспроводная сенсорная сеть (в статье будет употребляться термин сенсорная сеть) - это совокупность маломощных узлов разных типов. Стандарты и технологии построения будут рассмотрены в следующем разделе.

Организация сенсорной сети

Согласно стандарту ZIgBee в сенсорной сети обязательно наличие маршрутизатора, координатора и оконечного устройства. Координатор участвует только в формировании первичной топологии сети, маршрутизатор, в дальнейшем, расширяет и перестаивает эту топологию [3]. В настоящий момент оконечные узлы не выполняют обработку информации, снятой с датчиков, а только отправляют их на централизованное вычислительное устройство. Поскольку число узлов беспроводной сенсорной сети велико, возникает вопрос, целесообразно ли поделить вычислительную задачу между узлами таким образом, чтобы минимальных мощностей и требований к памяти хватило бы для выполнения вычислений.

В качестве основы для построения сети сейчас используются микроконтроллеры ARM, MaxQ (рекордсмен по энергопотреблению 200 мА в активном режиме), TI MSP, Atmel. Модели, выпускаемые этими фирмами, обладают несколькими режимами сна, в которых контроллер потребляет меньше энергии. Например, TI MSP 430, Atmel ATMega, MaxQ. Например, TI MSP 430, работая в полноценный режиме, потребляет 1.2 мВ, а в режиме глубокого сна 0.3 мкВ. Выход из режима глубокого сна осуществляется только по внешнему прерыванию [4].

Наибольшую энергию узел сенсорной сети потребляет в момент, когда передает или принимает данные. Поскольку анализ и работа с данными сейчас не происходит в самой сенсорной сети, необходимо рассмотреть возможность произведения вычислений, распределенных между узлами, и выяснить, целесообразен ли такой подход с точки зрения энергопотребления. Для этого необходимо произвести моделирование сенсорной сети, поддерживающей распределенные вычисления, чтобы сравнить такой подход с существующим. Основным параметром оценки оптимальности модели является ее энергопотребление.

Требования к разрабатываемой модели

Важными характеристиками сенсорной сети является возможность автономной работы и максимальная энергоэффективность. Поэтому необходимым параметром разрабатываемой модели является возможность подзарядки аккумулятора от окружающей среды, например от внешних электромагнитных сигналов.

Компоненты разрабатываемого узла модели сенсорной сети, представлены ниже:

1. Датчик.
2. Операционная система.
3. Приемник.
4. Передатчик.
5. Аккумулятор с возможностью подзарядки от окружающей среды.
6. Процессор.
7. Приложения Операционной системы.

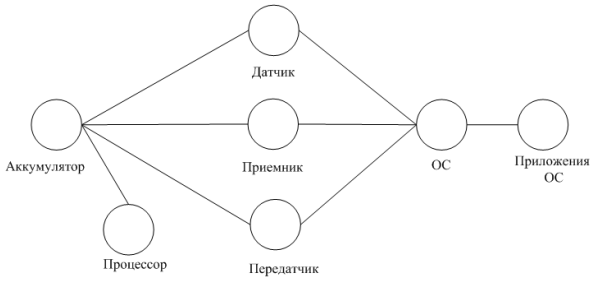


Рис.1. Структура компонента разрабатываемой модели

Инструменты моделирования

Для создания базовой модели сенсорной сети, то есть первоначальной модели без протоколов, будет использована визуальная среда моделирования Any Logic, которая разработана компанией XJTechnologies. Any Logic поддерживает основные направления в современном моделировании, а именно: дискретно-событийное, моделирование системной динамики и агентное моделирование.

Заключение

В статье сделан обзор технологии построения сенсорных сетей, а также поставлен вопрос о целесообразности организации распределенных вычислений в сенсорных сетях, как одного из методов повышения энергоэффективности сети.

Представлены требования к модели сенсорной сети, а также выбран инструмент моделирования.

Результаты данного исследования позволяют приступить в разработке базовой модели сенсорной сети в среде Any Logic.

Список литературы:

1. С. Баскаков, В. Органов - Беспроводные сенсорные сети на базе платформы MeshLogic// ООО «Высокотехнологичные системы» - URL: http://www.ipmce.ru/img/release/is_sensor.pdf (Дата обращения 20.10.2014)

2. Эммерих В. Конструирование распределенных объектов. Методы и средства программирования интероперабельных объектов в архитектурах OMG/CORBA, Microsoft/Com и Java/RMI ISBN 5-03-003405-6 М. Мир. 2002г. 510 с.

3. Восков Л. С., Ефремов С. Г. Задача увеличения времени автономной работы беспроводных сенсорных сетей в системах сбора данных и способ ее решения // Датчики и системы. 2013. № 4(167). С. 2-9.

4. Holger Karl Ad hoc and Sensor Networks Chapter 2: Single node architecture // Computer Networks Group Universität Paderborn - URL: http://www.uta.edu/utari/acs/ee5369/Karl%20slides/sensys-ch2-single-node.pdf (Дата обращения 02.11.2014).

5. Трифонов С. В., Холодов Я. А. Исследование и оптимизация работы беспроводной сенсорной сети на основе протокола ZigBee»// КОМПЬЮТЕРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЕ 2012 Т. 4 № 4 С. 855−869.

6. Карпов А.В. Энергетическая эффективность беспроводной сенсорной сети камер с автономными источниками питания// Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ НИУ ВШЭ. Тезисы докладов. - Москва: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013.- 316, стр. 138-140/

ИМИТАЦИЯ НАВИГАЦИОННОГО ПОЛЯ СИГНАЛОВ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС

А.М. Головина, И.В. Львова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Рассматриваются современные подходы к имитации навигационного поля сигналов глобальной навигационный спутниковой системы ГЛОНАСС для проверки характеристик навигационной аппаратуры потребителей.

Введение

При разработке и выпуске навигационной аппаратуры потребителей (НАП) используются различные методы испытаний. При разработки НАП необходимо проверять правильность выбранных алгоритмов и примененных схемотехнических решений. На этапе серийного производства НАП требуется проверка на соответствие выпускаемой аппаратуры требованиям заданных технических условий. Отсюда следует, что повышение качества функционирования НАП в процессе эксплуатации, напрямую зависит от выбранных методов испытаний на всех этапах ее создания.

Современные подходы к имитации навигационного поля сигналов ГЛОНАСС

Современные методы испытаний НАП основаны на использовании имитаторов сигналов СРНС. Имитатор сигналов СРНС имитирует навигационное поле сигналов от различных группировок СРНС, принимаемое НАП, расположенной на объекте, движущемся по заданной траектории в заданное время. Испытания НАП с использованием имитатора сигналов СРНС представляют собой вариант полунатурного моделирования ситуации приема сигналов СРНС, при которой возможно проигрывание различных сценариев воздействий, как на условия распространения сигнала, так и на движение самого объекта, оснащенного НАП.

Применение имитаторов сигналов СРНС в комплексе полунатурного моделирования позволяет в условиях лаборатории:

- получать гарантированную повторяемость сеансов, не зависящую от внешних факторов;
- проверять аппаратуру НАП, моделируя прием сигналов СРНС в любой точке Земли и космическом пространстве;
- проверять динамические характеристики НАП и оптимизировать настройку их параметров под конкретные объекты, на которых она будет установлена;
- резко сократить число дорогостоящих натурных испытаний.

Современный имитатор представляет собой комплекс аппаратуры, который работает в соответствии с программой воспроизведения навигационных сценариев.

Сценарии имитации, в соответствии с которыми производится функционирование имитатора, позволяют программировать работу имитатора по проведению испытаний в соответствии с требованиями, предъявляемыми к НАП. Сценарии создаются с помощью редактора навигационных сценариев.

Редактор навигационных сценариев, представляет собой сложный программный комплекс, который на основе траекторных данных, альманахов и оперативной информации производит:

- расчет с заданным шагом моделирования расстояния от каждого навигационного спутника да объекта;
- формирование кадров навигационной информации, в соответствии с интерфейсным контрольным документом (ИКД);
- изменение уровней сигнала от каждого спутника в зависимости от диаграммы направленности антенны НАП и ее расположения на объекте.

Кроме того в редакторе учитывается условия распространения сигналов – ионосферная и тропосферная задержки.

Редактор навигационных сценариев позволяет создавать сценарии одновременного имитирования двух объектов, оснащенных НАП, что позволяет имитировать такие актуальные навигационные задачи как дозаправка в воздухе, посадка вертолета на корабль и т.д.

Отдельный класс испытаний – воспроизведение навигационной обстановки по результатам реальных испытаний. В этом случае требуется наиболее точное моделирование движения спутников. Для этого используются данные службы IGS, которые позволяют, путем применения дополнительной математической обработки, получить траекторные данные с сантиметровой точностью на любой момент времени в прошлом. При этом используется реальная навигационная оперативная информация и информация альманахов, соответствующая точному времени проведения испытаний.

Для создания траекторий движения объектов в состав имитатора включен редактор траекторий, позволяющий детально описывать динамику объекта, задавая основные кинематические параметры – скорости, ускорения, рывки, а также ориентацию объекта – углы курса, крена и тангажа.

Зависящие от времени параметры траектории (скорости, ускорения, рывки, высота, углы ориентации и т.д.) отображаются на графиках, а сама траектория отображается на векторной или растровой карте, а также в 3D виде.

Отдельные элементы созданной траектории могут быть сохранены в библиотеке и быть использованы в дальнейшем в качестве типовых элементов.

Программа имеет настраиваемый графический интерфейс, основанный на перемещаемых стыкуемых окнах.

Для имитации сигналов СРНС с учетом диаграммы направленности антенны (ДНА) НАП в состав программно – математического обеспечения имитатора включен редактор ДНА, который позволяет создавать трехмерные модели ДНА с помощью набора сечений, в которых задается уровень ослабления сигнала в зависимости от угла возвышения.

Наряду с описанным имитатором, существует имитатор пространственных сигналов и помех, предназначенный для оценки характеристик помехозащищенной НАП. Имитатор имеет 12 независимых излучателей, каждый из которых излучает сигнал одного спутника СРНС, и 6 независимых излучателей помеховых сигналов. Излучатели помеховых сигналов способны формировать одновременно набор тональных и шумовых помех, превышающих уровень навигационного сигнала в диапазоне от 0 до 90 дБ.

Список литературы:

1. Харисов В.Н., Перов А.И., Болдин В.А. и др. Глобальная спутниковая радионавигационная система ГЛОНАСС. - М.:ИПРЖР, 1999. - 560 с.

2. Шебшаевич В.С., Дмитриев П.П., Иванцевич Н.В. и др. Сетевые спутниковые радионавигационные системы. - М.: Радио и связью, 1982. - 272 с.

ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ МОБИЛЬНЫХ СИСТЕМ ЗАХВАТА ДВИЖЕНИЯ

А.А. Петухов
НИУ ВШЭ
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В работе рассмотрены различные факторы, влияющие на точность беспроводных систем захвата движения с автономными источниками питания, работающих в реальном времени. Предлагается к обсуждению проблема повышения точности этих систем.

Введение

Захват движения - это измерение позиции и ориентации объекта в физическом пространстве и последующая запись этой информации в воспринимаемой компьютером форме. Объектами измерения могут выступать как тела людей, лица, так и различные предметы, светящиеся объекты и т.д.

Мобильная система захвата движения - это аппаратно-программный комплекс, в общем случае состоящий из следующих компонентов (рис. 1):

- Измерительные сенсоры (аналоговые и цифровые)
- Аналого-цифровые преобразователи
- Микроконтроллеры
- Беспроводной интерфейс
- Конечное устройство

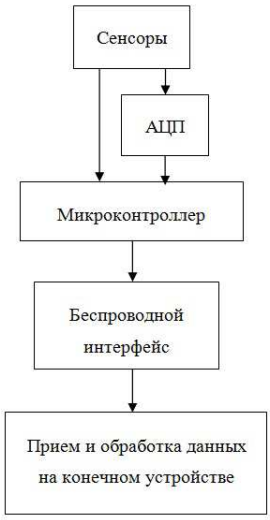


Рис.1. Схема работы беспроводной системы захвата движения

Точность является основным параметром любой измерительной системы. Проблема повышения точности становится сложной, когда система состоит из нескольких компонентов. Повышения данного показателя на одном компоненте системы может не дать результатов для всей системы и быть нецелесообразным.

Цель данной статьи - дать понятие точности мобильной системы захвата движения. Определить и исследовать компоненты системы, влияющие на ее точность. Предложить метод повышения точности всей системы в целом.

Точность мобильной системы захвата движения

Рассматриваемая система захвата движения является системой реального времени, поэтому точность системы складывается из двух основных параметров:

1. Точность сенсоров
2. Быстродействие системы

Так как датчик является измерительным устройством, он обладает погрешностью. Точность характеризуется погрешностью. А быстродействие системы определяется быстродействием самих сенсоров, быстродействием вычислительных модулей и пропускной способностью проводных и беспроводных интерфейсов. Оно также является критерием точности.

Задачу повышения точности системы захвата движения можно записать следующим образом:

$$R_i(t_j) = K_i(\delta_i) * R_i(t_{j+1}) \quad (1)$$

$$K_i \to 1 \quad (2)$$

$$(t_j - t_{j+1}) \to 0 \quad (3)$$

N - количество сенсоров в системе, i - порядковый номер сенсора от 1 до N. $R_i(t_j)$ - реальная ориентация объекта, к которому приложен i-й сенсор в момент времени t_j $K_i(\delta_i) * R_i(t_{j+1})$ - ориентация виртуального объекта в мо-

мент времени t_{j+1}, где $K_i(\delta_i)$ - коэффициент искажения реальной ориентации в момент времени t_j, а δ_i - относительная погрешность сенсора (собственная или полученная в результате пост-обработки).

Любому сенсору требуется некоторое время, чтобы среагировать на изменение входного сигнала, обозначим его $t_{\text{сенсора}}$. Чтобы работать с аналоговым сигналом на ЭВМ, его необходимо оцифровать. $t_{\text{оцифровки}}$ - время работы аналого-цифрового преобразователя. $t_{\text{передачи}}$ - время затраченное непосредственно на передачу данных по беспроводным и проводным каналам. $t_{\text{обработки}}$ - время затраченное на обработку сигнала на всех стадиях. Таким образом, момент времени $t_{j+1} = t_j + t_{\text{сенсора}} + t_{\text{оцифровки}} + t_{\text{передачи}} + t_{\text{обработки}}$

Формулы (1),(2) и (3) показывают, что идеальная система минимально искажает данные об ориентации объекта в пространстве и передает их максимально быстро.

Факторы, влияющие на точность отдельных компонентов системы

Сенсоры. Любое измерительное устройство обладает погрешностью. Природа этой погрешности может быть совершенно разной. Также у сенсоров, используемых в системах реального времени, важным параметром является их время отклика. Оно обозначает время, потраченное на прием, обработку и выдачу данных. Эта характеристика может трактоваться как быстродействие или пропускная способность сенсора.

Математическое представление ориентации объекта в пространстве. Для описания вращения и перемещения объекта используются различные математические аппараты, использующие достаточно большое количество вычислений [1]. Так как все вычисления производятся на 8, 16-ти или 32-х разрядных ЭВМ, могут накапливаться ошибки из-за ограничения разрядной сетки.

Аналого-цифровое преобразование. Для обработки аналогового сигнала на любой ЭВМ, его необходимо перевести в цифровой. При этом происходит дискретизация по времени и квантование по уровню. Эти процедуры всегда являются упрощением (аппроксимацией), то есть теряется часть информации о сигнале. Это может отрицательно влиять на точность выходного сигнала [2]. Устройство, выполняющее данные действия называется аналогово-цифровой преобразователь (АЦП). От его параметров зависит, насколько качественно может быть оцифрован сигнал.

Аналого-цифровое преобразование сигнала включает в себя два этапа:

1. Дискретизация сигнала по времени
2. Квантование по уровню

Частота дискретизации равна $f_{\text{Д}} = \frac{1}{T}$, где T - период отсчетов дискретизации. Согласно теореме Котельникова, сигнал оцифровывается без потерь, если частота дискретизации АЦП больше удвоенной максимальной частоты спектра сигнала (4).

$$f > 2f_c \tag{4}$$

Проводные цифровые интерфейсы. Ограниченная пропускная способность интерфейсов может влиять на скорость и качество передачи данных с сенсоров на конечное устройство. Пропускная способность всех цифровых интерфейсов зависит от частоты тактового сигнала и количества подключенных устройств. В общем случае, частоту **F** цифрового интерфейса можно рассчитать по следующей формуле (5):

$$F = \frac{F_{\max}}{\sum_{i=1}^{N} P_i + N * P'} \tag{5}$$

Где $F_{\max}$ (бит/с) - максимальная пропускная способность интерфейса с учетом подключенных сенсоров. N - количество подключенных сенсоров. $\sum_{i=1}^{N} P_i$ - сумма всех пакетов данных с сенсоров в битах. P' - служебная информация, отправляемая устройствам (в битах).

Беспроводные интерфейсы. Передавать данные по беспроводному каналу можно по принципу FIFO, а можно накапливать и отправлять одним пакетом. В мобильных системах захвата движения беспроводной интерфейс очень часто является узким местом системы из-за низких скоростей используемых энергоэффективных протоколов, особенно при подключении большого количества датчиков. Беспроводной интерфейс может негативно влиять на точность системы в случаях, когда:

- Происходит потеря пакетов с полезными данными
- Скорость передачи пакетов ниже допустимого уровня

Предложенный метод повышения точности

Мобильная система захвата движения может состоять из большого количества сенсоров и микроконтроллеров, объеденных проводной и беспроводной связью. Точность каждого компонента системы, при необходимых условиях, может быть повышена. При этом все улучшения точности или пропускной способности на компоненте N могут быть потеряны на следующем компоненте N+1. Поэтому необходимо рассматривать систему целиком. Также следует учесть, что повышение точности одного компонента может привести к падению точности других.

Для решения этой задачи предложена математическая модель мобильной системы захвата движения. Представим ее в виде ориентированного графа $G\{V_i, E\}$ (рис. 2), где V_i - множество вершин, обозначающих модули системы. E - множество дуг (ребер), обозначающих связи. Рассматриваемая система может состоять из следующих модулей:

- Аналоговые сенсоры (**A**)
- Цифровые сенсоры (**D**)
- Аналого-цифровые преобразователи (**ADC**)
- Микроконтроллеры (**MC**)
- Беспроводные приемопередатчики (**W**)
- Оконечное устройство (**PC**)

Из них можно выделить 2 различных типа связи:

1.A - ADC - аналого-цифровое преобразование

2.Остальные - интерфейс передачи данных

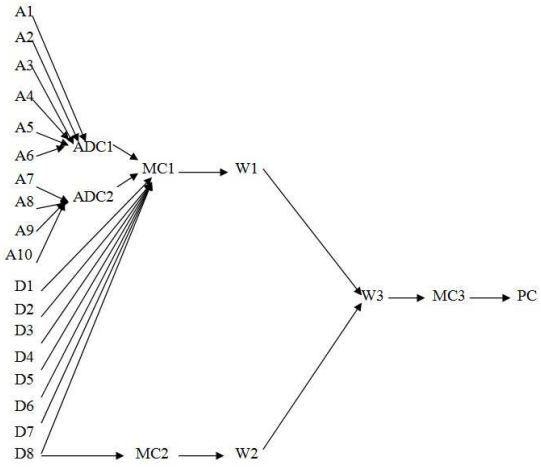


Рис.2. Орграф взаимодействия компонентов системы захвата движения

Задача данной модели состоит в том, чтобы определить полный путь передачи измеренных данных с каждого сенсора.

Будем рассматривать только параметры, влияющие на точности системы:

- погрешность сенсоров
- быстродействие

Погрешность сохраняется, если данные переданы на конечное устройство без искажения. Погрешность может быть уменьшена на одном из модулей системы. Быстродействие сохраняется, если, двигаясь по графу от любого сенсора к конченому устройству (PC), частота передачи данного сигнала не падает. Параметры для АЦП, разрешение и дискретизация, будут считаться отдельно.

На данном этапе предполагается, что имеется возможность отследить частоту передачи и погрешность конкретного пакета на всем пути до конечного устройства. Таким образом, математическая модель показывает "узкие" места системы относительно точности.

Заключение

В результате проведенной работы дано новое понятие точности системы захвата движения реального времени, определены и исследованы компоненты мобильной системы захвата движения, влияющие на ее точность. Предложена математическая модель мобильной системы захвата движения, позволяющая определять точность как всей системы, так и ее компонентов. В дальнейшем планируется развитие математической модели для определения конкретного взаимовлияния различных компонентов системы.

Данное научное исследование (проект № 14-05-0064) выполняется при поддержке Программы "Научный фонд НИУ ВШЭ" в 2014г.

Список литературы:

1. Diebel J. Representing Attitude: Euler Angles, Unit Quaternions, and Rotation Vectors. USA: Stanford University, 2006
2. Arora M. ADC "accuracy" and "resolution" are not the same. EETIMES, 2010

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: АКТУАЛЬНОСТЬ, РЕШЕНИЯ, ПРОБЛЕМАТИКА

[1]А.И. Арзамасова, [2]А.Ю. Ролич, [3]Е.С. Мартюкова
[1]НИУ ВШЭ, Факультет гуманитарных наук
[2]НИУ ВШЭ, Департамент компьютерной инженерии
[3]НИУ ВШЭ

Аннотация

В работе рассматривается одна из самых актуальных тенденций развития информационных технологий InternetofThings (IoT). Проводится обзор и анализ решений, разработанных в соответствии с концепцией Интернета вещей. Исследуются ключевые проблемы развития данной концепции и пути и решений.

Данное научное исследование (исследовательский проект № 14-05-0064) выполняется при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014г.

Введение

Интернет Вещей, ИВ (англ. Internet of Things, IoT) — концепция вычислительной сети физических объектов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой[1], рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключающее из части действий и операций необходимость участия человека[2].

Наполнение концепции «Интернета Вещей» многообразным технологическим содержанием и внедрение практических решений для её реализации, начиная с 2010-х годов считается восходящим трендом в информационных технологиях[3], прежде всего, благодаря повсеместному распространению беспроводных сетей, появлению облачных вычислений, развитию технологий межмашинного взаимодействия, началу активного перехода на IPv6[4] и освоению программно-конфигурируемых сетей.

Многие повседневные объекты уже включают встроенные микроконтроллеры и все чаще включают беспроводные интерфейсы. С добавлением сетевого интерфейса люди и машины могут контролировать и управлять такими объектами на расстоянии через Интернет, запрашивая и изменяя их состояние.

Наиболее важными отличиями "Интернета вещей" от существующего Интернета являются:

- фокус на машинах, а не на человеке;
- существенно большее число объектов;
- существенно меньшие размеры объектов и невысокие скорости передачи данных;
- фокус на считывании, а не на коммуникациях;
- необходимость создания новой инфраструктуры и альтернативных стандартов;
- объективность данных.

Таким образом, экосистема ИВ только формируется вокруг инноваций: новых платформ для подключения объектов физического и виртуального мира, технологий, процессов, стандартов.

Актуальность

ИВ находит применение во множестве отраслей экономики, специализированных процессах, повседневной жизни. Сегментация по сферам применения включает:

- Городская среда и общественная безопасность («умные» города, подключенные здания, «умные» счетчики для ЖКХ, «умный» транспорт, технологии геолокации и другие);
- Розничная торговля и банковские услуги (RFID, NFC, электронные платежные устройства и системы);
- Электроэнергетика («умные» электросети, энергосберегающие технологии);
- Здравоохранение (удаленная поддержка пациентов и пожилых людей);
- Частная жизнь («умный» дом, «умные» автомобили, потребительская телематика) и другие.

Интернет вещей позволяет создать динамические сети, состоящие из миллиардов и триллионов таких вещей, коммуницирующих между собой. Таким образом, обеспечится сплав цифрового и физического миров, для которого приложения, сервисы, компоненты связующего ПО и оконечные устройства — это вещи. У каждой из вещей реального физического мира в ИВ будет цифровой двойник, ее виртуальное представление. Эти цифровые аналоги смогут воспринимать информацию из окружающего мира, вступать во взаимодействие, обмениваться данными. В результате сложится совершенно новая среда, где интеллект, заложенный в приложения, позволит оценивать происходящее в физическом мире, учитывать накопленные ранее сведения и опыт для поддержки принятия решений. В такой среде создаются качественно иные, чем сегодня, условия для бизнеса, для охраны здоровья, для обеспечения экологической безопасности и всего остального, что нас окружает. Разумеется, вся эта автоматизация не исключает человека, уровень автоматизации уже сегодня пора огра-

ничить, не доводя его до той черты, когда человек теряет чувство ответственности за происходящее.

Нужно отметить, что Интернет Вещей включает в себя самые своевременные технологии такие, как RFID, Облачные сервисы, SCADA, NFC, Zigbee, CEP, IDS и другие.

Решения

В данный момент разработано достаточно большое количество решений в области Интернета вещей. Такие решения можно разделить на технологические решения (специализированные протоколы передачи данных, сетевые протоколы IPv6, REST архитектура, облачные и энергоэффективные технологии и др.) и платформы для взаимодействия с Интернет вещами (Xively, ThingWorx, EVRYTHNG, SmartThings, ThingWorx, WoTKit, Thinger [5], GO+, Thingful и др.).

Особое внимание следует обратить на проект IoTivity. Организация LinuxFoundation, курирующая широкий спектр работ, связанных с развитием Linux, представила предварительный выпуск проекта IoTivity, в рамках которого развивается открытый программный фреймворк для обеспечения бесшовного связывания различных устройств, в соответствии с концепцией Интернет вещей. Обеспечена интеграция с платформами Ubuntu, Arduino, Tizen, Android, YoctoLinux, OS X, iOS и Windows. Фреймворк развивается в качестве эталонной реализации стандартов по взаимодействию компонентов Интернета вещей, разрабатываемых консорциумом OIC (OpenInterconnectConsortium), и обеспечивает решение таких задач как обнаружение устройств, управление устройствами, организация передачи данных, аутентификация, разграничение доступа и управление данными.

IoTivity не привязан к конкретным технологиям организации канала связи и может использовать такие виды транспорта, как Bluetooth, WiFiDirect, ZigBee, Z-Wave и ANT+. Разработка фреймфорка параллельно с развитием стандартов для Интернета вещей и поставка под свободной лицензией позволит обеспечить переносимость между различными видами продуктов и сервисов, независимо от производителя и области применения, в том числе между компонентами "умного дома", автомобильными системами, средствами промышленной автоматизации и медицинскими устройствами.

Проблематика

Развитие Интернета вещей несет собой не только новые возможности, но и новые угрозы и проблемы, которые требует немедленного решения. Среди таких проблем выделим:

1. Этика

Интенсивное развитие сети интернет сопровождается рядом этических проблем. Появление Интернета вещей даёт новый виток развитию этих проблем. Среди таких проблем нужно выделить:

- Вездесущность и распространённость
- Социальное неравенство
- Дискриминация
- Доверие
- Миниатюризация
- Угроза автономии
- Идентификация
- Ментальная зависимость
- Непредсказуемость

2. Стандартизация

Проблема создания новых критериев качества для систем Интернета вещей и стандартизация в данный момент стоит наиболее остро. Выделим основные организации, занимающиеся решением проблем стандартизации Интернета вещей:

1. Международный союз электросвязи

Сектор стандартизации телекоммуникации Международного союза электросвязи (InternationalTelecommunicationUnion, ITU) реализует сегодня три глобальные инициативы (GlobalStandardsInitiative, GSI). Одна из таких инициатив – IoT-GSI (GlobalStandardsInitiativeonInternetofThings) – посвящена стандартизации Интернета вещей [6].

IoT-GSI строит свою работу, исходя из усилий ITU в таких областях, как сетевые аспекты идентификационных систем (NID), всепроникающие сенсорные сети (USN), межмашинная связь (M2M), WEB вещей (WoT) и др. В рамках серии ITUY.2xxx, посвящённой сетям следующего поколенияNGN, уже утверждены первые рекомендации, касающиеся непосредственно Интернета вещей: Y.2060 «Обзор Интернета вещей»,Y.2063 «Основа WEB вещей» иY.2069 «Термины и определения Интернета вещей». В последние годы принят также ряд рекомендаций ITU в смежных областях, которые затрагивают Интернет вещей: Y.2061, Y.2062, серияH.642x, F.747.1 и др.

2. Европейский проект по архитектуре Интернета вещей (IoT-A)

Основной целью деятельности Европейского интеграционного проекта IoT-A (Internet-of-ThingsArchitecture)[7], в который входят компании Siemens, NEC, Alcatel-Lucent, Hitachi, NXP, SAP, Telefonica, IBM и др., является разработка эталонной архитектурной модели (ArchitecturalReferenceModel, ARM) Интернета вещей с описанием основных компонентов, которая позволила бы интегрировать разнородные технологии ИВ в единую взаимосвязанную архитектуру.

3. Европейский исследовательский кластер Интернета вещей IERC

Неправительственная ассоциация «Европейский исследовательский кластер Интернета вещей» (IoTEuropeanResearchCluster, IERC)[8] с 2010 г. осуществляет координацию различных проектов Евросоюза (ЕС) в области ИВ с целью определения общего понимания принципов и технологий, а также координации проектов европейских разработчиков. Деятельность IERC в области ИВ направлена на достижение общего понимания путей, средств и методов развития ИВ.

4. Альянс IPSO

Некоммерческий альянс IPSO (IPforSmartObjects) [9] с 2008 г. объединяет различные сообщества, компании и организации в целях продвижения протокола межсетевого взаимодействия IP как коммуникационной среды для «умных объектов». Целями альянса являются разработка способов применения протокола IP для доступа к «умным вещам», создание и обновление необходимых стандартов в кооперации с IETF, IPv6 Forum, Z-WaveAliance, Zigbee, определение эффективных способов использования «умных вещей» с IP, маркетинг.

5. Глобальный партнёрский проект oneM2M

В 2012 г. был создан Глобальный партнёрский проект [10], способствующий формированию общедоступных и общепризнанных технических спецификаций и технических отчётов, которые относятся, прежде всего, к уровню услуг M2M.

В рамках проекта oneM2M созданы четыре рабочие группы по направлениям: технические требования, архитектура, безопасность, управление, общее описание объектов и семантика. Результаты исследований носят пока предварительных характер, разрабатываемые документы находятся на стадиях согласования.

3. Безопасность.

Интернет вещей не только существует, неся нам огромные удобства, удовольствия и преимущества, но и создает серьезные проблемы для информационной безопасности.

С одной стороны, повсеместно развернутые сети датчиков сулят нам светлое будущее: новый мир полезных приложений – от интеллектуальных систем освещения, отопления и кондиционирования, автономных уличных фонарей, способных общаться друг с другом, регулировать свою яркость по мере необходимости и проводить мониторинг транспортных потоков, до встроенных в одежду микросенсоров, следящих за пульсом и другими важными параметрами жизнедеятельности человеческого организма. Ценность сетевых соединений еще больше возрастет в эпоху Всеобъемлющего Интернета (InternetofEverything, IoE), который свяжет воедино людей, процессы и физические объекты.

Вместе с тем все эти новшества создают целый ряд проблем с информационной безопасностью:

1. Классификация данных и их приоритетность
2. Безопасностьличных данных
3. Непредсказуемые техногенные катастрофы
4. Политика конфиденциальности

Новые подходы к кибер-безопасности необходимы для решения вопроса доступа к данным сети для их совместного использования. Участники должны гарантировать друг другу, что с таким количеством постоянно движущихся данных между огромным количеством различных сетей и организаций не будет никакого нарушения их отдельных прав и обязательств.

В то же время, как вся система ИВ подразумевает создание новых проблем безопасности в киберпространстве в будущем, его использование в некоторых случаях делает крайне актуальной необходимость обеспечения безопасности уже сейчас. Судите сами: 85% «критической инфраструктуры» Америки (электрическая сеть, газо- и нефтепроводы, мосты и туннели) находится в частном секторе, где кибер-безопасности фрагментирована и неравномерна. Эти рынки уже агрессивно заинтересованы в проверенных системах ИВ, которые потенциально могут сократить затраты и повысить производительность. Однако эта сложная сеть может быть защищена как совместный актив за счет многочисленности заинтересованных сторон. Более того, государственные ресурсы с их собственнымуникальным разработками в области кибер-безопасности находятся на критическом уровне. Не будет преувеличением заявить, что функционирование инфраструктуры общества и наш доступ к достаточному количеству энергии зависит от создания нами новых режимов кибер-безопасности, ориентированных на «Интернет вещей».

4. Централизация

Сегодня большинство существующих приборов, имеющих выход в глобальную сеть, представляют собой изолированные острова, которые не могут взаимодействовать, обмениваться информацией и использоваться совместно для достижения максимальной пользы. Причиной этого является отсутствие единых стандартов и наличие множества закрытых протоколов и технологий. Переход на Web-ориентированную платформу с применением открытых стандартов позволит использовать единые форматы представления данных и протоколы для организации взаимодействия и совместного использования устройств. В результате разработчики легко смогут создавать мобильные, Web- или Desktop-приложения без необходимости изучения протоколов каждого отдельного устройства.

Заключение

В работе рассмотрена одна из самых актуальных тенденций развития информационных технологий. Приводится обзор и анализ решений, разработанных в соответствии с концепцией Интернета вещей. Представлены ключевые проблемы развития данной концепции и пути и решений.

Список литературы:

1. Восков Л. С. Интернет вещей // В кн.: Новые информационные технологии. Тезисы докладов XXмеждународной студенческой конференции-школы-семинара / Науч. ред.: В. Н. Азаров, С. А. Митрофанов, Ю. Л. Леохин, Н. С. Титкова. М. : МИЭМ, 2012. С. 89-94.
2. Kevin Ashton. That ‘Internet of Things’ Thing. In the real world, things matter more than ideas . RFID Journal (22 June 2009). URL: http://www.rfidjournal.com/articles/view?4986 (датаобращения 17.10.13).
3. Hung LeHong, Jackie Fenn. Key Trends to Watch in Gartner 2012 Emerging Technologies Hype Cycle. Forbes Journal (18 September 2012). URL: http://www.forbes.com/sites/gartnergroup/2012/09/18/key-trends-to-watch-in-gartner-2012-emerging-technologies-hype-cycle-2/ (датаобращения 17.10.13).
4. Леонид Черняк. Платформа Интернета вещей. Открытые системы. СУБД, №7, 2012. URL: http://www.osp.ru/os/2012/07/13017643/(дата обращения 17.10.13).
5. ВосковЛ. С., ПилипенкоН. А. THINGER: WEB-Oriented platform for interaction between smart things // Вкн.: Distributed computer and communication networks: control, computation, communications (DCCN-2013). M. :Техносфера, 2013. С. 289-293.
6. Internet of Things Global Standards Initiative. URL: http://www.itu.int/en/ITU-T/gsi/iot/Pages/default.aspx (дата обращения 16.10.13).
7. Internet-of-Things Architecture. URL: http://www.iot-a.eu (датаобращения 16.10.13).
8. European Research Cluster on Internet of Things. URL: http://www.internet-of-things-research.eu (дата обращения 16.10.13).
9. IPSOAlliance.URL: http://www.ipso-alliance.org (дата обращения 16.10.13).
10. Тихвинский В.О., Партнёрский проект oneM2M// Электросвязь. – 2012. - №11.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ЭМУЛЯТОРА ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ ДЛЯ ВИРТУАЛЬНОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМА

И.С. Капитонов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе предлагается возможность расширения курса "системное программное обеспечение" за счёт применения бесплатного пакета программного обеспечения с открытым исходным кодом GNS3.

Проблема

Для целей курса "системное программное обеспечение" приходится выполнять конфигурирование виртуальной сети средствами пакета VirtualBox, что не всегда достаточно гибко, и мало наглядно.

Теоретическое решение

Типовые задачи подразумевают настройку ОС Free BSD на нескольких виртуальных машинах. Так же, настраивается локальная сеть на виртуальной машине VirtualBox. Ввиду ограниченности возможностей конфигурирования сетей и отсутствия наглядности, предлагается использовать продукт GNS3. В последнее время среда получила большое развитие. Наравне версией для Linux, дистрибутив программы, разработанный под Windows, так же стал стабильным и легко конфигурируемым. Данное программное обеспечение поставляется большим пакетом, и представляет пользователям возможность в учебных целях эмулировать популярное сетевое оборудование Cisco, Juniper, систему Mirotik RouterOS со стандартизированными сетевыми интерфейсами, маршрутизаторы на базе OpenWRT и DD-WRT (аналогично с RouterOS, доступны не все типы интерфейсов). Реализована возможность подключать сетевые интерфейсы эмулируемых устройств к реальным сетевым интерфейсам на хостовой системе. Это, вкупе с поддержкой различных сетевых систем, является основополагающим условием для выбора продукта. В элементарном случае есть возможность подсоединить несколько виртуальных хостов к одному виртуальному коммутатору, доступного в базовой конфигурации сразу после установки, и уже на базе этого изучать сетевое взаимодействие программ, отслеживать трафик.

Стоит отметить, что пакет GNS3 выполняет эмуляцию сети, как и эмуляцию ОС не самостоятельно -- посредством утилит Dynamips и QEMU соответственно. В программе так же предусмотрена возможность удалённой эмуляции сетевого устройства, что делает систему в целом не только легко доступной простому пользователю, но и масштабируемой: узлы со сложными программами анализа трафика могут работать на разных лабораторных компьютерах.

Практическая реализация

В целях исследования перспектив использования продукта GNS3 в качестве виртуальной лаборатории для курсов "системное программное обеспечение" и дисциплин, связанных с сетевыми технологиями, был создан тестовый стенд на базе двух лабораторных компьютеров под ОС Windows (для пользователей) и ОС Linux (для эмуляции на QEMU). Основные характеристики машин: Intel Core i7-4790S, 8gb DDR3 1600, Intel Gigabit LAN. На компьютере с Windows работали четыре виртуальных машины с OS Linux Ubuntu 10.10 Server, одна виртуальная машина с Windows7. На компьютере с Linux проходила эмуляция последовательно включенного сетевого оборудования: Cisco Catalyst 7200 и системы RouterOS. Нагрузочные тесты показали пропускную способность сети порядка 210 мбит/сек, что есть хороший результат для учебных задач, если учитывать, что маршрутизаторы работают абсолютно удалённо. Так же было выявлено, что QEMU-эмуляторы, на которых работает сетевое оборудование Cisco можно настроить для оптимальной работы, вычислив экспериментально показатель "IDLE PC". Без вычисления этого показателя эмулятор занимает одно процессорное ядро на 100%, с показателем эмуляция происходит несколько реже, что даёт возможность без потерь производительности запускать несколько эмуляторов на одном процессорном ядре, что немало важно в случае увеличения количества оборудования, или же в случае более бюджетных учебных компьютеров. Для системы RouterOS использовался так же эмулятор QEMU, однако, его можно полностью заменить системой Virtualbox, настроив в последней сетевые интерфейсы соответствующим образом. Это обеспечивается тем, что Mikrotik предоставляет версии системы одновременно для нескольких платформ, включая x86. К ряду преимуществ использования комплекса GNS3 относится возможность быстрого запуска монитора сетевой активности Wireshark с настроенными фильтрами отображения перехваченных пакетов, прямо из главного окна программы, применимо к выбранному интерфейсу. В лабораторном практикуме это могло бы быть использовано, например, для диагностики конфликтов с DHCP серверами. Одной из особенностей GNS3 является возможность добавить в среду эмуляции системные сетевые интерфейсы, например, виртуальный сетевой адаптер VmWare/VirtualBox, что было использовано для подключения к стенду вышеуказанных виртуальных машин, или же реальный сетевой интерфейс. С одной стороны добавление в виртуальную среду реального адаптера ведёт к возможности наращивать виртуальную сеть реальными машинами (провести эмуляцию оборудования Cisco), объединять несколько стендов. С другой стороны это может стать причиной сбоев в реальной сети, которые возникнут из-за конфликтов сетевых адресов и служб, работающих с широковещательными данными, например, DHCP. Последнее для университетской локальной сети столь же опасно, что и подключение обычного домашнего роутора портом LAN. Впрочем, конфигурация и изолированность сетей лабораторий от остальной инфраструктуры должна быть задачей соответствующих компетентных департаментов.

Опыт так же показал, что возможность добавить внешние эмуляторы полезна, однако, в ней нет необходимости в случае небольших сетей. Для повышения производительности реально не хватило возможности использовать сетевые интерфейсы удалённой машины, на которой выполняется эмуляция сетевого устройства, что привело бы разгрузке канала между компьютером с GNS3 и компьютером с эмулятором. С другой стороны, была бы потеряна возможность отслеживать трафик в канале.

Аннотация

Рассмотренный пакет программного обеспечения имеет широкие возможности для увеличения наглядности курса "системное программное обеспечение", а так же даёт поле для создания современных и полезных учебных задач, которые можно решить в уже имеющейся компьютерной лаборатории.

Использованные материалы:

- http://xwizard-test.blogspot.ru/2012/11/dynamips-dynagen-cisco-gns.html (доступ 15 дек 2014)
- http://www.go-to-easyit.com/2011/05/gns3.html (доступ 22 дек 2014)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-НАВИГАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ В СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

М.А. Епифанов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрена возможность обеспечения информациейкаждого участника сетецентрической системы с помощью персональных информационно-навигационных устройств.Предложено использование оперативнойкоординатно-пространственной информации при построении мобильной самоорганизующейся сети.

Введение

Сетецентрической называется система, в которой с помощью надежного, глобально взаимосвязанного сетевого окружения, включающего инфраструктуру, процессы и

людей, данные для совместного использования предоставляются пользователям, приложениям и платформам своевременно и бесшовно.[5]

Стержнем сетецентрической системы является надежная, скоростная и скрытая система связи объектов[2]. В настоящее время в подавляющем большинстве нестационарных сетецентрических систем используется инфраструктура, основанная на технологиях, как правило, не отвечающим данным критериям в полном объеме. [3] Согласно требованиям назначения такая система должна передавать участникам информационного обмена данные о местоположении каждого объекта сети с учетом их ранга. Данная информация наряду с другими критериями может быть использована для оперативного внесения изменений в архитектуру системы и способа связи между абонентами.

Использованиеинформации об объекте при построении сети является довольно актуальной задачей, т.к. при ее решении повышается эффективность сети связи и, как следствие, всей сетецентрической системы в целом. Некоторые способы использования данной информации отражены в данном докладе.

Объектом исследования является информация, передающаяся в сетецентрической сети. Цель исследования: повышение эффективности работы системы связи путем использования данной информации не только непосредственно объектами системы, но и самой системой для оперативного самоизменения.

Обзор персональных информационно-навигационных устройств (ПИНУ)

При решении специальных задач, в частности во время проведения спасательных операций, патрулирования объектов и территорий и других операций, связанных с частым перемещением объектов на местности, требуется знание командиром информации о местоположении его подчиненных, иметь надежную связь с ними, знать их психофизиологическое состояние. В тоже время рядовые участники операции должны оперативно получать распоряжения в удобной форме, иметь под рукой интерактивную карту местности с необходимой для выполнения операции информацией.

Данные задачи решаются с помощью современных персональных информационно-навигационных устройств в защищенном исполнении. Устройства представляют собой навигационно-связной комплекс с рядом дополнительных функций.

Изделия выполнены в виде индивидуальных коммуникаторов. В зависимости от решаемых задач разработано три вида коммуникаторов: индивидуальный носимый приемоиндикатор (НПИ), защищенный командирский персональный компьютер (КППЗ), командирский персональный планшет (КПП). Изделия КПП, КППЗ и НПИ обеспечивают определение местоположения по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем ГЛОНАСС/GPS, передачу (в режиме MESH), средствами встроенного в изделия канала связи СМС сообщений, голоса, собственного местоположения другим абонентам, определение и передачу координат цели, нанесение и передачу оперативной обстановки, отображение на цифровой карте местности вышеперечисленной информации с идентификацией объектов.[4].

Метод организации системы связи в сетецентрической сети

Основной идеей улучшения системы связи сетецентрической сети, предлагаемой в данном докладе, является применение интеллектуального анализа телеметрической информации об объектах системы.

В настоящий момент в сети рассмотренных ПИНУ маршрутизация осуществляется на основе анализа факта прохождения сигнала и его уровня на входе приемника.[1] Недостаток данного метода заключается в том, что система не может определить насколько маршрут прохождения информации оптимален.



Рис.1 Линейка персональных информационно-навигационных устройств (ПИНУ)

Объект в нестационарной системе может находиться за каким-любо укрытием, что несомненно скажется на уровне принимаемого сигнала и, как следствие, система будет игнорировать данного абонента в качестве ретранслятора. Однако пространственно он может находиться существенно выгоднее, нежели другой.

Если система будет знать местоположение объектов системы, векторы их скоростей с целью прогнозирования их местоположения через промежуток времени она сможет при привязке к карте местности и матрице высот выбирать оптимальный маршрут прохождения информации. Также система сможет заранее выбирать новый ретранслятор при движении объекта, реализуя так называемую «мягкую эстафетную передачу» между узлами сети.

Анализируя карту и рельеф местности система сможет прогнозировать прохождение радиоволн, изменять при необходимости частотный диапазон, мощность сигнала.

Немаловажным фактом является возможность анализа системой психофизиологического состояния объектов. Если объект выведен из строя, а оборудование передачи данных работает, может быть передана команда на уничтожение конфиденциальной информации и ограниченное использование оборудования с целью недопущения попадания данных третьим лицам.

В составе ПИНУ имеются датчики его ориентации в пространстве. Данный факт позволяет использовать направленные антенны с целью повышения дальности связи и увеличения скрытности передаваемой информации. В этом случае ПИНУ может давать рекомендации оператору по использованию имеющегося оборудования с целью повышения эффективности его работы.

Заключение

В докладе рассмотрена возможность использования каждым участником сетецентрической системы персональных информационно-навигационных устройств при построении надежной, скрытной и скоростной системы связи как неотрывной части всей системы. Предложено использование координатно-пространственной и психофизиологической информации при построении мобильной самоорганизующейся сети без участия абонентов или модератора. При реализации указанных направлений разви-

тия эффективность системы значительно повысится при прежних параметрах используемого оборудования.

Список литературы:

1.Азизов Р. Ф., Аминев Д. А., Иванов И. А., Увайсов С. У. Способ организации связи на основе приоритетов для децентрализованной сети // Технологии электромагнитной совместимости. 2013. № 4. С. 5-8.

2.*Макаренко А*. Введение в сетецентрические информационно-управляющие системы – 2010 г. (http://www.rdcn.ru/estimation/2010/03042010.shtml).

3.Мейчик Е.Р. Развитие системы связи ВС РФ с использованием перспективных информационных технологий (federalbook.ru/files/SVAYZ/saderzhanie/Tom%209/III/Mejchik.pdf)

4.ОАО «МКБ «Компас». Официальный сайт компании (http://mkb-kompas.ru)

5.DoDD 8000.01. Management of the Department of Defense Information Enterprise, dated February 10, 2009, P. 11. (http://www.dtic.mil/whs/directives/corres/pdf/800001p.pdf)

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ WEB-ТЕХНОЛОГИЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ЯЗЫКАМ ПРОГРАММИРОВАНИЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ РАЗВИТИЯ

Н.И. Левицкая
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе анализируется практический инструментарий для обучения языкам программирования (ЯП) и предлагается план реализации онлайн ресурса для сопровождения курса по изучению ЯП.

Введение

Прохождение практической части курса по любому ЯП требует от студентов установки на их персональные компьютеры (ПК) некоторых программных средств: интерпретаторов, компиляторов, интегрированных сред разработки (IDE). В процессе подбора и установки необходимого программного обеспечения (ПО) студенты могут столкнуться со следующими проблемами:

- Отсутствие требуемого ПО для их операционной системы
- Сложности при выборе версии ПО
- Временные затраты на поиск ПО и его установку
- Некорректно произведенная установка ПО и сопутствующие ей проблемы
- Отсутствие установленных IDE на компьютерах в классах

Поскольку многие курсы носят ознакомительный характер и длятся недолго, было бы предпочтительнее избежать установки ПОна ПК студентов, а практическую работу с кодом проводить в онлайн режиме.

Цель исследования - рассмотреть возможность онлайн сопровождения курса по изучению ЯП.

Формулирование базовых требований к ресурсу

1. Возможность редактировать и исполнять написанный пользователем код средствами ресурса, причем, выполнение кода происходит внутри браузера.
2. Возможность отображения времени выполнения кода и использованной памяти.
3. Возможность аутентификации пользователя и сохранения созданного им кода в его личном кабинете.
4. Наличие у ресурса собственной базы задач по курсу.
5. Возможность онлайн проверки средствами ресурса предлагаемых студентами решений данных задач, включая проверку на плагиат.
6. Минималистичный пользовательский интерфейс, подсветка синтаксиса и быстрый доступ к справке по работе с ЯП.

Аналоги разработки

На сегодняшний день существуют онлайн компиляторы и интерпретаторы на базе браузера, доступные в сети Интернет. К первым относится web-ресурс *ideone.com*, позволяющий компилировать и исполнять код более чем для 60 языков программирования, ко вторым - web-ресурс *codeskulptor.org* [1], предназначенный для выполнения программ на языке Python.

В Таблице №1 приведена краткая характеристика обоих ресурсов по ключевым показателям:

Таблица 1.

Сравнение аналогов разработки по ключевым показателям.

	ideone.com	codeskulptor.org
Выполнение кода происходит:	На сервере	В браузере
Аутентификация:	Регистрация нового пользователя или аутентификация через Facebook	Нет
Подсветка синтаксиса:	Настраиваемая	Всегда включена
Время выполнения кода и используемая память:	Отображается	Нет
База задач:	Нет	Есть
Проверка решений задач:	Нет	Нет
Сохранение результатов работы:	Код сохраняется в папку пользователя, сохраненному коду можно присвоить метку.	Код сохраняется на облачное хранилище и доступен пользователю по ссылке, которую тот должен предварительно сохранить.

После рассмотрения данных аналогов можно заключить, что каждый из ресурсов имеет некоторые черты, описанные в требованиях, однако, ни один из них не удовлетворяет требованиям полностью.

Предлагаемое решение

Чтобы получить онлайн редактор кода для любого ЯП, нужно в HTML-страницу ресурса встроить редактор кода *CodeMirror* [2] (реализован на ЯП JavaScript). Данный элемент предоставляет область для работы с кодом и подсветку синтаксиса. Чтобы реализовать возможность исполнения написанного кода, к HTML-странице ресурса надо подключить JavaScript-файл (или несколько файлов), который переводит программу, написанную пользователем на заданном ЯП, на ЯП JavaScript, затем интерпретирует написанный код средствами браузера и выводит результат работы кода на экран (Рисунок №1).

Вход на ресурс можно реализовать с помощью технологии *OAuth* [3], позволяющей производить процедуры аутентификации и авторизации пользователя через его уже существующие аккаунты: например, почтовый сервис *Gmail* или через социальные сети. Данная технология также позволяет интегрировать возможности социального

сервиса в ресурс. Например, можно предоставить пользователю возможность сохранять написанный им код в отдельную папку на его *GoogleDrive*, который есть у каждого пользователя Gmail. Это упростит доступ к материалам для пользователя и одновременно уменьшит нагрузку на ресурс в тех случаях, когда пользователю надо просто получить доступ к уже готовому коду, не выполняя его повторно. Сохранение кода можно также осуществлять на сервере ресурса, в папке с уникальным именем пользователя, которая создавалась бы при регистрации нового пользователя на ресурсе.

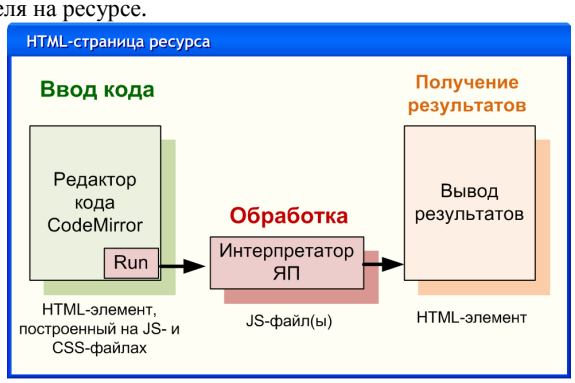


Рис.1. Схема предлагаемого решения.

В случае, если в рамках ресурса требуется реализовывать проверку написанных студентами задач, одних средств браузера будет недостаточно, и стоит задуматься о серверной технологии (Рисунок № 2).Для этого каждой задаче из базы задач надо поставить в соответствие некоторый набор входных данных и набор соответствующих им выходных данных, или же функцию, которая будет генерировать случайный входной набор, и функцию, которая найдет корректные значения для сгенерированного набора. Задача серверной части заключается в вычислении выходных значений для написанного студентом решения и в сопоставлении полученных значений с эталонными, имеющимися (или вычисленными) для гарантированно правильно решенной задачи. Произведя сопоставление, ресурс возвращает студенту ответ - корректно студент выполнил задачу или нет.

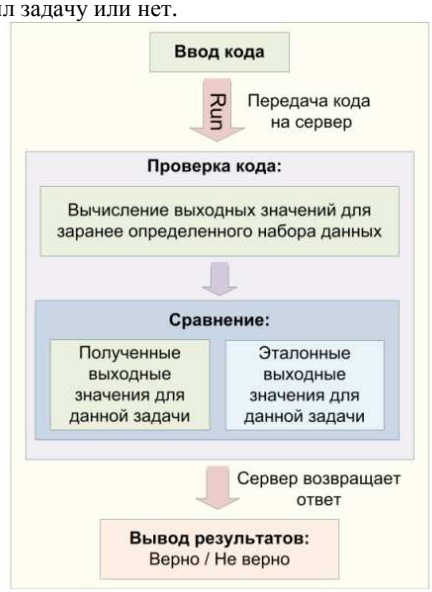


Рис.2. Схема осуществления проверки задач

Проверять на плагиат имеет смысл лишь те задачи, которые уже прошли проверку на корректность решения. Более подробное рассмотрение механизма проверки на плагиат будет предоставлено в отдельной работе.

Заключение

Предлагаемое решение удовлетворяет сформулированным требованиям и могло бы стать средством онлайн сопровождения курса по изучению ЯП.

Список литературы:

1. John Greiner, The CodeSkulptor documentation.
2. CodeMirror: User manual and reference guide, version 4.8.1.
3. Dick Hardt, TheOAuth 2.0 Authorization Framework, 2012.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ КАНАЛОВ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Т.А. Разуваева
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Рассматривается вопрос передачи больших объемов данных в распределенных системах технического зрения, предназначенных для дистанционного зондирования Земли. Показана основная проблема передачи данных для подобных систем. Рассматриваются тенденции развития скорости передачи каналов связи и информационного потока для аппаратов высокого и сверхвысокого разрешения.

Введение

Дистанционное зондирование Земли - одно из наиболее требовательных к качеству изображения направлений, в котором применяются системы технического зрения. Активное развитие космических аппаратов за последние годы, разработка новых материалов, технологий, методов и увеличение вычислительной мощности современных ЭВМ позволило сделать большой шаг вперед этому направлению.

Передовые аппараты современного уровня оборудованы камерами с десятками тысяч пикселей по одной стороне, позволяющие получить снимки сверхвысокого разрешения. Запускаются не только единичные спутники, но и целые системы аппаратов (например, комплекс A-Train, состоящий из 6 спутников, следующих один за другим), где каждый из аппаратов выполняет определенную задачу, производя съемку в том или ином спектре. Таким образом, на первый план выходит задача многоспектральной съемки сцены.

Все это приводит к неизбежному увеличению информации, получаемой об одной и той же сцене, другими словами возрастает объем каждого отдельного снимка (серии снимков в различных спектрах).

Системы дистанционного зондирования Земли по определению представляют собой распределенные системы, связь между отдельными звеньями которых находятся на значительном удалении друг от друга (так, A-Train движется по орбите высотой 690км). Это означает использование беспроводных каналов связи между спутниками и наземными комплексами.

Одновременно с этим требования по скорости получения информации даже для таких систем все больше приближаются к уровню систем реального времени, особенно для группы спутников, информация с которых связана, например, с чрезвычайными происшествиями.

Цель: провести анализ объемов данных существующих аппаратов высокого и сверхвысокого разрешения и соответствия возможностей каналов связи для разработки методики передачи данных и выборов алгоритмов

обработки изображений, а так же распределение обработки между космической и наземной частями.

Задачи: провести обзор аппаратов дистанционного зондирования Земли; оценить объем информации, получаемый с этих аппаратов; рассмотреть основные тенденции развития и вопрос соответствия потока данных скоростям канала связи.

Объемы данных систем дистанционного зондирования Земли

Главное назначение аппаратов с высокой и сверхвысокой разрешающей способностью - получение как можно более точных снимков для последующего анализа, идентификации наземных объектов, природных или климатических явлений, обновление различного рода карт и геоинформационных систем. По этой причине важной задачей, которая решается при разработке подобных аппаратов - увеличение разрешения камер за счет использования современных матриц ПЗС.

Даже для серийных камер, выпускаемых не в единичном экземпляре для конкретного аппарата, а целыми промышленными линейками, разрешение достигает 8 тысяч пикселей по стороне, а для таких крупных разработок, как WorldView-2 оно достигает 36 тыс. пикселей. Это означает потоки порядка 10 Гбит, которые обрабатываются бортовыми устройствами космического аппарата.

Объем данных, представленный снимками с данных аппаратов, очень велик, то требует разработки подходов к передаче и хранению данной информации.

Каналы связи для космических аппаратов

Система, предназначенная для дистанционного зондирования Земли, являясь распределенной, соответствует общей схеме (рис. 1).

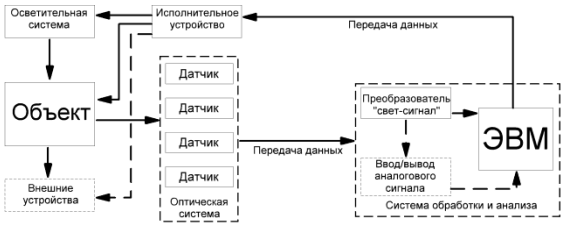


Рис.1. Общая схема распределенной системы технического зрения.

С учетом того, что часть, относящаяся к получению снимка объекта (сцены) находится на борту космического аппарата, а часть, отвечающая за хранение и анализ – на базе наземного комплекса, можно полагать, что скорость каналов связи внутри этих частей может быть довольно высокой (фактически, там могут быть использованы скоростные проводные каналы). Тогда наиболее медленным для передачи данных звеном является непосредственная передача между наземной и космической частью.

Космические аппараты высокой и сверхвысокой точности имеют довольно высокие скорости передачи данных по радиоканалам, например, 320Мбит/с для запущенного в 1998г. аппарата Inkos или 800Мбит/с для WorldView-3 запущенного в 2014. Однако этого все еще не достаточно, чтобы говорить о передаче снимков в реальном времени без использования различных алгоритмов сжатия данных, методов передачи и архивирования.

По техническим параметрам спутников, запущенных в разные годы (рис. 2 и 3) можно отметить, что в то время, как величина информационного потока увеличилась на порядок, значение скорости канала связи возросло всего лишь в 2,5 раза. То есть с увеличением разрешающей способности проблема несоответствия объема данных каналу связи обострилась.

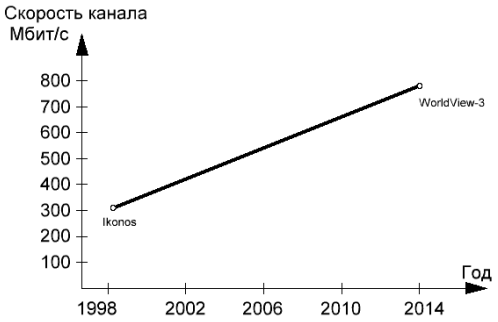


Рис.2. Увеличение скоростей канала связи за период 1998-2014г.

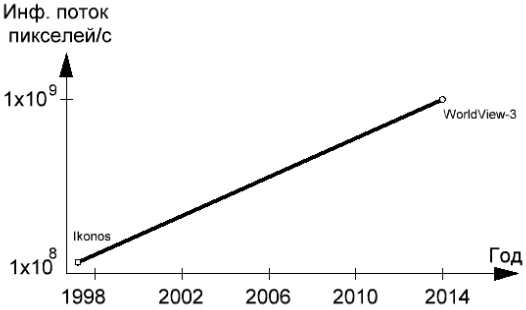


Рис.3. Увеличение информационного потока за период 1998-2014г.

Основной задачей является согласование устройств получения и передачи информации в распределенной системе технического зрения для дистанционного зондирования Земли с использованием аппаратов высокого и сверхвысокого разрешения.

Заключение

Анализ существующих аппаратов высокого и сверхвысокого разрешения и скоростей передачи данных для систем дистанционного зондирования показывает, что существует необходимость согласования между передаваемым объемом данных и скоростями. Поскольку объем данных связан с современными требованиями, а скорости каналов ограничены возможностями технических решений, необходимы методы и алгоритмы, обеспечивающие данное согласование с учетом требований к системам дистанционного зондирования Земли.

На базе анализа разрабатывается методика выбора технических решений, в частности методов передачи и алгоритмов, а так же основных критериев и требований к информации для возможности согласования объема данных и скоростей каналов связи.

Список литературы:

1.Олссон Г., Пиани Дж. Цифровые системы автоматизации и управления. – СПб.: Невский Диалект, 2001г. – 557с.

2. Вильзитер Ю.В., Желтов С.Ю., Бондаренко А.В., Ососков М.В., Моржин А.В. Обработка и анализ изображений в задачах машинного зрения. Курс лекций и практических занятий. – М.: Физматкнига, 2010г. – 671с.

3. Бакланов А.И. Анализ состояния и тенденции развития системнаблюдения высокого и сверхвысокого разрешения. // Вестник Самарского государственного аэрокомсического университета. –2010. - №2. – с. 80-91.

4. Филатов В.Н., Присяжнюк С.П. Тенденции в дистанционном зондировании Земли и проблемы стандартизации данных // Информация и космос. – 2005. - №1. – с..9 – 23.

ФОРЕНЗИКА. СВОБОДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В РАССЛЕДОВАНИИ ИНЦИДЕНТОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Г.И. Мухамедзянов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Доклад посвящен использованию программ с открытым исходным кодом в расследовании инцидентов информационной безопасности. Рассмотрены инструменты создания образов жестких дисков, программное обеспечение форензики.

Введение

«Форéнзика - прикладная наука о раскрытии преступлений, связанных с компьютерной информацией, об исследовании цифровых доказательств, методах поиска, получения и закрепления таких доказательств. Форензика является подразделом криминалистики.» [1]

При расследовании инцидентов информационной безопасности производится анализ логов таких систем как DLP, SIEM, IPS, прокси и других. Кроме того, часто бывает потребность в низкоуровневом анализе пользовательской активности в интернете, работы с офисными приложениями, почтовыми клиентами.

Обычно для таких целей используется проприетарное программное обеспечение EnCase производства компании Guidance Software.

В данной работе мы рассмотрим возможность проведения криминалистического анализа инцидентов ИБ для внутренних целей организации с помощью программного обеспечения, основанного на свободном исходном коде.

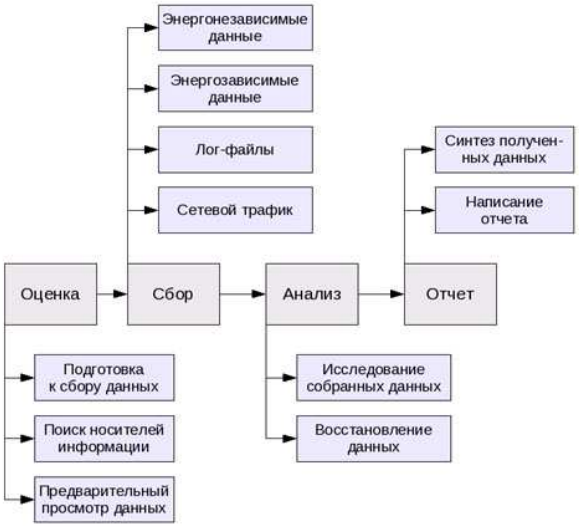


Рис.1. Процесс расследования инцидентов информационной безопасности.

Начнем со сравнения специализированных дистрибутивов Linux разработанных специально для проведения криминалистического анализа — DEFT, CAINE, Kali. Далее рассмотрим программное обеспечение для снятия образов исследуемого диска, набора программ The Sleuth Kit (TSK) и оболочку Autopsy применяемые в ходе расследования.

CAINE(Computer Aided INvestigative Environment), специализированный Live-дистрибутив, предназначенный для проведения криминалистического анализа, поиска скрытых и удаленных данных на дисках и выявления остаточной информации для восстановления картины взлома системы. Дистрибутив основан на Ubuntu Linux и оснащен единым графическим интерфейсом для управления набором разноплановых утилит по исследованию как Unix, так и Windows систем.

В состав включены такие средства, как GtkHash, Air, SSdeep, HDSentinel (Hard Disk Sentinel), Bulk Extractor, Fiwalk, ByteInvestigator, Automated Image & Restore (AIR), Autopsy, Foremost, Scalpel, Sleuthkit, Guymager, DC3DD. Отдельно стоит отметить специально разработанную в рамках проекта систему WinTaylor для досконального анализа Windows-систем и генерации подробных отчетов о всех зафиксированных аномалиях. В состав также входит подборка вспомогательных скриптов для файлового менеджера Nautilus, которые позволяют выполнить широкий спектр проверок дискового раздела или директории, а также посмотреть список удаленных файлов и разобрать структурированный контент, такой как история посещений браузера, реестр Windows, изображения с метаданными EXIF.

DEFT (Digital Advanced Response Toolkit)- Linux-дистрибутив, предназначен для проведения анализа последствий взломов, определения скрытых или потерянных данных в системе, а также для сбора доказательств в расследованиях компьютерных преступлений. Дистрибутив построен на базе Lubuntu и снабжен удобным графическим интерфейсом, использующим компоненты десктоп-окружения LXDE и оптимизированным для упрощения выполнения типовых операций, выполняемых при проведении расследования.

В состав дистрибутива входит достаточно полная подборка профильных утилит, от антивирусов, систем поиска информации в кэше браузера, сетевых сканеров и утилит для выявления руткитов, до анализаторов содержимого диска и программ для выявления скрытых данных.Для платформы Windows подготовлен специальный пакет дополнений, включающий программы для разбора специфичных для Windows инцидентов и набор работающих в Windows утилит.

KaliLinux - основанный на Debian дистрибутив для специалистов по безопасности. Kali Linux позволяет организовать проведение криминалистического анализа, тестирования систем на предмет наличия уязвимостей, анализа остаточной информации и выявления последствий атак злоумышленников. Для загрузки доступны оболочки GNOME или KDE для 32- и 64-разрядных архитектур. Исходный код полностью открыт и совместим с GPL.

KaliLinux содержит одну из самых богатых подборок программ, связанных с безопасностью: от средств для тестирования web-приложений и проникновения в беспроводные сети, до программ для считывания данных с идентификационных RFID чипов. В комплект KaliLinux входит коллекция эксплойтов и более 300 специализированных утилит для проверки безопасности, таких как Aircrack, Maltego, Metasploit, SAINT, Kismet, Bluebugger, Btcrack, Btscanner, Nmap, p0f. Помимо этого, в дистрибутив включены средства для ускорения подбора паролей (Multihash CUDA Brute Forcer) и WPA ключей (Pyrit) через задействование технологий CUDA и ATI Stream, позволяющих использовать GPU видеокарт NVidia и ATI для выполнения вычислительных операций.

Заключение

Результатом работы является анализ открытого программного обеспечения для криминалистической оценки инцидентов информационной безопасности. Внутренние службы ИБ компаний вполне могут применять СПО при расследовании внутренних инцидентов информационной безопасности.

СРЕДСТВА УДАЛЕННОГО ДОСТУПА К РАБОЧЕМУ СТОЛУ

А.С. Марков
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

В работе рассматриваются протоколы удаленного доступа к рабочему столу; анализируются программы, которые осуществляют доступ. Затрагиваются такие вопросы как: администрирование удаленного ресурса, ограничение прав при управлении удаленным компьютером. В работе показано как с помощью выбранного механизма подключиться к удаленному компьютеру. Также приведены примеры использования механизмов доступа.

Удаленный компьютер – сервер, который физически размещен на некотором расстоянии от пользователя и доступ к которому (для пользователя) возможен только по сети.

Организовать управление можно над компьютером:

- входящим в локальную сеть;
- удаленным на некоторое расстояние (подключение осуществляется по глобальной сети).

Для подключения к удаленному компьютеру используются протоколы удаленного управления. Эти протоколы реализуют модель «терминал-сервер». Протоколы позволяют работать с ресурсами на удаленном компьютере так же, как с локальными ресурсами: работать с файловой системой, запускать приложения, выполнять команды и т.д.С развитием и распространением ЭВМ терминальный доступ стал использоваться в основном для решения задач удаленного администрирования.

Чтобы исследовать данную тему, нужно рассмотреть технологию подключения к удаленному рабочему столу. В основном, системы доступа к удаленному рабочему столу работают последующим протоколам:

- Remote Desktop Protocol (RDP);
- Independent Computing Architecture (ICA);
- Remote FrameBuffer (RFB);
- Terminal Network (TELNET);
- Remote Login (RLOGIN);
- Appliance Link Protocol (ALP).

Часто производители программ для администрирования удаленного компьютера используют свои протоколы.

На предприятиях системные администраторы зачастую сталкиваются с большим числом простых проблем на машинах пользователей. Удаленное управление пользовательским рабочим столом для исправления проблемы является эффективным и простым способом обработки подобных задач поддержки, ипозволяет дополнительно обучить пользователя решать проблему самостоятельно.

Прежде чем получить доступ к удаленному рабочему столу, его окружение должно быть настроено на разрешение удаленного доступа. Пользователь может предоставить другому пользователю различные уровни доступа, начиная с простого просмотра рабочего стола до предоставления полного доступа рабочим столом.

Также следует отметить тот факт, что программы удаленного администрирования являются угрозой безопасности. В крупной компании под управлением IT отдела находиться множество машин, на каждом из этих компьютеров установлена программа, предоставляющая удаленный доступ. Когда в штате сотрудников IT отдела происходит смена персонала, необходимо сменить на всех машинах пароль доступа через эту программу. Конечно, программы удаленного администрирования предоставляют свои средства защиты, такие как IP фильтрация, NT авторизация, защита от подбора пароля. Не всегда можно использовать IP фильтрацию на компьютере, так как доступ к нему может производиться сотрудником с компьютера, у которого динамический IP или из другого региона, когда он в отпуске. Авторизация безопасности Windows NT, применяется на практике не часто, потому что требует еще и знание имени пользователя на удаленном компьютере и его пароль, и теряет свою силу перед злоумышленником, который уже знает пароль доступа. Суть проблемы в том, что злоумышленник уже знает пароль доступа к компьютеру, либо может его быстро подобрать.Первое решение проблемы - это изменение паролей доступа на всех компьютерах, при увольнении одного из сотрудников. Но такую операцией ни один системный администратор заниматься не будет. Даже если сменить пароль на всех компьютерах, то после этого необходимо сообщить всем заинтересованным лицам о новых паролях, это доставит большие неудобства, хотя и решит проблему. Вторым способом является, изменение подхода к самому средству удаленного управлению. Сотрудникам, работающим через программу удаленного управления, не предоставляется пароль в открытом виде. Во многих программах требуется пароль в открытом виде, поэтому можно воспользоваться дополнительными разработками или другой программой удаленного администрирования. Хорошим решением в данной ситуации является программа RemoteOfficeManager. RemoteOfficeManager – это программа удаленного администрирования, предоставляющая практически все основные возможности удаленного администрирования, но с возможностью сохранения пароля доступа к удаленному компьютеру. То есть, мы можем задать на сотню компьютеров какие угодно пароли, которые будет знать только один человек, остальные сотрудники смогут удаленно подключаться и работать, не зная пароля доступа. Таким образом, уволившийся сотрудник не будет знать паролей доступа к удаленным компьютерам и не сможет их применить для проникновения. К сожаленью, в этом случае есть один очень неприятный момент, дело в том, что большинство программ предоставляет возможность экспортировать адресную книгу со всеми настройками в виде файла и потом загрузить ее на другом компьютере. Что бы полностью исключить возможность проникновения необходимо в качестве профилактики регулярно менять основные пароли доступа, тем более что с функцией сохранения пароля это будет не сложно сделать.

Список литературы:

1. Habrahabr.ru, Available at: habrahabr.ru/post/191172
2. Википедия, Availableat: ru.wikipedia.org/wiki/Программы_удалённого_администрирования
3. Microsoft.com, Available at: http://windows.microsoft.com/ru-ru/windows-xp/help/remotedesktop/remote-desktop-faq

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АДМИНИСТРИРОВАНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ХАРАКТЕРИСТИКАМ НАДЕЖНОСТИ ЭРИ

Д.И. Бондаренко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной статье рассмотрены вопросы создания системы администрирования базы данных (далее БД). В данном примере программа администрирования БД реализована на

языке C# а сама БД с использованием библиотек SQlite[1]. Преимущество данной программы заключается в том, чтобы уменьшить время на заполнение базы определенными элементами посредством «умного заполнения», т.е. при выборе пользователем подгруппы элемента ему не нужно будет заполнять константы для данного типа элемента или выбирать диапазон параметра.

Требования к БД

Ниже представлен перечень требований, которым должна удовлетворять данная система администрирования.

1) Программа должна быть выполнена в виде отдельного десктопного приложения. При этом, реализовано оно должно быть для систем с различной разрядностью (x64 и x86).

2) Каждое изменение любого параметра должно отмечаться в БД. Следует отмечать не только дату изменения, но и имя или идентификатор изменяющего. Это позволит отслеживать редактирование таблиц для более быстрого решения возможных проблем.

3) Обязательная идентификация пользователя. Это служит для обеспечения доступа к базам данных только легитимных пользователей, что в свою очередь позволит защитить таблицы и саму базу от редактирования незарегистрированными пользователями. Этот факт положительно скажется на корректности вводимых данных и позволит сократить количество ошибок до минимума.

Структура БД

Ниже представлена структурная схема создаваемой базы данных (см. Рис. 1).

Поле WW_CH во всех таблицах представляет собой структуру JSON с записями об изменении данной таблицы[2].

В таблице Info хранится идентификатор справочника, а так же его имя, описание или ссылка на справочник. Помимо вышеперечисленного, данная таблица содержит также известное уже поле WW_CH.

В таблице Login находятся поля User и Password, которые служат для аутентификации пользователя.

Таблица LST_GR представляет собой таблицу для хранения групп \ подгрупп элементов из справочника. В GR_PARENT хранится название родительской группы элементов. При ее отсутствии, названию присваивается идентификатор none.

В LST_ERI хранятся сами элементы, т.е. его идентификатор (id), имя, идентификатор (id) группы, в которую она входит, поле для ввода ТУ.

Чтобы не заполнять исходную таблицу одинаковыми данными, было решено создать таблицу ассоциаций подгрупп. Для этого создана таблица «ASSLST_GR». Она содержит ассоциации подгруппы (LST_GR) и объединения подгрупп для записи общих значений в таблицы табличных значений коэффициентов. В данной таблице поле «ASS_ID» генерируется путем вычисления хэш-функции на основе названий (идентификатора подгруппы) из таблицы «LST_GR».

Таблица «RNGLST_TBL» содержит в себе идентификатор диапазона значений параметра, а так же минимальное и максимальное его значения. Поле «RNG_ID» служит для формирования вычисления хэш-функции.

Вывод

Данная архитектура БД позволяет нам облегчить администрирование и сократить время на наполнение и выбор элементов. Удобство выбора параметров и констант позволит минимизировать выбор неправильных элементов или некорректного задания данных. Конечным результатом работы будет являться десктопное приложение для работы с СЧБД АСОНИКА-К 4.0[3].

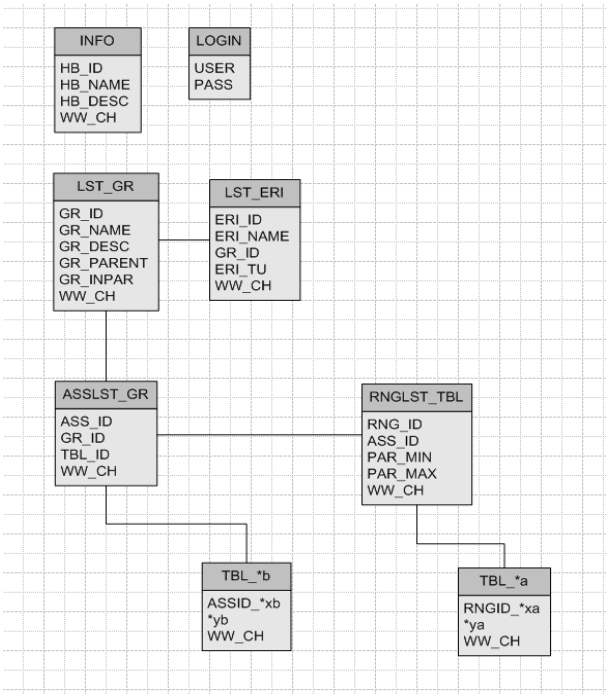


Рис.1. Структурная схема базы данных.

Список литературы:

1. SQLite: [Электронный ресурс] // URL: http://www.sqlite.org/. (Дата обращения: 12.11.2014).

2. Введение в SQLite [Электронный ресурс] // PHPClub. URL: http://phpclub.ru/detail/article/sqlight_intro. (Дата обращения: 13.11.2014).

3. Пошаговое руководство. Обработка данных (C#): [Электронный ресурс] // MSDN. URL: http://msdn.microsoft.com/ruru/library/bb386927%28v=vs.110%29.aspx. (Дата обращения: 13.12.2014).

4. Герберт Шилдт C# 4.0. Полное руководство.: Вильямс, 2013 г.

СЕРВИС ДЛЯ ONLINE-ТРАНСЛЯЦИИ ПРЕЗЕНТАЦИЙ. FRONT-END РАЗРАБОТКА

С.С. Кудрявцева, М.А. Плетнев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

В работе описывается ход разработки сервиса для предоставления возможности транслировать и просматривать презентации в режиме реального времени под рабочим названием "Slideshot". Приложение предназначено для поддержки конференций или каких-либо иных мероприятий, где присутствуют устные выступления.

Введение

На начальном этапе сервис предусматривает веб-сайт и клиент для рабочего стола. Сайт разрабатывается как средство просмотра текущей презентации и презентаций из архива и будет доступен по адресу slideshot.viditory.com. Актуальность проекта заключается в том, что любой человек, у которого есть доступ, может следить за ходом доклада/лекции на экране своего компьютера. Слайды подгружаются на сайт сразу после пролистывания, что исключает многие факторы, не способствующие усваиванию информации. Такие как плохое зрение человека, низкое качество видеотрансляции и т.д.

В ходе разработки были проанализированы аналогичные сервисы и выявлены особенности конкретно данного проекта.

Аналоги проекта: [1]

- Сервисы, предоставляющие хранение, просмотр и редактирование ранее загруженной презентации:
  - *Prezi*

Сервис для создания презентаций, обладающий широким выбором возможностей для оформления слайда.

- *280 Slides*

Основная цель - создание и публикация презентаций.

- *Flypaper*

- Сервисы, предоставляющие возможность демонстрации через веб-конференцию в дополнение к вышеописанным услугам:
  - *Google Presentations*

Сервис, входящий в состав Google Docs. Позволяет также создавать презентацию в собственном формате Google.

- *SlideShare*

Позволяет загружать файлы только форматов PPT или PDF и ограничивать доступ пользователям.

- *SlideRocket*

Сервис, рассчитанный на создание презентаций, для чего предоставляется большой выбор эффектов. Также есть offline-клиент.

Из данного описания можно сделать вывод, что все вышеописанные сервисы предполагают загрузку файла с презентацией или его создание на сайте заранее. Проект "Slideshot" использует другой метод загрузки контента: online-отправление скришнота экрана на сервер. Выбор такого решения объясняется следующими причинами: во время своего выступления докладчик не всегда показывает на экране только слайды презентации, но и другие программы и изображения; презентации могут быть подготовлены в разных форматах, которые не поддерживаются другими сервисами.

В данном проекте задействованы несколько человек, и одна из частей состоит во front-end разработке веб-сайта. О деталях работы над другими аспектами проекта можно прочесть в статье [2]. На данный момент поставлены следующие задачи: сделать пользовательски удобные регистрацию и авторизацию, включающую в себя возможность авторизоваться через локальный аккаунт и через сторонние сервисы (Google, Facebook,..); сделать личный кабинет пользователя; проработать интерфейс сайта.

Методы реализации и разработки

На данный момент из поставленных задач реализованы регистрация, аутентификация и прорабатывается интерфейс. Далее будут описаны методы и средства разработки.

Веб-часть проекта "Slideshot" пишется на языке Python 2.7 под Django Framework [3].

1. *Регистрация и авторизация*

Так как основным способом авторизации предполагается авторизация через сторонние сервисы, необходимости в создании громоздкой локальной регистрации (и локальной авторизации) нет. Для выполнения этой задачи были взяты пакеты django-registration и django-auth, так как они позволяют легко интегрировать необходимые приложения в сайт.

Для создания на сайте авторизации с помощью социальных сетей были рассмотрены различные сервисы, позволяющие решить данную задачу [4]. После исследования и анализа этих сервисов был выбран Loginza. В отличие от аналогичных продуктов этот предоставляет только необходимые возможности и легок в реализации и использовании.

2. *Интерфейс*

На сегодняшний день верстать интерфейс при разработке сайта с нуля нет необходимости. Для реализации этой задачи предоставляется большое количество систем - CMS. Для реализации интерфейса на сайте slideshot.viditory.com была выбрана Django-CMS [5]. Так как проект пишется с использованием Django Framework, главным критерием при выборе CMS была ее совместимость с данным фрэймворком. Django-CMS полностью удовлетворяет этому критерию, а также обладает наибольшим функционалом и простой в использовании.

Заключение

Таким образом, на основе проведенных исследований средств и продуктов для разработки, а также аналогичных веб-сервисов, было поставлено четкое техническое задание и идет разработка. В ближайшее время на сайт будет добавлен личный кабинет пользователями с возможностями создавать трансляции, редактировать презентации, создавать каналы и пополнять личные данные.

Список литературы:

1. "Топ 10: Онлайн презентации", LiveBusiness, http://www.livebusiness.ru/tools/presentations.

2. "Сервис для online-трансляции презентаций. Приложение сохранения и передачи", в этом сборнике, 2015.

3. “Причины выбора Django для разработки сайтов”, Хабрахабр, 2009, http://habrahabr.ru/post/75131/.

4. "Упрощение жизни разработчика с помощью сторонних сервисов", Хабрахабр, 2011, http://habrahabr.ru/post/131517/.

5. "DjangoCMS2.0 — быстрее, больше, эффективней", Хабрахабр, 2012, http://habrahabr.ru/post/78362/.

СЕРВИС ДЛЯ ONLINE-ТРАНСЛЯЦИИ ПРЕЗЕНТАЦИЙ. ПРИЛОЖЕНИЕ СОХРАНЕНИЯ И ПЕРЕДАЧИ

М.А. Плетнев, С.С. Кудрявцева
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Проект предусматривает разработку сервиса, под рабочим названием «Slideshot», предоставляющего возможность трансляции слайдов (изображение с экрана), снятых с локальной машины, на сервер, с которого к ним может получить доступ пользователь (любой или заранее приглашенный, в зависимости от уровня доступа презентации).

Введение

Данный проект предусматривает разработку ряда приложений. В этой работе будет описана разработка одного из его фрагментов – приложения сохранения и передачи экрана (слайдов) на сервер. Ниже будет рассказано про актуальность сервиса, его структуру, само приложение и про аналогичные решения, существующие на данный момент.

Актуальность

Данная разработка будет востребована различными людьми, которым необходимо транслировать презентацию удаленным пользователям при минимальных затратах трафика, времени на настройку сервиса и регистрацию и при максимально эффективной и качественной передачи слайдов.

Аналоги

На данный момент существует ряд программ и сервисов с похожими возможностями. Вот одни из них:

- TeamViewer(который может передавать видеопоток, качество которого зависит от соединения с интернетом)
- Skype(который является обычным мессенджером с возможностью трансляции экрана)

Все эти сервисы имеют свои недостатки, основными из которых являются низкий уровень безопасности и высокая загрузка интернет-канала. Так же есть еще несколько интересных сервисов, очень похожих на данный[1]:

- Presefy
- prezi.com.
- SlideShare

Главным минусом этих сервисов является необходимость предварительной загрузки презентации на сайт или ее создания с использованием средств самого сервиса.

В отличие от остальных сервисов, разрабатываемый проект предусматривает показ и подгрузку презентации в режиме реального времени (с возможными небольшими задержками, которые будет незаметны для конечного пользователя).

Структура сервиса

Разрабатываемый сервис состоит из нескольких компонентов:

- предполагает наличие ряда приложений
  - приложения для трансляции
  - приложений для просмотра трансляций (с поддержкой мобильных платформ)

сайта, с которого можно просмотреть презентации, отредактировать существующие презентации и скачать необходимые приложения. Подробнее про эту часть разработки можно прочесть в статье "Сервис для online-трансляцииипрезентаций.Front-end разработка"[2].

сервер, на котором будет храниться база данных и презентации

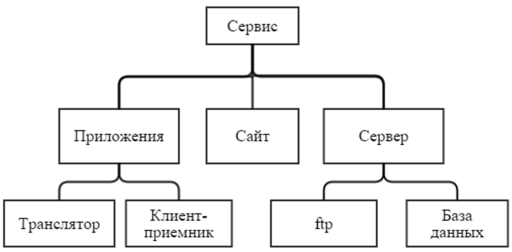


Рис.1

Разрабатываемое приложение

Основной задачей данной работы является разработка приложения для захвата экрана и его отправке на сервер. Данное приложение создается на языке программирования C++ в среде Qt, что поможет обеспечить кроссплатформенность и даст возможность запускать приложение без дополнительных манипуляций с установкой специального ПО, которого по умолчанию может не быть на компьютере, такого как “Microsoft .NET Framework” (для поддержки кода, написанного с использование библиотек .Net) или “Mono” (для корректной работы кода C#, который использует библиотеки .Net, на MacOS и Linux).

Основные элементы кода приложения:

- функции захвата и сохранения изображения (слайда)
- методы вычисления процента различия двух соседних слайдов с целью определения его изменения и дальнейшей экономии трафика
- методы передачи информации и слайдов на сервер

Интерфейс приложения

В отношении интерфейса, было решено придерживаться концепции минимализма. Из-за этого, интерфейс представляет собой контекстное меню приложения, которое убрано в трей и рассчитано на доступ к настройкам, выход и включение/выключение, и окна настроек, главной задачей которого будет возможность изменить пользователя, чувствительность изменения и настройка локального сохранения слайдов, если это необходимо.

Функционал

Приложение имеет несколько основных и второстепенных функций:

- захват слайда
- анализ-выборка слайдов
- отправка слайда на сервер
- (опционально) сохранение слайдов на локальной машине

Заключение

На данный момент, в ходе разработки, была получена тестовая версия программы, которая отвечает основным требованиям, поставленным в задачах - захват слайда и его анализ.

В дальнейшем необходимо доработать алгоритмы сравнения и защищенную передачу файлов на сервер.

Список литературы:

1."Топ 10: Онлайн презентации" URL: http://www.livebusiness.ru/tools/presentations

2."Сервис для online-трансляции презентаций. Front-end разработка", С.С. Кудрявцева, в этом сборнике, 2015

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ

Е.О. Ветелина
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Объектом научного исследования в данной работе являются программно-конфигурируемые сети (ПКС). Поставленной задачей является выявление предпосылок появления ПКС, идей, лежащих в основе данной технологии. Кроме того, в данном научном исследовании будут описаны преимущества ПКС, основные области их практического применения и тенденции их будущего развития.

Предпосылки появления ПСК

Стек протоколов TCP/IP, берущий свое начало еще в 1970-х годах и ставший стандартом в середине 1980-х годов, по мнению многих специалистов, является устаревшей системой управления компьютерными сетями. Сети с архитектурой TCP/IPсовмещают в себе функции управления и передачи данных, что значительно усложняет для администратора процесс контроля и управления сетью. На протяжении долгого периода времени проблемы, возникающие в сетях традиционной архитектуры, решались путем добавления к стеку протоколов TCP/IP новых протоколов, но с каждым годом этот процесс становится все более трудоемким. Как результат на данный момент существует более 600 протоколов. Современные компьютерные сети не способны обеспечивать высокий уровень качества обработки данных, объем которых возрастает с каждым днем в геометрической прогрессии.Все выше перечисленное подтверждает заявление о том, что современная сетевая архитектура устарела.

Суть технологии ПКС

В 2007 году преподаватели из Стэнфордского университета Мартин Касадо и Ник МакКьоун, а также Скотт Шенкер из Беркли выступили с предложением разделения

уровня управления и передачи данных[1,2]. Такой подход получил название программно-конфигурируемые сети (ПКС) – softwaredefinednetwork (SDN). Работа ПКС осуществляется согласно новому протоколу с открытым кодом OpenFlow. Основные цели, преследуемые при разработке ПКС, это:

- отделение функции управления сетевым оборудованием от функции управления передачи данных с помощью программного обеспечения, которое способно функционировать на отдельном компьютере и контролироваться сетевым администратором
- переход к управлению сетью в целом
- создание программно-управляемого интерфейса между сетевым приложением и транспортной средой сети

Преимущества ПКС

ПКС обладают рядом преимуществ.

Во-первых, вследствие того, что коммутаторы в ПКС освобождены от функции управления, все их ресурсы могут быть использованы для ускорения передачи данных, что значительно увеличивает производительность ПКС. По результатам исследований, проведенных на базе крупнейших американских провайдеров, ПКС позволят на 20-30 % увеличить эффективность сетевого оборудования.

Во-вторых, программные средства ПКС позволят добавлять новые функциональные возможностик уже имеющейся архитектуре сети. При этом новые функции будут носить универсальный характер, то есть будут работать на множестве различных платформ, без необходимости повторной реализации во встроенном программном обеспечении коммутаторов отдельных поставщиков.

В-третьих, при условии централизованного контроля над сетью администратор может иметь целостное единое представление о работе сети. Этот факт говорит о том, что повышается удобство управления сетью и решение многих задач для администратора становится намного проще.

Кроме того, отдельным аспектом следует выделить высокую безопасность ПКС. У администратора в ПКС есть возможность отслеживать все потоки трафика, вследствие этого для него упростился процесс отслеживания вторжений в сеть, назначения приоритетов отдельным типам трафика, а также процесс разработки алгоритма действий сети при заторах и проблем с сетевым оборудованием.

И наконец, ПКС обладают необходимыми характеристиками, чтобы служить основой для построения облаков.

Области применения

ПКС могут быть применимы к следующим областям [3]:

- центры обработки данных
- распределенные хранилища данных
- корпоративные сети
- сети операторов и сервис провайдеров
- беспроводные сети
- виртуализация сетевых ресурсов и ресурсов распределенных хранилищ данных
- информационная безопасность

Перспективы ПКС

По итогам опроса J'son&PartnersConsulting ситуация на август-сентябрь 2014 года такова: более 70 % крупнейших российских операторов мобильной и фиксированной связи находятся на стадии изучения и анализа технологии ПКС.

По оценкам экспертов, в течение следующих нескольких лет годовой оборот рынка ПКС составит 37-40 миллиардов долларов, а именно: согласно агентству SDNCentral к 2018 году рынок ПКСдостигнет 35 миллиардов долларов.

Заключение

Таким образом, технология ПКС позволяет вынести функцию управления в контроллеры, которые могут следить за работой всей сети в целом. ПКС дает возможность повысить примерно на 30 % эффективность сети, обеспечить большую безопасность, ускорить внедрение новых сервисов и снизить затраты на эксплуатацию сетей.

Список литературы:

1. Martin Casado, Tal Garfinkel, AdityaAkella, Michael J. Freedman Dan Boneh, Nick McKeown, Scott Shenker. SANE: A Protection Architecture for Enterprise Networks, 15-th Usenix Security Symposium, Vancouver, Canada, August 2006.

2. N. McKeown, T. Anderson, H. Balakrishnan, G. Parulkar, L. Peterson, J. Rexford, S. Shenker, J. Turner. Openflow: Enabling innovation in campus networks. SIGCOMM Computer Communication Review, vol. 38, no. 2, pp. 69–74, 2008.

3. Программно-конфигурируемые сети [Электронный ресурс] // Центр прикладных исследований компьютерных [Офиц. сайт]. URL: http://arccn.ru/sdn (дата обращения: 23.12.2014).

РАЗРАБОТКА ВЕБ-СЕРВИСА СИСТЕМЫ ОБЛАЧНОГО ХРАНЕНИЯ ВИДЕОДАННЫХ

М.В. Гугаев, В.Ю. Драгунов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Данная работа описывает ход разработки проекта, технологии и причины их выбора. В процессе ожидается составить список этапов разработки и определиться с ближайшими целями.

Введение

Проект включает в себя веб-приложение и клиентскую программу. Сервис должен хранить оригиналы и потоковые версии всех допустимых форматов, предоставлять видео в удобном для архивного использования формате. Используя сервис можно будет объединять файлы по событиям и тегам, а развитая система прав обеспечит удобство доступа к информации. Важным компонентом является работа с оффлайн хранилищами и хранение превью документов в базе данных. Предполагается использование YouTube и бэкап сервис OpenDrive. Именно синтез 3-х составляющих: двух сервисов и программной начинки обеспечивает уникальность данной работы.

В процессе разработки были рассмотрены похожие ресурсы, что позволило позаимствовать ряд удачных идей и внести правки в уже написанные компоненты.

Похожие ресурсы

Рассмотрим несколько вариантов сервисов с похожим функционалом[1].

- *YouTube* - позволяет загружать и показывать видео.
- *MediaValet* - имеетвзаимосвязьс Windows Azure cloud platform.
- *AssetBank* - популяренсредикрупныхкомпаний, т.к. Unilever, Panasonic и Deloitte.
- *FileCamp* - *а*налогичен предыдущим.

В отличие от рассмотренных вариантов данная работа использует более технологический развитые решения для создания резервных копий и показа видео. Такая структура(использование разных сервисов) даёт неплохую надёжность, так как например если обвалиться основной сервер с информацией, то с резервными копиями на OpenDrive ничего не произойдёт.

Каждый участник проекта имеет свою роль. Роль автора заключается в фронтенд/бекенд разработки веб-приложения, интеграции сторонних скриптов и тестировании. При реализации некоторых задач возможно участие других членов команды.

Реализация и технологии

Создание веб-сайта делиться на две части: вёрстка и внутренняя составляющая (ядро), которые следует разрабатывать одновременно.

Для написания ядра был выбран django-фреймворк версии 1.7[2], написанный на языке python 2.7.При выборе фреймворка для бекенд-разработки важным параметром являлся функционал и язык, на котором он написан, к тому же предыдущая версия проекта уже базировалась на этой технологии. Для вёрстки был выбрансss-фреймворктwitterbootstrap 3[3], который позволил сильно облегчить процесс разработки и адаптировать сайт под мобильные устройства.

Ход разработки можно поделить на несколько этапов:

1. *Разработка модели авторизации и личного кабинета*

Django предоставляет полезный для решения этой задачи компонент django-sessions в связке с djangoguardian, позволяющий создавать для каждого вошедшего в систему пользователя специальную сессию и потом проверять принадлежность к ней. Каждый пользователь получает контент в зависимости от сессии в которой он находиться (происходит проверка соответствия идентификатора).

2. *Разработка модели прав и гостевого доступа*

Задача этого пункта заключается в создании системы прав для каждого файла или группы файлов, которая позволит или запретит разным пользователям совершать действия, такие как перенос в другие директории, удаление, просмотр и другие.

3. *Создание интерфейса*

Тут важно обратить внимание на адаптивность и удобство для пользователя. Bootstrap сильно упрощает реализацию этой задачи путём предоставления функциональных компонентов.

4. *Создание набора интерфейсов для получения метаданных с локального приложения*

Данные интерфейсы должны интегрироваться в Django и тесно взаимодействовать с другими элементами.

5. *Реализация системы просмотра разных типов информации*

Эта задача включает в себя разработку или интеграцию приложений для просмотра разных типов информации, таких как видеофайлы, текстовые файлы и другие.

Заключение

После анализа технологий, обзора похожих ресурсов и составления списка задач ясен чёткий план работы. В ближайшее время ожидается написание интерфейса для взаимодействия с файловой системой и интеграция плагина для получения данных с других носителей в ядро сайта.

Результат должен не только позволить пользователем использовать уникальный функционал проекта, но и поднять умения команды в сфере веб-разработки на новый уровень. В дальнейшем не исключено расширение функционала в зависимости от технических потребностей и появления новых идей.

Список литературы:

1. Capterra. Top Digital Asset Management Software Products 24.02.2014 // http://www.capterra.com/digital-asset-management-software/ (датаобращения 20.12.2014).

2. Хабрахабр. Причины выбора Django для разработки сайтов 13.11.2009 // http://habrahabr.ru/post/75131/(дата обращения 20.12.2014).

3. Vermilion. Comparing Responsive CSS Frameworks - Bootstrap, Foundation, and Skeleton 22.10.2012//

http://vermilion.com/news/articles/2012/10/22/comparing-responsive-css-frameworks-bootstrap-foundation-and-skeleton(дата обращения 20.12.2014).

СИСТЕМА ОБЛАЧНОГО ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ВИДЕОПРОИЗВОДСТВА

В.Ю. Драгунов, М.В. Гугаев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Разработана система архивирования и инкрементного резервного копирования необработанных данных видеопроизводства на основе клиент-серверной модели. Данная система позволяет выполнять дублирование и восстановление данных видеопроизводства с различных типов носителей информации.

Введение

Целью проекта является, достаточно, надежное сохранение данных видеопроизводства. В процессе видеопроизводства, как правило, существуют два вида данных: файлы с видеоданными и структурированные проекты файлов с различными данными. Из этого следует, что необходимо учесть специфику хранения всех видов данных видеопроизводства. Поэтомуважно реализовать два метода их сохранения: архивирование с плоской системой хранения видеоданных; инкрементное резервное копирование с иерархической системой хранения данных.

Для такой реализации, системы хранения данных видеопроизводства, необходимо создать веб-приложение – аккумулятор и менеджер метаданных о хранящихся данных. Также следует создать локальное клиентское приложение для выполнения операций сохранения и восстановления данных с различных типов носителей.

Обзор существующих аналогов

Существует множество похожих аналогов, заявленной в требованиях, системы хранения данных видеопроизводства. Однако, в той или иной степени, они не учитывают специфики выполнения работы видеопроизводства. Достаточно, детальный, анализ и сравнение таких систем приведен в публикации[1].

Реализация системы хранения данных

Система хранения данных видеопроизводства основывается на модели клиент-серверного взаимодействия.

Клиентская часть данной системы – приложение-монитор файловой системы пользователя. Также оно выполняет операции:

1.резервного копирования – операция подразумевает расчет контрольной суммы/получение метаданных/выгрузку на доступный носитель/индексацию в системе распознанных данных видеопроизводства;

2.восстановления – операция подразумевает распознавание доступных архивных носителей/получение метаданных о хранящейся информации/загрузку с выбранного пользователем носителя.

Клиентская частьсистемы – приложение,разработанное на ЯВУ Python с использованием готовых свободных решений компании Google и свободной кроссплатформенной графической библиотеки GTK+[2].

Серверная часть вышеописанной системы – веб-приложение для аккумулирования метаданных о хранящейся информации на всех системных носителях. А также оно предоставляет функции управления оной (информации), в базе данных системы, ее владельцам.

Веб-приложение разработано на ЯВУ Python с использованием фреймворкаDjango[3], с использованием готовых свободных решений компании Google.

В данной реализации системыхранения данных видеопроизводства используются такие технологии, как доступ к учетной записи пользователя через GoogleOAuth 2.0 API и доступу к каналу пользователя черезYouTubeData

API3.0, а также уникальный сессионныйключ для загрузки/выгрузки на облачный носитель информации.

Алгоритм работы и результаты

Пользователь создает учетную запись,на стороне вебприложения, которойприсваиваются идентификационные данные о нем через OAuth 2.0Google. Далее пользователь может ввести свои данные авторизации в облачном носителе для получения клиентским приложением временного сессионного ключа.

Далее приложение-монитор авторизует пользователя и получает всю необходимую служебную информацию для выполнения архивирования пользовательских видеоданных или инкрементного резервного копирования, с учетом иерархии в файловой системе пользователя, на выбранные пользователем носители. После успешного выполнения дублирования данных пользователя, можно их восстановить.

Заключение

Система архивирования и отслеживания версий данных видеопроизводства, достаточно, легко масштабируема для добавления новых облачных носителей. Данная система выгодно для себя объединяет принципы надежной архивации и отслеживаемость динамических изменений в хранимых ею сущностях.

Планируется развитие увеличение количества доступных облачных носителей хранения данных видеопроизводства.

Список литературы:

1. Драгунов В.Ю. Корбут В.Д. Веб-сервис для организации хранения видеоданных в интернет //Материалы конференции МИЭМ НИУ ВШЭ, М., МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. С. 158-160
2. *GNOME Developer Center*.PyGTK 2.0 Reference Manual 12.03.2011 // https://developer.gnome.org/pygtk/stable/ (датаобращения 21.12.2014).
3. *Django*. Django documentation 30.10.2014 // https://docs.djangoproject.com/en/1.7/ (датаобращения 21.12.2014).

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МООК ДЛЯ ОЧНОГО КУРСА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

А.С. Кольбе
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Укрупнение групп и потоков, изучающих дисциплину, влечет за собой необходимость ведения автоматизированного учета. С одной стороны, это позволяет избежать некоторой субъективности в оценке студента, но, с другой стороны, автоматизация часто ограничивает возможности оценки глубины знаний. В данной работе был рассмотрен метод кросс-рецензирования, а также проведен анализ статистики, собранной за два года.

Введение

Обучение по Болонской системе и другие реформы в образовании приводят к увеличению групп студентов, одновременно прослушивающих курс. Так, курс «Компьютерная графика», читаемый в первом модуле для второго курса, в 2013(14) году обучения имел 120 студентов, в 2014(15) уже 180. Перечисленные факторы существенно усложняют контроль знаний всех студентов, даже при небольшом количестве работ.

Для упрощения процесса контроля можно проводить все работы в тестовой форме. Однако тесты не всегда позволяют объективно узнать уровень и глубину знаний студента. В качестве альтернативного метода проверки творческих работ (эссе) был выбран вариант кросс-рецензирования *(peerreview)*[1], который в идеале исключает преподавателя из проверки[2], [3].

Задачей данной работы является разработка подходящей системы оценивания эссе, при которой участие эксперта (преподавателя) ненужно. А также выявить закономерности, характерные для данного метода.

Техническое исполнение

Платформой для проведения эксперимента была выбрана среда *GoogleDocuments*[4]. Рецензии студентов собирались посредством *GoogleForms*, дальнейшая работа с которыми производилась в *GoogleSpreadsheets*.

Процесс кросс-рецензирования был организован следующим образом:

1. студентам предлагалось написать творческую работу (эссе) по заданным темам и критериям (задание необязательное);
2. сданные работы распределялись между всеми студентами таким образом, что на каждого студента (рецензента) приходилось по 3 работы, при этом работы не дублировались и не являлись собственными;
3. рецензии сдавались через GoogleFormsи обрабатывались в GoogleSpreadsheets.

Обработка результатов рецензирования:

1. из имеющихся четырех компонент оценок от всех рецензентов по каждой работе:считается суммарная по каждой рецензии;находится медиана для каждого набора;
2. компоненты каждого рецензента сравниваются с каждой соответствующей медианой набора (допустимым считается разброс в один балл);
3. каждому рецензенту присваивается нормированный коэффициент соответствия;
4. результирующая оценка считается как сумма суммарных оценок каждого рецензента, умноженных на нормированный коэффициент, для каждой работы.

Анализ результатов

Чтобы проверить пригодность автоматического метода, необходимо сравнить результаты, полученные с помощью данного метода, с результатами, где за эталонную оценку была взята оценка эксперта. Сравнение результатов двух методов представлено на Рисунке 1.



Рис.2. Сравнение оценок, полученных с участием и без эксперта

Как видно из диаграммы на Рисунке 1, оценки практически одинаковые, а значит метод пригоден к использованию.

Гипотезы, выдвинутые в исследовании

В ходе данного исследования по данным двух лет и четырем написанным эссе были выдвинуты и проверены следующие гипотезы:

- Студенты, принимавшие участие в написании эссе, имеют более высокую успеваемость.
- Доля студентов, принимавших участие в написании эссе зависит от общей успеваемости и контингента.
- Доля студентов, участвовавших в рецензировании, меняется незначительно.
- Рецензенты выставляют оценки достаточно корректно.

Заключение

Предложенный метод автоматизации проверки рецензирования пригоден для использования в очном курсе, однако требует доработать систему начисления баллов рецензентам за проделанную работу, исключающую промахи в виде некорректных оценок.

Список литературы:

1.Wing, J. M., Reviewing Peer Review. Communications Of The ACM, 54(7), 2011, doi:10.1145/1965724.1965728, p. 10-11.

2.Korolev D., PavolotskyA., Implementation of MOOC methods to university classroom courses, Prt. 1: Innovative Information Technologies in Education. M.: HSE, 2014, p. 182-188.

3.Kolbe A., The approach to development of private academic-style MOOC, Prt. 1: Innovative Information Technologies in Education. M.: HSE, 2014, p.177-182

4.Marla Mallette and Diane Barone, ON USING GOOGLE FORMS, The Reading Teacher, Vol. 66, No. 8 (May 2013) (pp. 625-630).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА ЛОКАЛЬНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

М.А. Тарасенко, Е.С. Глухова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматривается применение методов поддержки принятия решений при разработке проектов ЛВС.Произведен сравнительный анализ возможных методов решения поставленной задачи.

Введение

Целью данной работы является применение методов поддержки принятия решений для выбора проектных решений на различных этапах разработки ЛВС.

На сегодняшний день практически в каждой организации локальные сети нашли применение. Они обеспечивают единое информационное пространство, доступ к разделяемым или совместно используемых ресурсов, данным или программам, а также оперативный обмен информацией между сотрудниками.

Применение методов поддержки принятия решений на каждом этапе проектирования локальной вычислительной сети позволяет обоснованно выбрать наиболее правильное решение, в зависимости от требований, предъявляемых к проектируемой сети. Данные методы помогают найти рациональное с точки зрения сроков проектирования и экономически выгодное решение.

Основные этапы проектирования ЛВС

Рассмотрим основные этапы проектирования ЛВС:

1)Выбор среды передачи данных

Критерии: максимальная протяженность, помехозащищенность, стоимость прокладки, долговечность.

Альтернативы: оптоволокно, витая пара, радиорелейная связь, открытый атмосферный канал.[1]

2)Выбор протокола сети

Критерии:максимальное число узлов,пригодность для доступа в интернет,пригодность для голосовых сервисов,совместимость с существующими сетями.

Альтернативы:Ethernet,SDH,ATM,Token ring.[1]

3) Выбор оборудования

Критерии: ценапорта, готовность к непрерывной работе, максимальная пропускная способность, гибкость настройки.

Альтернативы: класс (оператор), класс (предприятие), класс (офис), настольный прибор.

4)Выбор базовых сетевых технологий

Критерии: стоимость организации, надежность передачи данных,масштабируемость,защищенность от обслуживания,удобство и простота обслуживания.

Альтернативы:звезда,кольцо,шина.[1]

5) Выбор оптимального интернет-браузера

Критерии: **производительность, поддержка современных web-технологий, функциональность, безопасность.**

Альтернативы: Internet explorer, Googlechrome, Mozillafirefox, Opera.

6) Выбор оптимального антивируса

Критерии: антивирусный сканер, дополнительные функции, техническая поддержка.

Альтернативы:Avast,Nod 32,Касперский,Bitdefender.

Метод аналитических иерархий

Рассмотрим метод аналитических иерархий для этапа–выбор среды передачи данных.[2]

На первом этапе определяется иерархия: цели-критерии-альтернативы.

На втором этапе ЛПР делает попарные сравнения элементов на каждом уровне .Все результаты приводятся в числовые значения.

На третьем этапе высчитываются коэффициенты важности для всех уровней. Потом проверяется согласованность суждений ЛПР.

На четвертом этапе считается количественный индикатор качества альтернатив и выбирается самая наилучшая альтернатива.

Сравнительный анализ приведен в таблице 1:

провёдем расчет коэффицентов важности критериев:

V1=0,4V2=0,1 V3=0,3 V4=0,2

Итоговые значения ценности альтернатив принимают значения

S1=0,27S2=0,25 S3=0,25 S4=0,23

Альтернатива–оптоволокно оказалась лучшей.

Заключение

Таким образом, применение методов поддержки принятия решений при проектировании ЛВС позволяет повысить обоснованность принимаемых решений с учётом многих критериев выбора. И в частности метод аналитических иерархий позволяет решать задачу даже при лингвистических оценках по критериям.

Список литературы:

1. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. Учебник. Олифер В. Г., Олифер Н. А. 3-е изд. - СПб.: 2011. — 958 с.

2. Теория и методы принятия решений. Ларичев О.И.2-е изд., перераб. и доп. - М.: Логос, 2010. — 392 с.

Таблица 1 - сравнительный анализ	**Альтернативы**			
Критерии	**Оптоволокно**	**Витая пара**	**Радиорелейная связь**	**ОАК**
Максимальная протяженность	100м	20м	70м	60м
Помехозащищенность	40 дБ	27 дБ	10 дБ	20 дБ
Стоимость прокладки	дешево	средне	средне	дорого
Долговечность	25лет	2года	8лет	8лет

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ РИСКОВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ. ОЦЕНКА РИСКОВ ПО НАПРАВЛЕНИЯМ

П.С. Горохов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В настоящей работе предлагается исследовать возможность дополнить существующие методы оценки рисков информационной безопасности (ИБ) и предложить более полное решение проблемы анализа информационной безопасности. Такое решение будет возможно, если в обязательном порядке учесть «модель нарушителя» при учёте угроз и уязвимостей, а также уделить должное внимание специфике информационных потоков на предприятии с учётом направлений его деятельности.

Введение

Существующие методы оценки рисков основаны на анализе системы информационной безопасности исследуемого объекта. В большинстве своём они основаны на идентификации ресурсов, вычислении уровней (мер) рисков на основе экспертных оценок, присвоенных ресурсам, угрозам и уязвимостям ресурсов. Некоторые методы пользуются моделью «предсказания годовых потерь» (Annual Loss Expectancy — ALE) и оценкой «возврата от инвестиций» (Return on Investment — ROI). Однако, с учётом специфики предприятий в России, особенно большого участия государственного сектора, предлагается в дополнение к существующим методикам усилить их внесением моделей информационных потоков, угроз и уязвимостей с моделью нарушителя, а также внести экспертную оценку рисков по направлениям.

Целью и задачами исследования является анализ имеющихся средств для оценки рисков ИБ, подбор необходимого инструментария для решения поставленных задач, а также разработка «модели нарушителя» и метода оценки рисков по направлениям деятельности предприятия с учётом специфики информационных потоков.

Обзор существующих средств оценки информационной безопасности

Существуют доступные инструментальные средства анализа информационной безопасности. Такими средствами являются CRAMM, RiskWatch и ГРИФ. Проводится сравнительный анализ инструментальных средств анализа рисков. Оценивается уровень адекватности систем для решения поставленных задач.

Продукт	CRAMM	RiskWatch	ГРИФ
	Central Computer and Telecommunications Agency (UK)	компания RiskWatch (USA)	DSEC (Россия)
Критерии сравнения			
Поддержка			
Легкость в работе конечного пользователя			
Цена			
Системные требования			
Функционал			
Количественный или качественный метод			
Наличие сетевого решения			

«Модель нарушителя» и оценка рисков по направлениям

Предлагается «модель нарушителя» для государственного предприятия, с учётом специфики информационных потоков. Изучается возможность оценки эффективности организованной системы ИБ и создается модель оценки рисков по направлениям на основе экспертных оценок.

Для категории источников угроз – людей, предлагается модель нарушителя, включающая описание необходимых ресурсов для реализации угрозы, и мотивации их действий, а также возможных специальных и технических методов нарушения.

По правам доступа нарушителей подразделяем на:

- ✓ внешних нарушителей (1 тип) - нарушители, без доступа к информационной системе (ИС), реализующие угрозы извне;
- ✓ внутренних нарушителей (2 тип) - нарушители, имеющие доступ к ИС, реализующие угрозы непосредственно внутри.

Возможные нарушители 1 типа:

- криминальные организации и сообщества;
- коммерческие шпионы;
- шпионы иностранных государств и организаций (иностранная техническая разведка)
- бывшие сотрудники.

Возможные нарушители 2 типа:

- действующие сотрудники;
- санкционированные посетители;
- сотрудники смежных предприятий.

Решением нашей задачи по оценке рисков с использованием модели угроз и уязвимостей по направлениям может быть сведено к следующему алгоритму. Первый этап: выделяются наиболее важные направления деятельности, определяющие (по экспертным оценкам) уровень ИБ; Второй этап: по этим направлениям формируется оценка экспертов, дающая вероятности реализации угрозы ИБ, значимость угрозы, уровень затрат в стоимостном выражении, необходимый для восстановления работоспособности системы. Рассчитывается суммарный риск отказа – сумма рисков по всем направлениям.

Решением описанной задачи будем считать распределение финансов по направлениям, минимизирующее риски отказа системы по критерию ИБ. Необходимо рассмотреть математическую модель минимизации рисков ИБ.

Положим, что заданы (найдены или установлены экспертами) зависимости $r_i = f(x_i)$ рисков r_i отказа от затрат x_i на их избежание i-м направлении ИБ (i = 1 ,…, n), n – количество рассматриваемых направлений.

Следовательно, минимизация рисков ИБ позволяет использовать уровень затрат на восстановление работоспособности системы в случае ее отказа по одному или нескольким направлениям как показатель оценки.

Введём следующие величины для создания математической модели:

1)$R = \sum_{i=0}^{n} r_i$ – сумма рисков отказа по направлениям;
2) Z – максимум затрат в модели;
3) $ZMAX_i$ – максимум затрат по i-му направлению;
4) $ZMIN_i$– минимум затрат по i-му направлению

Теперь сформулируем следующую задачу (1):

$$\begin{cases} R_{\text{рез}} \to min \\ \sum_{i=0}^{n} x_i \le Z \\ ZMIN_i \le x_i \le ZMAX_i \end{cases} \quad (1)$$

В нашем случае, модель будет линейной, поэтому $f(x_i) = a_i - b_i x_i$, то есть это линейная функция от x_i с отрицательными угловыми коэффициентами.

Логично трактовать a_i как издержки, которые несет система в случае отсутствия затрат или как максимальные затраты на бескризисную работу на на i-м направлении ОБ, а коэффициенты b_i – как весовые коэффициенты, отражающие относительную значимость i-го направления обеспечения безопасности по экспертной оценке [8].

Подставляя нашу функцию риска в систему (1) получаем систему (2).

$$\begin{cases} \sum_{i=0}^{n} a_i - b_i x_i \to min \\ \sum_{i=0}^{n} x_i \le Z \\ ZMIN_i \le x_i \le ZMAX_i \\ x_i \ge 0 \end{cases} \quad (2)$$

Осуществим переход от минимума к максимуму. Соответственно при переходе к задаче на максимум мы получим (3):

$$\begin{cases} \sum_{i=0}^{n} b_i x_i - a_i \to max \\ \sum_{i=0}^{n} x_i \le Z \\ ZMIN_i \le x_i \le ZMAX_i \\ x_i \ge 0 \end{cases} \quad (3)$$

Т.к. a_i - мы трактуем как издержки, то в нашем случае мы их стараемся минимизировать. Для удобства расчета и позитивизации результирующей функции мы принимаем $a_i=0$. Тогда (3) можно записать в виде следующей ЗЛП:

$$\begin{cases} \sum_{i=0}^{n} b_i x_i \to max \\ \sum_{i=0}^{n} x_i \le Z \\ ZMIN_i \le x_i \le ZMAX_i \\ x_i \ge 0 \end{cases} \quad (4)$$

Очевидно, что задача (4) – наша математическая модель, есть многопараметрическая задача линейного программирования. Ограниченность переменных задачи, нестрогость ограничений, позволяет утверждать что допустимое множество – непустой компакт. Данная задача может быть решена с помощью симплекс-метода Дж. Данцига. Можно рассматривать практически неограниченное (размерность n) количество угроз ИБ.

На рассматриваемом предприятии направления, по которым мы будем оценивать обеспечения информационной безопасности:

1. Отказ аппаратного обеспечения - направление №1.
2. Отказ программного обеспечения - направление №2.
3. Отказ из-за недостаточной квалификации сотрудника (оператора) - направление №3
4. Отказ из-за недостаточно квалификации управленца - направление №4
5. Отказ из-за успешной реализации внешней угрозы - направление №5.

В нашем случае, для каждого из направлений коэффициенты a_i и коэффициенты b_i – весовые коэффициенты, выражающие относительную значимость i-го направления должен задавать руководитель предприятия после проведения детального аудита. Итоговая система будет иметь вид:

$$\left\{ b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 + b_5 x_5 \to max \;\middle|\; \begin{array}{c} x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \ge 0 \\ \sum_{i=0}^{5} x_i \le Z \\ ZMIN_i \le x_i \le ZMAX_i \end{array} \right. \quad (5)$$

Подготовленная модель была изучена руководством организации и для расстановки весовых коэффициентов были использованы экспертные оценки руководителей направлений организации и сотрудников, ответственных за указанные проблемные области.

Сводная таблица весовых коэффициентов по результатам экспертных оценок:

Направление	Вес (условная единица)
№1	21
№2	19
№3	16
№4	19
№5	50

Также эксперты дополнили систему ограничениями по максимально и минимально возможным затратам по реализации каждого из направлений.

Направление	Минимальная сумма (тыс.руб)	Максимальная сумма (тыс.руб)
№1	150	750
№2	100	650
№3	50	300
№4	50	550
№5	150	900

Важным условием, которое было добавлено руководством организации было то, что сумма затрат на уменьшение рассматриваемых рисков не может превышать один миллион рублей (1000 тыс.руб.)

Исходя из этих данных мы можем сформулировать нашу задачу (5) следующим образом:

$$\left\{ 21x_1 + 19x_2 + 16x_3 + 19x_4 + 50x_5 \to max \;\middle|\; \begin{array}{c} x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 \ge 0 \\ \sum_{i=0}^{5} x_i \le 1000 \\ 150 \le x_1 \le 750 \\ 100 \le x_2 \le 650 \\ 50 \le x_3 \le 300 \\ 50 \le x_4 \le 550 \\ 150 \le x_5 \le 900 \end{array} \right. \quad (6)$$

Решая систему (6) как ЗЛП получаем следующее распределение затрат по направлениям:

Направление	Затраты (тыс.руб)
№1	150
№2	100
№3	50
№4	50
№5	650

Заключение

Полученные результаты позволили улучшить уровень ИБ на конкретном госпредприятии. Рассматривается возможность разработки нового ПО для объединения возможностей вышеупомянутых инструментальных средств анализа ИБ и предложенных автором моделей.

Предложенные подходы позволяют переходить от уровня сбора угроз и уязвимостей к более высокому когнитивному обобщению самой структуры ИБ.

Список литературы:

1. http://www.cramm.com/
2. http://www.riskwatch.com/
3. http://sec4all.net/grif.html
4. Ильенкова Н.Д. Проблемы анализа инновационного риска / Инвестиции и инновации. – 2011. – № 5. – С. 90–92.
5. Галатенко В.А. Основы информационной безопасности компании. – М.: ИНТУИТ.РУ «Интернет-университет Информационных Технологий», 2003.- 280 с.
6. Информационная безопасность государственных организаций и коммерческих фирм. Справочное пособие (под общей редакцией Реймана Л.Д.) М.: НТЦ «ФИОРД-ИНФО», 2002г.-272с.Волокитин А.В., Маношкин А.П., Солдатенков А.В., Савченко С.А., Петров Ю.А.
7. Александр Астахов. Искусство управления информационными рисками,. Издательство: ДМК Пресс, GlobalTrust ISBN: 978-5-94074-574-7, 2009.

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ НАТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

И.А. Хромов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В работе сделан обзор и проведён анализ существующих методов аутентификации в беспроводных нательных сетях. Представлено их сравнение, рассмотрены достоинства и недостатки.

Введение

В последние годы распространение беспроводных нательных сетей (БНС) значительно увеличилось. Они используются в медицине для наблюдения за состоянием здоровья пациентов. Также нательные сети применяются в других областях: безопасности, спортивной и военной. Однако с ростом популярности БНС увеличились риски безопасности и конфиденциальности, которые могут помешать их широкому внедрению. Эти риски включают возможность разглашения личной информации и манипулирование физиологическими данными, передаваемыми между устройствами. Для уменьшения этих рисков нужно делать механизмы безопасности так, чтобы каждое устройство БНС было уверенно, что оно общается с достоверным другим устройством. Для этого следует правильно выбрать наиболее подходящий механизм безопасности, с помощью которого устройства БНС будут проверять подлинность друг друга.

1. Методы аутентификации БНС устройств

Проверка подлинности является основным шагом в направлении установления доверия и последующей безопасной передачи данных в БНС. Аутентификация не позволит злоумышленникам получить доступ к узлам датчиков и защитит их от неправильных отчетов и ложных команд. К сожалению, в настоящее время не уделяется должное внимание безопасности при разработке БНС. В медицине, где от информации о пациентах зависит их жизнь отсутствие решений в области безопасности, может привести к летальному исходу. В работе [1], авторы использовали беспроводной доступ, для кражи личной информации из сердечного дефибриллятора, и показали, возможность вызвать сердечные ритмы, приводящие к смерти. Следовательно, аутентификация узла – это ключ к безопасности нательных сетей и пользователей.

Аутентификация в БНС остается проблемой из-за их уникальных особенностей. Для дешевых сенсорных устройств ресурсы, такие как аппаратная составляющая, энергия и интерфейсы пользователя, крайне ограничены. Это ограничивает механизмы аутентификации в плане средств связи и потребления вычислительных ресурсов. Кроме того, многие существующие некриптографические механизмы аутентификации требуют самые современные аппаратные средства, или существенных изменений программного обеспечения. Также должна сохраняться совместимость с унаследованными системами.

1.1. Криптографические механизмы аутентификации в БНС

В этом разделе, исследованы механизмы криптографической аутентификации нательных сетей в зависимости от класса криптосистем. Криптосистемы делят на два класса:

- симметричные криптосистемы (symmetrickey-based, SKC-base);
- асимметричные криптосистемы (publickey-based, PKC-based).

В симметричной криптосистеме секретный ключ передаётся отправителю и получателю по защищенному каналу. В асимметричной передаётся только открытый ключ по незащищенному каналу, а секретный ключ сохраняют на месте генерации.

Симметричное шифрование более подходящий вариант, поскольку в асимметричном шифровании большие вычислительные затраты. Однако в симметричном шифровании распространение ключей является сложной задачей.

1.1.1. Аутентификация на основе симметричного шифрования

У аутентификации на основе симметричного шифрования есть несколько недостатков. Во-первых, поскольку взломанные узлы представляют опасность, нужно обнаруживать и отключать их своевременно. Во-вторых, в таких криптосистемах пользователи могут вступать в сговор с целью обмена и получения ключей. Также информация из находящегося под физической угрозой устройства БНС может быть доступна злоумышленнику.

Следует отметить, что существует возможность использования других методов аутентификаций на основе симметричного шифрования, которые не предполагают предварительного распространения секретных ключей, дополнительного аппаратного обеспечения и обладают высокой практичностью. Например, технология BodyCom первая в мире использует тело человека в качестве безопасного канала связи. Она активируется через емкостную связь с организмом человека. Затем система начинает передачу сигнала в обоих направлениях между центральным контроллером и одним или несколькими беспроводными устройствами. Передаваемый сигнал зашифровывается алгоритмом AES-128 (симметричный алгоритм блочного шифрования).Технология BodyCom значительно увеличивает срок службы аккумулятора, поскольку отсутствует необходимость в беспроводном приемопередатчике [2].

1.1.2. Аутентификация на основе асимметричного шифрования

Наиболее распространенными методами аутентификации основанных на асимметричном шифровании являются шифрование на основе атрибутов (attribute-basedencryption, ABE) и шифрование на основе личных данных (identity-basedencryption, IBE).

Шифрование на основе атрибутов– это шифрование один-ко-многим (one-to-many) с использованием атрибутов. Дешифрование возможно только тогда, когда множество атрибутов ключа пользователя соответствует атрибутам зашифрованного текста. Особенность безопасности ABE-шифрования- это сопротивление сговору. Из-за своих особенностейABE-шифрование хорошо подходит для аутентификации в БНС.

Общей чертой схем IBE-шифрования является отсутствие предварительного распространения ключей. IBE-шифрование является сложным для вычисления и не может быть эффективно реализовано в БНС. Для решения этой проблемы, [3] предложили облегченную схему управления доступом на основе IBE-шифрования, с использованием эллиптических кривых (ellipticcurvecryptography, ECC).

1.2. Некриптографические механизмы аутентификации в БНС

Некриптографические методы предлагают альтернативный способ аутентификации без предварительного распространения ключа. Кроме того, большинство некриптографических схем используют более простые протоколы с менее сложными вычислениями. Некриптографические механизмы аутентификации делятся на следующие категории:

- биометрическая;

- канальная;
- proximity;
- комбинированная.

1.2.1. Биометрическая аутентификация

Биометрические системы рассматриваются, как средство более надежной аутентификации с уникальными чертами физически связанными с пользователем, поскольку контекст безопасности в традиционных методах аутентификации может быть легко украден, открыт для общего доступа или подделан. Признаки, по которым осуществляется аутентификация, включают анатомические черты, например, отпечатки пальцев, радужная оболочка, ЭКГ (ЭЭГ), и поведенческие особенности, например, подпись, походка. Для аутентификации, физиологические значения признака измеряются с помощью датчиков, и особенности извлекаются из измерений, для создания шаблона, хранящегося в базе данных системы. При проверке устройства пользователя на подлинность, его физиологические значения сравниваются с шаблоном проверки личности [4].Биометрическая аутентификация уязвима в двух аспектах. Во-первых, когда тело находится в разных положениях датчику трудно точно измерять физиологический сигнал. Во-вторых, может произойти подмена (spoofattack) при использовании поддельной биометрической характеристики, которая не получена от живого человека.

1.2.2. Канальная аутентификация

Для канальной аутентификации используются измерения интенсивности принимаемого сигнала (ИПС) (receivedsignalstrength, RSS) [5]. Значения ИПС изменяются с течением времени из-за мобильности и среды каналов. ИПС аутентификация может быть скомпрометирована злоумышленником с антенными решетками, которые путем отправки сигналов разных уровней в направлении разных точек доступа, позволяют ему быть похожим на один из узлов БНС. Также ИПС соединение можно подслушать.

Есть и другие схемы канальной аутентификации, в которых применяется создание подписи для каждого канала беспроводного устройства. Например, в [6] для уникальной идентификации соединения между передатчиком и приемником используется информация импульсной характеристики канала (ИХК) (channelimpulseresponse, CIR) для временной подписи соединения.

1.2.3. Proximity аутентификация

Proximity аутентификация применяется для надежного соединения беспроводных устройств расположенных в непосредственной близости друг от друга. Матхур и др. [7] предложили схему согласования совместно расположенных устройств, используя сигналы среды, которые изменяются во времени. С помощью этих сигналов генерировался общий криптографический ключ устройств для дальнейшего их использования в конфиденциальной связи. Главный недостаток метода в [7] заключается в том, что эти устройства должны быть расположены на расстоянии друг от друга в пределах половины длины волны. Это является ограничением для сенсорных устройств БНС.

Другие методы используют измерение расстояния, такие как дистанционное ограничение, определяющие близость устройства. Для этих методов должно быть использовано специализированное / передовое оборудование, иначе высокая точность не может быть достигнута. Это оборудование не может быть доступно на обычных БНС устройствах, особенно устаревших.

1.2.4. Другие схемы аутентификации

Чтобы отличить достоверные нательные устройства БНС от самозванцев, [8] предлагают схему BANA (bodyareanetworkauthenticationscheme), которая использует канальную и proximity аутентификации. Она основана на том, что off-body канал злоумышленника будет вызывать явное изменение ИПС по сравнению с нательным датчиком. Преимущество BANA- это простой и легкий метод, не требующий дополнительного оборудования.

Заключение

Для применения в БНС требуются эффективные методы аутентификации, обеспечивающие безопасность и конфиденциальность, учитывающие особенности нательных сетей.

Криптографические схемы аутентификации наиболее подходящие для саморазвёртывающихся БНС, обычно требуют объемных вычислений и зависят от распространения секретных ключей. Различимые характеристики тела человека предоставляют идеальный способ для аутентификации, но они вызывают озабоченность неприкосновенности частной жизни пользователя. Беспроводные каналы сложно предсказать, и в значительной степени они зависят от воздействия окружающей среды, поэтому работа схем канальной аутентификации зависят отсостояния канала. В схемах proximity аутентификации, устройства БНС должны располагаться близко, чтобы пройти аутентификацию.

По сравнению с существующими беспроводными методами, технология BodyCom обеспечивает низкое потребление энергии и надёжную защиту информации с помощью двусторонней аутентификации, для передачи сигнала не требуютсяантенны.

Список литературы:

1. Scientists work to keep hackers out of implanted medical devices [Электронныйресурс]. URL: http://www.cnn.com/2010/TECH/04/16/medical.device(дата обращения: 11.2014).
2. Microchip’s BodyCom Technology is World’s First to Use Human Bodyas a Secure, Low-Power Communication Channel[Электронный ресурс]. URL:http://www.microchip.com/pagehandler/en-us/press-release/microchips-bodycom-technology.html (дата обращения: 11.2014).
3. C.C. Tan, H. Wang, S. Zhong, Q. Li, IBE-Lite: A Lightweight Identity-Based Cryptography for Body Sensor Networks, Info. Technol. Biomed. IEEE Trans. 13 (6) (2009) 926A932.
4. X. Hei, X. Du, Biometric-based two-level secure access control for implantable medical devices during emergencies, 30th IEEE Int. Conf. Comput. Commun. (INFOCOM 2011) (2011) 346A350, Shanghai, P. R. China.
5. L. Cai, K. Zeng, H. Chen, P. Mohapatra, Good neighbor: Ad hoc pairing of nearby wireless devices by multiple antennas, Netw. Distributed Syst. Secur. Symp. (2011).
6. N. Patwari, S.K. Kasera, Robust location distinction using temporal link signatures, Proc. 13th Annual ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, ACM, New York, NY, USA, 2007, pp. 111A122.
7. S. Mathur, R. Miller, A. Varshavsky, W. Trappe, N. Mandayam, Proximate: proximity-based secure pairing using ambient wireless signals, applications, and services. Proc. 9th International Conference on Mobile Systems, ACM, New York, NY, USA, 2011, pp. 211A224.
8. L. Shi, M. Li, S. Yu, J. Yuan, BANA: Body Area Network Authentication Exploiting Channel Characteristics, Selected Areas, Commun. IEEE J. 31 (9) (2013) 1803A1816.

ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРОТИВОПРАВНЫХ ДЕЙСТВИЙ С БАНКОМАТАМИ НА ОСНОВЕ ПЕРЕХВАТА ПОБОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

И.Т. Балмаев, М.Я. Тишков
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В статье описаны новые векторы осуществления атак на банкоматы с использованием каналов побочных утечек, а также методы защиты от подобных атак. Рассматриваются способы, целью которых является взлом алгоритма шифрования, используемого для передачи данных между банкоматом и банком, а также получение данных кредитных карт и PIN-кодов пользователей.

Введение

Большая часть финансовых операций в мире проводится с «виртуальными» деньгами. Однако часто возникает необходимость оперировать с наличными денежными средствами. Самым популярным средством обналичивания является банкомат. Вместе с этим появление банкоматов расширило возможности преступников по незаконному получению денежных средств. С самого момента появления банкоматов, преступники стали использовать различные технические приемы для получения доступа к конфиденциальной информации пользователей банка или же прямому управлению банкоматом. Самые распространенные методы у преступников на данный момент это «скиммеры» для снятия информации с магнитной полосы пластиковой карты, микрокамеры и накладные клавиатуры для получения PINкода клиента банкомата. Другим способом, получившим широкую огласку, является заражение банкомата вирусным ПО и захват управления банкоматом. Однако с распространением этих способов атак банки стали применять контр меры, которые усложнили жизнь злоумышленников. Примерами таких контрмер могут быть анти-скиммерные устройства, введение инструктажа для работников инкассаторской службы на проверку банкоматов на наличие технических закладок. Однако, как показала практика, на введение технических изменений, направленных на противодействие новым угрозам у банков уходит очень много времени. К примеру, потребовалось больше 10 лет, чтобы большая часть банкоматов в России получили защиту от скиммер-устройств. Именно поэтому так важно заранее предугадать возможные новые векторы атак. В статье мы опишем способы, которыми могут начать пользоваться преступники в ближайшее время и способы защиты от них. Все они основаны на использовании способов анализа информации на основе данных, полученных от утечек по техническим каналам, и отличаются простотой в реализации.

Атака, направленная на получения ключа шифрования используемого банкоматом

В компаниях, производящих банкоматы, прекрасно осознают, какой ценностью может обладать информация о банковских транзакциях и в первую очередь PIN-код владельца карты, данные банковской карты, а также команды из центра процессинга. Такая информация шифруется. При этом самым распространённым способом шифрования является аппаратный. К примеру, одним из распространенных устройств в банкоматах, используемых в России, являются Thales E-security HSM RG7000. Согласно технической спецификации, HSM RG 7000 - взломоустойчивое устройство, предлагающее возможности шифрования для защищённой передачи данных в финансовых сетях. Конструкция THALES HSM отвечает требованиям FIPS 140-1 - третьему уровню физической безопасности. Это значит, что он защищен от внутреннего просмотра, устойчив к изменениям температуры и напряжения. Однако это устройство не защищено от паразитных излучений и утечек токов. Это делает возможным атаку на получение данных ключа DES (атака на энергопотребление). В основе данного принципа лежит тот факт, что транзисторы потребляют различный уровень энергии в разных состояниях. Таким образом, инструкции можно идентифицировать на графике потребления тока. К примеру, можно использовать работу Пола Кошера 1995 года, в которой описано как подобным образом была осуществлена атака на DES смарт-карту. Примерный алгоритм выглядит так:

1) регистрируется энергопотребление нескольких последних раундов для 1000 DES-шифрований, причем для после каждого раунда регистрируется также и результат шифрования

2) график для каждого такого шифрования разбивается на 100000 равных отрезков, и каждому отрезку ставится в соответствие его энергопотребление

3) полученная матрица 1000 x 100000 анализируется статистическими методами и по ней находится ключ, который был неизменен на протяжении всего периода измерений.

Вместо прямого измерения энергопотребления модуля можно воспользоваться регистрацией токов утечек или изменения ЭМ фона, что особенно легко сделать, если были нарушены правила по заземлению банкомата при его установке.

Атака на считыватель банковских карт

Для получения доступа к счету жертвы, злоумышленнику также необходимо знать данные банковской карты. После появления антискиммерной защиты на банкоматах, эта задача стала более сложной, однако все равно осталась возможность получить эти данные косвенным образом. Устройство считывания данных с карты находится не так глубоко внутри банкомата, как могло бы быть. Это дает возможность на основе изменения электро-магнитного поля самого считывателя получить данные с карты. Для этого можно, к примеру, на боку банкомата, рядом с месторасположением считывателя, установить соответствующее устройство, которое сможет многократно усилить сигналы, создаваемые магнитной головкой считывателя. На основе полученной информации злоумышленники могут воспроизвести данные на фальшивой банковской карте и использовать её для преступных действий.

Атака на клавиатуру

Помимо данных банковской карты злоумышленникам необходимо получить PIN-код. Сейчас злоумышленники решают эту проблему с помощью накладных клавиатур или миниатюрных камер, установленных на банкоматах. Однако возможен новый алгоритм получения данных о комбинации цифр. При пользовании банкоматом легко обратить внимание, что при нажатии клавиши издают заметно слышимый звук. Однако, как и любое другое механическое устройство, каждая клавиша, в какой-то степени, является индивидуальностью, точнее звук её нажатия. Совсем недавно появился способ с помощью обычно смартфона по данным с микрофона и акселерометра определять нажатую клавишу. В нашем случае же достаточно всего двух микрофонов, которые могут быть установлены необязательно рядом с клавиатурой, что затруднит определение их наличия. К тому же металлический корпус банкомата является отличным проводником для звуковых волн. Второй микрофон необходим для реализации эффективного шумоподавления от внешних источников сигналов. После установки такого устройства на банкомат, злоумышленник калибрует устройство путем нажа-

тия на все клавиши банкомат, что займет не более 3 минут, а затем, он сможет получать данные, сидя дома за ноутбуком или в машине неподалеку. В силу того, что все автоматы должны соответствовать требованиям к приспособленности для пользования людьми с ограниченными возможностями, современные банкоматы никак не защищены от атак подобного рода.

Атака на монитор

На экране банкомата не выводится PIN-код карты или другая, напрямую компрометирующая пользователя информация, однако в некоторых случаях она все же бывает, необходима преступнику. К примеру, на экран монитора могут выводиться данные карты, на которую жертва будет осуществлять перевод денежных средств или же номер телефона - на него будет осуществлен перевод денежных средств. Большое количество банкоматов оснащено ЭЛТ дисплеем, этот факт представляет огромные возможности для перехвата выводимого на экран изображения. Впервые этот способ был описан Виманомван Эйком в 1985 годы и с тех пор активно применялся спецслужбами всего мира. Однако, с удешевлением радиоэлектронных компонентов возможность перехвата изображений с мониторов, в том числе и с ЖК экранов (метод Маркуса Куна), стала доступна для широкого круга потребителей. Сейчас можно собрать аппаратуру, способную перехватывать сигналы в диапазоне 60-1700 МГц за 20$, купив все необходимое в интернет-магазине.

Атака на принтер

Каждый банкомат должен уметь распечатывать чеки, т.к. чек является платежным документом. Однако, помимо печати самих чеков, банкомат может печатать там и иную информацию. К примеру, Сбербанк может печатать там одноразовые пароли, обладая которыми злоумышленник может получить доступ к банковскому счету жертвы. Атаки на принтер никто не ждет, поэтому подобный способ может быть чрезвычайно эффективным. Угроза может быть реализована различными методами, среди которых можно выделить два самых простых: микрокамера и микросканер. Обычно никто не обращает внимания на отверстие принтера чеков, все внимание сосредоточено в основном на отверстии для приема карт и пин-паде, поэтому столь неожиданное месторасположение спец устройств может сыграть злую шутку с жертвой и сотрудниками банка.

Методы противодействия

При проектировании современных банкоматов, производители уделяют мало внимания защиты их от утечек по альтернативным каналам. При установке банкоматов часто нарушаются необходимые технические требования. В свою очередь злоумышленники, с удешевлением устройств для перехвата паразитных излучений, обязательно обратят свое пристальное внимание на подобные способы совершения преступлений.

Т.о., исходя из вышеизложенного анализа противоправных действий с банкоматами можно сформулировать следующую методологию их защиты:

1) Уже сейчас необходимо внести изменение в конструкцию вновь заказываемых у производителей банкоматов. К примеру, можно в банкоматы установить слабо мощныепомеха-генераторы, способные излучать в широком диапазоне частот.

2) Внести в нормативные документы изменения, предписывающие проводить внешний осмотр не только внешней панели банкомата, но и задней и боковой поверхности

3) Снабдить специалистов по обслуживанию банкоматов устройствами для поиска подслушивающей аппаратуры (детекторами поля), а также устройствами для мониторинга излучения. Это позволит не только противостоять гипотетическим угрозам, но и, к примеру, «скиммерам» с возможностью удаленного управления или «скиммерам» с функцией мгновенной передачи данных. В некоторых случаях это позволит даже сразу же найти злоумышленников, находящихся рядом с местом преступления.

4) Модернизировать уже существующие автоматы путем установки дополнительной аппаратуры(к примеру, генераторов шума).

Заключение

Службы безопасности банков ориентированы, в первую очередь, уже на существующие угрозы. В статье были рассмотрены новые типы угроз, угрожающие банкам и которым необходимо начинать противостоять уже сейчас. Также были рассмотрены способы превентивной защиты, которыми могут воспользоваться специалисты по безопасности банковской сферы. Таким образом, в настоящее время следует разрабатывать упреждающие меры по возможным угрозам осуществления противоправных действий с банкоматами на основе перехвата побочной информациив недалеком будущем, что позволит обеспечить надежность и эффективность их функционирования.

Список литературы:

1. http://habrahabr.ru/post/149698/ (25.12.2014) «Инструкция по сборке широкодиапазонного приемника за 20$»

2. http://www.newscientist.com/blog/technology/2007/04/seeing-through-walls.html (25.12.2014) «Перехват изображения с ЖК мониторов»

3. «Electromagnetic Radiation from VideoDisplay Units: An Eavesdropping Risk?»Wim van Eck (ВиманванЭйк)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГСЧ В ЗАДАЧАХ КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ

Д.А. Пахомова, С.А. Пресняков
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

В статье рассмотрены криптоалгоритмы для генераторов случайных сигналов (ГСЧ). Варианты решения, объяснены принципы работы и поставлена задача исследования теоретической возможности использования генератора.

Введение

Криптоалгоритмы являются "сердцем" криптографических систем, но их непосредственное применение без каких-либо модификаций для кодирования больших объемов данных на самом деле не очень приемлемо. Криптосистема выполняет три основные функции: усиление защищенности данных, облегчение работы с криптоалгоритмом со стороны человека и обеспечение совместимости потока данных с другим программным обеспечением.

Способы осуществления

Одна из задач, возникающая при шифровании данных криптоалгоритмом – это данные с длиной, неравной длине 1 блока криптоалгоритма. Эта ситуация будет иметь место практически всегда. Для решения этих проблем и были введены в криптосистемы алгоритмы создания цепочек. Самый простой метод - метод ECB (ElectronicCodeBook) (рис.1). Шифруемый файл временно разделяется на блоки, равные блокам алгоритма, каждый из них шифруется независимо, а затем из зашифрованных пакетов данных компонуется в той же последовательности файл, который отныне надежно защищен криптоалгоритмом.

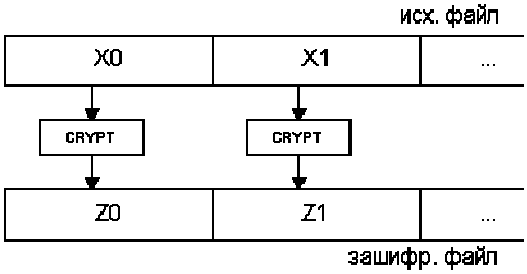


Рис.1

Если длина пересылаемого пакета информации не кратна длине блока криптоалгоритма, то возможно расширение последнего блока байт до требуемой длины либо с помощью *генератора псевдослучайных чисел*.

Два наиболее распространенных алгоритма создания цепочек – CBC и CFB. Еще один метод OFB (англ. Output FeedBack – обратная связь по выходу) имеет несколько иную структуру)(рис.2): в нем значение, накладываемое на шифруемый блок, зависит от предыдущих блоков, а только от позиции шифруемого блока.

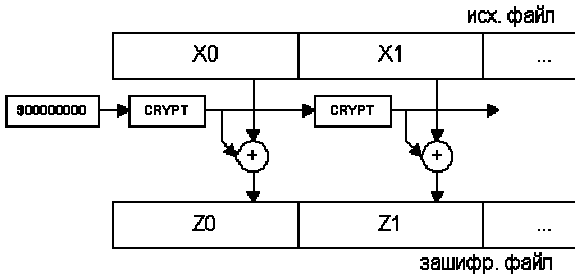


Рис.2

Усовершенствованием, направленным на повышение стойкости всей системы в целом является создание ключей сеанса. Тогда необходимо введение какой-либо случайной величины в процесс шифрования. Это можно сделать несколькими способами:

1.записью в начало файла данных псевдослучайной последовательности байт заранее оговоренной длины с отбрасыванием ее при дешифровании(CBC,CFB,OFB).

2.применением модифицированных алгоритмов создания цепочек, которые при шифровании каждого блока смешивают с ним либо а) фиксированную случайную величину либо б) значения (значение), вычисляемые с помощью того же шифра и ключа от заранее оговоренной величины.

3.созданием специально для каждого файла совершенно случайного ключа, т.н. ключа сеанса, которым и шифруется весь файл.

Проблемы

Самая большая проблема всех методов рандомизации сообщений – это порождение действительно случайной последовательности бит. Дело в том, что генераторы случайных последовательностей, используемые для общих целей, например, в языках программирования, являются на самом деле псевдослучайными генераторами.

Рассмотрим проблему создания случайных и псевдослучайных чисел более детально. Часто в прикладных задачах результат формируют из счетчика тиков – системных часов. Однако, подобного метода крайне недостаточно. Далее, можно добавить битов из сверхбыстрого таймера, работающего на частоте 1,2 МГц в компьютерах архитектуры IBM PC AT, но и этого еще недостаточно.

Кроме того, даже если мы сможем набрать длину ключа, она будет нести псевдослучайный характер, поскольку основана на состоянии только лишь данной ЭВМ на момент начала шифрования. Два наиболее часто применяемых метода создания случайных последовательностей основаны на вводе с клавиатуры.

Применение

В мощных криптосистемах военного применения используются действительно случайные генераторы чисел. Они представляют собой платы, либо внешние устройства, подключаемые к ЭВМ через порт в/в.

Список литературы:

1. Брюс Шнайер «Прикладная криптография» - Триумф, 2002;

2. Джесси Рассел «Криптографически стойкий генератор псевдослучайных чисел» - VSD, 2013.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТОКОЛА USB НА УЯЗВИМОСТИ

В.Л. Колосков, И.Ю. Павлов, Е.Б. Иванов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

USB (Universal Serial Bus)[1] представляет собой последовательный интерфейс передачи данных для среднескоростных и низкоскоростных периферийных устройств в вычислительной технике. Разработка спецификаций на шину USB производится в рамках международной некоммерческой организации USB Implementers Forum (USB-IF)[2], объединяющей разработчиков и производителей оборудования с шиной USB.

Для подключения периферийных устройств к шине USB используется четырёхпроводной кабель, при этом два провода (витая пара) в дифференциальном включении используются для приёма и передачи данных, а два провода — для питания периферийного устройства. Благодаря встроенным линиям питания USB позволяет подключать периферийные устройства без собственного источника питания (максимальная сила тока, потребляемого устройством по линиям питания шины USB, не должна превышать 500 мА, у USB 3.0 — 900 мА)[3].

Для подключения внешних устройств к USB-концентратору в нем предусмотрены порты, заканчивающиеся разъёмами. К разъёмам с помощью кабелей могут подключаться USB-устройства, либо USB-концентраторы нижних уровней, представляющие собой активные электронные устройства обслуживающие несколько собственных USB-портов. С помощью USB-концентраторов допускается до пяти уровней каскадирования, не считая корневого. USB-интерфейс позволяет соединить между собой и два компьютера, но это требует наличия специальной электроники (Windows Easy Transfer Cable. Он поддерживает пересылку со скоростью до 20 Мб/с, в зависимости от скорости компьютеров и активности антивирусных мониторов), эмулирующей Ethernet-адаптер с драйверной поддержкой с обеих сторон.

С помощью кабелей формируется интерфейс между USB-устройствами и USB-хостом, то есть платой, к которой могут подключаться другие устройства В качестве хоста выступает программно-управляемый USB-контроллер, который обеспечивает функциональность

[1] http://www.usb.org/developers/estoreinfo/
[2] http://www.usb.org/about
[3] http://www.usb.org/developers/docs/

всего интерфейса. Контроллер, как правило, интегрирован в микросхему южного моста, хотя может быть исполнен и в отдельном корпусе. Соединение контроллера с внешними устройствами происходит через USB-концентратор. В силу того, что USB-шина имеет древовидную топологию, концентратор самого верхнего уровня называется корневым (root hub). Он встроен в USB-контроллер и является его неотъемлемой частью. Также USB поддерживает HotPlug, т.е. способ подключения и отключения электронного оборудования в компьютерной системе во время её работы без выключения питания или остановки работы системы.

Но, как и большинство других способов передачи данных, USB не может обеспечить полной безопасности передаваемой информации.

Проблема уязвимости последовательного интерфейса передачи данных для среднескоростных и низкоскоростных периферийных устройств в вычислительной технике является очень актуальной, но на данный момент она недостаточно исследована.

К примеру, в июле исследователи Карстен Нохл (Karsten Nohl) и Якоб Лелл (Jacob Lell) в рамках конференции Black Hat заявили о найденной критической уязвимости в USB-интерфейсе и даже создали специальный инструмент BadUSB, превращающий обычную USB-«флешку» в средство для взлома компьютеров. В последнее время в интернете стало появляться все больше информации об уязвимостях USB, которая не имеет доказательств.

Ссылаясь на эту информацию, можно выделить несколько технологий:

1.COTTONMOUTH-I аппаратная закладка на USB, предоставляющая беспроводной мост к целевой сети, а также загрузки эксплойтов на целевой системе. Может создавать скрытый канал связи для передачи команд и данных между аппаратными и программными закладками.

При помощи встроенного радиопередатчика может взаимодействовать с другими COTTONMOUTH. В основе лежит элементная база TRINITY, в качестве радиопередатчика используется HOWLERMONKEY. Существует версия под названием MOCCASIN, представляющая собой закладку в коннекторе USB-клавиатуры.

2.SURLYSPAWN — аппаратная закладка (кейлоггер), позволяющая получить по радиоканалу данные от цели(клавиатура, низкоскоростные цифровые устройства). Данные передаются в отраженном сигнале, для активации необходимо облучение закладки радиосигналом от специализированного излучателя. Кейлоггер совместим с USB и PS/2 клавиатурами, в дальнейшем планируется добавление совместимости с клавиатурами ноутбуков.

3.DEITYBOUNCE предоставляет программный доступ к серверам Dell PowerEdge при помощи BIOS материнской платы и использования SMM-режима для получения возможности запуска перед загрузкой системы. Установка может быть произведена при помощи ARKSTREAM, либо при помощи USB-флеш. После установки будет выполняться каждый раз при включении системы. Целями могут являться Dell PowerEdge 1850/2850/1950/2950 с версиями BIOS A02, A05, A06, 1.1.0, 1.2.0 или 1.3.7.

В данной работе рассмотрен анализ технических и программных возможностей создания подобных устройств, а также условия и технические средства обнаружения утечек информации по USB каналу.

Список литературы:

1. http://www.spiegel.de

2. Агуров П. В. Интерфейс USB. Практика использования и программирования.-СПб: БХВ-Петербург,2004.-576 с.

3. Гук М. Аппаратные средства IBM PC.-СПб: Питер,2000.-С.-708-723

4. Benjamin Cox. Maintaining Privacy in Electronic Transactions. Carnegie-Mellon University: Information Networking Institute Technical Report TR 1994-8. Fall 1994.

Секция «Электроника»

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

П.А. Печурихина
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Под качеством измерительного преобразователя (ИП) следует понимать уровень его соответствия своему прямому предназначению. Следовательно, качество ИП определяется тем, насколько при его использовании достигаются цели измерительного преобразования [1].

Применяемые измерительные преобразователи во многом определяют качество измерений, поэтому оценка качества ИП является актуальной задачей.

Среди показателей качества ИП можно выделить их статические и динамические характеристики.

Статические характеристики определяют при статическом режиме работы ИП. *Статический режим* работы – это такой режим, при котором значение измеряемой величины не изменяется во время измерений.

К основным статическим характеристикам ИП относят:

1) статическая характеристика (функция) преобразования;
2) чувствительность (коэффициент преобразования);
3) диапазон преобразования входной величины;
4) погрешность преобразования;
5) потребляемая мощность;
6) входное и выходное сопротивления и др.

Динамические характеристики определяют при динамическом режиме его работы. *Динамический режим* работы – это такой режим, при котором значение измеряемой величины изменяется во время измерений.

К динамическим характеристикам относят:

1) передаточная функция;
2) переходная характеристика;
3) амплитудно-частотная характеристика;
4) фазо-частотная характеристика;
5) динамическая погрешность;
6) постоянная времени и др.

Поскольку в процессе измерений на каждой измерительной позиции осуществляется преобразование одного параметра, которое может осуществляться не одним типом ИП, а рядом альтернативных, то одной из важнейших составляющих является выбор ИП максимального качества, т.е. обеспечивающего наилучшую точность преобразования при минимуме затрат на его приобретение, установку и эксплуатацию в процессе производства.

Основным содержанием данной работы является разработка методики для оценки качества ИП и оптимальный выбор их типов применительно к каждому конкретному случаю. Очевидно, что для измерений на любой измерительной позиции можно применить различные ИП, обладающие метрологическими, техническими и эксплуатационными параметрами, удовлетворяющими требованиям заказчика (технолога). Для возможности корректного выбора необходима разработка критериев качества ИП.

Требования к критериям качества ИП [2].

1. Критерий должен отражать степень близости реального параметра ИП к заданному заказчиком (технологом), например, чем ближе диапазон измерения ИП, найденного информационно-поисковой системой в базе данных к заданному заказчиком, тем ближе значение критерия к единице.

2. Критерий качества должен быть безразмерной величиной.

3. Интегральный критерий качества должен определяться как свертка частных критериев качества и также быть безразмерной величиной.

4. Наибольшее численное значение интегрального критерия может являться основанием для выбора оптимального типа ИП из числа альтернативных.

Суммарная количественная оценка качества анализируемого ИП конкретного типа определяется численной оценкой, состоящей из суммы частных критериальных оценок каждого из его параметров, вошедших в число приоритетных. В нашем случае:

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{N} A_i$$

где A_i - частная критериальная оценка качества ИП по i-му параметру, общее число которых равно N.

Оптимальным из числа конкурирующих будет являться то средство измерения у которого величина A_{Σ} будет иметь максимальное значение.

Определить интегральный критерий качества можно и по иным методикам. В качестве примера можно привести использование функции желательности Харрингтона, подробно рассмотренное в работе [3].

Предложенная методика оценки качества измерительного преобразователя, базирующаяся на использовании частных и интегральных критериях качества, дает возможность оценить качество ИП в количественной форме.

Интегральный критерий первого типа выражается безразмерной величиной и является сверткой частных критериев, характеризующих каждый из параметров альтернативных типов ИП.

Интегральный критерий второго типа дает возможность количественно оценить стоимость единицы качества каждого из альтернативных ИП при известной стоимости. Предложенная методика не требует применения дорогостоящих и не всегда объективных методов экспертного определения оптимального ИП из числа альтернативных.

Список литературы:

1.Суриков С.В., Филимонов В.В., Юрин А.И. Методы оценки качества частотно-цифровых измерительных преобразователей. Труды Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова LXI научной сессии, посвященной дню радио – М.: Инсвязьиздат, 2006 – с. 63 – 64.

2.Карцев Е.А., Климантович А.А., Юрин А.И. Разработка методики выбора оптимального средства измерений из числа альтернативных // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 24-29.

3.Юрин А.И., Карцев Е.А., Неборский А.Ю. Оптимизация метрологических характеристик индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2013. № 10. с. 5-8.

АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

М.А. Несмеянова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Непрерывный рост требований к уровню качества и надежности технических устройств неизбежно порождает необходимость повышения количества и качества измерений, проводимых на всех этапах жизненного цикла продукции. Обеспечение условий качества измерений на современном уровне (повышение точности и скорости процесса измерения) возможно только при условии использования передовых достижений науки и техники.

Наиболее продуктивное и эффективное направление развития современных средств производства, в том числе, измерительной техники - интеллектуализация. Под интеллектуализацией в работе понимается высший на сегодня уровень автоматизации, связанный с использованием мощных персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и передовых достижений в области разработки математического и программного обеспечения (ПО).

Повышение качества (точности и быстродействия) измерений посредством применения современных методов совершенствования метрологических характеристик, основанных на принципах интеллектуализации как высшего уровня автоматизации процессов измерений является актуальной задачей. При этом необходимо решить задачу совместного применения современных достижений в области информационных технологий для решения метрологических задач.

Одним их возможных способов повышения качества ИП является применение специальных методов для совершенствования их метрологических характеристик, в частности, для коррекции основных и дополнительных погрешностей ИП.

В последние годы в связи с развитием вычислительной техники все шире применяют алгоритмические методы коррекции погрешностей, выполняемые при обработке сигнала измерительной информации с помощью программного обеспечения по заданному алгоритму.

Большое распространение получили алгоритмы для коррекции нелинейности функции преобразования с применением метода образцовых сигналов [1], [2].

Такие алгоритмы коррекции основаны на математических моделях функции преобразования ИП, которые отражают существующие взаимосвязи между значениями измеряемой величины и значениями выходного сигнала ИП.

Форма реальной функции преобразования, детально и точно описывающая зависимость выходного сигнала от входного для конкретного ИП, может быть сложной и мало пригодной к практическому использованию как в общем случае, при математическом анализе физических данных, так и в чисто прикладных задачах, особенно при расчетах ожидаемых результатов измерений и при математическом моделировании физических процессов. Кроме того, практическая регистрация физических данных выполняется с определенной погрешностью или с определенным уровнем шумов, которые по своим значениям могут быть много выше теоретической погрешности прогнозирования при расчетах по сложным, хотя и очень точным формулам. Не имеет большого смысла и проектирование систем обработки и анализа сигналов по высокоточным формулам, если повышение точности расчетов и соответствующее усложнение систем не дает ощутимого эффекта в повышении точности обработки данных.

Во всех этих условиях возникает задача аппроксимации – представления произвольных сложных функций $f(x)$ простыми и удобными для практического использования функциями $\varphi(x)$ таким образом, чтобы отклонение $\varphi(x)$ от $f(x)$ в области ее задания было наименьшим по определенному критерию приближения.

Таким образом, при построении математической модели функции преобразования необходимо подобрать такую функцию $f(x_k, a0, a1, \dots, an)$, которая характеризовалась бы минимальным отклонение от реальной характеристики. Функцию $f(x_k, a0, a1, \dots, an)$ называют регрессией величины y на величину x. Регрессионный анализ предусматривает задание вида функции $f(x_k, a0, a1, \dots, an)$ и определение численных значений ее параметров $a0, a1, \dots, an$, обеспечивающих наименьшую погрешность приближения к множеству значений y_k. Обычно при регрессионном анализе для расчета коэффициентов используют метод наименьших квадратов (МНК).

Как правило, наибольший вклад в дополнительную погрешность ИП вносит температура. Влияние температуры может вызвать изменение как начального значения сигнала (что приводит к появлению аддитивной составляющей температурной погрешности), так и чувствительности ИП (приводит к появлению мультипликативной составляющей погрешности).

Поскольку температура может изменяться в процессе выполнения измерений, то метод образцовых сигналов для коррекции дополнительной температурной погрешности не всегда удобен. В этом случае удобнее применять метод вспомогательных измерений [3], [4], заключающийся в добавлении в структурную схему ИП чувствительного элемента, реагирующего на изменение температуры. В ряде случаев возможно произвести алгоритмическую коррекцию и без изменения структурной схемы, если применяется ИП дифференциального типа [5].

Список литературы:

4.Филимонов В.В., Юрин А.И., Скачко Ю.В. Коррекция погрешности частотно-цифрового средства измерений линейных перемещений. Труды Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова LXI научной сессии, посвященной дню радио – М.: Инсвязьиздат, 2006 – с. 65 – 66.

5.Юрин А.И., Филимонов В.В., Скачко Ю.В. Автоматическая коррекция погрешностей механических резонаторных преобразователей. Труды Российского научно-технического общества радиотехники, электроники и связи имени А.С. Попова LXI научной сессии, посвященной дню радио – М.: Инсвязьиздат, 2006 – с. 69 – 71.

6.Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // Measurement Techniques. 2014. Vol. 56. No. 12. P. 1323-1326.

7.Юрин А.И., Карцев Е.А., Дмитриев А.В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков // Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. с. 15-20.

8.Юрин А.И., Неборский А.Ю., Карцев Е.А., Кокин Н.Н. Минимизация температурной погрешности индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2014. № 10. с. 47-51.

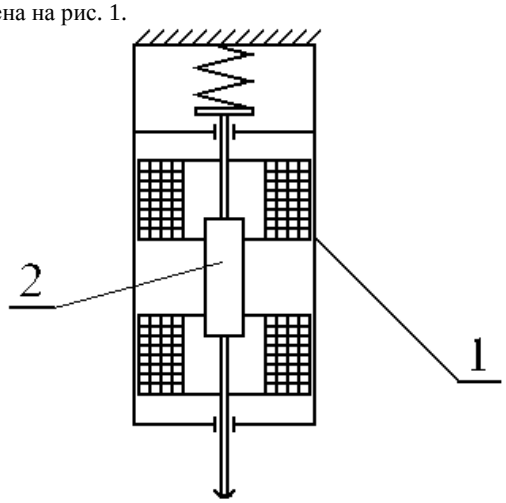
МЕТОДИКА КОРРЕКЦИИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИНДУКТИВНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

А.Ю. Неборский
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Индуктивные измерительные преобразователи (ИП) преобразуют измеряемую величину в изменение индуктивности катушки. Индуктивные ИП можно применять при дистанционном контроле за положением подвижных элементов механизмов, а при необходимости контроля неэлектрических величин, таких, как давление, усилия, скорость, ускорение, уровень и т.д. эти величины можно предварительно преобразовать в перемещение, а перемещение - в изменение индуктивности.

Индуктивные ИП питают от синусоидального тока, обычно частотой не более 1-3 кГц для уменьшения потерь от вихревых токов. Методика выбора частоты и уровня питающего напряжения индуктивных ИП были рассмотрены в работе [1].

В работе рассмотрена методика коррекции температурной погрешности индуктивных ИП на примере индуктивного ИП линейных перемещений, схема которого представлена на рис. 1.



1 – сердечник; 2 – катушка индуктивности
Рис.1. Схематическое изображение дифференциального индуктивного преобразователя линейных перемещений.

Изменение температуры является влияющим фактором для индуктивных ИП. При измерении температуры окружающей среды происходит изменение электрических и магнитных параметров преобразователя, что приводит к появлению дополнительной погрешности измерений [2], [3].

Индуктивные ИП также можно использовать в составе информационно-измерительных систем (ИИС). При этом можно произвести скорректировать значение дополнительной погрешности с помощью алгоритмов обработки измерительной информации [4]. Для возможности осуществления коррекции необходима выработка корректирующего сигнала, который несет информацию о температуре окружающей среды [5].

Для выработки подобного сигнала можно использовать сумму сопротивлений катушек дифференциального индуктивного ИП, которая в пределах линейного участка функции преобразования практически не зависит от измеряемой величины *x*, но уменьшается при увеличении температуры и поэтому может быть использована для расчета температуры [6].

При этом рассчитанное значение температуры можно использовать для введения поправки в результаты измерений, если известен характер температурной погрешности.

Таким образом, методику для коррекции дополнительной температурной погрешности дифференциальных индуктивных ИП можно представить в следующем виде:

1. Измерить сопротивления катушек;
2. Рассчитать температуру;
3. Рассчитать значение поправки;
4. Учесть величину поправки при расчете результатов измерений.

Эффективность такой методики была экспериментально доказана при исследовании дифференциального индуктивного ИП при температурах 25 °С и 55 °С. На рис. 2 приведен график зависимости дополнительной температурной приведенной погрешности преобразователя без коррекции γ и с коррекцией γ’.

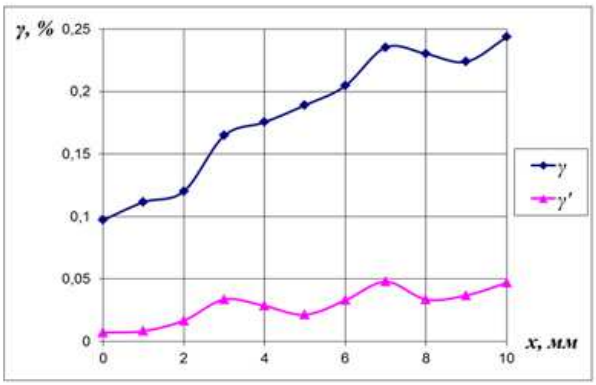


Рис.2. Температурная приведенная погрешность дифференциального индуктивного преобразователя линейных перемещений без коррекции γ и с коррекцией γ’

Результаты эксперимента позволяют сделать вывод о том, что температурную погрешность можно уменьшить в 10 раз, что может свидетельствовать об эффективности методики.

Список литературы:

1.Юрин А. И., Карцев Е. А., Неборский А. Ю. Оптимизация метрологических характеристик индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2013. № 10. с. 5-8.

2.Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // Measurement Techniques. 2014. Vol. 56. No. 12. P. 1323-1326.

3.Юрин А.И., Филимонов В.В. Автоматическая коррекция температурной погрешности механических резонаторных преобразователей. 8-я международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение», М.: 2006 – с. 501-504.

4.Юрин А. И., Карцев Е. А., Дмитриев А. В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков // Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. с. 15-20.

5.Юрин А.И., Филимонов В.В. Коррекция температурной погрешности дифференциальных струнных преобразователей. 10-я международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение» - М.: 2007/

6.Юрин А. И., Неборский А. Ю., Карцев Е. А., Кокин Н. Н. Минимизация температурной погрешности индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2014. № 10. с. 47-51.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Т.В. Осипова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Волоконно-оптические датчики (ВОД) - это оптоволоконные устройства для измерения различных физических величин - перемещения, давления, ускорения, температуры и т.д.

По сравнению с другими типами датчиков, ВОД обладают следующими преимуществами:

- возможность работы во взрывоопасной среде (нет риска возникновения электрической искры, даже в случае поломки);
- нечувствительность к влиянию электромагнитных помех; химическая инертность (нет загрязнения окружающей среды и коррозии);
- очень широкий диапазон рабочих температур (гораздо больше, чем у электронных устройств);
- возможность мультиплексирования (несколько датчиков может быть интегрировано в одиночной волоконной линии).

Принцип действия ВОД основан на модуляции интенсивности светового потока при его распространении в пространстве между передающим и приемным волоконно-оптическими каналами. Эта модуляция может быть осуществлена изменением параметров среды модулирующего пространства (показатель преломления, рассеяния, поглощения); вариаций пространственного положения торцов передающего или приемного волокна; изменением положения, геометрических (шероховатость, форма, размеры) и физических (коэффициенты отражения, пропускания) свойств объекта измерения (рис. 1).

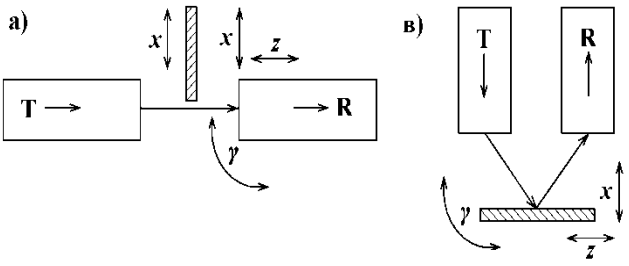


Рис.1. Схематическое изображение принципа работы волоконно-оптических преобразователей.

В качестве волоконно-оптических каналов ВОД могут быть использованы единичные волоконные световоды (ВС) либо волоконно-оптические жгуты (ВОЖ) на их основе. Большое разнообразие конструкций ВОЖ позволяет создавать датчики различного назначения, обладающие большими функциональными возможностями, имеющие большую надежность и высокие метрологические характеристики [1].

Вид функции преобразования ВОД определяется многими факторами, при этом одним из основных является конструкция приемо-передающего канала. Для выбора оптимальной конструкции ВОЖ датчиков различного назначения необходимы детальные исследования влияния параметров ВС, формы и размеров торцов ВОЖ, свойств объектов измерения на характеристики функции преобразования датчиков. Такие исследования были проведены на основе разработанной математической модели ВОД с внешней модуляцией, учитывающей основные параметры конструктивных узлов датчика (источника излучения, фотоприемника, волоконного приемо-передающего канала) и свойства объекта измерения [1].

В работе проведено экспериментальное исследование ВОД на основе жгутов На рис. 2 приведены экспериментальная и теоретическая функции преобразования датчика перемещений рефлектометрического типа на основе разветвленного коаксиального жгута длиной 165 мм, радиусом центрального передающего ВОЖ 1,5 мм и внешним радиусом приемного ВОЖ 3 мм.

Из результатов эксперимента следует, что имеется хорошее совпадение теоретических и экспериментальных характеристик, погрешность расчета не превышает 10%.

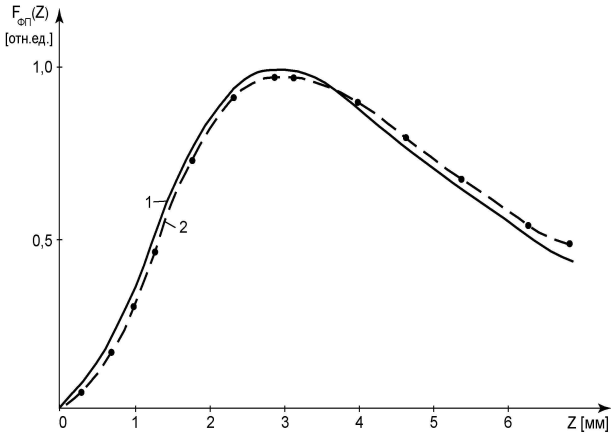


Рис.2. Экспериментальная (2) и теоретическая (1) функции преобразования волоконно-оптического датчика перемещений на основе разветвленного коаксиального жгута

Результаты исследования позволяют применять математические модели ВОД для комплексного исследования датчиков различного назначения, оптимизировать конструкцию волоконно-оптических каналов. Для примера, можно исследовать теоретические функции преобразования ВОД, имеющие жгуты с различной формой приемо-передающего торца. При этом площади приемного и передающего торцов во всех случаях постоянны и равны. Анализ данных зависимостей показывает, что оптимальной конструкцией ВОЖ, при которой достигается максимальный коэффициент преобразования, является коаксиальный ВОЖ круглой формы. Для датчиков на основе разветвленных жгутов, имеющих торцы, разделенные пополам, функция преобразования имеет достаточно протяженный участок, где выходной сигнал практически не зависит от расстояния до отражающей поверхности. Это позволяет сделать вывод о целесообразности применения подобных конструкций ВОЖ в датчиках, построенных по принципу экранирования светового потока [2], а также в качестве избыточных каналов информации для компенсации изменений отражающих свойств поверхности объекта измерения.

Список литературы:

1.Дмитриев А. В., Красивская М. И., Юрин А. И. Исследование волоконно-оптических датчиков с внешней модуляцией // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 34-37.

2.Дмитриев А. В., Юрин А. И., Красивская М. И. Волоконно-оптический датчик виброускорений // Приборы. 2014. № 2. с. 7-9.

РАСЧЕТ ПРОЕКТА МНОГОЛУЧЕВОЙ «ПРОЗРАЧНОЙ» ЛБВ Ка-ДИАПАЗОНА

Е.А. Ракова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе изложены основные конструктивные и технологические решения при проектировании и изготовлении многолучевой ЛБВ в 8-мм диапазоне длин волн с низким напряжением питания и выходной мощностью 200 Вт. Приведены расчетные выходные параметры прибора.

Введение

За последние годы во многих странах наблюдается значительный интерес к разработке приборов миллиметрового диапазона длин волн. Освоение диапазона открывает широкие перспективы для развития систем радиолокации и связи.

Однако миллиметровые ЛБВ как правило имеют меньший КПД и выходную мощность по сравнению с сантиметровыми аналогами, а также повышенные напряжения питания. Для обеспечения низкого напряжения питания при заданной выходной мощности в сантиметровом диапазоне широко используется многолучевая конструкция [1], а для повышения КПД – односекционные лампы.

Первая многолучевая односекционная «прозрачная» ЛБВ была разработана на «Истоке» в начале 1970-х годов прошлого века [2]. Суммарный микропервеанс многолучевого потока порядка 3…3.5 мкА/В$^{3/2}$ позволяет существенно снизить напряжение катода и улучшить выходные параметры лампы.

Разработка резонансных систем в миллиметровом диапазоне сопряжена с целым радом принципиальных трудностей:

- Размеры резонаторов становятся очень малыми, что затрудняет их изготовление, а требования к точности значительно возрастают;
- Необходимо увеличивать концентрацию энергии в электронных пучках пропорционально квадрату длины волны, что возможно за счет повышения напряжения и увеличения плотности тока с катода;
- С уменьшением размеров резонаторов значительно снижается их добротность, и ухудшаются условия теплоотвода;
- В клистронах возможен тепловой срыв: в процессе работы происходит нагрев резонаторов, катастрофически меняются расстройки, а вследствие этого усиление и КПД.

Требования к проектируемой ЛБВ

- Полоса рабочих частот – 1 ГГц – 8-мм диапазон длин волн;
- Выходная импульсная мощность – 200 Вт;
- Входная импульсная мощность – 4.5 Вт;
- Напряжение катода – 6 кВ;
- Ток катода (суммарный) – $\leq$ 0.4 А;
- Количество катодов – 6;
- Диаметр пролетного канала 0.5 мм;
- Расстояние между выводами энергии не превышает 23 мм.

Расчет замедляющей системы

При проектировании замедляющей системы необходимо искать компромисс между достижением высокого сопротивления связи и обеспечением хорошего теплоотвода. В результате удалось подобрать геометрию замедляющей системы типа «сдвоенная лестница», представленную на рис. 1.

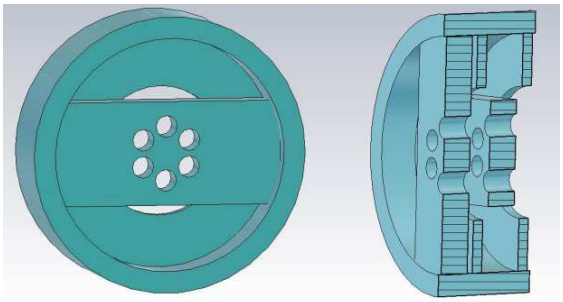


Рис.1. Фронтальный вид и Разрез одного периода замедляющей системы типа «сдвоенная лестница»

Данная замедляющая система обеспечивает: высокое сопротивление связи, отсутствие самовозбуждения на паразитном 2π-виде колебаний, необходимую дисперсионную характеристику, термостойкость и возможность точного изготовления на лазерном оборудовании. [2]

Расчет магнитной системы

ЛБВ снабжена магнитной фокусирующей системой, содержащей два ряда намагниченных в поперечном направлении постоянных магнитов из самарий-кобальта в виде прямоугольных брусков, замкнутых магнитопроводом (рис. 2).

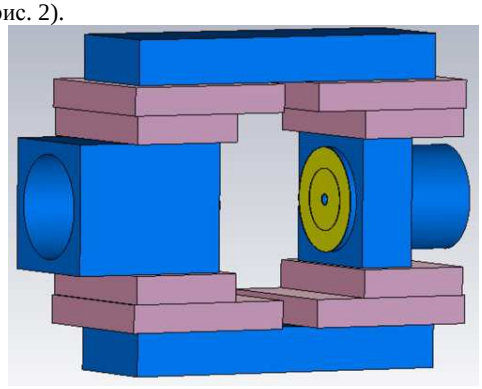


Рис.2. Магнитная система прибора

Геометрия магнитной системы подбиралась так, чтобы обеспечить однородность магнитного поля в каналах. Функция распределения продольной составляющей магнитного поля слабо меняется вдоль оси Z замедляющей системы (близкое к однородному полю) и имеет амплитуду 2 700 – 2 850 Гс. Моделирование магнитной системы показало, что магнитное поле в канале внутри полюсного наконечника спадает на протяжении всего 0.7 мм. Если коллекторный полюсный наконечник имеет большую толщину, то пучок движется на значительной его части без магнитного поля, что приводит к токооседанию, поэтому толщина наконечника была уменьшена до 0.7 мм.

Расчет электронно-оптической системы

Электронная пушка содержит плоский катод с 6 эмиттерами, управляющий электрод в виде тонкой пластины с отверстиями для пропускания парциальных электронных пучков (рис. 3).

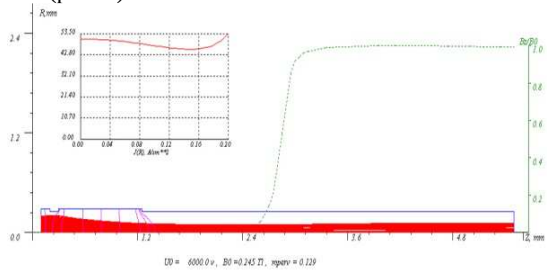


Рис.3. Расчет электронно-оптической системы в однолучевом приближении, профиль пучка в пушке и профиль токотбора с катода

При потенциалах анода и коллектора, равных 6 кВ и 3 кВ, и положительном потенциале управляющего электрода относительно катода, равном 150 В, электронно-оптическая система формирует многолучевой электронный поток с суммарным током 360 мА.

Расчет динамического режима

Использование многолучевых электронных пучков позволяет понизить напряжение питания. Однако при этом, как правило, ухудшается токопрохождение в динамическом режиме. Из расчета магнитной системы видно, что функция распределения продольной составляющей магнитного поля на оси пролетных каналов слабо отличается от поля на оси замедляющей системы. Этот факт позволяет произвести расчет в режиме большого сигнала в однолучевом приближении (рис. 4).

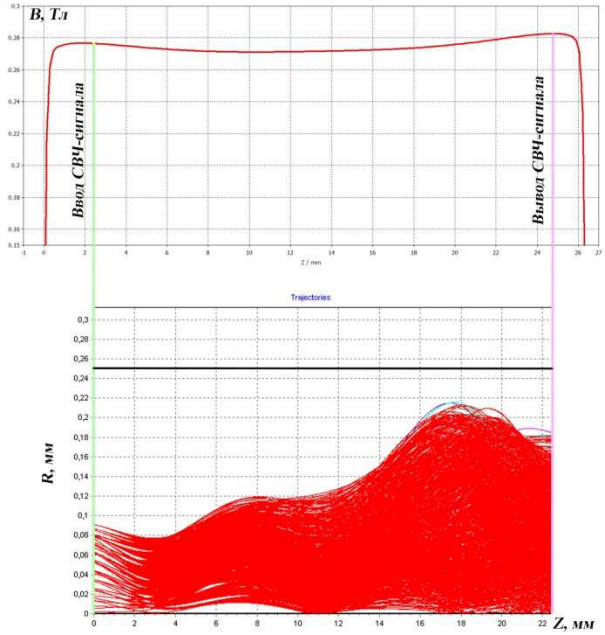


Рис.4. Траектории электронов в динамическом режиме (на нижней частоте) и профиль продольного магнитного поля на оси пролетного канала

Для обеспечения токопрохождения в динамическом режиме было принято решение по уменьшению начального заполнения канала пучком (заполнение составило 0.35). На выходе максимальное заполнение в полосе рабочих частот составило 0.86. Увеличение запаса по магнитному полю приводит к перефокусировке и повышенному токооседанию не только в динамике, но и в статике. За счет оптимальных условий формирования парциального электронного пучка в межполюсном зазоре пучок имеет высокое расчетное токопрохождение на коллектор.

На рис. 5 – 7 представлены расчетные выходные параметры лампы (выходная импульсная мощность, усиление и КПД), рассчитанные в однолучевом приближении.

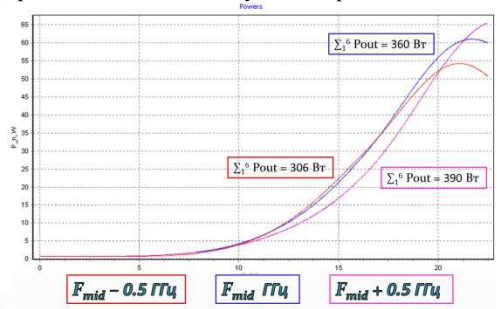


Рис.5. Профиль нарастания мощности по длине прибора во всем рабочем диапазоне частот

Входная мощность постоянна и равна 0.75 Вт на один пучок. А выходная суммарная мощность (от 6 пучков) в 1.8 раза превышает требуемую мощность.

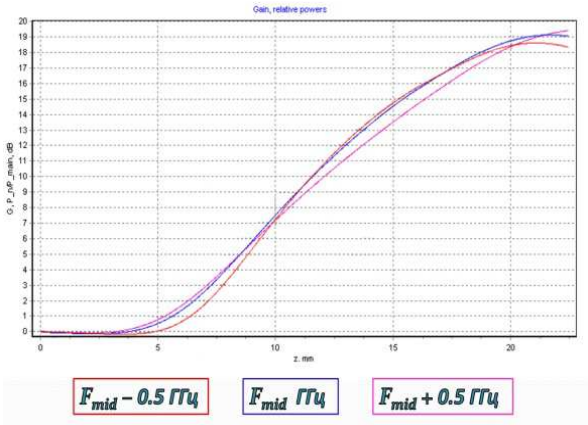


Рис.6. Усиление в рабочем диапазоне частот

Усиление лампы в полосе рабочих частот составляет 19 дБ.

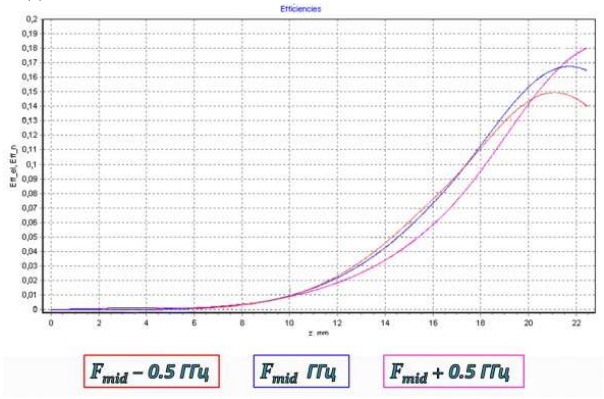


Рис.7. КПД в полосе рабочем диапазоне частот

Благодаря профилированию замедляющей системы средний электронный КПД повысился в 1.5 раза и составляет 16.3 %.

Заключение

Путем расчета основных узлов прибора показана возможность изготовленияпервой миниатюрной (22.5 мм длина лампы) многолучевой (6 лучей) «прозрачной» ЛБВ миллиметрового диапазона с низким напряжением питания отечественного производства.

Замедляющая система прибора типа «сдвоенная лестница» обеспечила требуемую дисперсионную характеристику и высокое сопротивление связи, хороший теплоотвод (толщина ламелей 2.4*0.5 мм), а также возможность изготовить на лазерном оборудовании.

В расчёте наблюдается 100% токопрохождение, удалось повысить уровень средней и импульсной выходной мощностей, и добиться высокого КПД.

Список литературы:

1. Данович, И.А. Многолучевые секционные ЛБВ с большим усилением и фокусировкой периодическим магнитным полем / И.А. Данович, В.А. Перекупко // Электровакуумные приборы. ТП СВЧ. – 2009. – № 1.

2. Сазонов, Б.В. Многолучевые многорежимные «прозрачные» ЛБВ и усилительные цепочки на их основе / Б.В. Сазонов, А.С. Победоносцев // Электронная техника. Сер. 1. СВЧ-техника. – 2003. – Вып.2. – С. 5-8.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМ ДАТЧИКОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

О.В. Быконя
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

В работе рассмотрены принципы построения информационно-измерительной системы (ИИС) с волоконно-оптическими датчиками.

Волоконно-оптические датчики (ВОД) в настоящее время являются одним из наиболее динамично развивающихся направлений оптоэлектроники. За последние десятилетия произошел стремительный прорыв от простейших конструкций ВОД к созданию широкой номенклатуры датчиков физических величин, используемых в всевозможных областях науки и техники в таких как химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, авиа- и космическая техника, транспорт, строительство, биомедицинская промышленность, военные применения и др. Созданные к настоящему времени датчики на основе элементов волоконной оптики по своим характеристикам не уступают, а в большинстве случаях превосходят датчики других типов. К основным преимуществам таких датчиков можно отнести общую технологическую базу для преобразователей различных физических величин, взрыво- и пожаробезопасность, устойчивость при работе в агрессивных средах, при высоких температурах и воздействии электромагнитных полей, возможность проведения измерений в труднодоступных зонах и др [1].

Принцип действия ВОД основан на модуляции физическим воздействием параметров оптического излучения, которое распространяется от источника излучения к фотоприемнику по каналу, содержащему элементы волоконной оптики. В зависимости от места воздействия на оптическое излучения измеряемой величины ВОД можно разделить на три большие группы [2]:

1) ВОД с внутренней модуляцией;
2) ВОД с граничной модуляцией;
3) ВОД с внешней модуляцией.

В первой группе оптическое волокно выступает в качестве чувствительного элемента. При этом модуляция параметров оптического излучения может быть осуществлена механическим воздействием на волокно, температурой, магнитными и электрическими полями. Во второй группе используют граничные явления на боковой поверхности волокна либо на его торце.

Первыми широкое применение нашли ВОД с внешней модуляцией. Это обусловлено в первую очередь возможностью реализации на их основе бесконтактных методов измерения ряда физических величин. Наряду с этим они конструктивно просты, характеризуются малыми габаритами и низкой стоимостью. Первые разработки ВОД с внешней модуляцией представляли собой эффективную альтернативу классическим фотоэлектрическим преобразователям. Замена зеркально-линзовых каналов на волоконно-оптические позволило получить ряд существенных преимуществ: широкий температурный диапазон, высокая помехозащищенность, универсальность применения и др. В дальнейшем были разработаны принципиально новые датчики, наиболее полно использующие уникальные свойства элементов волоконной оптики. К таким датчикам можно отнести волоконно-оптические акселерометры, измерители шероховатости поверхности, датчики для биомедицинских применений и др [2].

ВОД широко применяются в информационно-измерительных системах для решения задач мониторинга параметров объектов.

Преимуществами использования ВОД в ИИС являются их высокая стойкость к неблагоприятным воздействиям окружающей среды, повышенным температурам и электромагнитным полям; высокая механическая прочность и простота конструкции; возможность проведения измерений во взрывоопасной среде; отсутствие химических реакций оптического волокна с измеряемой средой, нечувствительность к электрическим наводкам.

Для создания подобной ИИС была использована стационарная ПЭВМ с установленным специализированным программным обеспечением и платой сбора данных.

Разработанная ИИС представляет собой совокупность аппаратно-программных средств и волоконно-оптических средств передачи, обеспечивающих сбор измерительной информации от множества ВОД и её передачу оператору в соответствии с заложенным алгоритмом [3].

Подключив выход фотоприемного устройства к блоку АЦП на плате сбора данных, можно регистрировать изменения сигнала, приходящего из волоконно-оптического тракта. Для дальнейшей работы ИИС требуется передача сигнала в ПЭВМ и использование специального алгоритма обработки измерительной информации, который был реализован с применением программной среды LabVIEW (рис. 1).

LabVIEW - это среда разработки и платформа для выполнения программ, созданных на графическом языке программирования «G» фирмы National Instruments (США).

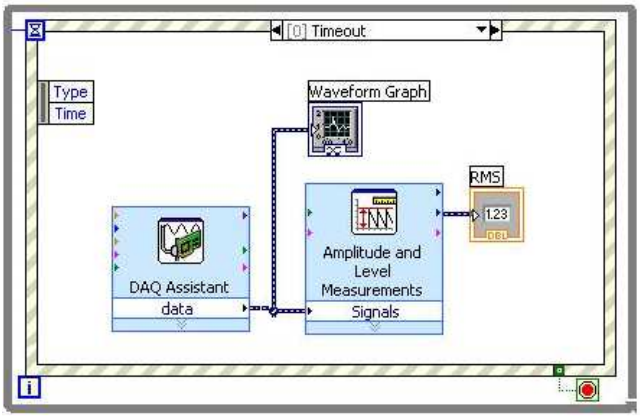


Рис.1.Блок-диаграмма разработанной информационно-измерительной системы

Разработанная ИИС позволяет регистрировать сигнал с ВОД и производить запись измерительной информации в файл MS Excel для дальнейшей обработки.

Список литературы:

1.Дмитриев А. В., Юрин А. И., Красивская М. И. Волоконно-оптический датчик виброускорений // Приборы. 2014. № 2. с. 7-9.

2.Дмитриев А. В., Красивская М. И., Юрин А. И. Исследование волоконно-оптических датчиков с внешней модуляцией // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 34-37.

3.Филимонов В. В., Юрин А. И. и др. Исследование особенностей универсализации информационных измерительных систем на базе ПЭВМ. 12-я Международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA-2010», М.: ООО «Инсвязьиздат», 2010. с. 218-221.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАИЛУЧШЕГО РЕЖИМА РАБОТЫ ИНДУКТИВНОГО ДАТЧИКА

Е.Е. Костреченкова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Индуктивными называют датчики, преобразующие значение измеряемого перемещения в изменение индуктивности.

Преимуществами применения индуктивных датчиков являются: возможность регистрации непрерывно изменяющихся величин, высокая чувствительность и надежность, простота конструкции датчиков. Недостатками являются нелинейность функции преобразования и влияние внешних воздействующих факторов на результаты измерений [1]. Указанные недостатки могут быть в значительной степени устранены при использовании дифференциальной схемы включения либо специальных алгоритмов обработки измерительного сигнала [2], [3].

Целью данной работы является ознакомление с принципом действия индуктивных датчиков (ИД) и схемами их включения в измерительные электрические цепи, а также экспериментальное определение частоты и напряжения питания измерительной схемы дифференциального ИД по критерию максимальной чувствительности и допустимой нелинейности функции преобразования.

Структурная схема установки, предназначенной для определения функции преобразования дифференциального ИД представлена на рис. 1.

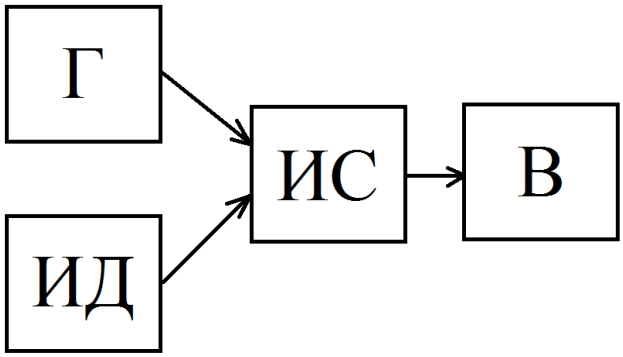


Рис.1. Структурная схема установки для исследования функции преобразования дифференциального ИД

Напряжение для питания исследуемой схемы $U_{\sim}$ подается с выхода генератора Г типа Г - 47 и подается на измерительную схему (ИС) мостового типа, посредством которой осуществляется включение обмоток дифференциального ИД по мостовой схеме. Выходное напряжение схем измеряется электронным вольтметром *В*.

Генератор Г - 47 позволяет регулировать частоту выходного сигнала в диапазоне 1 Гц - 10 МГц с погрешностью, не превышающей ± 1 Гц, и выходное напряжение в диапазоне от 0,01 В до 10 В с погрешностью 0,1%.

Электронный вольтметр позволяет измерять напряжения от 1 мВ до 600 В в диапазоне частот до 10 МГц. Относительная погрешность измерения напряжения в диапазоне 0,2 – 20,0 В не превосходит 0,2%.

Основная цель проведения работы – экспериментально подобрать частоту напряжения питания измерительной схемы индуктивного преобразователя с целью получения максимальной чувствительности, а также экспериментально подобрать напряжения питания на данной частоте для обеспечения приведенной погрешности от нелинейности функции преобразования не более 1 %.

Сущность методики исследований заключается в экспериментальном определении зависимости выходного напряжения измерительной схемы от входного перемещения (функций преобразования) на частотах 100, 200, 500, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 Гц в диапазоне перемещений 0 – 10 мм.

На основании результатов эксперимента необходимо определить частоту питания, при которой чувствительность преобразователя принимает максимальное значение. Эта частота считается наилучшей и принимается за рабочую частоту преобразователя.

Затем, определяют зависимость выходного напряжения измерительной схемы от входного перемещения при напряжении питания измерительной схемы 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 В и определялась приведенная погрешность от нелинейности функции преобразования (рис. 2).

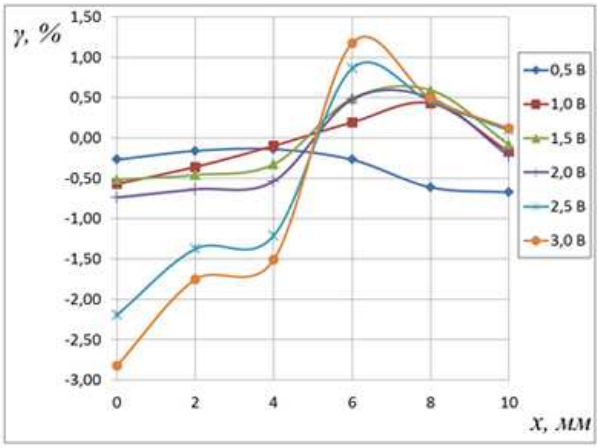


Рис.2. Приведенная погрешность от нелинейности функции преобразования дифференциального индуктивного датчика при различных уровнях напряжения питания

Результаты эксперимента показали, что лучше всего применять частоту питания 2000 Гц и напряжение не более 2,0 В. При таких параметрах питающего напряжения достигается максимальный уровень чувствительности датчика при приемлемом уровне приведенной погрешности.

Применяемая методика отличается простотой, но не учитывает взаимное влияние напряжения и частоты на режим работы индуктивного датчика. Для учета эффекта взаимодействия можно использовать методику, предложенную в работе [4].

Список литературы:

1. Юрин А. И., Неборский А. Ю., Карцев Е. А., Кокин Н. Н. Минимизация температурной погрешности индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2014. № 10. в. 47-51.

2. Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // Measurement Techniques. 2014. Vol. 56. No. 12. P. 1323-1326.

3. Юрин А. И., Карцев Е. А., Дмитриев А. В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков // Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. с. 15-20.

4. Юрин А. И., Карцев Е. А., Неборский А. Ю. Оптимизация метрологических характеристик индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2013. № 10. с. 5-8.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ БЕСКОНТАКТНОГО ТОНОМЕТРА-КОМПАРАТОРА

М.О. Ваничкина
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Измерение внутриглазного давления (ВГД) необходимо для диагностики, лечения и контроля за течением такого тяжелого заболевания, как глаукома, а также позволяет объективно оценить состояние глазного яблока в целом.

Инструментальные методы измерения ВГД называются тонометрией, а приборы для измерения ВГД называются тонометрами. В соответствии с ГОСТ Р ИСО 8612-2010 единица измерения ВГД – мм рт. ст., а абсолютная погрешность измерений ВГД не должна превышать ± 5 мм рт. ст.

В последнее время большое распространение получила бесконтактная тонометрия.

Обобщённый принцип работы бесконтактного тонометра основан на выпускании потока воздуха, направленного на вершину роговицы, давление которого возрастает с течением времени. Роговица освещается параллельным пучком света, который отражается от неё и улавливается датчиком (фотоприёмником). ВГД определяется по давлению потока воздуха в момент уплощения роговицы. В этот момент наблюдается резкое увеличение амплитуды сигнала, снимаемого с фотоприёмника.

При калибровке прибора, а также его поверке, особое внимание следует уделять выходному давлению и, исходя из этого, следует применять для калибровки аттестованный измеритель давления.

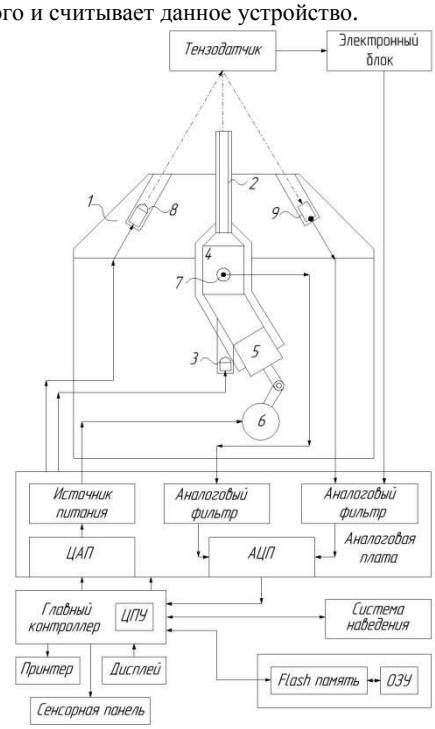
В связи с тем, что в последнее время активно развивается производство тензопреобразователей на монокристалле, обладающих высокими точностными характеристиками, было решено использовать датчик такого типа для калибровки бесконтактного тонометра-компаратора, который, в свою очередь, будет входить в эталонный комплекс.

Тензопреобразователь обладает плоской и матовой измерительной поверхностью, поэтому возникает проблема получения результата измерения. Так как поверхность датчика не обладает достаточными кривизной, гибкостью и отражающей способностью, требуемая деформация поверхности и корректное отражение падающего пучка света происходить не будут. В связи с этим можно сформулировать следующие требования к тонометру-компаратору работающему в эталонном комплексе:

- наличие ручного режима (ручное наведение на глаз посредством рычагов);
- возможность зрительного контроля положения сопла относительно поверхности, на которую происходит воздействие потоком воздуха;
- сравнительно понятный принцип работы и прозрачная последовательность работы от воздействия на глаз до получения конечных результатов измерения.
- измеряемый диапазон давления 0-60мм рт. ст.;
- погрешность тонометра $\Delta_{\Sigma} \leq 1$мм рт. ст., что приводит к необходимости выбора тонометра с шагом измерения не более 1 мм рт. ст.

Для решения указанных задач нами было разработано специализированное электронное устройство, позволяющее использовать для компарирования серийный бесконтактный тонометр, в качестве которого был выбран тонометр модели HNT-7000 производства компании Huvitz. С помощью данного устройства тонометр же и калибруется на тезопреобразователе на монокристалле.

Устройство (рис. 1) имитирует поступление электросигнала от блока контроля уплощения роговицы на главный контроллер тонометра, который анализирует поступающий сигнал и регулирует давление в камере 4, а также отслеживает показания датчика давления 7, по которым в дальнейшем и высчитывает истинное значение внутриглазного давления. Воздух, выпускается из сопла 2 в центр измерительной поверхности тензодатчика, показания с которого и считывает данное устройство.



1 – бесконтактный тонометр; 2 – сопло; 3-светодиод 4 – камера повышенного давления; 5 – поршень; 6 – соленоид; 7 – датчик давления; 8 – излучатель; 9 - фотоприёмник

Рис.1. Специализированное электронное устройство калибровки тонометра-компаратора

Спроектированное устройство позволило разработать и реализовать на практике методику калибровки бесконтактных тонометров при помощи кристаллического тензодатчика.

Список литературы:

1.http://medportal.ru/mednovosti/news/2009/10/07/blind/
2.http://health.mail.ru/news/3956
3.http://zreni.ru/668-patologiya-vnutriglaznogo-davleniya.html
4.http://glaucoma-net.ru
5.БСЭ, 1969-1978
6.Волков В. В., Сухинина Л. Б., Устинова Б. И. Глаукома, преглаукома, офтальмогипертензия: (дифференциальная диагностика). — «Медицина», Ленинград 1985 г. — 216 с.
7.Шамшинова А.М., Волков В.В. Функциональные методы исследования в офтальмологии – «Медицина», Москва 1999 г. – 416с.
8.http://tvgd.info/
9.ГОСТ Р ИСО 8612-2010. Приборы офтальмологические. Тонометры.
10. Под ред. Э.С. Аветисова Справочник по офтальмологии глаза – «Медицина», Москва 1978 г. – 382 с.

ИЗМЕРЕНИЕ ФОТОМЕТРИЧЕСКИХ И КОЛОРИМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВЕТОДИОДОВ НА ОСНОВЕ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР

Е.С. Коростелева
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрены современные методы измерения фотометрических и колориметрических характеристик светодиодов. Также приведено теоретическое обоснование и показаны всевозможные результаты измерений.

Введение

Полупроводниковые источники излучения имеют узкополосные спектры излучения и классические методы фотометрии и колориметрии не могут быть применены к их исследованию[1].

В данной работе проведен анализ полупроводниковых источников излучения для выявления основных особенностей при исследовании их параметров. Представлены технические требования к измерительному комплексу и испытания его структурных элементов с целью определения основных метрологических характеристик. Сделано метрологическое исследование колориметрических и фотометрических систем различных модификаций с целью выбора оптимальных.

Измерение координат цветности светодиодов. Структурная схема установки

Для определения цветовых характеристик излучателей на основе полупроводниковых многослойных наногетероструктур используются косвенные методы, основанные на расчёте этих характеристик по известным спектрам электролюминесценции светодиодов. В работе рассмотрена автоматизированная установка для измерения спектров электролюминесценции светодиодов, выполненная на базе монохроматора (рис. 1).

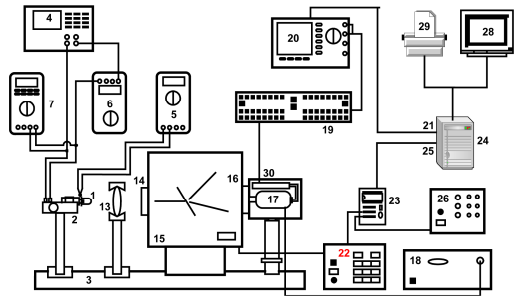


Рис.1. Структурная схема установки для измерения спектральных характеристик светодиодов

Также в работе представлена методика выполнения измерений координат цветности светодиодов и приведены результаты измерений.

Измерение фотометрических характеристик светодиодов

Фотометрические характеристики светодиодных светильников были измерены на гониофотометре RIGO 801 (рис.2). Данный прибор предназначен для измерения светотехнических характеристик светодиодов и миниатюрных источников оптического излучения с диаметром до 200 мм [2].



Рис.2. Гониофотометр RIGO 801

Представлены протоколы и описана методика измерений (рис 3).

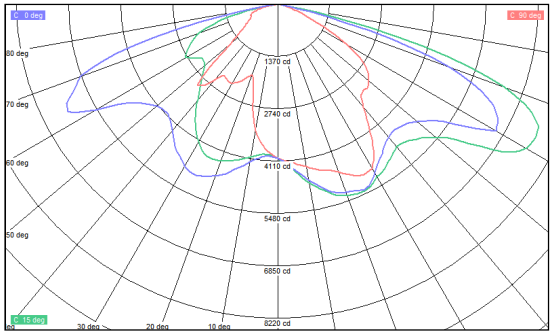


Рис.3. Пример результатов измерений для светодиодного светильника для уличного освещения

Заключение

В рамках выполнения данной работы был проведен анализ технических требований к измерительному комплексу и представлens функциональные схемы для измерения фотометрических и колориметрических характеристик светодиодов и светодиодных светильников. Проведен выбор оптимальных колориметрических и фотометрических систем различных модификаций. Проведен анализ существующих методов измерения основных оптических характеристик светодиодов и описана структурная схема метрологического комплекса для измерения колориметрических характеристик светодиодов. Представлены современные методы измерений с предоставлением протоколов с результатами.

Список литературы:

1. Справочник по светотехнике, 3-е изд.. Под общей редакцией проф. Ю.Б.Айзенберга, М., 2008, Знак, 180 с.

2. Smart-systems-technoteam-bildverarbeitung-gmbh-goniophotometer- rigo-801-600, Werner-von-Siemens-Str. 5 98693 Ilmenau, GERMANY

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И ВЫБОР СПОСОБА ОХЛАЖДЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЯ ОПТИЧЕСКОГО КООРДИНАТОРА

Д.В. Перепелица, А.С. Роткевич,
М.А. Хохорин, Т.А. Корнеева
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В статье приведены результаты анализа конструкции вычислителя оптического координатора (ВОК), которые показали, что наиболее сложной проблемой при конструировании ВОК является обеспечение теплового режима работы электро-радио изделия (ЭРИ). Показано, что для решения указанной проблемы наиболее целесообразно оптимизировать размещение ЭРИ на плате с учетом их тепловыделения, опираясь на результаты моделирования теплового режима методом конечных элементов.

Введение

Вычислитель оптического координатора предназначен для применения в составе оптического координатора для решения информационно-расчетных задач, реализованных в программно-математическом обеспечении (ПМО). Предполагается применение ВОК в составе элементов системы наведения (СН).

Блок имеет модульную конструкцию и состоит из двух модулей: модуля общих вычислений (МОВ) и модуля специальных вычислений (МСВ). Модули стыкуются между собой при помощи соединителей типа АМР (120 контактов).

В перспективе планируется серийное производство блока ВОК. Разрабатываются различные модификации блока, поэтому необходимо стремиться к унификации узлов и модулей изделия, что приведет к снижению стоимости серийного производства, повышению ремонтопригодности и улучшению показателей стандартизации и унификации.

Анализ и расчет тепловых характеристик

В техническом задании предъявлены жесткие требования к условиям эксплуатации ВОК. Так, температура в конце движения может достигать +80 °С, что близко к предельным возможностям электронных компонентов. В то же время, заданные в техническом задании ограничения по габаритам и энергопотреблению, делают затруднительной установку системы принудительного охлаждения. Другим вариантом решения проблемы может быть использование специального теплоотводящего компаунда, однако такое решение существенно ухудшает ремонтопригодность изделия и затрудняет последующий анализ возможных отказов.

Выбор способа охлаждения блока имеет большое значение для нормального теплового режима аппаратуры и является одной из главных задач, решаемых при проектировании изделия. Выбор способа охлаждения производится по стандарту РД 107.4600084.092-89 «Системы обеспечения тепловых режимов радиоэлектронных средств. Метод выбора вида охлаждения».

Исходные данные:

мощность, рассеваемая блоком – Q = 60 Вт;

допустимая температура ЭРЭ – $t_{доп} = 115^0$;

диапазон изменения температуры окружающей среды $t_{o.c.min}=-40^0$C, $t_{o.c.max}= 80^0$C.

Расчетная поверхность нагретой зоны

$F = S_{рад}+S_{доп}+S_1+S_2$,

где: $S_{рад}$ - расчетная площадь радиаторной части корпуса;

$S_{доп}$ – расчетная площадь поверхностей участвующих в тепловом процессе;

S_1 и S_2 – расчетные площади радиаторных площадок под ПЛИС и ЦСП.

Расчет.

Определяем расчетную площадь поверхности нагретой зоны.

$F=304360мм^2+94721мм^2+2880мм^2+1541мм^2=403502мм^2$

F = 0,404

Определяем величину удельной мощности нагретой зоны:

$$q = \frac{Q}{F} = \frac{60}{0,404} = 148,5 \frac{Вт}{м^2}.$$

Определяем минимальную величину допустимого перегрева нагретой зоны:

$$\Delta t = t_{доп} - t_{o.c.max} = 115^0-80^0 = 35^0C.$$

При найденных значениях q и Δt производим выбор способа охлаждения по соответствующей зоне на графике 1 (по РД 107.4600084.092-89 черт.7), в которой находится точка с координатами q и Δt. Точка соответствующая вычисленным значениям lg_q= 2,17 и $\Delta t = 35^0$C, находится в зоне естественного воздушного охлаждения.

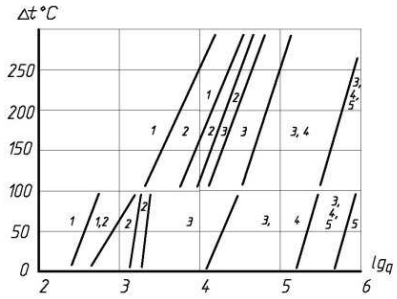


График 1.

1- естественный воздушный; 2 – принудительный воздушный; 3 – принудительный жидкостной; 4 – естественный испарительный; 5 – принудительный испарительный виды охлаждения

Однако такое решение требует более тщательного исследования тепловых режимов отдельных компонентов на модулях. Наиболее эффективным методом проведения такого исследования является моделирование методом конечных элементов. Занимая промежуточное положение между аналитическими расчетами и экспериментальными исследованиями, оно сочетает в себе достоинства обоих подходов. Точность такого моделирования приближается к точности эксперимента, однако при этом не требуется трудоемкое и длительное изготовление макетов и применение дорогостоящей измерительной техники.

Заключение

Требуемые высокие показатели производительности вычислителя и жесткие условия эксплуатации предъявляют высокие требования к конструкции. Для обеспечения теплового режима и прочности блока необходима тщательная проработка конструкции с последующим моделированием тепловых воздействий для выбора оптимальной конструкции и компоновки ЭРИ на платах вычислителя.

Список литературы:

1. Увайсов С. У., Юрков Н. Методика обеспечения тепловой контролепригодности радиотехнических устройств на этапе проектирования // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки (Российская Федерация). 2012. № 7. С. 16-22.

2. Кофанов Ю. Н., Увайсов С. У., Сотникова С. Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств / Отв. ред.: Ю. Н. Кофанов. М.: НИУ ВШЭ, 2013..

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИЕМНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО БЛОКА С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ И МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

А.С. Роткевич, Д.В. Перепелица, М.А. Хохорин, Т.А. Корнеева
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В статье проведен анализ особенностей конструкции приемно-вычислительного блока (блок ПВ) с целью дальнейшего получения исходных данных для проведения моделирования на механические и тепловые воздействия в специальных программных комплексах.

Введение

Блок ПВ обеспечивает навигацию по сигналам спутниковых радионавигационных систем при воздействии преднамеренных и техногенных индустриальных радиопомех различных видов при полете в околоземном пространстве в любое время года и суток. Изделие используется в составе бортовой системы управления.

К бортовой навигационной аппаратуре предъявляются высокие требования по надежности, стойкости, прочности и устойчивости к различным возмущающим факторам. Одними из важнейших факторов, влияющих на надежность, являются тепловые и механические воздействия. Поэтому для обеспечения требуемых показателей возникает необходимость оценки механических и тепловых характеристик блока. Решение этой задачи предполагает анализ особенностей конструкции блока с целью предстоящей подготовки исходных данных и проведения теплового и механического моделирования.

Требования технического задания

Изделие должно удовлетворять по стойкости, прочности и устойчивости к воздействию механических, климатических и биологических факторов требованиям руководящих документов.

Блок ПВ должен выдерживать высокие значения вибраций (15g) и линейных ускорений, быть устойчивым к воздействию механических ударов и акустических шумов. Изделие должно безотказно работать в самых экстремальных условия: при пониженном атмосферном давлении, при пониженной (повышенной) температуре и влажности окружающей среды, выдерживать тепловые удары.

Для улучшения показателей стандартизации и унификации изделия необходимо стремиться к унификации узлов и модулей. Это будет способствовать повышению ремонтопригодности блока и снижению стоимости серийных образцов. Таким образом, при проектировании необходимо дополнительно исследовать, в какой степени влияет стремление к стандартизации и унификации на тепловые и механические режимы.

Анализ конструктивных особенностей блока ПВ

Предельное значение массы и габаритные размеры приемно-вычислительного блока заданы в техническом задании.

В конструкции блока ПВ не применяются материалы, выделяющие в процессе эксплуатации токсичные вещества. Выбор материалов и покрытий для изготовления составных частей блока осуществлялся исходя из условий, заданных в техническом задании.

Материал корпуса блока – алюминиевый сплав АД1Н. Он совмещают в себе легкость и прочность и имеет хорошие показатели электро- и теплопроводности. Покрытие – токопроводное Хим.Окс.Э.

Антикоррозийные и декоративные покрытия, а также технологически необходимые покрытия, выбраны в соответствии с ОСТ 107.9.3001-87.

В основании блока сделаны специальные вырезы для фиксации кожуха. Это придает дополнительную жесткость конструкции.

Для увеличения жесткости передняя панель сделана с отгибкой и соединена с основанием неразъемным заклепочным соединением. Также отгибка способствует лучшему электрическому контакту панель-основание.

Монтаж блока на объекте производится посредством четырех крепежных соединений М5.

Внутренняя компоновка блока предполагает установку четырех функционально законченных печатных узлов (ПУ), расположенных в разных плоскостях (2 ПУ горизонтальных, 2 ПУ вертикальных). Печатные платы выполнены из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5-2 мм. Внутри блока ПУ жестко крепятся в четырех точках на специальных стальных кронштейнах. Также все ПУ соединены между собой жесткими межплатными соединителями, что обеспечивает дополнительную защиту от механических воздействий.

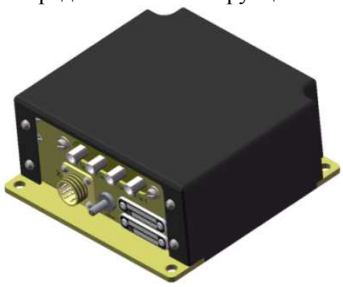
Руководствуясь отраслевым стандартом РД 107.460084.092-89 «Системы обеспечения тепловых режимов радиоэлектронных средств», аналитически был рассчитан тепловой режим в блоке. Было выбрано естественное воздушное охлаждение. Таким образом, отвод тепла в блоке осуществляется без принудительного охлаждения.

Блок ПВ используется в составе бортовой системы управления. Тепловые граничные условия:

- кондукция через узлы крепления внутри корпуса и между основанием корпуса и установочной поверхностью на объекте;
- блок ПВ негерметичный, поэтому присутствует конвекция как внутри, так и снаружи блока;
- излучение.

Для снижения температуры внутри блока компоненты, выделяющие наибольшую мощность, имеют кондуктивную связь с внутренними стенками блока. Таким образом, корпус блока является радиатором.

На рисунке представлена конструкция блока ПВ.



Заключение

Произведен анализ особенностей конструкции приемно-вычислительного блока для дальнейшего расчета тепловых и механических характеристик с применением программных средств, таких как АСОНИКА, Ansys и др.

Список литературы:

1. Увайсов С. У., Кофанов Ю. Н., Сотникова С. Ю. Комплексирование физического и математического моделирования при автоматизации проектирования бортовых электронных средств. М. : Энергоатомиздат, 2011. (МОНОГРАФИЯ)

2. Увайсов С. У., Кофанов Ю. Н., Шалумов А. С., Малютин Н., Носков В. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий. М. : Радиотехника, 2013.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННЫХ УСТРОЙСТВ

Ю.И. Пугачёв, К.В. Коробова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Рассмотрена реализация системы управления движением для универсальной роботизированной платформы. Представлена блок-схема устройства для иллюстрации принципа работы данной системы управления.

Введение

В настоящее время для управления движением робототехнических устройств используют внешние модули. Система управления движением в этом случае собирается из нескольких плат (драйверы двигателей, центральное процессорное устройство, система электропитания, различные датчики), соединенных между собой. Такой подход создаёт определённые сложности при коммутации внешних модулей и установки их на различные шасси.

Основной целью данной работы является проектирование одноплатной платформы управления движением робототехнических устройств. Такой подход является универсальным, при использовании в механизмах различных размеров. Кроме того, он позволяет реализовывать миниатюрные робототехнические устройства. В качестве примера практической реализации подобной системы, рассмотрены варианты ее построения для двух распространенных типов двигателей: коллекторного постоянного тока и шагового.

Постановка и реализация задачи

Рассмотрим реализацию системы движения с использованием шаговых двигателей. К особенностям управления можно отнести точность позиционирования и высокие динамические характеристики двигателя, реализуемые с помощью специальных драйверов с токовым выходом, выполненных в интегральном исполнении (например микросхема L298). Этот драйвер является универсальным решением для управления как двигателями постоянного тока (в этом случае он управляет двумя независимыми каналами, что позволяет реализовать на одной микросхеме систему управления гусеничного шасси), так и шаговыми (в этом случае реализуется один канал управления на микросхему).

Кроме того, использование в качестве управляющего, сигнала широтно-импульсной модуляции позволяет реализовать плавное управление скоростью вращения двигателей, что является не только полезной, но и удобной функцией при выполнении маневров. Имеются также режимы торможения двигателем – активный, в этом случае двигатель находится в режиме постоянного подмагничивания, и пассивный - при обесточенной обмотке ротор фиксируется. Однако, в случае использования шагового привода, присутствуют минусы - из-за дискретности шага создаются вибрации, которые могут приводить к резонансу системы и уменьшению крутящего момента. Вибрации можно снизить, если использовать режим дробления шага (полушаговый режим) - это позволяет фиксировать ротор между шагами, в промежуточном положении, и повышает плавность движения ротора.

Коллекторные двигатели постоянного тока просты в эксплуатации, обладают малой массой, небольшими габаритами и имеют большой ресурс наработки. К основному удобству их использования можно отнести возможность плавной регулировки скорости вращения, например, с помощью ограничения тока. Минусы двигателей этого типа: низкие вращающие моменты, а также высокая скорость вращения, из-за чего приходится прибегать к использованию редукторов, для возможности снижения минимальной скорости и повышения крутящего момента. Так же на низких скоростях коллекторные двигатели могут перегреваться, и эта проблема не имеет наглядных методов решения без вмешательства в конструкцию двигателя (установка радиаторов).

Реализация системы для указанных случаев показана на рисунке 1. В качестве центрального устройства управления используется микроконтроллер, который получает команды с центрального процессорного устройства модели (на рисунке не показан) и формирует управляющие сигналы для работы драйверов двигателей.

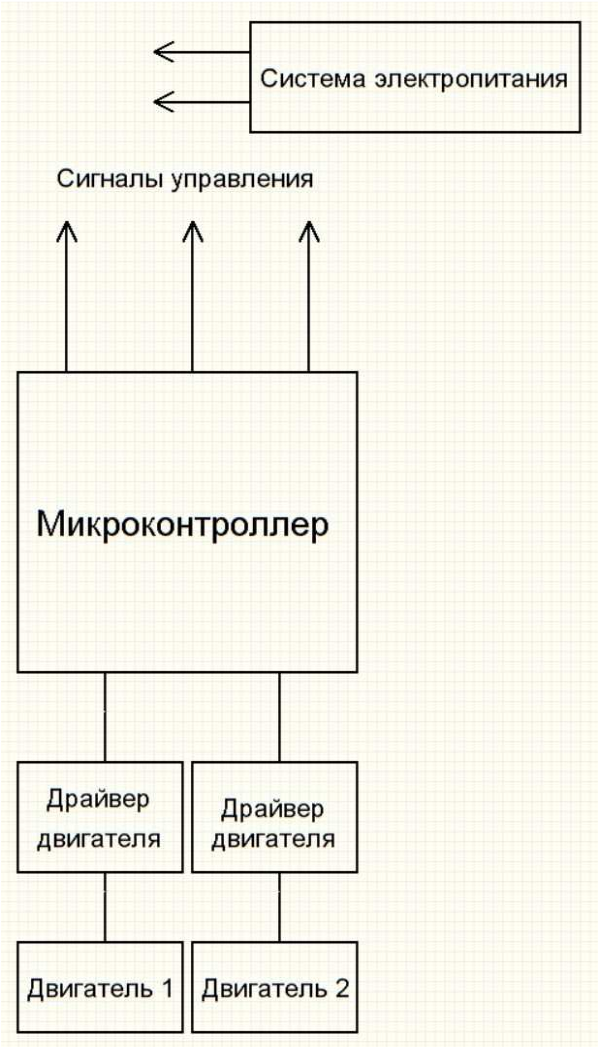


Рис.1. Блок-схема

Выводы

Данная система управления движением благодаря своей универсальности и малогабаритности превосходит модульные системы, не теряя при этом в функциональности.

Список литературы:

1. Коробова К.В. Модернизация пироэлектрических датчиков в устройствах робототехники / К.В. Коробова. // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ НИУ ВШЭ. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014.

СИСТЕМА ДАТЧИКОВ ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОЙ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ

К.В. Коробова, Ю.И. Пугачев
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Рассматривается реализация системы датчиков для универсальной роботизированной платформы, а также приводится блок-схема устройства, иллюстрирующая принципы работы подобной системы.

Введение

В настоящее время в различных устройствах робототехники широко используются внешние модули, содержащие различные датчики (например, УЗ-сонар –в качестве датчика расстояния до препятствия). Подобные робототехнические комплексы отличает высокая сложность коммутации внешних модулей, конструктивная привязка к шасси устройства, а также необходимость переконфигурации управляющего модуля при замене модулей датчиков.

При разработке универсальной системы датчиков, преследовалась цель объединить на единой платформе (плате) всю необходимую электронику устройства: центральное процессорное устройство (микроконтроллер), каналы сбора данных в реальном времени (датчики различных типов), схемы управления движением устройства (драйверы двигателей). Такая система найдет применение практически в любом робототехническом устройстве, размеры и масса шасси не играет определяющей роли, кроме того, параллельно решается задача микроминиатюризации (принцип «все в одном»).

Постановка и реализация задачи

Предлагается реализация подобной системы датчиков для универсальной роботизированной платформы. Данная система позволит решить задачу ориентации в пространстве и постройку карты оперативного поля устройства.

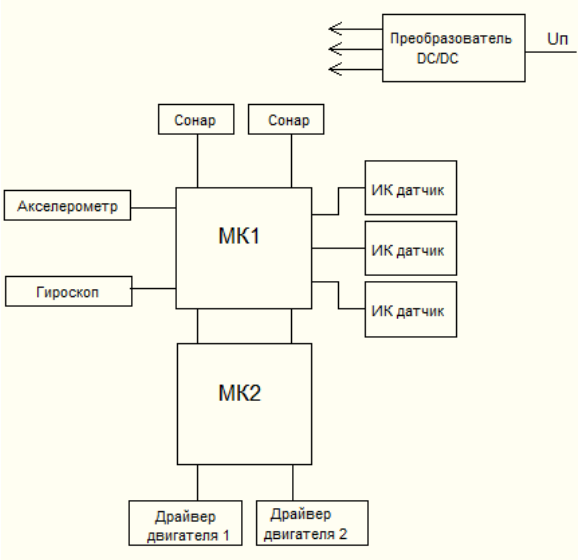


Рис.1. Блок-схема

Таким образом, как показано на рисунке 1, система включает в себя комбинацию устройств сбора информации: гироскоп – устройство, позволяющее определять изменение углов ориентации относительно инерциальной системы отсчетов; акселерометр, измеряющий проекцию кажущегося ускорения; несколько ультразвуковых сонаров (дальномеров), которые позволят платформе определять расстояние до объектов, находящихся перед роботом, по отраженному сигналу; систему модернизированных пироэлектрических датчиков[1], регистрирующих инфракрасное излучения в зоне видимости датчика, способных за счет сменных апертур определять точное расположение излучающего объекта, вследствие узкой диаграммы направленности.

При расположении дальномеров и ИК сенсоров в передней части шасси[2], как это показано на рисунке 2, решается задача определения местоположения, так как система ИК датчиков и сонаров безошибочно определяет объекты, находящиеся перед устройством и выделяет из них объекты, излучающие тепло. Таким образом, устройство с необходимой точностью может определить, где находится человек.

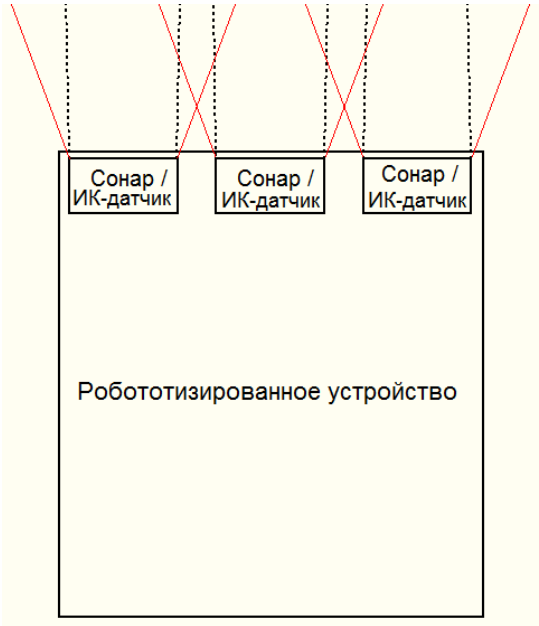


Рис.2. Оптимальное расположение датчиков

- диаграмма направленности ИК-датчиков;
- диаграмма направленности сонаров.

Поскольку подобная система датчиков реализована на единой платформе, реализуется принцип «все в одном», а также достигается миниатюризация устройства.

Выводы

Универсальность и простота использования данной системы выгодно отличает ее от модульных устройств без изменения функциональности.

Подобная система проходит апробацию в экспериментальной конструкции робота-гида, где она реализует все свои возможности.

Список литературы:

1. Коробова К.В. Модернизация пироэлектрических датчиков в устройствах робототехники / К.В. Коробова. // Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ НИУ ВШЭ. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014.

2. Коробова К.В. Оптимальное расположение ИК сенсоров в робототехнических устройствах / К.В. Коробова. // Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. - М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014.

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ БА КА

М.А. Артюхова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Данное научное исследование (№15-05-0029) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

Расчет показателей надежности бортовой аппаратуры (БА) космических аппаратов (КА) проводится при ее разработке для подтверждения принципиальной возможности обеспечения требуемого уровня этих показателей. Расчет надежности составных частей БА (электронных модулей 1-го уровня) должен проводиться по методике, приведенной в ОСТ 4Г 0.012.242 [1], основанной на методе «λ-характеристик», в частности вероятность безотказной работы (P_1) определяется по формуле:

$$P_1(t_{cac}) = e^{-\Lambda \cdot t_{cac}},$$

где: Λ - эксплуатационная интенсивность отказов; $t_{\text{сас}}$ - срок активного существования (САС) КА.

$$\Lambda = \sum_{n=1}^{N} \lambda_n,$$

где: λ_n - эксплуатационная интенсивность отказов электрорадиоизделий (ЭРИ); N - количество ЭРИ.

В обеспечение этой методики для расчетов интенсивностей отказов ЭРИ должны использоваться официальные справочники [2, 3], что обеспечивает выполнения требования ГОСТ 27.301 [4] в части воспроизводимости результатов расчетов.

Вместе с тем, в РД 134-0139 [5] указывается, что если в техническом задании требования по радиационной стойкости не заданы, то для расчета вероятности безотказной работы БА следует использовать соотношение:

$$P(t_{cac}) = P_1(t_{cac}) \cdot P_2(t_{cac}) \cdot P_3,$$

где: $P_2(t_{\text{сас}})$ - вероятность безотказной работы при воздействии ИИ КП низкой интенсивности (дозовые эффекты); P_3 - вероятность безотказной работы при проникновении одиночной заряженной частицы с высокой энергией (одиночные эффекты).

Расчет $P_2(t_{\text{сас}})$ по методикам ОСТ 134-1034 [6].

Для КА с длительными САС, эксплуатирующихся на геостационарных орбитах, принято считать, что облучение ЭРИ идет с постоянной интенсивностью, т.е. процесс накопления дозы можно аппроксимировать линейной функцией вида:

$$D_{НД}(t) = D_{ПД} \cdot t, \qquad (1)$$

где: $D_{\text{НД}}(t)$ - поглощенная доза ЭРИ; $D_{\text{ПД}}$ - мощность поглощенной дозы ЭРИ в единицу времени; t - время.

Значение $P_2(t_{\text{сас}})$ по результатам испытаний определяется как:

$$P_2(t_{cac}) \approx 1 - Q^*$$

где: Q^* - частота отказов ИС из-за воздействия ИИ низкой интенсивности.

$$Q^* = \frac{k(D_{НД})}{K} \qquad (2)$$

где: $k(D_{\text{НД}})$ - число отказавших ИС, у которых $D_{\text{ПНД}} \le D_{\text{НД}}(t_{\text{сас}})$; K - общее число ИС, поставленных на испытания.

Принимая во внимание, что на рынке ЭКБ представлен широкий выбор сходных по функциональному назначению и характеристикам КМОП ИС различных производителей, очевидно, что одним из главных критериев при выборе конкретных типов ИС должны быть их показатели надежности и стойкости, что выдвигает еще одну задачу - оценку их показателей надежности при воздействии ИИ низкой интенсивности на ранних этапах проектирования.

Одним из возможных путей решения этой задачи является использование результатов уже проведенных испытаний ИС ИП на радиационную стойкость для прогнозирования показателей надежности сходных по функциональному назначению и конструктивно-технологическому исполнению КМОП ИС, относящихся к одной технологической группе.

Так, результаты испытаний КМОП ИС ПЗУ с топологической нормой 0,15 мкм производства компаний *Xilinx*, *Texas Instruments*, *Cypress Semiconductor*, *Atmel*, *Analog Devices* и др. показали, что для $d_{\text{ПНД}}$ можно принять усеченное нормальное распределение:

$$f(d_{ПНД}) = \frac{C}{\sigma(d_{ПНД}) \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{\left[\frac{d_{ПНД} - m(d_{ПНД})}{\sigma(d_{ПНД})}\right]^2}{2}} \qquad (3)$$

где: $f(d_{\text{ПНД}})$ - плотность вероятности; $m(d_{\text{ПНД}})$ - математическое ожидание; $\sigma(d_{\text{ПНД}})$ - среднее квадратичное отклонение; C - нормирующий множитель.

Здесь следует отметить, что использование модели (3) позволяет также рассчитать оценку $P_2(t_{\text{сас}})$ ИС при известных $m(d_{\text{ПНД}})$, $\sigma(d_{\text{ПНД}})$ и $D_{\text{НД}}(t_{\text{сас}})$:

$$P_2(t_{cac}) = 1 - F\left[D_{НД}(t_{cac})\right] = \underset{D_{НД}(t_{cac})}{} = 1 - \int_{-\infty} f(d_{ПНД}) dd_{ПНД}, \qquad (4)$$

где: $F(d_{\text{ПНД}})$ - значение функции нормального распределения при $d_{\text{ПНД}}=D_{\text{НД}}(t_{\text{сас}})$.

На рис. 1 показаны полученные с использованием временные зависимости $D_{\text{НДк}}(t_{\text{И}})/ d_{\text{ПНДк}}$ ИС.

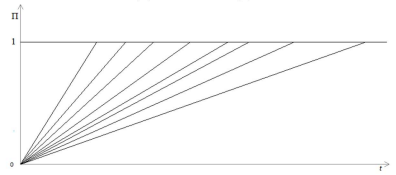


Рис.1. Реализации процесса изменения $D_{НДк}(t_И)/d_{ПНДк}$ ИС

Как видно из рис. 1, процесс изменения $D_{\text{НДк}}(t_{\text{И}})/d_{\text{ПНДк}}$ представляет собой случайный процесса «веерного» типа. Исходя из этого в работе [7] в качестве модели отказов было использовано α-распределение вида:

$$f(t) = \frac{C \cdot \beta}{t^2 \cdot \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\beta}{t} - \alpha\right)^2}, \qquad (5)$$

где: α, β- параметры распределения.

Параметр α - это относительная скорость изменения определяющего параметра (ОП). Параметр β - это относительный запас долговечности.

График функции плотности вероятности α-распределения показана на рис. 2.

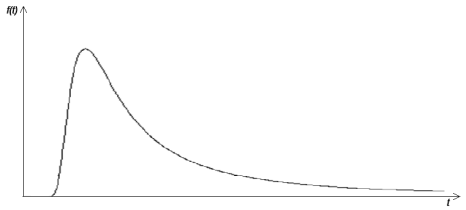


Рис.2. Плотность вероятности наработки до отказа ИС

Значения параметров α и β определяются как:

$$\alpha = \frac{m(V_{ОП})}{\sigma(V_{ОП})};\ \beta = \frac{П_{ОП} \cdot t_{cac}}{\sigma(V_{ОП})},$$

где: $m(V_{\text{ОП}})$ - средняя скорость изменения ОП; $\sigma(V_{\text{ОП}})$ - среднеквадратичное отклонение скорости изменения ОП; $П_{\text{ОП}}$ - предельное значение определяющего параметра.

Значения $m(V_{\text{ОП}})$, $\sigma(V_{\text{ОП}})$ и $\sigma(V_{\text{ОП}})$ можно определить по при известным значениям $m(d_{\text{ПНД}})$, $\sigma(d_{\text{ПНД}})$ и $D_{\text{НД}}(t_{\text{сас}})$.

Однако при этом следует учитывать следующие особенности. Дело в том, что в отличие от «классической» схемы формирования модели α-распределения, где $П_{\text{ОП}}$ является детерминированной величиной, а скорость его

изменения - случайной, в данном случае скорость накопления дозы ($D_{НД}$), в соответствии с (1), является детерминированной величиной, а предельно-допустимая накопленная доза ($d_{ПНД}$) - случайной. А это приводит к тому, что если в качестве $П_{ОП}$ принять $D_{НД}(t_{сас})$ (детерминированную величину), то при ее увеличении $P_2(t_{сас})$ так же будет возрастать, что противоречит здравому смыслу (т.е., чем больше будет доза, накопленная за время $t_{сас}$, тем меньше будет вероятность отказов ИС за тоже время).

Поэтому, чтобы избежать этого противоречия, следует принять:

$$m(V_{ОП}) = D_{НД} \text{ и } П_{ОП} = m(d_{ПНД}).$$

Тогда значения параметров α и β будут соответственно равны:

$$\alpha = \frac{D_{НД}}{\sigma(d_{ПНД})};\ \beta = \frac{m(d_{ПНД})\cdot t_{сас}}{\sigma(d_{ПНД})} \qquad (6)$$

Вероятности (заштрихованные области) отказа при $П_{ОП}= D_{НД}$ и безотказной работы при $П_{ОП}= m(d_{ПНД})$ равны.

При использовании модели (5) расчет $P_2(t_{сас})$ ИС при известных α, β и C проводится по формуле f :

$$P_2(t_{сас}) = 1 - \int_0^{t_{сас}} f(t)dt.$$

Кроме того, следует отметить, что использование модели отказов (5) позволяет, в отличие от (4), получить оценку не только $P_2(t_{сас})$, но и оценку среднего времени наработки до отказа (T_0) ИС при воздействии ИИ низкой интенсивности:

$$T_0 = \int_0^{\infty} P_2(t)dt.$$

Еще одним важным аспектом применения модели (5) является возможность оценки такого показателя долговечности ИС, как минимальная наработка ($T_{М.Н}$). Это является особенно важным, так как при оценке этого показателя КМОП ИС в инженерной практике допускаются методическая погрешность. Заметим только, что в соответствии ГОСТ РВ 20.39.303 КМОП ИС относятся к изделиям общего назначения вида I (высоконадежное комплектующее изделие межотраслевого применения), непрерывного длительного применения, невосстанавливаемое, необслуживаемое, переход которого в предельное состояние не ведет к катастрофическим последствиям, изнашиваемое, стареющее при хранении. Критерием предельного состояния таких изделий является максимально-допустимое значение интенсивности отказов ($\lambda_{этах}$).

При использовании модели (5) значение $T_{М.Н2}$ КМОП ИС при воздействии ИИ низкой интенсивности равно времени эксплуатации (t) аппаратуры КА, при котором плотность распределения $f(t)\approx\lambda(t)$ впервые достигает критического значения $f_{кр}(t=T_{М.Н2})\approx\lambda_{max}$ [8]. Значение λ_{max} можно определить исходя из требуемого значения $\lambda_{этах}$ КМОП ИС. На рис. 3 показана связь между значениями λ_{max} и $T_{М.Н2}$.

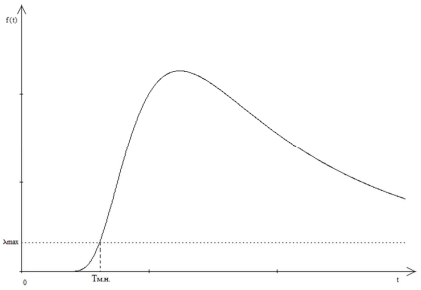


Рис.3. Связь значений λ_{max} и $T_{М.Н2}$

Тогда значение $T_{М.Н}$ можно найти из уравнения:

$$\lambda_{max} = \frac{\beta}{(T_{М.Н2})^2\cdot\sqrt{2\cdot\pi}} \cdot e^{-\frac{\left(\frac{\beta}{T_{М.Н2}}-\alpha\right)^2}{2}},$$

разрешив его относительно $T_{М.Н2}$.

Точное значение $T_{М.Н2}$ можно получить при $\lambda_{кр}(t=T_{М.Н2})=\lambda_{max}$, разрешив уравнение (8) относительно $T_{М.Н2}$:

$$\lambda_{max} = \lambda_{кр} = \frac{f(T_{М.Н2})}{1-F(T_{М.Н2})}, \qquad (7)$$

где: $F(T_{М.Н2})$ - значение функции распределения наработки.

Итоговое значение минимальной наработки КМОП ИС получают на основе соотношения ОСТ 4.012.013:

$$T_{М.Н2\,ИС} = \min(T_{М.Н1}, T_{М.Н2}),$$

где: $T_{М.Н1}$ - минимальная наработка КМОП ИС при отсутствии воздействия ИИ низкой интенсивности.

Представленный в настоящем исследовании материал позволяет получить прогнозную оценку показателей надежности и долговечности бортовой аппаратуры космических аппаратов. Однако значение уровня стойкости и надежности КМОП ИС зависит не только от характеристик закона распределения их предельно-допустимой дозы, но и от величины накопленной дозы [10]. Поэтому, если прогнозная оценка показателей надежности не удовлетворяет требованиям, единственным способом обеспечения требуемых значений показателей надежности и долговечности является снижение величины накопленной дозы. Это может быть достигнуто не только с помощью традиционных средств защиты аппаратуры, как правило, ухудшающих ее массогабаритные характеристики, но и путем применения специализированных способов (например, использования специальных печатных плат), а также рациональным размещением радиационно-стойких ЭРИ на печатных узлах (ПУ) и компоновкой этих ПУ в блоках.

Список литературы:

1. ОСТ 4Г 0.012.242-84 Аппаратура радиоэлектронная. Методика расчета показателей надежности.

2. Справочник «Надежность ЭРИ».

3. Справочник «Надежность ЭРИ ИП».

4. ГОСТ 27.301-95 Расчет надежности. Основные положения.

5. РД 134-0139-2005 Методы испытаний и оценки стойкости РЭА КА к воздействию ЗЧ КП по одиночным сбоям и отказам.

6. ОСТ 134-1034-2012 Методы испытаний и оценки стойкости бортовой радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов к воздействию электронного и протонного излучений космического пространства по дозовым эффектам.

7. Жаднов, В.В. Прогнозирование показателей надежности КМОП ИС при воздействии ионизирующих излучений космического пространства низкой интенсивности. / В.В. Жаднов. // Новые информационные технологии в автоматизированных системах: материалы семнадцатого научно-практического семинара. - М.: Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН, 2014. - с. 15-21.

8. Жаднов, В.В. Расчетная оценка показателей долговечности электронных средств космических аппаратов и систем. / В.В. Жаднов. // Надежность и качество сложных систем. - 2013. - № 2. - с. 65-73.

9. Жаднов, В.В. Метод расчетной оценки показателей надежности бортовой аппаратуры космических аппаратов. / В.В. Жаднов. М.А. Артюхова. // Труды Международного симпозиума «Надежность и качество»: в 2 т. - Пенза: ПГУ, 2014. - с. 260-264. - т. 2.

10. Артюхова, М.А. Оценка стойкости ИС для бортовой космической аппаратуры. / М.А. Артюхова, С.Н. Полесский, В.В. Жаднов. // Электронные компоненты. - 2013. - № 1. - с. 72-76.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ

К.М. Снежко
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В работе рассматривается задача конструирования электронного путеизмерительного шаблона – устройства, измеряющегоширину рельсовой колеи и положение рельсовых нитей по уровню. Также представлены описание устройства, принцип работы и дополнительная информация.

Введение

Общая длина железнодорожной сети в Российской Федерации превышает 87 тыс. км., а во всем мире – 1 млн. км. Чтобы соответствовать имиджу самого безопасного транспорта, железнодорожные линии должны тщательно и регулярно проверяться на соответствие существующим нормам, а все обнаруженные дефекты – оперативно устраняться.

Данная работа сосредоточена на обнаружении отклонений в геометрических параметрах рельсовой колеи, не касаясь поиска внутренних дефектов рельса. Для контроля геометрических параметров колеи разрабатывается шаблон электронный путеизмерительный, производящий измерение ширины колеи при помощи лазерного дальномера, а положение рельсовых нитей по уровню – при помощи высокоточного инклинометра. Измеренные характеристики пути могут быть выведены на дисплей, расположенный на устройстве, а также переданы по беспроводному каналу связи (868 MHzили Bluetooth 4.0 LE)на пульт оператора.

Контролируемые параметры колеи

Шаблон позволяет измерятьдва параметра колеи: ширину и положение рельсовых нитей по уровню.

По нормативным документам стандартная ширина колеи составляет 1520 мм. с допускаемыми отклонениями не менее -4 мм по сужению и не более +8 мм по уширению. Выход ширины колеи за данные пределы может привести к клину колесной пары в случае недопустимого сужения колеи, а также к проваливанию колесной пары и возникновению нерасчетных горизонтальных сил во время качения конической части колеса по поверхности рельса в случае недопустимого расширения.

На прямой уровни положения каждой нити пути должны совпадать, допускаются отклонения ±6 мм. Также возможно на всем протяжении прямого участка расположение одной нити на 6 мм выше другой. При движении состава по кривой происходит возникновение центробежных сил, которые могут вызвать опрокидывание состава, что происходит крайне редко. Помимо этого, центробежные силы оказывают влияние на пассажиров, увеличивают воздействующие на нити пути силы в горизонтальной плоскости и вызывают перераспределение сил, действующих на нити пути в вертикальной плоскости, увеличивая износ боковой поверхности наружного рельса. Для уменьшения или полной нейтрализации подобных явлений прибегают к увеличению возвышения наружного рельса над внутренним.

Описание вида и работы устройства

Устройство представляет собой корпус с измеряющей электронной аппаратурой, жестко закрепленный на рейке с неподвижными упорами. Корпус имеет ручку для переноски и установки устройства на полотно. Путеизмерительный шаблон устанавливается на рельсовую колею таким образом, чтобы оба неподвижных упора касались внутренней поверхности рельса. Измерение можно проводить только после того, как оператор убедится в невозможности самопроизвольного перемещения устройства.

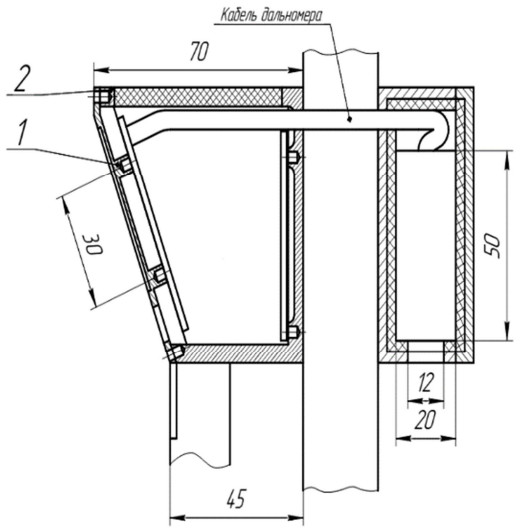


Рис.1. Общий вид корпуса шаблона

Для оператора работа с устройством сложности не представляет: шаблон поставляется уже откалиброванным, поэтому для измерения параметров колеи от оператора требуется лишь установить шаблон на колею и нажать на кнопку начала измерений.

При разработке аппаратной части устройства достаточное количество внимания уделялось вопросу снижения энергосбережения, поэтому преимущественно были использованы элементы с пониженным энергопотреблением. Если даже после снижения энергопотребления у какого-либо элемента оно остается достаточно высоким, предусматривается возможность полного исключения устройства из цепи питания. Внутри корпуса расположены две печатные платы: «верхняя» и «нижняя». «Верхняя» плата несет на себе микроконтроллер STM32L100RB-A, клавиатуру для управления устройством, OLED-экранUG-6028GDEBF02 для вывода информации, аккумуляторную батареюLIR18500, микросхемы зарядаMAX8934A и контроляSTC3105 АКБ. На «нижней» плате расположены: микроконтроллер STM32L100RB-A, инклинометр SCA103T, универсальный приемопередатчик CC115L, термодатчик TEMP102. Лазерный дальномер РФ603 ввиду своих габаритов расположен вне корпуса.

Инклинометр обладает следующими характеристиками: диапазон измерений ±15º, разрешение 0.001º, температурный дрейф - ±0.002%, нелинейность ±0.057º, напряжение питания - 5V, а дальномер такими: диапазон 0...50 мм, разрешение 0.01%, температурный дрейф - 0.02% диапаона, нелинейность ±0.1% диапазона, напряжение - 14V.

Результаты работы

На сегодняшний день создан прототип электронного путеизмерительного шаблона, позволяющего измерять ширину колеи и положение рельсовых нитей, отображение результатов измерения в графическом виде на OLED-экране и передачу ее по беспроводному каналу на пульт оператора

Заключение

В данной работе рассмотрено инновационное устройство для измерения геометрических параметров рельсового полотна, приведено описание параметров, список использованных радиодеталей, принцип и алгоритм работы, а также результаты. В качестве задачи на будущее можно отметить налаживание беспроводной передачи данных, а также упрощение работы оператора с устройством.

Список литературы:

1.Тихомиров В. И. Содержание и ремонт железнодорожного пути. М.: «Транспорт», 1969.

2. Инструкция по расшифровке лент и оценке состояния рельсовой колеи по показаниям путеизмерительного вагона ЦНИИ-2 и мерам по обеспечению безопасности движения поездов. МПСРФ, 1997 г.

3.B. Akinar, E.Gulal. Multisensor Railway Track Geometry Surveying System. // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2012, №61, pp. 190-197

РАЗРАБОТКА МЕХАТРОННОЙ СИСТЕМЫ НАСТРОЙКИ ВАКУУМНОГО КОНДЕНСАТОРА

Р.В. Любченко, И.А. Иваникин
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе представлены описание и расчёт электромеханической системы настройки вакуумного конденсатора переменной ёмкости с электронной системой управления, построенной на микроконтроллере. Приведены кинематические и принципиальные схемы, конструкторские чертежи, полученные с помощью различных компьютерных средств моделирования.

Введение

Целью данной работы является повышение точности, производительности, безопасности и удобства использования радиотехнических устройств большой мощности, элементом настройки которых является вакуумный конденсатор переменной ёмкости. Решаемая в работе задача заключается в разработке системы, удовлетворяющей основным требованиям, как оператора готового устройства, так и инженеров на этапе проектирования. В первом разделе рассмотрено устройство вакуумного конденсатора переменной ёмкости, приведено теоретическое обоснование необходимости разработки мехатронной системы для его настройки при использовании в приемо-передающей и генерирующей аппаратуре высокой мощности. Во втором разделе описываются этапы разработки электромеханического привода, такие как расчёт редуктора, выбор шагового двигателя и соединительной муфты. Третий раздел содержит информацию о разработке электронной системы управления, компонентах, из которых она состоит, а также программного обеспечения.

Постановка задачи

Основным компонентом любого приемо-передающего или генерирующего устройства является колебательный контур, который служит для настройки на нужный диапазон частот. Необходимую частоту можно подобрать как изменением индуктивности катушки, так и подбором ёмкости переменного конденсатора. Регулировка индуктивности катушки не обладает широким диапазоном, поэтому на практике для настройки колебательных контуров используют конденсаторы, позволяющие регулировать емкость в больших пределах. Диэлектриком в обычном переменном конденсаторе служит воздушное пространство между пластинами, что и является главным недостатком такого конденсатора (высокое напряжение может пробивать воздушное пространство между пластинами). Для избавления от этого недостатка, были введены в эксплуатацию вакуумные конденсаторы, роль диэлектрика в которых играет вакуум.

В нашем случае используется отечественный вакуумный переменный конденсатор КП1-8 (рис. 1) с номинальным напряжением 5 киловольт и диапазоном изменения ёмкости от 5 до 250 пикофарад. Вакуумный конденсатор переменной ёмкости состоит из металлостеклянного корпуса и двух пакетов концентрических электродов. Внешние выводы изолированы стеклянной частью корпуса. Подвижный пакет электродов спаян с токоведущим сильфоном, на котором закреплена трубчатая гайка. Сильфон соединён с одним из выводов конденсатора и служит для сохранения вакуума в рабочей области. Кроме того, сильфон является упругим элементом системы. Неподвижный пакет электродов спаян с другим выводом.



Рис.1. Вакуумный конденсатор переменной ёмкости

Механизм перестройки емкости конденсатора состоит из втулки, трубчатой гайки и регулировочного винта. При вращении винта гайка и жестко закрепленный на ней пакет подвижных электродов совершают поступательное движение вдоль оси винта. При этом изменяется площадь взаимного перекрытия обкладок подвижного и неподвижного пакетов, в результате чего изменятся емкость конденсатора. Характеристика конденсатора показана на рис. 2. Так как внешним управляющим элементом конденсатора является его вал, то необходимо разработать механический привод, способный поворачивать этот вал на определенный заданный угол.

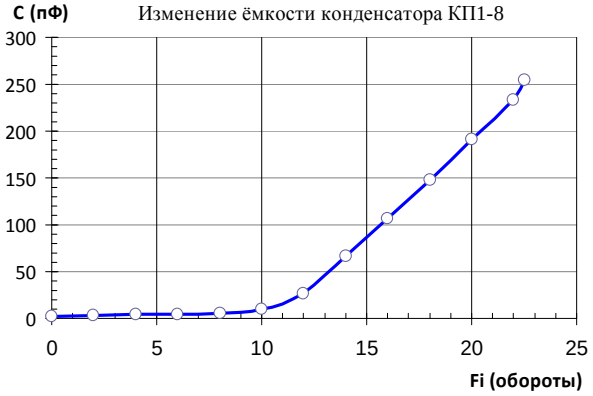


Рис.2. Зависимость ёмкости от угла поворота вала

Электронная система управления электродвигателем и редуктором должна обеспечивать необходимую точность и скорость работы. Кроме того, необходимо записывать в энергонезависимую память параметры настройки при калибровке и текущее положение вала, чтобы после аварийного выключения питания не сбивалась калибровка системы.

Разработка электромеханического привода

Основным элементом конструкции является шаговый электродвигатель (ЭД), который позволяет с высокой точностью управлять положением своего вала. Исходя из заданных параметров, был выбран шаговый электродвигатель КН42КМ2-901.

Так как разрабатываемый электромеханический привод (ЭМП) является исполнительным, к нему предъявляются высокие требования по отсутствию мёртвого хода между звеньями. В таком случае предпочтительно использовать зубчатые передачи и шариковые подшипники. Первую шестерню предполагается установить непосредственно на

вал электродвигателя с целью уменьшения размеров ЭМП, увеличения его быстродействия и снижения мёртвого хода механизма. Редуктор содержит две ступени, одна из которых представляет собой обычную цилиндрическую передачу, а другая для экономии места использует коническую передачу. Кинематическая схема электромеханического привода представлена на рис. 3.

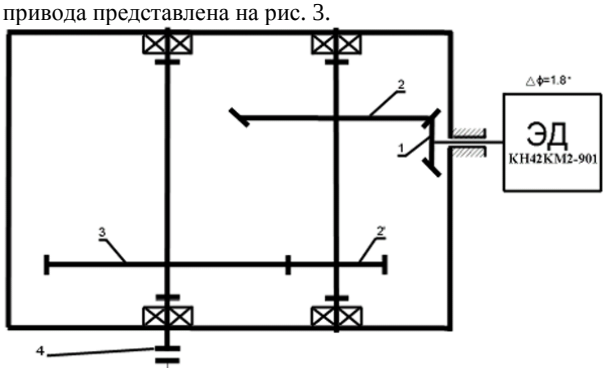
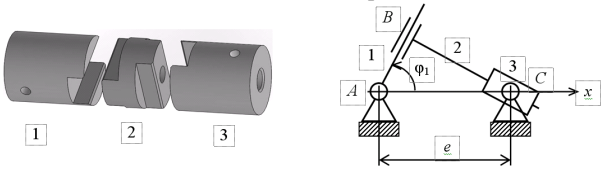


Рис.3. Кинематическая схема ЭМП
1 – шестерня коническая, 2 – колесо коническое,
2' - шестерня цилиндрическая,
3 – колесо цилиндрическое, 4 – муфта

Соединение редуктора и регулировочного винта осуществляется с помощью кулачково-дисковой муфты Ольдгейма, которая позволяет передавать вращательный момент между двумя параллельными, но не соосными валами. Муфта состоит из трёх цилиндров, один из которых соединён с входным валом, другой с выходным. Третий – вкладыш – располагается между цилиндрами, размещёнными на валах, и соединяется с ними при помощи двух перпендикулярных друг другу соединений «выступ-впадина». При передаче вращательного движения, выступы перемещаются в пазах по двум направлениям, компенсируя внеосность. Внешний вид деталей муфты и плоская кинематическая схема показаны на рис. 4.



а) *б)*

Рис.4. Кулачково-дисковая муфта: а) детали;
б) схема 1, 3 - полумуфты, 2 – вкладыш;

Разработка электронной системы управления

Шаговый электродвигатель требует сложной схемы управления (см. рис. 5). Из доступных компонентов выбран микроконтроллер PIC182520. Так как порты микроконтроллера могут отдавать максимальный ток, ограниченный величиной 25 мА, то в схему необходимо включить драйвер шагового двигателя – устройство, которое в зависимости от подаваемых на него сигналов может переключать обмотки двигателя, и при этом отдавать необходимый ток. Простым и доступным решением является использование готовой транзисторно-логической сборки с защитными диодами L293D (полный отечественный аналог – КР1128КТ4). Для удобства управления в схему было включено устройство вывода – LCD-дисплей фирмы Winstar серии WH1602.

Для работы схемы необходимо два рабочих напряжения: 5 вольт для работы микроконтроллера и LCD-дисплея, и 12 вольт для работы ЭД. Чтобы получить 5 вольт в схеме применяется стабилизатор напряжения серии КР142ЕН5. Кнопки B1 – B3 – основные элементы управления схемой. Вводимая с них информация, через микроконтроллер выводится на дисплей LCD1 и заносится в EEPROM. Конденсаторы C1-C3 служат для уменьшения дребезга контактов кнопок. Переменный резистор R1 необходим для регулировки контрастности изображения дисплея.

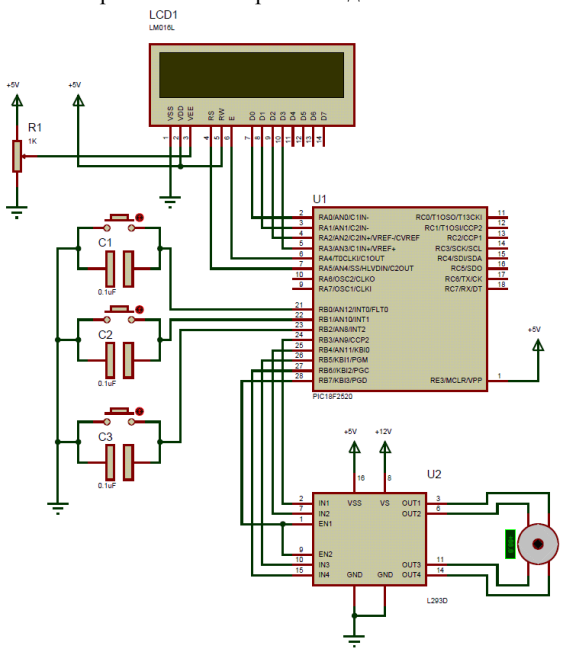


Рис.5. Принципиальная схема электронной части

Разработка программного обеспечения для управления микроконтроллером проведена в интегрированной среде разработки MPLAB, которая представляет собой набор программных средств для редактирования и отладки программ микроконтроллеров семейства PIC. Среда состоит из редактора кода, симулятора, компилятора языка Ассемблера. Фирма Microchip разработала собственный язык программирования на основе классического ассемблера - MPASM. Прошивка микроконтроллера аналогична программному обеспечению, которое используется для сервоприводов, за исключением процедуры выбора необходимой комбинации для шагового двигателя. Важным моментом является "отлавливание" события аварийного выключения питания. Для этого параллельно питанию микроконтроллера включен электролитический конденсатор большой емкости, а один порт ввода-вывода МК подключен к положительному полюсу блока питания. В случае аварийного выключения питания, емкости конденсатора достаточно, чтобы контроллер работал до тех пор, пока настройки не будут сохранены в энергонезависимую память.

Заключение

Итогом проведенной работы стал макет готового устройства. Система имеет функции для работы с базами данных используемых диапазонов частот. Применение данной системы повышает ключевые характеристики радиотехнических устройств, такие как быстродействие, точность, удобство использования. Точность настройки макета составляет $7 \cdot 10^{-3}$ пФ на один шаг ЭД (1,8°).

Список литературы:

1. Изюмов Н. М., Линде Д. П. Основы радиотехники. – 4 изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1983.– 376 с.

2. microchip.ru [Электронный ресурс], URL: http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39631E.pdf (дата обращения 26.10.14) – техническая документация на микроконтроллер PIC18F2520, 412 с.

3. Григорьев И.Ю. Рекомендации по выполнению расчётов электромеханических приводов / Учеб.-мет. пособие к курсовому проектированию по дисциплине «Детали машин и приборов». – М.: МИЭМ НИУ ВШЭ. 2013. – 38 с.

МЕТОДЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КОРРЕКЦИИ ПОГРЕШНОСТЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Ю.О. Харченко
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Основным отличительным признаком методов автоматической коррекции погрешностей является обеспечение ими близости статической реальной функции преобразования измерительного преобразователя (ИП) номинальной характеристике преобразования путем изменения реальной функции преобразования ИП под воздействием корректирующего сигнала, пропорционального величине погрешности ИП.

Другим возможным способом коррекции является оценка текущего уровня погрешности ИП и введение поправки к результатам измерений.

Следовательно, одной из основных операций процесса автоматической коррекции погрешности ИП является оценка этой погрешности и выработка соответствующего корректирующего сигнала [1], [2].

Различия алгоритмов процессов автоматической коррекции, осуществляемых различными методами, определяются способами образования корректирующего сигнала.

Чаще всего автоматическую коррекцию проводят методом образцовых (тестовых) сигналов и методом вспомогательных измерений.

Суть метода тестовых сигналов состоит в том, что в определенные промежутки времени на вход ИП подают сигнал с известными характеристиками. По значению выходного сигнала, т.е. по реакции ИП на входной тестовый сигнал можно судить об изменении чувствительности преобразователя и соответствующим образом учесть или скорректировать ее. Отключая вход преобразователя от источника измеряемого сигнала и от тестового сигнала, по выходному сигналу преобразователя можно определить аддитивную погрешность и также скорректировать или учесть ее.

Простейшая схема, иллюстрирующая метод тестовых сигналов, приведена на рис. 1. При положении 1 подвижного контакта переключателя П на вход измерительного преобразователя ИП подается измеряемая физическая величина *x*.

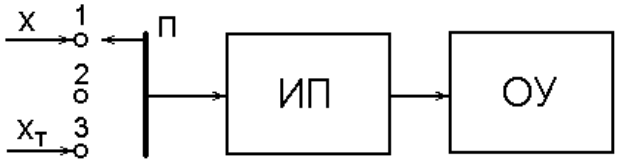


Рис.1. Структурная схема метода образцовых сигналов

Выходной сигнал ИП фиксируется отсчетным устройством ОУ, погрешность которого должна быть пренебрежимо мала по сравнению с погрешностью ИП.

При положения 2 контакта переключателя П измеряемая физическая величина *x* не поступает на вход ИП. Отсчетное устройство зафиксирует величину аддитивной погрешности преобразователя Δa и в случае её выхода за допустимые пределы можно скорректировать выходной сигнал преобразователя, исключив из него аддитивную погрешность, т.е. установить $y_0 = \Delta a_0$.

При положении 3 контакта переключателя П величина образцового (тестового) сигнала определенного уровня подается на вход ИП.

Если при этом выходной сигнал $y_т$ выходит за допустимые пределы, это означает, что мультипликативная составляющая погрешности ИП вышла за пределы допуска и появилась необходимость либо в автоматическом введении поправки, либо в изменении величины чувствительности ИП до номинального значения. Однако, этот метод не позволяет производить коррекцию непрерывно в процессе измерений, поскольку требуется отключение входа ИП от измеряемой величины *x*.

Другим распространенным методом автоматической коррекции является метод вспомогательных измерений. Этот метод основан на расчете составляющей погрешности, обусловленной влиянием внешних факторов (температура, давление, влажность, напряжение питания и т.д.) на реальную функцию преобразования ИП. Для расчета корректирующего сигнала в этом случае необходимо определить разность между реальным и номинальным значениями определенного фактора, влияющего на реальную функцию преобразования ИП. При коррекции влияния нескольких факторов корректирующий сигнал будет функцией всех этих факторов [3].

Значение корректирующего сигнала далее используется для управления параметрами схемы ИП (при самонастройке) или совместно со значением входной величины для вычисления поправки к значению выходного сигнала ИП (при автоматическом введении поправок).

Достоинством метода является то, что корректирующие сигналы определяются в процессе работы ИП путем измерения каждого из факторов и вычисления отклонения от номинальных значений.

Однако, для реализации подобного метода необходимо использовать вспомогательные измерительные устройства для каждого из влияющих факторов, и при этом необходимо знать функцию влияния каждого фактора на выходной сигнал ИП. Также необходимо вычислительное устройство, в которое заложена функция зависимости погрешности ИП от факторов. Кроме того, корректируется не суммарная погрешность ИП, а только ее составляющая, обусловленная отличием факторов от своих номинальных значений, поэтому для повышения качества и метрологической надежности ИП следует применять рассмотренные методы автоматической коррекции совместно, либо использовать специальные алгоритмы коррекции применительно к работе конкретных типов ИП в составе информационно-измерительных систем [4].

Список литературы:

1.Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // Measurement Techniques. 2014. Vol. 56. No. 12. P. 1323-1326.

2.Юрин А.И., Карцев Е.А., Дмитриев А.В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков // Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. с. 15-20.

3.Юрин А.И., Неборский А.Ю., Карцев Е.А., Кокин Н.Н. Минимизация температурной погрешности индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2014. № 10. с. 47-51.

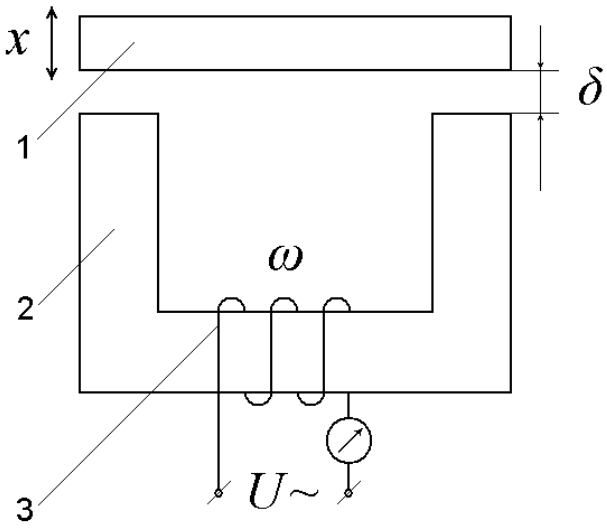
4.Филимонов В.В., Юрин А.И. Применение диагностических экспертных систем в качестве средства повышения надежности частотно-цифровых программно-инструментальных измерительных комплексов. 10-я международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение» -М.: 2008

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ПОГРЕШНОСТИ ИНДУКТИВНОГО ДАТЧИКА

Е.С. Гришунина
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

В работе рассмотрено влияние температуры на работу индуктивного датчика.

Рассмотрим работу простейшего индуктивного датчика линейных перемещений, схема которого представлена на рис. 1.



1 – подвижный якорь; 2 – магнитопровод; 3 – обмотка, x – измеряемое перемещение.
Рис.1. Схема простейшего индуктивного датчика линейных перемещений

Индуктивность обмотки индуктивного датчика можно записать как

$$L = \frac{\omega\Phi}{I},$$

где Ф – магнитный поток;
ω – число витков обмотки;
I – величина силы тока в обмотке.

Величину магнитного потока можно записать как

$$\Phi = \frac{I\omega}{Z_{\text{М}}} = \frac{I\omega}{R_{\text{М}} + R_{\delta} + jX_{\text{М}}} = \frac{I\omega}{R_{\text{М}} + \frac{2\delta}{\mu_0 S} + jX_{\text{М}}}$$

где $Z_{\text{М}}$ – магнитное сопротивление магнитопровода;
$R_{\text{М}}$ – магнитное сопротивление стальных участков;
$X_{\text{М}}$ – реактивное сопротивление;
R_{δ} – сопротивление воздушного зазора;
μ_0 – магнитная проницаемость воздуха;
S – площадь зазора;
δ – величина зазора.

При повышении температуры происходит температурное расширение магнитопровода и подвижного сердечника, что приводит к изменению величины воздушного зазора и изменяет величину индуктивности преобразователя [1].

Кроме того, от температуры зависят и электрические параметры, например сопротивление. Все это приводит к увеличению погрешности датчика при росте температуры, что свидетельствует о наличии дополнительной температурной погрешности.

Однако эту дополнительную погрешность можно исследовать и в дальнейшем исключить из результатов измерений, если известна температура датчика [2], [3].

На рис. 2 приведены результаты экспериментального исследования индуктивного датчика линейных перемещений, полученные в результате 10 циклов нагрева и охлаждения датчика от температуры в лаборатории (25 °С) до температуры 65 °С в камере тепла ТВ3-25.

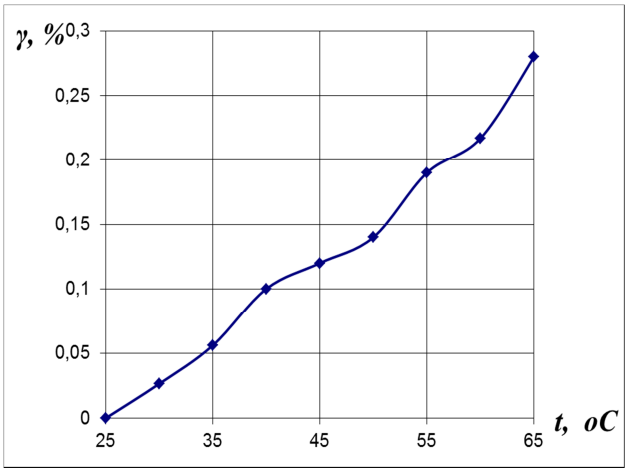


Рис.2. Результаты эксперимента.

Результаты исследования можно в дальнейшем использовать для коррекции дополнительных температурных погрешностей по методу вспомогательных измерений или методу образцовых сигналов [4].

Список литературы:

1. Юрин А. И., Неборский А. Ю., Карцев Е. А., Кокин Н. Н. Минимизация температурной погрешности индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2014. № 10. С. 47-51.

2. Yurin A.I., Kartsev E.A., Dmitriev A.V. Methods of Correcting the Additional Temperature Error of Resonator Sensors // Measurement Techniques. 2014. Vol. 56. No. 12. P. 1323-1326.

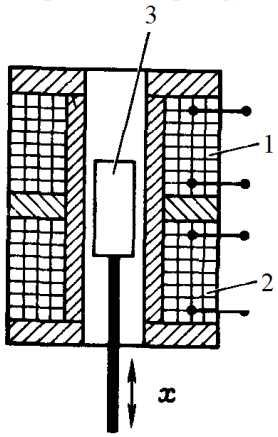
3. Юрин А. И., Карцев Е. А., Дмитриев А. В. Методы коррекции дополнительной температурной погрешности резонаторных датчиков // Метрология. Ежемесячное приложение к научно-техническому журналу «Измерительная техника». 2013. № 11. С. 15-20.

4. Исследование метрологических характеристик и разработка методов автоматической коррекции погрешностей механических резонаторных преобразователей. Юрин А.И. диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Московский государственный институт электроники и математики. Москва, 2008.

ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА С ИНДУКТИВНЫМ ДАТЧИКОМ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ

Т.И. Земскова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Работа посвящена разработке информационно-измерительной системы (ИИС) на базе персонального компьютера (ПК) и индуктивного датчика. Датчик представляет собой дифференциальный преобразователь линейных перемещений (рис. 1), который содержит две катушки индуктивности, подключенные к измерительному мосту, и подвижный чувствительный элемент, связываемый в процессе измерения с контролируемым объектом.



1,2 – катушки; 3 - сердечник
Рис.1. Дифференциальный индуктивных преобразователь линейных перемещений

Работы по использованию ПК для разработки ИИС ведутся уже давно, в частности, на факультете электроники МИЭМ была проведена работа по сопряжению частотно-цифровых [1] и индуктивных [2] преобразователей с ПК через вход звуковой карты. При этом, если метрологические характеристики полученные и подобных ИИС в случае с частотно-цифровыми преобразователями получались на высоком уровне, то в случае с использованием индуктивного датчика с амплитудно-модулированным сигналом достаточной точности преобразования измерительного сигнала достичь не удалось из-за необходимости калибровки звуковой карты и влияния помех и наводок. Поэтому, в данном случае было принято решение использовать для оцифровки сигнала специализированную плату сбора данных PCI 6221 (рис. 2) компании National Instruments (США). Такая плата откалибрована по уровню сигналов и обладает достаточной точностью преобразования для оцифровки сигнала с индуктивных датчиков.



Рис.2. Плата сбора данных (DAQ) PCI 6221

Для разработки программного обеспечения (ПО) ИИС была использована среда разработки LabVIEW, которую использует в системах сбора и обработки данных, а также для управления техническими объектами и технологическими процессами. LabVIEW позволяет осуществлять взаимодействие между измерительным оборудованием и системами управления, проводить анализ измерительной информации, передавать результаты измерений через сетевые интерфейсы и создавать распределенные информационно-измерительные системы.

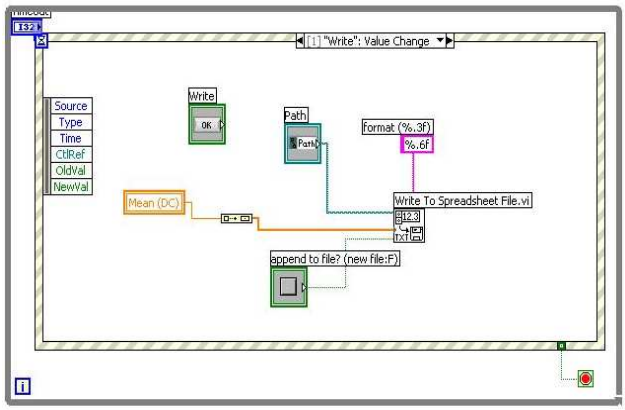


Рис.2. Часть блок-схемы разработанной ИИС

Выбор режима работы индуктивного преобразователя производят по критерию максимальной чувствительности, которая зависит от частоты питания измерительной схемы. Для оптимизации метрологических характеристик можно использовать методику, описанную в работе [3]. В дальнейшем планируется осуществить модернизацию ПО разработанной ИИС для коррекции дополнительных температурных погрешностей по специальному алгоритму [4].

Список литературы:

1. Скачко Ю.В., Филимонов В.В., Юрин А.И., Суриков С.В. Особенности применения мультимедийных ЭВМ в частотно-цифровых средствах измерений линейных перемещений // Измерительная техника. 2006. № 10. с. 26-29.

2. Филимонов В. В., Юрин А. И. и др. Исследование особенностей универсализации информационных измерительных систем на базе ПЭВМ. 12-я Международная конференция и выставка «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA-2010», М.: ООО «Инсвязьиздат», 2010. с. 218-221.

3. Юрин А. И., Карцев Е. А., Неборский А. Ю. Оптимизация метрологических характеристик индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2013. № 10. с. 5-8.

4. Юрин А. И., Неборский А. Ю., Карцев Е. А., Кокин Н. Н. Минимизация температурной погрешности индуктивных измерительных преобразователей // Приборы. 2014. № 10. с. 47-51.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ

М.В. Павлова
НИУ ВШЭ,
Департамент прикладной математики

Аннотация

Работа посвящена проектированию автономного устройства для кардиографического исследования индивидуального пользования, получающего данные с датчиков,

установленных на конечностях человека, с последующей отрисовкой ЭГК на дисплее и анализом полученных данных. Преимуществом данного аппарата является способность обрабатывать данные со всех датчиков одновременно, что повышает скорость обследования, отсутствует необходимость переключения режимов регистрации каждого отведения, а также не требуется использование самопишушего устройства.

Введение

Большинство устройств подобного назначения используют бумагу для отображения данных, что затрудняет их последующую электронную обработку и хранение. Аналоговые устройства для снятия электрокардиограммы человека могут иметь технический дефект, влияющий на точность определения диагноза - неравномерность движения бумаги, на которую ведется запись показаний электрокардиографа. В дополнение к этому, анализ полученных данных может занимать существенное время. Указанные выше недостатки возможно исключить используя аппарат, который строит зависимость разности потенциалов человека от времени в цифровом формате, а также осуществляет анализ и выдает как готовые данные, так и данные для последующей обработки. В проектируемумом устройстве реализация хранения данных возможна в двух вариантах: с применением внутренней памяти или с использованием внешнего накопителя. Еще одним достоинством является увеличение скорости и удобства проведения диагностики, так как вместо поочередного переключения режимов записи реализована одновременная регистрация показаний со всех датчиков. Сконструированное устройство является автономным, что дает неоспоримое преимущество в тех случаях, когда для детального анализа данных недоступно использование персонального компьютера. Для построения описанного устройства необходимо определить составляющие аппаратной части, а также разработать алгоритмы, анализирующие данные и строящие электрокардиограмму непосредственно для отображения.

Принцип формирования ЭКГ

Для решения поставленной задачи необходимо снимать показания с человека, для этого используются принцип усиления отведений. На рисунке 1 изображена схема построения ЭКГ. К конечностям человека прикрепляются 4 электрода: к правой ноге присоединяется нейтральный провод, относительно него происходят замеры, к левой ноге и обеим рукам остальные три электрода. Такое размещение электродов образует треугольник, называемый треугольником Эйнтховена, разность потенциалов измеряется попарно между двумя соседними вершинами относительно нейтрали. Обычно производится три замера - последовательно для каждого отведения, но в разработанном устройстве это происходит автоматически.

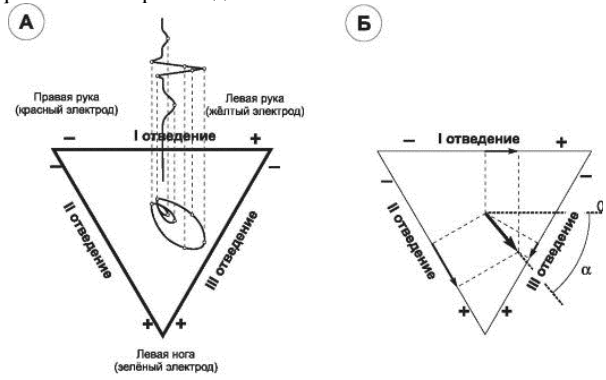


Рис.1. А - схема построения ЭКГ.
Б - треугольник Эйнтховена.

В сердце одновременно возникает множество диполей, направление которых различно. Их электродвижущая сила - вектор, характеризующийся не только величиной, но и направлением: всегда от меньшего заряда (-) к большему (+). Сумма всех векторов элементарных диполей образует суммарный диполь - вектор электрического поля сердца, постоянно меняющийся во времени в зависимости от фазы сердечного цикла. Значительную часть цикла результирующие векторы направлены от основания сердца к его верхушке. Выделяют три основных результирующих вектора: деполяризации предсердий, деполяризации и реполяризации желудочков. Эти вектора образуют три петли при векторэлектрокардиографии, при развёртке этих векторов по оси времени получают обычную кривую ЭКГ. Именно этот метод реализуется для получения первичных показаний. Далее полученные сигналы необходимо обработать.

Структура системы и анализ данных

Общая схема устройства представлена на рисунке 2. Данные с датчиков поступают на многоканальный физиологический усилитель. На вход микроконтроллера поступают усиленные сигналы, где происходит их оцифровка и последующая обработка (их необходимо фильтровать во избежание ошибочных выводов). Необходимо устранять следующие дефекты записи ЭКГ: мышечный тремор, помехи от электрооборудования и дрейф изолинии в результате плохого контакта электродов с кожей. Все это можно компенсировать последующей математической обработкой.

Далее значения поступают на вход функции обработки, в которой реализованы алгоритмы для получения всей необходимой информации. Автоматически происходит переключение режимов записи для каждого отведения, анализ данных, выдача нужных результатов на дисплей. Обработанные показания могут быть сохранены во внутреннем либо съемном модуле памяти.

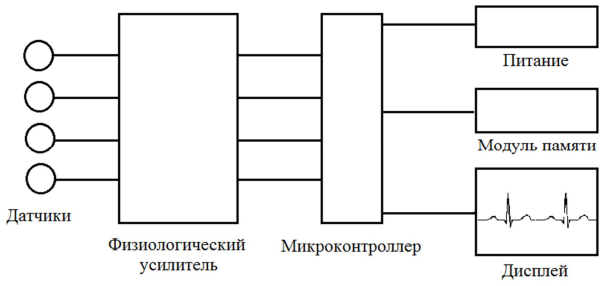


Рис.2. Структурная схема системы

Заключение

Сконструированный аппарат позволяет производить обработку показаний в автоматическом режиме, не переключая режимы вручную, отсутствует необходимость отслеживания движения бумажной ленты. Обработанные данные могут быть использованы в других программах обработки, например, для постановки более точного диагноза. Для анализа и принятия решений планируется использование нейронной сети.

Список литературы:

1. Нормальная физиология: учебник / Орлов Р.С., Ноздрачев А.Д. - 2-е изд., исправл. и доп. 2010. - 832 с

2. Мурашко В.В., Струтынский А.В. Электрокардиография.- М.: Медпресс, 1998.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ЭДС ХОЛЛА ОТ УГЛА ПОВОРОТА ОБРАЗЦА В ПОЛЕ ПОСТОЯННОГО МАГНИТА

В.С. Даныкин, Е.А. Терек
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В исследовательской работе рассмотрена новая методика изучения параметров материала с помощью поворота образца в поле постоянного магнита. Данные, полученные методом поворота, удовлетворительно согласуются с результатами обычных измерений. Разработанный метод открывает новые возможности для исследования кинетических свойств проводящих сред.

Введение

Для ряда практических приложений необходимо проводить гальваномагнитные измерения образцов полупроводниковых материалов в различных магнитных полях, перекрывая возможно более широкий интервал значений индукции магнитного поля. Так, например, типичной особенностью твёрдых растворов CdxHg1-xTe (КРТ) с x ≈ 0,2 является наличие трёх типов свободных носителей заряда: электронов, лёгких и тяжёлых дырок, причем при температурах, близких к 77К, все упомянутые носители заряда дают вклад в кинетические коэффициенты. Учитывая, что подвижность электронов в 30 – 40 раз превосходит подвижность лёгких дырок и в 150 -200 раз – тяжёлых, а в коэффициент Холла отношения подвижностей входят в квадрате, возможен такой вариант, когда для заведомо дырочного образца коэффициент Холла будет отрицательным. В этом случае необходимо провести измерения в возможно более широком интервале магнитных полей: при увеличении значения индукции магнитного поля, B, вклад электронов (как более подвижных носителей заряда) существенно уменьшится, коэффициент Холла сменит знак с «минуса» на «плюс» и при B→∞ «выйдет на насыщение». Наоборот, для образца n-типа электропроводности при увеличении индукции магнитного поля коэффициент Холла будет оставаться отрицательным, только слегка уменьшаясь по модулю (за счёт изменения холл-фактора). Иначе говоря, проведение измерений в различных магнитных полях позволяет, в частности, различить между собой образцы КРТ n- и p-типов электропроводности. Анализ полевой зависимости коэффициента Холла позволяет получить информацию о значениях концентраций и подвижностей свободных носителей заряда.

На практике, однако, реализация гальваномагнитных измерений в широком интервале магнитных полей наталкивается на значительные технические трудности. Малые поля (до 0,3 Тл) легко получить, используя различного вида соленоиды; более сильные поля получают, как правило, при использовании мощных электромагнитов. Но при этом из-за остаточной намагниченности сердечника не удаётся уверенно работать в области малых полей.

При проведении гальваномагнитных измерений обычно используется электромагниты, в которых индукция магнитного поля в зазоре сердечника регулируется значением силы тока, протекающего через электромагнит. Таким системам присущ ряд недостатков принципиального характера. Во-первых, даже если используется высокостабильный источник питания, обмотки электромагнита неизбежно нагреваются; как следствие, уменьшается ток через электромагнит и, соответственно, значение индукции магнитного поля. Использование различных охлаждающих систем сильно усложняет конструкцию установки, а для ряда практических приложений (экспрессный контроль свойств полупроводниковых материалов в промышленных условиях) полностью исключается.

Была предпринята попытка создания установки, свободной от перечисленных недостатков, в которой изменение индукции магнитного поля осуществлялось бы не за счет изменения тока через обмотки электромагнита, а за счёт поворота образца в криостате в поле постоянного магнита.

Целью работы является более детальное изучение ЭДС Холла для различных образцов.

Конструкция установки

Эскиз рабочего блока установки, включающего постоянный магнит, криостат и поворотное устройство, представлен на рисунке 1.

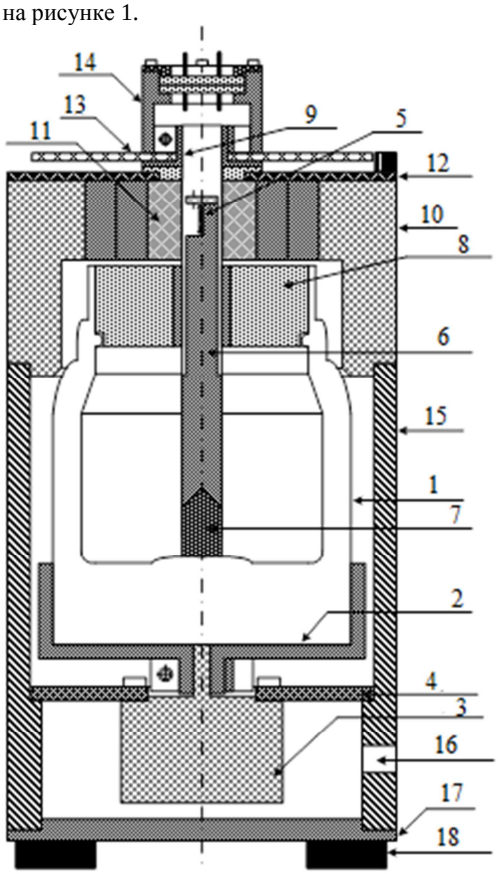


Рис.1. Общий вид основного блока установки

Дьюар из нержавеющей стали (1) укрепляется на поддоне (2), который может поворачиваться с помощью шагового двигателя (3), смонтированного на пластине (4). Образец (5) монтируется на медной вставке (6), которая с помощью специального устройства фиксируется на опорный подпятник (7) на дне дьюара. Сверху дьюар закрывается заглушкой (8), имеющей отверстие (на рис. 1 не показано) для заливки в дьюар жидкого азота.

Образец (5) на вставке опускается в трубку (9) и фиксируется относительно дьюара, но может вместе с дьюаром поворачиваться вокруг вертикальной оси. Образец (5) помещается между полюсами постоянного магнита (10), снабженного съемными наконечниками (11), сверху постоянный магнит закрывается крышкой (12).

Трубка (9) жестко соединена с диском (13), имеющим деления для контроля угла поворота образца (вместе с дьюаром) относительно нулевого положения. Сверху вся конструкция закрывается разъемом (14), через который подводятся контактные провода к образцу.

В корпусе (15) просверлено отверстие (16) для вывода проводов от шагового двигателя. К днищу корпуса (17) прикреплены 3 ножки (18).

При низкотемпературных измерениях образец обдувается парами жидкого азота, выходящего по специальной канавке вверх вдоль вставки (6) и затем — из-под нижней части разъема — в атмосферу. Температура образца контролируется с помощью термопары «медь-константан», спай которой укреплен в непосредственной близости от образца (на рис. 1 не показан).

Экспериментальные результаты и их обсуждение

Измерения ЭДС Холла проводились по четырёхконтактной схеме (метод Ван-дер-Пау). При каждом фиксированном положении образца относительно постоянного магнита поводились по четыре измерения падения напряжения. Вначале ток пропускался по диагонали образца (контакты 1и 3, I13) и измерялось падение напряжения между контактами 2 и 4, V24, затем изменялось направление тока (I31) и вновь фиксировалось значение падения напряжения, V42.

Далее ток пропускался по другой диагонали образца (контакты 2 и 4), и повторялась упомянутая процедура измерений. По полученным значениям падения напряжения (с учётом знаков) вычислялась ЭДС Холла.

Поскольку в германии p-типа проводимости присутствуют свободные носители заряда только одно типа (дырки), причём их концентрация не должна зависеть от индукции магнитного поля, можно ожидать, что коэффициент Холла не будет зависеть от B и, следовательно, зависимость ЭДС Холла от угла поворота будет близка к синусоиде, что и подтверждается экспериментально. На рис.2 представлена экспериментальная зависимость холловской ЭДС от угла для образца p-Ge при T = 300 K и T = (82 ± 3) K.

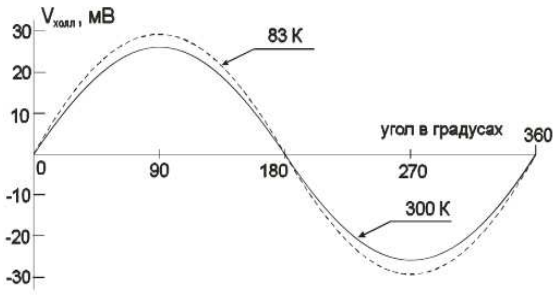


Рис.2. Зависимость ЭДС Холла от угла поворота для образца p-Ge для двух температур

Видно, что обе кривые близки к синусоидам, которые проходят через нуль при 0°, 180° и 360°. Таким образом, подтверждается отсутствие гистерезиса. Максимальные значения холловской ЭДС достигаются при 90° и 270°, то есть когда образец располагается перпендикулярно линиям индукции магнитного поля.

Как и ожидалось, зависимость ЭДС Холла от угла между направлением тока в образце и вектором магнитной индукции на тестовом германиевом образце носит синусоидальный характер. Отклонение этой зависимости от синусоидальной представляет особый интерес и будет наблюдаться в следующих случаях:

а) коэффициент Холла зависит от значения магнитной индукции;

б) при естественной анизотропии электропроводности материала образца;

в) при привнесённой неоднородности образца.

Принципиальное отличие наблюдения зависимости ЭДС Холла от значения магнитной индукции методом поворота от обычного метода состоит в том, что неоднородности образца б) и в) выявляются методом поворота и не выявляются обычным методом. Пример такой зависимости представлен на рис.3.



Рис.3. Зависимость ЭДС Холла от индукции магнитного поля (а) и от угла поворота образца в криостате в зазоре электромагнита (б) (Bмакс = 0,97 Тл). Образец – эпитаксиальная гетероструктура КРТ/КЦТ.

Сравнительный анализ зависимостей ЭДС Холла от магнитной индукции, полученных обычным методом и методом поворота, позволит получить дополнительную информацию о свойствах образцов. В частности, для некоторых образцов, у которых при измерениях до $B_{макс}$ = 0,97 Тл при низких температурах наблюдается сильная полевая зависимость коэффициента Холла от индукцией.

Заключение

Учитывая сказанное выше, можно утверждать, что метод поворота не только пригоден для проведения гальваномагнитных измерений, но и открывает новые возможности для исследования кинетических свойств проводящих сред. Изменение индукции магнитного поля в сочетании с поворотом образца позволит расширить математическую модель и получить дополнительную информацию о свойствах исследуемых образцов.

Список литературы:

1. Белов А.Г., Белогорохов А.И., Лакеенков В.М. //« Об особенностях электрофизических свойств гетероструктур CdxHg1-xTe/CdZnTe // Физика и техника полупроводников, 2001, т.35, № 8, с. 917 - 919.

2. Белов А.Г., Белова И.М., Каневский В.Е., Свиридов М.С., Шлёнский А.А. // «О влиянии медленных электронов на полевые зависимости коэффициента Холла для твёрдых растворовCdxHg1-xTe при T=77K» // Физика и техника полупроводников, 2007, т. 41, № 10, с. 1178 – 1181.

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЗАСВЕТКИ ПРИКОНТАКТНЫХ ОБЛАСТЕЙ

Б.Ю. Бортник, Е.Ю. Кузин, И.А. Четвериков
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В исследовательской работе рассмотрена новая методика изучения параметров материала с помощью засветки приконтактных областей. Этот метод позволяет изучать электрофизические параметры высокоомных полупроводников.

Введение

Проблема создания качественных омических контактов к полупроводникам, в особенности к высокоомным, явля-

ется актуальной в наше время. Контакты должны обладать линейной ВАХ, имея при этом малое переходное сопротивление. Используемые на данный момент методы такие как, метод Ван Дер Пау и четырехзондовый метод, являются не эффективными вследствие контактных явлений, как например высокое контактное сопротивление. Что вносит существенные погрешности в измеряемые величины. Методы нуждаются в доработке.

Была предложена идея снизить переходное сопротивление контакта, за счет создание неравновесные носители заряда в приконтактной области полупроводника. Генерация неравновесных носителей заряда осуществляется путем освещения поверхности полупроводника в области контакта, излучением с энергией кванта больше ширины запрещенной зоны.

Также предложена методика измерения неоднородности полупроводниковых материалов методом локальной засветки. Она основывается на изменение величины тока в зависимости от области засветки. Обусловленное, предположительно, наличием встроенных электрических полей.

Объектом исследования является улучшение методик измерения электрофизических параметров высокоомных полупроводников с омическими контактами.

Целью работы является тщательное изучение процессов генерации неравновесных носителей и их влияния на параметры образца, а также тестирования данной методики на различных материалах.

Влияние засветки на характеристики контактов к высокоомным полупроводникам

Были проведены исследования образцов: теллурида кадмия и полуизолирующего арсенида галлия. На углы образцов были нанесены индиевые контакты. Почти вся поверхность образцов была закрыта светонепроницаемой маской. Для засветки областей контактов использовались светодиоды.

Изучение влияния освещения на свойства омических контактов к высокоомным полупроводникам привело к неожиданным результатам. Предполагалось, что освещение приконтактных областей должно приводить к генерации избыточных носителей заряда вблизи контактов, что привело бы к уменьшению переходного сопротивления контактов. И последующий выход ВАХ на «полку», соответствующую ВАХ самого образца, без учета контактов. Действительно, сопротивление образца с ростом интенсивности света уменьшилось на 3 порядка, но кривая на насыщения не вышла, а продолжила увеличиваться линейно. Линейная часть зависит от тока через светодиоды, следовательно, и от интенсивности облучения.

Чтобы объяснить этот факт, предложили модель поведения свободных носителей заряда в образце полуизолирующего арсенида галлиян–типа проводимостью.

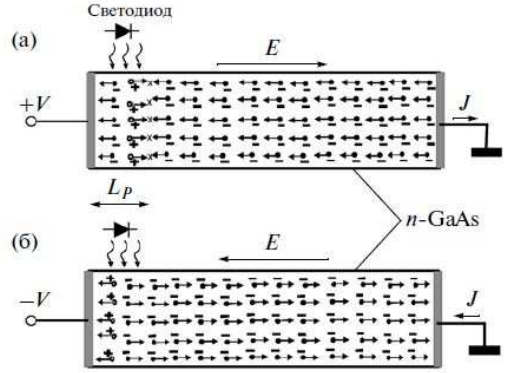


Рис.1. Модель поведения носителей заряда в GaAsn-типа проводимости при освещении контакта с положительным (а) и отрицательным (б) потенциалом.

В случае с освещением контакта с положительным потенциалом, генерируемые электронно-дырочные пары разделяются электрическим полем, электроны двигаются в сторону положительного потенциала без рекомбинации, а дырки вглубь образца. Из цепи поступает необходимое количество носителей заряда для компенсации инжектированных неосновных носителей заряда. На расстоянии эффективной диффузионной длины дырки рекомбинируют и в результате весь ток через образец переносится избыточными электронами.

Изучение неоднородностей иэлектрофизических параметров.

Предположительно, при наличие неких областей со встроенным полем при одной полярности внешнее поле будет складываться с внутренним, а при обратной вычитаться. Что соответствует увеличению и уменьшению фототока.

Чтобы проверить гипотезу произвели проверку на наличие встроенных электрических полей в образце с помощью сканирования образца тонким световым зондом совместно с измерением тока через образец.

Исследование теллурида кадмия р-типа электропроводности с помощью сканирования показало, что зависимости фототока от координаты лазерного луча при двух полярностях внешнего напряжения заметно отличаются друг от друга. Это означает, что в образце существует встроенное электрическое поле.

Электрические свойства исследуемого образца обусловлены собственными точечными дефектами, и большая часть этих дефектов электрически активна. Возможно встроенное электрическое поле возникает в результате быстрого охлаждения слитка до комнатной температуры при которой происходит «закалка». Это приводит к образованию макроскопических кластеров, в которых концентрации собственных дефектов могут заметно отличаться. Это и приводит к сильной электрической неоднородности.

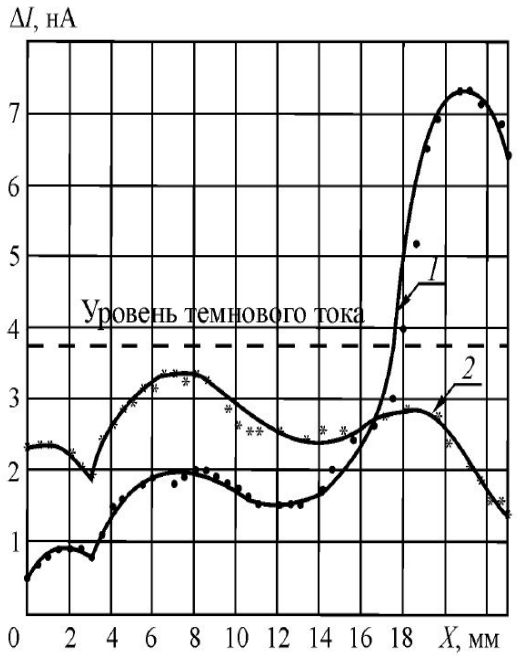


Рис.2. Зависимость фототока через исследуемый образец от координаты светового зонда при разных полярностях внешнего напряжения: 1 – «плюс» на левом контакте; 2 – «плюс» на правом контакте U = 10 В

Так же были проведены измерения электрофизических параметров.

Измерение проводилось методом Ван дер Пау в условиях приконтактной засветки, которая вызывала увеличе-

ние концентрации во всем объёме. Сила тока через образец была постоянной 20нА. Ток снимался между контактами 1 и 3, а э.д.с. Холла между 2 и 4. Контакты засвечивались в разных комбинациях.

Начиная с определённой значения зависимостей концентрации от силы тока через диод становиться линейными. Аппроксимируя можно найти значение темнового сопротивления. Все линии, примерно, сходятся в одной точке, что говорит о правильности выбранного метода.

Метод Ван дер Пау при использовании засветки области контактов позволяет достаточно точно определить исходную (темновую) концентрацию свободных носителей заряда. Кроме того, он позволяет определить основные электрофизические параметры высокоомных полупроводников: удельное сопротивление и подвижность основных носителей заряда.

В будущем планируется использовать эту методику для исследования электрофизических параметров других полуизолирующих материалов.

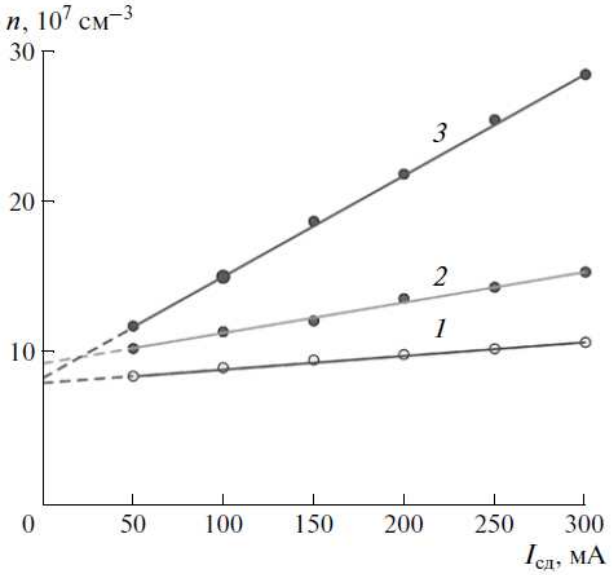


Рис.3 Зависимость концентрации электронов от тока через включенные светодиоды: 1-включен только один светодиод; 2- включены два светодиода; 3-включены все 4 светодиода.

Заключение

Были проведены успешные исследования образцов GaAs которые позволили определить значение сопротивления образца $R_{обр}=5{,}35 \times 10^8$ Ом и суммарное сопротивление контактов $2R_к=5{,}55 \times 10^8$ Ом.

Также был проанализирован CdTe при помощи локальной засветки, что позволило вычислить области неоднородности (Рис.2).

Таким образом, предлагаемая новая методика позволяет решить ряд проблем, связанных с исследованием характеристик высокоумных полупроводников.

Данная методика позволяет:

- Определить раздельно переходное сопротивление омических контактов и объема образца
- Определить «темновое» значение удельного электрического сопротивления
- Изучить неоднородности полупроводниковых материалов
- Изучать высокоомные материалы ранее недоступные для исследования

Список литературы:

1. В.А Голубятников, Ф.И. Григорьев, А.П. Лысенко, Н.И. Строганкова, А.Г. Белов// Изв. вузов. Электроника,2014, № 2(106), с. 16 - 21

2. В.А Голубятников, Ф.И. Григорьев, А.П. Лысенко, Н.И. Строганкова, А.Г. Белов // Приборы и техника эксперимента, 2014, № 3, с. 93 – 96

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕДИЦИНСКОГО ЭЛЕКТРОДА НА ОСНОВЕ КОАКСИАЛЬНОЙ РЕБРИСТОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ УРОЛОГИИ

Р.В. Шаймарданов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В настоящей статье рассматриваются СВЧ-электрод, проектируемый с целью терапевтического воздействия при заболеваниях предстательной железы. Проведен электродинамический анализ электрода на основе замедляющей системы типа коаксиальная ребристая линия. Произведен расчет дисперсионных характеристик электрода в зависимости от геометрических размеров образующих проводников и диэлектрического заполнения, соответствующего тканям предстательной железы. Определена перспективность применения такой структуры при создании различных СВЧ устройств для лечения заболеваний внутриполостных органов.

Введение

Среди терапевтических методов лечения заболевания предстательной железы на ранних стадиях как наиболее эффективный метод применяется трансуретральная микроволновая термотерапия (ТУМТ). Для целей ТУМТ используются различные виды электродов. Наиболее распространенные спиральные электроды имеют ряд недостатков, таких как широкая рабочая полоса частот, а также затрудненный отвод теплоотвод. Ниже рассмотрен вопрос применения электрода на основе замедляющей системы типа «коаксиальная ребристая линия» в качестве базового устройства для проведения операций ТУМТс использованием СВЧ нагрева.

Коаксиальная ребристая линия

В работах [1, 2] было показано, что геометрическая длина таких отрезков такой линии может быть уменьшена, если поверхность одного или из проводников коаксиальной линии сделать ребристой (рис.1).

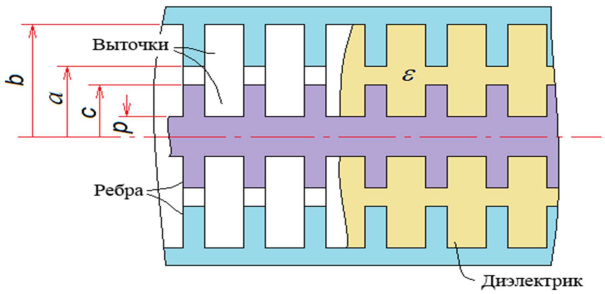


Рис.1. Общий вид коаксиальной ребристой линии.

Обобщенный вид дисперсионного уравнения коаксиальной линии с ребристыми проводниками впервые получен в работе [3]:

$$\frac{I_1(\tau c)+\frac{\tau}{k\sqrt{\varepsilon}}I_0(\tau c)bct\,(kc,kp)}{K_1(\tau c)-\frac{\tau}{k\sqrt{\varepsilon}}K_0(\tau c)bct\,(kc,kp)}= \\ =\frac{I_1(\tau a)+\frac{\tau}{k\sqrt{\varepsilon}}I_0(\tau a)bct\,(ka,kb)}{K_1(\tau a)-\frac{\tau}{k\sqrt{\varepsilon}}K_0(\tau a)bct\,(ka,kb)}, \quad (1)$$

$$bct(x,y)=\frac{J_1(x)N_0(y)-N_1(x)J_0(y)}{J_0(x)N_0(y)-N_0(x)J_0(y)}, \quad (2)$$

разностный котангенс;*J0 , J1, N0, N1* - фунциибасселя, *I0, I1, K0, K1*– модифицированные функции Бесселя; β – фазовая постоянная, связанная с поперечной постоянной τ и k волновым числом соотношением:

$$\beta^2=\tau^2+k^2,\ k=\omega\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}\,. \quad (3)$$

Указанная физическая задача решалась электродинамическим методом сшивания проводимостей для случая возбуждения в коаксиальной линии с внутренним и внешним ребристыми проводниками для аксиально - симметричной волны Е-типа. Длина волны в линии значительно превышает толщину ребер и расстояние между ними, что позволило использовать импедансное приближение и эквивалентные (усредненные) граничные условия на поверхностях проводников [4]. Толщина ребер принята как бесконечно малая.

Для упрощения анализа полученного уравнения, представляющего практический интерес, введем следующие обозначения:

$$y_1=-\sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}bct\,(ck_1,pk_1), \quad y_1=-\sqrt{\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2}}bct\,(ck_1,pk_1), \quad (4)$$

$$\varphi_{ij}=\frac{I_i}{K_i}(c\tau)\frac{K_j}{I_j}(a\tau). \quad (5)$$

С учетом данных обозначений дисперсионное уравнение приобретает вид:

$$\left[1-\tau\frac{K_0}{K_1}(c\tau)y_1\right]\left[1-\tau\frac{I_0}{I_1}(a\tau)y_3\right]=\varphi_{11}(a\tau,c\tau)\left[1+\tau\frac{I_0}{I_1}(c\tau)y_1\right]\left[1+\tau\frac{K_0}{K_1}(a\tau)y_3\right]. \quad (6)$$

Анализ полученного уравнения показывает, что оно распадается на два независимых уравнения, решение каждого из которых позволяет найти фазовые постоянные замедленных волн, распространяющихся вблизи ребристого стержня:

$$1-\tau\frac{K_0}{K_1}(c\tau)y_1=0, \quad (7)$$

и внутри «диафрагмированного волновода»:

$$1-\tau\frac{I_0}{I_1}(a\tau)y_3=0. \quad (8)$$

В общем случае, полученное дисперсионное уравнение имеет два решения - для синфазного и противофазного возбуждения волн. Для упрощения последующего анализа введем коэффициенты:

$$R_1=\frac{1}{y_1}\frac{K_1}{K_0}(c\tau), \quad R_3=\frac{1}{y_3}\frac{I_1}{I_0}(a\tau). \quad (9)$$

С учетом коэффициентов дисперсионное уравнение преобразуется к квадратному уравнению и приобретает вид:

$$\frac{\tau^2}{k_2^2}-\frac{\tau}{k_2}\frac{R_1(1+\varphi_{10})+R_3(1+\varphi_{01})}{1-\varphi_{00}}+R_1R_3\frac{1-\varphi_{11}}{1+\varphi_{00}}=0. \quad (10)$$

В этом случае при сильной связи между электродами и противофазном возбуждении получим:

$$\frac{\tau}{k_2}\approx\frac{R_1(1+\varphi_{10})+R_3(1+\varphi_{01})}{1-\varphi_{00}}-\frac{R_1R_3(1-\varphi_{11})}{R_1(1+\varphi_{10})+R_3(1+\varphi_{01})}, \quad (11)$$

Для синфазного возбуждения:

$$\frac{\tau}{k_2}\approx\frac{R_1R_3(1-\varphi_{11})}{R_1(1+\varphi_{10})+R_3(1+\varphi_{01})}. \quad (12)$$

Для случая относительно низких частот аналогичное дисперсионное уравнение может быть получено методом эквивалентных длинных линий. При этом эквивалентная погонная емкость структуры определяется как емкость между двумя коаксиально расположенными цилиндрами. Погонная индуктивность складывается из индуктивности, создаваемой выточками в проводниках, и индуктивности, определяемой магнитным потоком, пронизывающим область между ребристыми электродами.

Из полученных формул следует, что противофазному возбуждению соответствует большее значение фазовой постоянной в сравнении с синфазным возбуждением.

Дальнейший анализ дисперсионного уравнения в случае относительно высоких частот (или увеличении радиусов проводников) показал, что оно превращается в уравнение двух связанных гребенок. При этом если гребенки имеют идентичные импедансы, то в случае противофазного возбуждения дисперсионное уравнение совпадает с уравнением одной из гребенок с идеально проводящей плоскостью, расположенной на расстоянии, равном половине расстояния между гребешками.

Применение электрода в медицине

Полученные теоретические соотношения качественно подтверждаются результатами физического эксперимента. Предлагаемый к разработке электрод был смоделирован в пользовательской программе компанииCST MicrowaveStudio 2011 (рис.2).

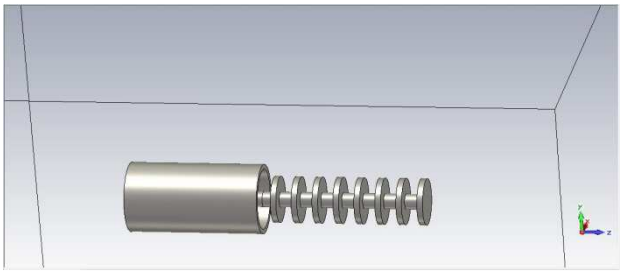


Рис.2. Модель электрода с продольно проводящим экраном в программе CST Microwave Studio 2011.

При частотах, используемых для микроволновой термотерапии (между 900 и 1300 МГц), глубина проникновения в простате – приблизительно 15 мм. При частоте 100 МГц, то есть на частоте нормального радио FM, глубина проникновения составляет 100 мм, а при 2450 МГц – частота, используемая в бытовых микроволновых печах – глубина проникновения составляет 10 мм.

Для рабочей частоты 2450 *МГц*, общая длина электрода была выбрана равной 30 *мм*, диаметр электрода – 12 *мм*. Количество ребер, укладывающихся на данной длине, при равенстве ширины ребра и расстояния между ними, выбрано равным восьми. На основе консультаций со специалистами из 7 Центрального военного научно – исследовательского авиационного госпиталя (7 ЦВНИАГ) и проведенных исследований в Центральном военном

клиническом госпитале №3 им. Вишневского (ЦВКГ № 3) подтвердили, что предложенные геометрические параметры прибора приемлемы для проведения урологических процедур трансуретральной микроволновой термотерапии (ТУМТ).

Дальнейший анализ показал, что замедление в этой системе зависит от отношения геометрических размеров электрода и ε.

Для возбуждения электромагнитных колебаний типа E11 в ребристом стержне используется коаксиальная линия. Полученное излучение обладает симметрией вращения и линейно поляризовано в главной плоскости. Пространственная характеристика излучения имеет конусообразную форму с радиальным направлением вектора электрического поля (рис.3).

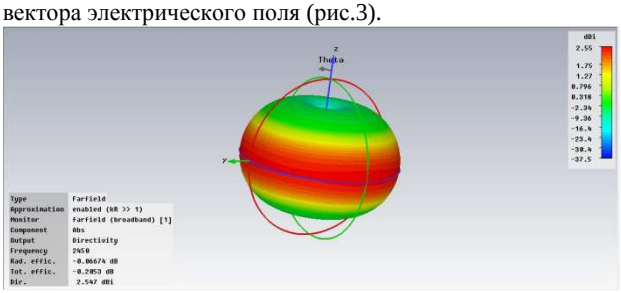


Рис.3. 3D-диаграмма направленности модели излучателя на частоте 2450 МГц.

Полученные в результате электродинамического анализа теоретические соотношения позволяют рассчитать изменение фазовой скорости замедленной электромагнитной волны в коаксиальной линии с ребристыми проводниками и находятся в хорошем соответствии с результатами физического эксперимента.

Заключение

Обработка полученных результатов компьютерного моделирования и приближенного аналитического выражения для коэффициента замедления, с учетом особенностей проведения терапии показывает, что управляя поперечной постоянной и диэлектрической проницаемостью среды в пространстве между ребристым стержнем и экраном, можно добиться требуемого коэффициента замедления при заданной рабочей частоте электрода, что, в свою очередь, позволяет использовать предложенную структуру для эффективного терапевтического лечения.Кроме урологических процедур ТУМТ – терапии, предложенный электрод на основе ребристого стержня может быть использован также как источник излучения для микроволнового томографа при исследовании крупных кровеносных сосудов или пищевода. Кроме того, возможно его применение в качестве миниатюрной приемной антенны при радиометрии и термографии.

Список литературы:

1. Елизаров А.А., Пчельников Ю.Н. Радиоволновые элементы технологических приборов и устройств с использованием электродинамических замедляющих систем. М.: Радио и связь, 2002. 200 с.

2. Елизаров А.А. Технологические процессы и устройства на замедленных электромагнитных волнах: современное состояние и тенденции развития // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 1998.т.1. №1. с.41-49.

3. Пчельников Ю.Н. Коаксиальная линия с ребристыми электродами. М.: Изд.-во МИЭМ, 1985. 19 с.

4. Елизаров А.А. Применение эквивалентных граничных условий для анализа электродинамических чувствительных элементов // Измерительная техника.1999. №1.с.42-45.

ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Е.Г. Мельникова
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Развитие технических средств идет по направлению расширенного применения электронных систем, построения комплексов по принципу «система в системе», применения роботизированных систем. Электронные системы на основе микроэлектроники позволяют с одной стороны снизить энергопотребление систем, уменьшить уровни полезных сигналов, повысить быстродействие при обработке и передаче информации, а с другой стороны обладают относительно низкой помехозащищенностью. Этот фактор становиться все более актуальным, поскольку наличие широкого спектра электронных средств усложняет электромагнитную обстановку, в которой приходится функционировать электронным системам, увеличивает вероятность деструктивных воздействий на среду передачи и обработки информации, что может привести к нарушениям функциональной безопасности. Ситуация усложняется с появлением новых технических средств создания мощных преднамеренных электромагнитных воздействий, которые могут быть использованы в качестве оружия или средств электромагнитного терроризма.

Быстрое увеличение систем электромагнитного оружия, расширенное использование радиочастотного ресурса во всем мире привели к рабочей электромагнитной обстановке, с которой разработчики систем ранее не сталкивались. Подобные условия заставляют рассматривать традиционную проблему электромагнитной совместимости (ЭМС) применительно к радиоэлектронным системам шире, включая в единый комплекс вопросы и задачи обеспечения функциональной безопасности, связанные с разнообразными электромагнитными эффектами.

Информационные технологии, используемые в различных приложениях, все больше связаны с безопасностью, когда ошибки в работе и сбои электронного оборудования в результате нарушений требований ЭМС могут вести к опасным ситуациям и риску нанесения вреда здоровью людей, оборудованию и окружающей среде.

Исторически складывалось так, что проектные подразделения, которые занимались ЭМС и безопасностью, в пределах одной организации работали в значительной степени независимо друг от друга. В этом случае, безопасность, определяемая ЭМС (ЭМС-безопасность), оказалась вне поля зрения специалистов.

Различные электронные технологии имеют отличающийся потенциал сохранения качественных показателей при воздействии электромагнитных воздействий. Многие традиционные информационные технологии, которые на определенном этапе своего развития были не восприимчивы к ЭМВ, при усложнении электромагнитной обстановки и увеличении уровня возмущений, стали чувствительны к ним. Кроме этого, современная элементная база имеет тенденцию к увеличению восприимчивости к электромагнитным помехам, что определяет возможность потенциальных отказов и сбоев электроники.

Для того, чтобы корректно управлять ЭМС-безопасностью, необходима оценка последствий опасности и оценка риска. Такие опасности и оценки рисков вместе с законченными решениями, техническими требованиями, проектными решениями и тестами должны формировать часть из требований обеспечения функциональной без-

опасности и должны быть документированы. Проектные решения и связанная с ними документация существенно отличаются между организациями и между проектами, но там, где опасности и риски выше (то есть применяются более высокие уровни целостности безопасности), требуются более высокие уровни деятельности и документации.

Разработанная нами система предназначена для формирования и излучения широкого класса сигналов, необходимых для проведения измерений параметров антенн в составе радиоэлектронных систем (проверки совпадения электрических осей приемных и передающих антенн, измерения реальных пространственных секторов одновременного приема сигналов, чувствительности по полю приемных устройств при приеме различных видов сигналов), а также при проведении проверок изделий на электромагнитную совместимость (проверки на помехозащищенность от преднамеренных и непреднамеренных помех).

При создании испытательного комплекса заложены следующие принципы:

- аппаратура комплекса построена по модульному принципу, предусматривающему, изменение структуры под конкретный вариант задач и технических параметров испытуемых радиоэлектронных систем (РЭС);
- обеспечиваться интерактивное взаимодействие комплекса и РЭС при подготовке и проведении испытаний, обеспечивающее внесение необходимых изменений в работу системы;
- испытательные сигналы (сигнально-помеховая обстановка) создаются совокупностью средств физической имитации;
- сигналы и помехи формируются с учетом их тонкой внутриимпульсной структуры, управляемого внесения изменений и факторов случайности в параметры;
- предусматриваться получение количественных оценок степени адекватности формируемых помех реальным;
- задание управляющих сигналов для средств имитации производится программно. Управляющие программы создавались на основе математических описаний сигналов;
- достигнута высокая степень автоматизации и программного управления процессами генерирования сигналов, помех и выполнения измерений и документирования результатов измерений;
- передача сигналов и помех на испытуемые РЭС производится как «по полю» с использованием измерительных антенн, так по тракту радиоприемных устройств РЭС с использованием переходников;
- для контроля параметров формируемых сигналов и помех, а также измерения их на испытываемых РЭС, в испытательном комплексе используется измерительное оборудование;
- сигнально-помеховая обстановка создаваться средствами, размещенными на дальностях значительно меньших реальных, а её параметры пересчитываться в точки генерации. Удаление источников сигналов и помех от антенн испытуемого РЭС соответствует дальней зоне антенн испытуемых РЭС.

Список литературы:

1. Балюк Н.В., Кечиев Л.Н., Степанов П.В. Мощный электромагнитный импульс: воздействие на электронные средства и методы защиты. - М.: ООО «Группа ИДТ», 2008. - 478 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕРВИЧНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТИ ГЭТ 206

В.М. Бородулина, А.В. Алексеева
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Работа посвящена созданию государственного первичного эталона оптической плотности необходимого для обеспечения единства измерений в области денситометрии, а также расширению функций первичного эталона.

Введение

Развитие цифровых технологий не стоит на месте, в том числе и в области денситометрии. Однако, использование пленочных носителей информации (радиографических и фотографических пленок) необходимы для контроля оборудования и трубопроводов, для выявления опасных дефектов типа трещин и «непроваров», а также для неразрушающего контроля во многих областях жизнедеятельности человека.

До настоящего времени в нашей стране не было создано государственного первичного эталона единицы оптической плотности, и обеспечение единства измерений осуществлялось с помощью установок высшей точности, созданных еще в 90-х годах прошлого века. Но на данный момент эти средства измерений не обеспечивают единство измерений в области денситометрии. Для обеспечения единства измерений в этой области в настоящее время создан государственный первичный эталон (ГПЭ) оптической плотности ГЭТ 206.

Состав и описание первичного эталона

ГПЭ оптической плотности включается в себя: излучатель; оптическая система излучателя; система позиционирования измеряемого объекта; набор мер оптической плотности; оптическая система фотоприемного устройства (ФПУ); фотоприемное устройство (ФПУ); система контроля излучателя; система питания; система климат-контроля; система контроля температуры и влажности; система управления, регистрации и обработки информации.

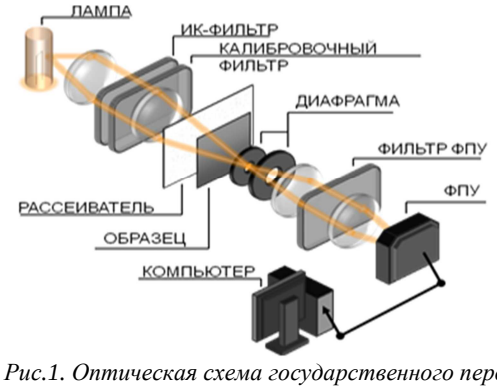


Рис.1. Оптическая схема государственного первичного эталона единицы оптической плотности

Данный ГПЭ предназначен для воспроизведения и передачи единицы оптической плотности в проходящем свете рабочим эталонам методом прямых измерений. В качестве рабочих эталонов применяют:

а) наборы мер оптической плотности;

б) денситометрические установки денситометры (в проходящем свете).

Порядок и особенности передачи оптической плотности описываются несколькими уравнениями:

- для определения оптической плотности в проходящем свете как функции измеренных фотосигналов используется уравнение:

$D_T = Sj / S\tau$ (1)

где D_T – оптическая плотность в проходящем свете,

Sj, $S\tau$ – измеренные в амперах или вольтах сигналы для падающего и прошедшего потока излучения.

Воспроизведение единиц оптической плотности осуществляется методом регистрации падающего и прошедшего через образец потоков излучения. Оптическая плотность в проходящем свете определяется согласно уравнению (1), где Sj, $S\tau$ – измеренные в фотоприемном устройстве эталона фототоки (нА) для падающего и прошедшего потока излучения.

Совершенствование ГПЭ

В результате создания ГПЭ единицы оптической плотности была разработана новая Государственная поверочная схема для средств измерений оптической плотности, которую возглавляет первичный эталон. Это позволило:

- обеспечить единство средств измерений оптической плотности для неразрушающего контроля радиографическим методом сварных соединений, трубопроводов оборудования АЭС, газо- и нефтепроводов, в авиационно-космической технике и др.;

- обеспечить выявление особо опасных дефектов типа трещин и непроваров, наличие которых в оборудовании в перечисленных отраслях промышленности может привести к необратимым последствиям.

В будущем планируются мероприятия по расширению функциональных возможностей эталона в отраженном потоке.

Список литературы:

1. ГОСТ 8.588-2006 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений оптической плотности материалов»
2. ИСО 5-2: 2009 Технология фотографии и графики. Денситометрия. Геометрические условия для измерения плотности пропускания.
3. ГОСТ 8.207 -76. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений.
4. ИСО 5-3: 2009 Технология фотографии и графики. Денситометрия. Спектральные условия.

РЕШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ 4-ОЙ СТЕПЕНИ В ПОЛОСЕ ЗАПИРАНИЯ МОЩНЫХ ЛБВ

Д.С. Шабанов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

При расчете мощных ламп бегущей волны (ЛБВ) с резонаторными замедляющими системами (ЗС), необходимо производить моделирование электронно-волнового взаимодействия, внутри и на границе полосы пропускания, где эффективность взаимодействия максимальна. Анализ уравнений дискретного электронно-волнового взаимодействия в ЗС показал возможность единого описания такого взаимодействия в полосах пропускания и запирания ЗС с использованием уравнения возбуждения в конечных разностях второго порядка и входящего в него локального импеданса связи [1]. Применение теории возбуждения волноводов позволило записать уравнения в общем виде без применения частных эквивалентных схем или иных моделей ЗС. В работе [2] с использованием конечно-разностного уравнения возбуждения найдена матрица коэффициентов a_{ij}, связывающая безразмерные величины ВЧ тока электронного пучка I, скорости электронов (кинетического потенциала) V и поля F в q+1–м зазоре взаимодействия ЗС с их значениями в одном, а для поля в двух предыдущих зазорах, при этом взаимодействие электронного потока и поля ЗС рассматривалось в рамках линейной теории для полос пропускания ЗС.

Универсальное характеристическое уравнение электронных волн в периодических структурах, полученное в [1]:

$$(\cos\psi - \cos\theta_q)[\cos\varphi_s - \delta\cdot\cos(\varphi_e+\psi) - -i(\varepsilon\varphi_e)^3(Y_1 - iY_2)] + G = 0, \quad (1)$$

где

$$G = \frac{1}{2}\exp(-i\psi)a_{13}[\sigma(\varepsilon\varphi_e)^2(\exp(i\frac{\theta}{2}) - M)\sin\theta_q + +(\cos\theta_q - \exp(i\psi))\cdot i\varepsilon\varphi_e^2 M] + +a_{23}[\varepsilon\varphi_e^2 M\frac{\sin\theta_q}{\sigma} - (\cos\theta_q - \exp(i\psi))\cdot i(\varepsilon\varphi_e)^2(\exp(i\frac{\theta}{2}) - M)]. \quad (2)$$

Это уравнение определяет комплексное возмущение ψ сдвига фазы электронной волны на шаг ЗС по отношению к невозмущенному сдвигу фазы в электронном потоке $\varphi_e=\omega L/v_e$, т.к. $U_{q+1}=U_q\exp(i(\varphi_e+\psi))$. Величина $Re(i\psi)$ определяет нарастание или затухание электронной волны вдоль ЗС, а величина $Im(i\psi)$ «горячую» поправку к скорости этой волны. Четыре комплексных значения $i\psi$ находились с помощью системы MathCAD как собственные значения ($\lambda=e^{i\psi}$), матрицы коэффициентов $A=(a_{ij})$ что эквивалентно решению характеристического уравнения (1). Физический смысл и выражения для других входящих в (1), (2) величин приведены [1]. В частности, величина ε имеем смысл параметра усиления «С» в ЛБВ, с тем отличием, что она выражается через локальный импеданс связи, поэтому не имеет особенностей на частотах отсечки и определена как полосах пропускания, так и в полосах запирания ЗС.

Для случая полосы запирания (рис.1), набег фазы на период ЗС (φ_s) является комплексным и выражается следующим соотношением [2]:

$$\varphi_s = \varphi_s' + i\varphi_s'', \quad (3)$$

где $\varphi_s' = 0$ или $\varphi_s' = \pi$, $\varphi_{\pm s}'' = \pm\frac{2\pi l}{\lambda_\pi}\sqrt{1-\left(\frac{\lambda_\pi}{\lambda}\right)^2}$.

Параметр расстройки ξ и значения φ_s в пределах полосы пропускания задавались при расчетах. При этом соотношение λ/λ_π, где λ_π – граничная длина волны секции ЗС, для запредельной полосы всегда больше 1 ($\lambda/\lambda_\pi>1$).

Важно, что при удалении от критической длины волны (при уменьшении φ_s) в полосе запирания, зоны усиления уменьшаются, но при постоянных значениях φ_s с ростом σ^2 от 0 до 2 зоны усиления, в отличие от полосы пропускания, расширяются. Вероятно, это связанно с тем, что рассматриваемый случай соответствует тому, что электронный пучок отдает энергию волне ($\varphi_s'>0$), которая нарастает в положительном направлении ($\varphi_s''>0$), это соответствует усиливаемой прямой волне в ЛБВ и при рассмотрении частоты ниже частоты отсечки, усиление сохраняется.

Тенденция затухания электронных волн в полосе запирания сохраняется, при всех значениях параметра пространственного заряда, но в отличие от холодных систем, введение электронного потока в замедляющую систему способствует более медленному затуханию зон усиления, поэтому при определенных значениях электродинамических параметров ЗС можно говорить о электронно-

волновом взаимодействии затухающей волны и в полосах запирания ЗС.

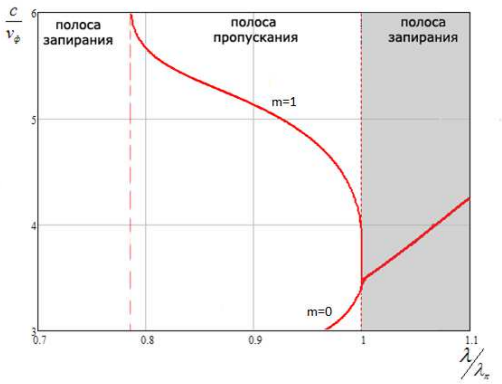


Рис.1. Дисперсионная характеристика, для основной (m= 0) и первой (m=1) рабочей пространственный гармоник.

Список литературы:

1.Солнцев В.А. К теории дискретного электронно-волнового взаимодействия и электронных волн в полосах запирания замедляющих систем // Изв.вузов «ПНД», 2013. Т. 21. № 1

2.Вайнштейн Л.А. // ЖТФ. 1957. Т.27. №10. С.2340.

КОРРЕКЦИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ШИРОКОПОЛОСНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ СВЧ

А.И. Шульга
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Современные системы связи – это аппарат управления многими отраслями деятельности. Существует устойчивая тенденция интеграции систем связи в различные области человеческой жизнидеятельности. В большинстве действующих систем связи, включая спутниковые системы связи, в ретрансляторах используется многостанционный доступ с частотным разделением каналов. Поскольку при этом применяют большое число разночастотных (часто, многочастотных, групповых) сигналов, рабочие полосы ретрансляторов должны быть достаточно широки. Рост скоростей и объемов потоков информации требует повышенной пропускной способности каналов связи, что может быть достигнуто увеличением динамического диапазона и расширением рабочей полосы пропускания усилительных трактов.

Решение задачи расширения динамического диапазона систем связи и повышения качества их функционирования связано с обеспечением линейности усилительных трактов прохождения разночастотного сигнала. Большое влияние на качество каналов передачи информации оказывает нелинейность передаточных амплитудных характеристик (АХ) и фазоамплитудных характеристик (ФАХ) СВЧ-усилителей мощности (СВЧ-УМ), относящихся к классу нелинейных динамических систем, или устройств с комплексной нелинейностью (УКН).

Нелинейность АХ СВЧ-УМ проявляется в нелинейном АМ/АМ-преобразовании разночастотного сигнала, а неравномерность ФАХ — в паразитном преобразовании амплитудной модуляции в фазовую, т. е. в возникновении амплитудно-фазовой конверсии (АФК). Все это приводит к возникновению интермодуляционных искажений (ИМИ). Проблема создания широкополосных СВЧ усилителей с расширенным динамическим диапазоном традиционно является одной из основных задач радиотехники. Основной причиной, препятствующей расширению полосы принимаемых частот, являются паразитные каналы приема, образующиеся, в частности, за счет ИМИ СВЧ усилителя. Они ограничивают реальный динамический диапазон усилительных трактов. На современном этапе развития техники передачи, приема и обработки информации требования к динамическому диапазону возрастает с каждым годом. Это объясняется, во-первых, улучшением качественных показателей устройств, а во-вторых, существенным усложнением электромагнитной обстановки. Для многих радиосредств характерна устойчивая тенденция к усложнению приемопередающей аппаратуры, размещение ее на небольших площадях (на судах, самолетах, ретрансляторах и т. д.) или работающей от общих антенных устройств.

Нижняя граница динамического диапазона определяется шумами трактов, а верхняя — уровнем нелинейных искажений, т.е. фактически уровнем возникающих в СВЧ усилителе интермодуляционных искажений (ИМИ). Нелинейные свойства тракта можно оценить с помощью допустимого коэффициента гармоник огибающей группового сигнала, относительного уровня комбинационных составляющих, коэффициента сжатия амплитуды радиосигнала и т. д.

Итак, динамический диапазон и линейность передаточных характеристик приемопередающих трактов систем связи неразрывно и тесно связаны с друг другом и оказывают главное влияние на параметры и характеристики системы связи, такие как КПД и масса усилительного тракта.

Целью данной работы является разработка метода подавления нелинейных искажений, обеспечивающего решение проблемы линеаризации характеристик и увеличение динамического диапазона усилительных СВЧ трактов.

Основными задачами работы являются:

1. Обзор существующих методов борьбы с нелинейными искажениями.
2. Обзор существующих методов анализа нелинейных искажений, их преимуществ, недостатков, пределов применимости.
3. Исследование метода подавления нелинейных искажений, основанного на использовании низкочастотной обратной связи.
4. Усовершенствование квазистационарного метода анализа нелинейных искажений.
5. Разработка метода подавления нелинейных искажений в СВЧ усилителях премодуляцией тока электронного пучка.
6. Проведение экспериментальных исследований.
7. Разработка устройств линеаризации характеристик СВЧ усилителей.

Решение поставленных задач определяет актуальность работы, направленной на увеличение динамического диапазона трактов ретрансляторов систем связи и линеаризацию передаточных характеристик СВЧ-усилителей мощности и компенсации ИМИ, что позволяет существенно повысить верность передачи информации, улучшить энергетические показатели, сузить рабочие полосы и увеличить надежность систем связи различного назначения.

Оценка уровня нелинейных искажений может быть проведена на основе квазистационарного метода [1]. Так в работе [2] на основе квазистационарного метода вводятся универсальные амплитудные характеристики, которые позволяют оценить уровень нелинейных искажений. Так вблизи точки насыщения относительный уровень нелинейных искажений третьего порядка составляет -12дБ, что соответствует результатам эксперимента для двухчастотного режима работы лампы с бегущей волной (рис.1), являющейся одним из самых популярных широкополосных сверхвысокочастотных усилителей. Такая популяр-

ность обусловлена уникальными характеристиками (выходная мощность, КПД, полоса пропускания и др.) ламп с бегущей волной, не достижимыми в определенных частотных диапазонах для усилителей на основе твердотельных элементов.

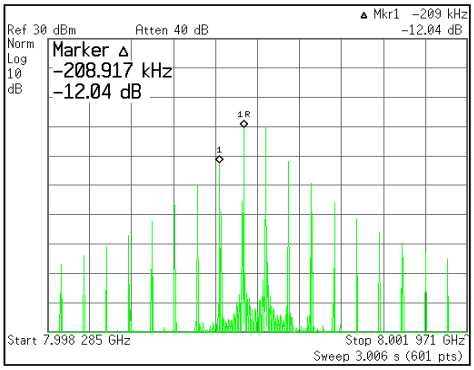


Рис.1. Спектр на выходе ЛБВ при усилении двухчастотного сигнала.

Спиральные ЛБВ с высокими значениями коэффициента полезного действия, полосы пропускания, надежности и срока службы являются идеальными бортовыми усилителями мощности СВЧ всех типов спутников. Со времени изобретения Компфнером принципа действия ЛБВ эффективность преобразования энергии постоянного тока в высокочастотную энергию в спиральных ЛБВ возросла с 1% до 75% с перспективой дальнейшего увеличения до 80-85% в коммерческих спутниковых системах связи.

Несмотря на многочисленные достижения в области построения сверхвысокочастотных усилителей на основе ламп бегущей волны, они по прежнему обладают сильно нелинейными характеристиками по сравнению с усилителями на основе твердотельных элементов. Поэтому линеаризация усилителей на основе ЛБВ является важной задачей при конструировании комплексов связи различного назначения.

Широкое применение в России и в мире в целом нашли три основных класса методов, они представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные классы методов подавления нелинейных искажений.

Метод подавления ИМИ	**Недостатки метода**
Метод внесения предыскажений	Низкое подавление ИМИ, сильная зависимость от изменения характеристик СВЧ-УМ, сложные схемы предыскажения
Компенсационный метод линеаризации	Низкий КПД, малая выходная мощность, сложные схемы компенсации
Введение высокочастотных обратных связей	Ограничения на ширину рабочей полосы, понижение коэффициента усиления
Внесение изменений во внутреннюю конструкцию ЛБВ (усилитель CPI)	Необходимость внесения изменений во внутреннюю конструкцию ЛБВ

В настоящей работе предлагается новый метод подавления нелинейных искажений, основанный на внешней корректировке характеристик усилителя. Реализация такой внешней корректировки является значительно более выгодной с экономической стороны и более эффективной с технической.

Предлагаемый метод основан на премодуляции тока электронного пучка лампы с бегущей волной. В работе [2] проведен теоретический анализ подавления нелинейных искажений с помощью воздействия низкочастотного сигнала огибающей на передаточные характеристики усилителя. Рассматривается модулированный или узкополосный многочастотный сигнал с конечным числом частот $\omega_n, n = 1,2...N$, лежащих в узкой полосе частот $\Delta\omega << \omega_n$. Такой сигнал можно рассматривать как монохроматический сигнал с медленно меняющимися амплитудой и фазой, определяющими медленно меняющуюся комплексную огибающую сигнала. В работе [3] предложен простой квазистационарный метод анализа нелинейного преобразования такого сигнала на амплитудной и фазоамплитудной характеристиках усилителя, взятых на «несущей» частоте в пределах интервала частот $[\omega_{мин}, \omega_{мин} + \Delta\omega]$.

Учтем зависимость АХ и ФАХ усилителя от его параметров, которые могут медленно изменяться во времени воздействием меняющейся амплитуды входного сигнала $|A_{вх}|$. На использовании этой зависимости основан метод подавления нелинейных искажений в усилителе с помощью сигнала огибающей.

С учетом зависимости АХ и ФАХ от одного управляющего параметра J имеем для комплексного коэффициента передачи К и спектральных составляющих $E_{пвых}$ на выходе усилителя:

$$K(|A_{вх}|, J) = \frac{A_{вых}}{A_{вх}} = \frac{|A_{вых}|}{|A_{вх}|} e^{-i(\alpha_{вых} - \alpha_{вх})} = \frac{f(|A_{вх}|, J)}{|A_{вх}|} e^{-i\varphi(|A_{вх}|, J)}, \quad (1)$$

$$E_{пвых} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} K(|A_{вх}(t)|, J(t)) A_{вх}(t) e^{in\Omega t} d(\Omega t), \quad (2)$$

$$E_{пвых} = \sum_{n'=1}^{N} K_{n-n'} E_{n'вх}, \quad (3)$$

$$K_n = \frac{1}{2 \cdot \pi} \int_0^{2 \cdot \pi} K(|A_{вх}(t)|, J(t)) e^{in\Omega t} d(\Omega t), \quad (4)$$

$$K(|A_{вх}(t)|, J(t)) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} K_n e^{-in\Omega t}, \text{ где} \quad (5)$$

$A_{вх}$ – огибающая входного сигнала, $A_{вых}$ – огибающая выходного сигнала, $E_{пвх}$ – амплитуда спектральной составляющий на входе усилителя.

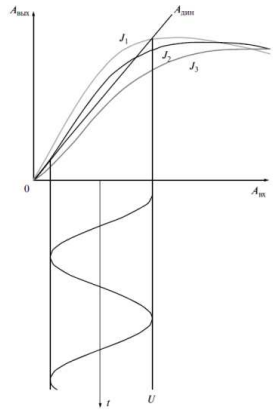


Рис.2. Семейство амплитудных характеристик усилителя, зависящих от параметра J("статические АХ") и их линеаризация при изменении J под действием сигнала огибающей (Адин – "динамическая АХ").

Параметр $J(t) = J\left[\left|A_{вх}(t)\right|\right]$, меняется во времени в зависимости от амплитуды входного сигнала. Выбором этой зависимости можно уменьшить амплитуды Фурье K_n комплексного коэффициента передачи и тем самым перекрестное влияние частотных составляющих сигнала, определяющее линейность АХ и величину ИМИ.

Качественно это показано на рисунке 2, где представлено семейство АХ усилителя, зависящих от параметра J. Если с изменением $\left|A_{вх}(t)\right|$ переходить с одной АХ на другую, меняя соответственно параметр J, то можно в определенных пределах линеаризовать «динамическую» АХ усилителя.

АХ и ФАХ могут быть получены как с помощью нелинейной теории лампы с бегущей волной [4,5], так и экспериментально [2].

Блок-схема экспериментальной установки, позволяющей оценить уровень нелинейных искажений на выходе усилителя при усилении двухчастотного сигнала показана на рисунке 3.

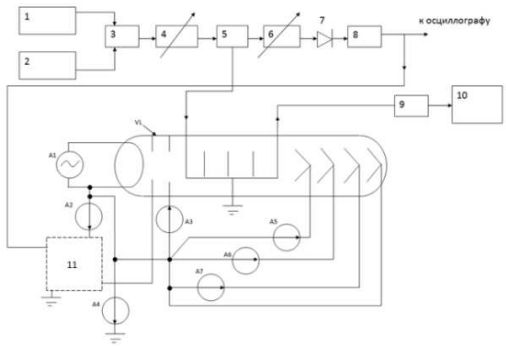


Рис.3. Блок-схема СВЧ усилителя при воздействии на его вход двухчастотного тестового сигнала: 1, 2– генераторы сигналов высокочастотные Agilent N5183A; 3 – направленный ответвитель; 4 – поляризационный аттенюатор; 5 – направленный ответвитель; 6 – фазовращатель; 7 – детекторная головка; 8 – усилитель; 9 – выходной СВЧ-тракт; 10 – анализатор спектра Agilent E4447A; 11 – развязывающее устройство. A1 – источник питания подогревателя; A2 – источник питания управляющего электрода; A3 – источник питания анода; A4 – источник питания замедляющей системы; A5 – источник питания первого коллектора; A6 – источник питания второго коллектора; A7 – источник питания третьего коллектора; VL – испытуемая ЛБВ.

Цепь питания, обеспечивающая премодуляцию тока электронного пучка может иметь много вариантов реализации. Цепь, используемая в эксперименте показана на рисунке 4.

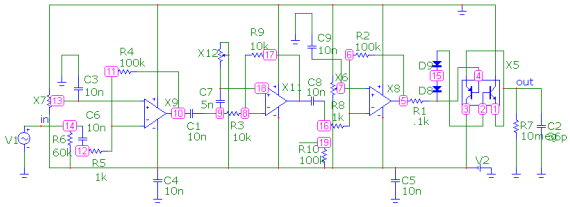


Рис.4. Усилитель огибающей СВЧ сигнала.

В качестве основы усилительного тракта использовались лампы с бегущей волной серийно выпускаемые на НПП «Алмаз». Была проведена серия экспериментов, по результатам которой была выбрана лампа с наиболее ярко выраженной нелинейностью характеристик. АХ и ФАХ данной лампы, приведены в [5] и в наибольшей степени соответствуют универсальным характеристикам, введенным в [2]. Для выбранной лампы относительный уровень комбинационных составляющих третьего порядка вблизи точки насыщения сопоставим с теоретическими расчетами, и составляет (-12,04)дБ. Спектр выходного сигнала, полученный с помощью спектр-анализатора Agilent E4447A, был представлен на рис.1. В качестве источников сверхвысокочастотного сигнала использовались генераторы Agilent N5183A.

Для осуществления премодуляции тока электронного пучка была усовершенствованна цепь питания лампы с бегущей волной, основными элементами которой являются: направленный ответвитель (5 рис.3), фазовращатель (6 рис. 3), детекторная головка (7 рис.3), усилитель огибающей СВЧ сигнала (8 рис.3) и развязывающее устройство (11 рис.3). Были использованы имеющиеся на предприятии НПП «Алмаз» направленный ответвитель, фазовращатель, детекторные головки двух типов (DT4504, DT8107). Учитывая особенности применения был спроектирован и изготовлен усилитель огибающей СВЧ сигнала, принципиальная схема которого приведена на рис.4.

Основными требованиями к данному усилителю являются: отсутствие паразитных колебаний, которые могут возникнуть в результате самовозбуждения; требования по коэффициенту усиления; возможность плавной регулировки (механической или электронной) коэффициента усиления тракта обработки огибающей. Регулировка позволяет оптимизировать работу цепи питания и повысить эффективность подавления при усилении сложных многочастотных сигналов. Предложенная схема реализации усилителя огибающей СВЧ сигнала позволяет варьировать коэффициент усиления последнего от сотых долей децибела до 25дБ. Возможность плавной настройки коэффициента усиления огибающей достигается за счет применения двухкаскадного способа усиления (ОУ X9, ОУ X8 рис. 4). Адаптивное изменение коэффициента передачи премодулирующей цепи может повысить эффективность подавления нелинейных искажений, но не является обязательным условием линеаризации характеристик СВЧ усилителя. Разработанный усилитель с помощью резисторов X7, X6 позволяет регулировать постоянную составляющую на своем выходе. Регулировка фазы огибающей возможна с помощью блока на основе ОУ X11 (рис. 4) или с помощью фазовращателя (рис. 3).

Спектр выходного сигнала при условии премодуляции тока электронного пучка был получен с помощью спектр-анализатора и представлен на рис.5. Сопоставив рис.1 и рис.5, можно сделать вывод, что относительный уровень комбинационных составляющих третьего порядка уменьшился примерно на 6 дБ вблизи точки насыщения.

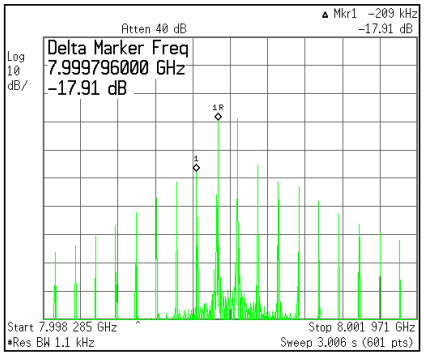


Рис.5. Спектр выходного сигнала при двухчастотном режиме работы ЛБВ с премодуляцией тока электронного пучка.

Для расчетов по предложенному методу был разработан программный комплекс, внешний вид которого представлен на рис. 6. Программный комплекс позволяет рассчитывать искажения как аналоговых многочастотных (групповых), так и ряда цифровых сигналов (сигналов с различными видами цифровой модуляции).

Проведенный анализ подавления нелинейных искажений в усилителе на ЛБВ с премодуляцией тока пучка показал значительное влияние фазоамплитудной характеристики на уровень нелинейных искажений на выходе усилителя. При использовании рассмотренного метода для получения существенного эффекта подавления необходимо проводить расчеты по оптимизации ФАХ. Как правило, расчеты фазоамплитудной конверсии для усилителей на лампе с бегущей волной учитывают зависимость фазоамплитудной характеристики от параметров скорости (b) и пространственного заряда (4QC). В качестве примера зависимости метода премодуляции тока электронного пучка от параметров ФАХ на рисунке 6 приведен относительный уровень комбинационных составляющих третьего порядка при различных параметрах скорости, а на рисунке 7 при различных значениях пространственного заряда.

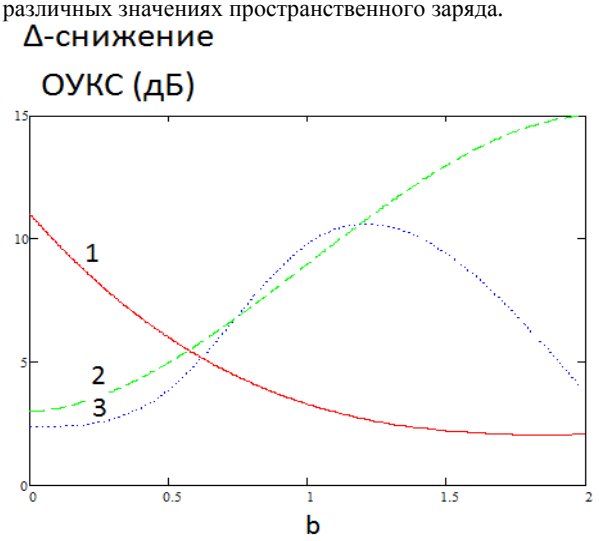


Рис.6. Снижение относительного уровня комбинационных составляющих третьего порядка (1- 4QC=0; 2- 4QC=2.1; 3- 4QC=4.5).

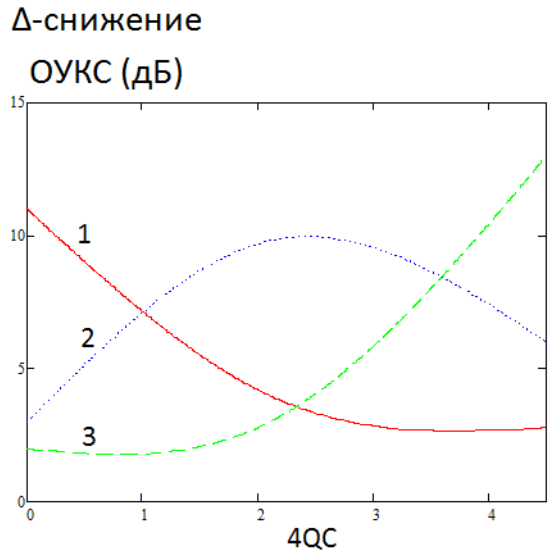


Рис.7. Снижение относительного уровня комбинационных составляющих третьего порядка (1- b=0; 2- b=1; 3- b=2).

Проведенное обобщение квазистационарного метода анализа нелинейного преобразования сигналов позволяет рассмотреть также усиление и подавление ИМИ более сложных многочастотных сигналов, применяемых в радиосистемах. Проведенные эксперименты подтверждают эффективную работу метода подавления нелинейных искажений с помощью премодуляции тока электронного пучка. Следует отметить, что для получения существенного эффекта подавления нелинейных искажений необходима поэтапная оптимизации цепи питания лампы с бегущей волной.

Список литературы:

1. Андреевская Т.М., Солнцев В.А. // Электрон. техн. Сер. 1. Электроника СВЧ. 1990. № 4. С. 64.

2. Солнцев В.А.,Шульга А.И. // *РАДИОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОНИКА, 2012, том 57, № 2.*

3. Малышенко В.И., Солнцев В.А. // Электрон. техн. Сер. 1. Электроника СВЧ. 1972. № 10. С.16 .

4. Вайнштейн Л.А., Солнцев В.А., Лекции по сверхвысокочастотной электронике, Сов. радио, 1973.

5. Шульга А.И., Анализ метода подавления нелинейных искажений с помощью огибающей сигнала с учетом фазоамплитудной конверсии в ЛБВ, Журнал Т-COMM №10-2012, стр.130-135.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПОСТРОЕНИЯ УЗЛА СЕНСОРОВ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО АЛМАЗА

В.А. Колюбин[1], А.Ф. Каперко[2], П.Г. Недосекин[1,2], Е.М. Тюрин[1], Р.Ф. Ибрагимов[1]

(1) ООО Производственно-технологический центр «УралАлмазИнвест»,

(2) НИУ ВШЭ, Департамент электронной инженерии

Аннотация

Разработка и изготовление температурно- стабильного узла сенсоров (УС) ионизирующего излучения и зарядочувствительного усилителя (ЗЧУ) для регистрации параметров космического излучения (КИ). Представляет собой пятиканальный первичный преобразователь энергии ионизирующего излучения в электрический заряд.

Введение

В связи с расширением использования космического пространства в коммерческих целях (для навигации, связи, мониторинга прогнозирования погодных аномалий и природных катастроф) возникает необходимость увеличения сроков активного существования космических аппаратов (КА) до 15-20 лет при одновременном увеличении надежности функционирования группировок космических аппаратов.

Основным фактором, влияющим на ресурс работы КА, является воздействие космического излучения на электронную аппаратуру. Одним из путей уменьшения затрат на периодическую замену КА в функциональных группировках при одновременном повышении надежности работы группировок КА является осуществление постоянного мониторинга радиационного воздействия космического излучения на КА. На основании данных мониторинга рассчитывается остаточный рабочий ресурс КА и устанавливается срок его замены в группировке.

Для реализации описанной стратегии на каждый КА должен устанавливаться монитор космического излучения, с повышенной радиационной стойкостью. Практически безальтернативными детекторами для построения такого монитора являются детекторы на основе монокристалли-

ческого алмаза. При этом, такие мониторы целесообразно строить по многодетекторной схеме с использованием селективных фильтров [1]. В настоящее время ведутся разработки мониторов КИ на основе алмазных сенсоров [2].

Вместе с тем применение алмазных детекторов в многоканальной аппаратуре мониторинга КИ имеет ряд особенностей и требует проведения дополнительных исследований. В частности, важными являются исследования сохраняемости характеристик детекторов при воздействии таких возмущающих факторов, как температура, вибрации, воздействие дозовых нагрузок.

В настоящей работе приводится результаты исследования температурной стабильности сенсоров на основе монокристаллического алмаза предназначенных для использования в мониторах КИ.

Структурная схема сенсора КИ на основе монокристаллического алмаза показана на рисунке 1.

Сенсор состоит из алмазного чувствительного элемента (АЧЭ), помещенного в защиту от фонового бокового излучения, перед АЧЭ установлен селективный фильтр, выходной сигнал АЧЭ подается на вход зарядочувствительного усилителя [3, 4].

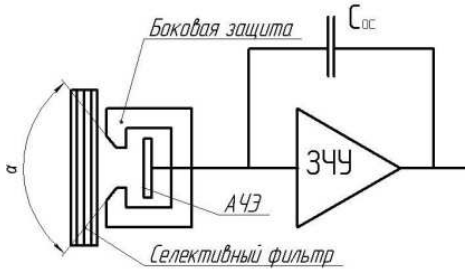


Рис.1. Структурная схема узла, пятиконального сенсора КИ.

Основным элементом сенсора, определяющим характеристики работы аппаратуры мониторинга КИ, является АЧЭ. В связи с этим особое внимание, при разработке сенсоров КИ должно уделяться именно характеристикам АЧЭ.

Были проведены исследования температурной стабильности АЧЭ в широком диапазоне температур. Стабильность АЧЭ определялась для двух режимов работы: в спектрометрическом режиме и в токовом режиме.

В спектрометрическом режиме исследования стабильности работы АЧЭ проводились в диапазоне температур от +20 до +60С^0. В токовом режиме исследования проводились при температуре +200С^0.

Для АЧЭ, работающего в токовом режиме, проводилось измерение токов утечек, как основной фактор ошибок измерения радиационных потоков с помощью сенсора КИ.

Схема стенда для измерения токов утечки представленным на рисунке 1.

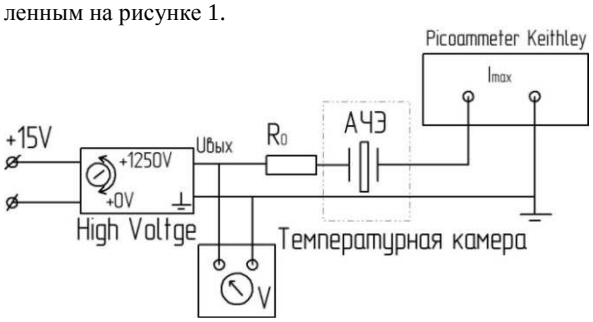


Рис.1. Стенд для измерения токов утечки в диапазоне температур до +200С^0.

На рисунке 2 представлены графики токов утечки АЧЭ, при использовании в качестве подложек алмазного кристалла сапфира и керамики ВК-94.

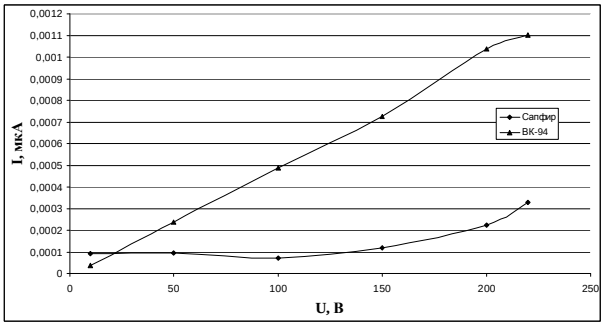


Рис.2. Графики изменения тока утечки АЧЭ, при Т=+200С^0

Для АЧЭ, работающего в спектрометрическом режиме, исследовалось: смещение положения центра пика полного поглощения, изменение скорости счета в пике полного поглощения, изменение интегральной скорости счета.

Данные, полученные в ходе эксперимента, приведены в Таблице 1. По полученным данным построены графики зависимостей интегральной скорости счета и скорости счета в пике полного поглощения от температуры

– приведены на рисунке 3.

Таблица 1. Результаты исследования.

Температура, °С	Положение центра пика, канал	Скорость счета в пике полного погл.,имп/с	Погрешность инт. скор. счета, %	Погрешность скор. счета в ппп, %
21,8	2265,68	2,40	4,32	7,91
39	2274,44	2,28	4,43	8,10
43,55	2249,03	2,16	4,41	8,32
53,1	2263,16	2,78	4,35	7,34
58,15	2261,03	2,24	4,38	8,17
63,55	2263,33	2,49	4,35	7,75

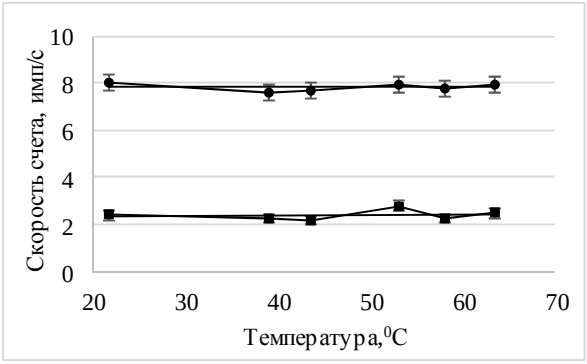


Рис.3. Зависимость интегральной скорости счета и скорости счета в пике полного поглощения от температуры.

Заключение

Проведено исследование стабильности рабочих характеристик АЧЭ, в диапазон температур от +20 до +200С^0

В спектрометрическом режиме характеристики АЧЭ сохраняются в пределах + 5%.

При работе АЧЭ в токовом режиме при температурах до +200С^0, при использовании сапфировой подложки алмазной пластины, удалось уменьшить значение тока утечки до 70 нА, при напряжении смещения 100 В.

При разработке АЧЭ для работы три температурах выше 100 ^{0}С необходимо подбирать диэлектрические материалы с высокой температурной стойкостью, которые

сохраняют высокие диэлектрические свойства при повышенных температурах. Так же необходимо тщательно следить за чистой поверхности алмазных пластин, перед ее защитой диэлектриком.

В качестве подложек, используемых в АЧЭ для установки алмазных пластин, предпочтительно использовать керамику ВК-94, сапфир.

Список литературы:

1. A. Livi, R. McNutt, G. B. Andrews, E. Keath, D. Mitchell, G. Ho. The Energetic Particles Spectrometers (EPS) on MESSENGER and New Horizons // Proceedings of the Tenth International Solar Wind Conference, ed. MVelli, R.Bruno, and F.Malara. NGRM data sheet – RUAG. www.ruag.com/NGRM_datasheet.pdf

2. В.В. Кадилин, В.А. Колюбин, С.А. Львов, П.Г. Недосекин, В.А. Идалов, Е.М. Тюрин, С.В. Колесников, В.Т. Самосадный. Перспективы применения алмазных детекторов для регистрации заряженных частиц космического излучения // Ядерная физика и инжиниринг. – 2014. – т. 5, №2. – С. 138–144.

3. Маталин Л.А и др. Электронные методы ядерной физики. М. Атомиздат 1973.

4. Григорьев В.А. и др. Электронные методы ядерно-физического эксперимента. М., Энергоиздат, 1988.

РАЗРАБОТКА РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

Л.В. Савкин
ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», г. Химки
Филиал ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», г. Калуга

Аннотация

В докладе рассматриваются способы и средства повышения эффективности бортового диагностического обеспечения космических аппаратов за счет реализации алгоритмов диагностики и контроля бортовых систем на базе реконфигурируемых вычислительных систем. Представлена структурная схема организации процессов контроля и диагностики бортовых систем космического аппарата с помощью реконфигурируемой системы контроля и диагностики.

Введение

С непрерывной тенденцией к увеличению сложности аппаратно-программного построения бортовых электронных систем современных космических аппаратов (КА) соответствующим образом усложняются и самые разнообразные подходы по проведению контроля функционирования и диагностики данных систем в течение всего срока активного существования КА. Высокая степень сложности бортовых электронных систем совместно с жесткими условиями их эксплуатации требуют от бортовых систем контроля и диагностики (СКД) широчайшего набора функций, посредством которого будет возможным локализовать сбой или неисправность служебной или целевой аппаратуры КА с заданной степенью точности.

С этой целью, в качестве одного из подходов, способных реализовать широкий спектр алгоритмов диагностирования сложной бортовой электронной аппаратуры КА, рассматривается построение системы СКД на базе реконфигурируемых вычислительных систем (РВС). Систему, о которой далее пойдет речь, будем называть реконфигурируемой системой функционального контроля и диагностики (СФКД) КА.

РВС и их использование в контрольно-диагностическом обеспечении

Основным преимуществом РВС перед ЭВМ традиционной архитектуры является возможность глубокой адаптации реконфигурируемого вычислительного поля (РВП) под информационно-аналитическую структуру решаемых задач, в качестве которых в данном случае выступают задачи бортового контроля и диагностирования КА.

На сегодняшний день многие современные суперкомпьютеры (супер ЭВП) строятся именно на базе РВС, а не на классических микропроцессорных архитектурах, успешно справляясь при этом с широким классом вычислительно трудоемких задач и имея при этом убедительно высокие показатели как по быстродействию, так и по производительности в целом. Ярким примером тому служат успешно используемые сегодня как в наземной, так и в бортовой аппаратуре разработки НИИ МВС им. академика А.В. Каляева, возглавляемого сегодня его сыном Игорем Анатольевичем Каляевым.

Как правило, большинство из известных на сегодняшний день РВС реализуются на базе программируемых логических интегральных схем, способных менять логико-арифметические связи между коммутируемыми логическими блоками (КЛБ) на уровне кристалла полупроводника посредством языков низкоуровневого описания аппаратуры (HDL). Ввиду высокой степени интеграции современных ПЛИС, в РВП могут создаваться довольно сложные аппаратные структуры, которые возможно реконфигурировать на самом низком аппаратном уровне, т. е. уровне кристалла ПЛИС. Кроме того, всегда имеется возможность нарастить вычислительный ресурс РВС, используя несколько ПЛИС, которые будут образовывать так называемое *поле* ПЛИС.

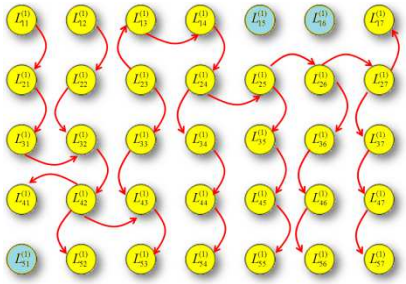


Рис.1. Пример реконфигурируемой топологии логико-арифметических связей в РВП

На рис. 1 представлен пример топологии логико-арифметических связей, которая в любой момент может поддаваться реконфигурации, что для задач диагностики особенно важно в процессе адаптации диагностической модели к сложным типам неисправностей и отказов. В данном случае в качестве вершин графов выступает матричный набор $L_{ij}^{(1)}$ КЛБ, которые могут и как правило обладают не одной элементарной, а набором логико-арифметических функций, представляя собой систему, способную к реконфигурации как в топологическом смысле, так и в функциональном.

На основе РВС и предлагается реализовать реконфигурируемую СФКД, которая будет способна кардинальным образом менять и адаптировать свою диагностическую модель в процессе анализа и идентификации технического состояния бортовых систем КА.

Структурная организация реконфигурируемой СФКД КА

Исходя из вышеуказанных свойств РВС, можно составить примерную структурную организацию принципов построения реконфигурируемой СФКД КА. Она представлена на рис. 2.

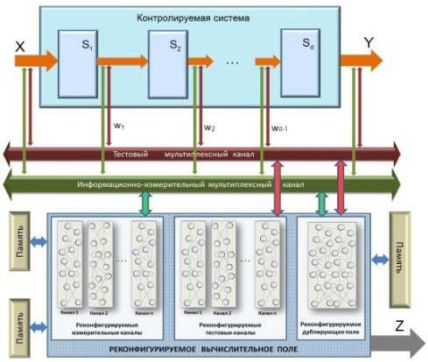


Рис.2. Структурная схема реконфигурируемой СФКД КА

Здесь показано что, аппаратная часть реконфигурируемой СФКД КА реализована полностью на РВП, которое, в свою очередь, для решения задач бортового диагностирования разделено на три основные области:

1) реконфигурируемые измерительные каналы (РИК);
2) реконфигурируемые тестовые каналы (РТК);
3) реконфигурируемое дублирующее поле (РДП).

РИК РВС отведены для измерительных каналов, каждый из которых требует самостоятельного алгоритма опроса контрольных точек контролируемой бортовой аппаратуры КА. С помощью РИК осуществляется встроенный контроль промежуточных данных w_i, поступающих с необходимых подсистем S_i более низкого функционального порядка, чем контролируемая система в целом.

В РТК РВС формируются независимые тестовые сигналы, посредством которых осуществляется тестирование и проверка функционирования бортовой аппаратуры КА на всех необходимых (выделенных для контроля и диагностики) этапах обработки данных.

РДП РВС предназначено для формирования дискретных цифровых устройств при проведении диагностики методом дублирования, а также для тестирования ПО. При этом реконфигурационный и вычислительный ресурсы РДП должны быть рассчитаны таким образом, чтобы можно было осуществлять формирование сложных элементов бортовой аппаратуры КА, включая процессорные ядра бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВС), цифровые сигнальные процессоры (ЦСП) и устройства памяти, пополняя, при необходимости, наборы эталонных функций в модулях памяти вычислительного поля, что бы сократить общее время формирования тестовых и проверочных сигналов реконфигурируемой СФКД КА.

На рис. 2 показано также, что в состав диагностической системы входят модули памяти, хранящие информацию о штатных (известных) аппаратных конфигурациях диагностических моделей для каждого из реконфигурируемых участков вычислительного поля.

В модулях памяти может содержаться библиотека сигнатур, необходимая для проведения диагностики бортовой аппаратуры КА методом сигнатурного анализа.

Помимо прочего, данная память обеспечивает хранение признаков аппаратных и программных неисправностей, а также классификатора аппаратно-программных неисправностей, которые в процессе работы реконфигурируемой СФКД могут пополняться как новыми признаками неисправностей, так и соответствующими им категориями и классами неисправностей и отказов.

Обмен данными между элементами контролируемой системы и СВК осуществляется через два независимых мультиплексных канала: тестовый и информационно-измерительный.

Таким образом, каждая часть реконфигурируемого вычислительного поля может кардинальным образом менять свою конфигурацию в процессе адаптации диагностической модели к сложным видам неисправностей бортовых систем КА.

Заключение

Возможность глубокого перестроения диагностической модели при организации эффективного бортового диагностического обеспечения является важнейшим ключом к успешному решению задачи анализа и идентификации технического состояния бортовых систем КА.

Сегодня многочисленная практика показывает, что не смотря на то, что многие на первый взгляд самые оригинальные способы организации контроля и диагностики бортовых систем могут предусмотреть и своевременно изолировать большинство типов неисправностей, далеко не всегда возможно выявить причину сбоя с высокой степенью точности.

Поэтому важным моментом здесь является реализация системных подходов к аппаратно-программному построению бортовых систем КА, которое с единой идеологической позиции сможет обеспечить сбалансированное функционирование как целевых систем КА, так и систем, которые их обслуживают, в т. ч. системы, отвечающие за контроль и диагностику.

Список литературы:

1.Алексеев А.А., Кораблев Ю.А., Шестопалов М.Ю. Идентификация и диагностика систем.-М.: Издательский центр «Академия», 2009.-352 с.

2.Бровкин А.Г., Бурдыгов Б.Г., Гордийко С.В. и др. Бортовые системы управления космическими аппаратами. /Под ред. проф. А.С. Сырова-М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010.-304 с.

3.Глущенко П.В. Техническая диагностика: Моделирование в диагностировании и прогнозировании состояния технических объектов.-М.: Вузовская книга, 2004.-248 с.

4.Евреинов Э.В. Однородные вычислительные системы, структуры и среды.-М.: Радио и связь, 1981.- 208 с.

5.Евреинов Э.В., Хорошевский В.Г. Однородные вычислительные системы.-Новосибирск: Наука, 1978.

6.Каляев А.В. Многопроцессорные системы с программируемой архитектурой.- М.: Радио и связь, 1984, 240 с.

7.Каляев И.А., Левин И.И., Семерников Е.А., Шмойлов В.И. Реконфигурируемые мультиконвейерные вычислительные структуры /Изд. 2-е, перераб. и доп. / Под общ. Ред. И.А. Каляева. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. - 344 с.

8.Савкин Л.В. О решении задач бортового диагностирования космических аппаратов с помощью реконфигурируемых вычислительных систем. Технические науки – от теории к практике / Сб. ст. по лам XXXIX Междунар. науч.-практ. конф. № 10 (35). Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. – с. 79-87.

9.Савкин Л.В., Клочко О.С., Макаров А.С. Реализация алгоритмов распознавания сложных видов неисправностей и отказов бортовой аппаратуры космических аппаратов на основе встроенных реконфигурируемых диагностических систем // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2014. № 11 (12) . URL: http:///7universum.com/ru/tech/archive/item/1756 (дата обращения: 23.12.2014).

10.Савкин Л.В., Новичков В.М., Ширшаков А.Е. Многоуровневая реконфигурация моделей диагностических систем как средство повышения гибкости алгоритмов диагностики и контроля бортовых систем космических аппаратов. Наукоемкие технологии в приборо- и машиностроении и развитие инновационной деятельности в вузе: материалы Всероссийской научно-технической конференции, 25-27 ноября 2014 г. Т. 2.-М.: Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014.- С. 296-299.

ОЦЕНКА НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПЕРЕДАЧИ ЭТАЛОННЫХ СИГНАЛОВ ЧАСТОТЫ ПО ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ СВЯЗИ

В.А. Шапкин
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Во многих областях жизнедеятельности современного общества существует потребность в точном определении географических координат. В настоящее время с этой целью широко используются спутниковые системы навигации, как глобальные (ГЛОНАСС, GPS), так и региональные (Beidou). Приемниками сигналов глобальных навигационных систем (ГНС) оснащено множество современных автомобилей, коммуникаторов, смартфонов.

При создании космических аппаратов и наземной структуры системы ГЛОНАСС обеспечение высокой точности определения координат во многом достигается за счет использования элементов нанофотоники. В частности это относится к фотоно – кристаллическому волокну, к приемникам и источникам излучения, основанным на квантовых точках и т.п., на основе которых разрабатываются спутниковые лазерные дальномеры космического и наземного базирования, бортовые оптические стандарты, системы космической связи и т.д. [1] Все эти устройства в процессе своей работы должны функционировать в единой шкале времени и при высокоточной синхронизации. В связи с этим, актуальной является задача передачи единицы частоты от первичного эталона к центральному синхронизатору системы ГЛОНАСС. Бесперебойная и надежная передача при высокой точности может быть обеспечена при использовании волоконно-оптических линий.

Для обеспечения требуемой точности передачи ЭСЧ не хуже $5\cdot10^{-16}$ необходимы весьма тщательных исследования характеристик используемых волоконных линий, а также оптико-электронных элементов. Это обусловлено возникновением изменений таких характеристик как хроматической дисперсии, поляризационной модовой дисперсии, различных видов рассеяния, модуляционных и шумовых характеристик источников излучения, шумовых свойства используемых приемников излучения, волоконных ответвителей, линий задержки [2].

Воздействие механических и акустических колебаний на оптическое волокно может приводить к возникновению фазовых флуктуаций передаваемого эталонного сигнала частоты вследствие появляющихся колебаний поляризационной модовой дисперсии.

Изменение температуры окружающей среды приводит к изменению показателя преломления в волокне и, следовательно, нестабильности скорости и распространения излучения в волокне. Для стандартного оптического волокна коэффициент равен 10^{-5}/°C. Для примера: изменение температуры на 1 °C при длине волокна 100 км, приводит к изменению оптической длины волокна на 1 м.

Для синхронизации в системе ГЛОНАСС необходимо поддержание единой шкалы времени на всех спутниках и элементах наземной инфраструктуры. Решение этой задачи осуществляется за счет передачи эталонных сигналов частоты и сигналов точного времени. Наиболее перспективным видом передачи эталонных сигналов частоты является их передача по волоконно-оптической линии. Для этого необходим специальный комплекс аппаратуры, позволяющий оптимальным образом модулировать оптический сигнал радиосигналом эталонных частот, с последующей демодуляцией и извлечением его после прохождения по волоконно-оптической линии, а так же компенсировать возникающие фазовые флуктуации с помощью системы активной компенсации. Требования к системе активной компенсации могут быть определены лишь на основе экспериментальных исследований системы передачи, в которой отсутствует такая система компенсации.

В экспериментальной установке в качестве стандарта частоты использовался рубидиевый стандарт STANDFOED RESEARCH SYSTEMS модели FS725 , обеспечивающий нестабильность не более $\pm1\times10^{-11}$ за 10 секунд. Анализатор фазовых шумов Symmetricom 5125A делает точные измерения фазового шума на сигналы от 1 до 400 МГц, охватывающих весь спектр наиболее часто используемых эталонов частоты. В метрологическом обеспечении принято использовать девиацию Аллана в качестве характеристики стабильности частоты [3].

В экспериментах использовались разные длины волокна – 1; 21 и 42 м. Поступающий сигнал составлял составлял -1; 2 и 3 дБм соответственно. Стабильность показаний устройств имеет порядок от 10^{-13} до 10^{-14}. Некоторые пики фазовых шумов имеют тенденцию повторяться вне зависимости от длины волокна, а именно при 10^2, так же характерна их повторяющаяся амплитуда. Из этого можно сделать вывод о том, что сигнал в равные промежутки времени испытывает одни и те же изменения вне зависимости от длины волокна, его расположения в пространстве при отсутствии ощутимых воздействий. Девиация Аллена имеет порядок усреднения до 10^{-14} при отсутствии системы компенсации, а значит, не обеспечивается требуемая точность [4].

Результаты, полученные в настоящей работе, будут использоваться для проектирования системы компенсации фазовых флуктуаций при передаче сигналов эталонных частот по волоконно-оптической линии. Последующая деятельность связана с развитием и применением активной компенсации.

Список литературы:

1.Дмитриев А. В., Красивская М. И., Юрин А. И. Исследование волоконно-оптических датчиков с внешней модуляцией // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 34-37.

2.Дмитриев А. В., Юрин А. И., Красивская М. И. Волоконно-оптический датчик виброускорений // Приборы. 2014. № 2. с. 7-9.

3.Иванов В.С., Кравцов В.Е., Тихомиров С.В. Состояние и проблемы обеспечения единства измерений в области волоконно-оптических систем передачи информации // Измерительная техника. – 2005. – № 11. – с. 60-64.

4.Методика экспериментальной оценки девиации Аллана высокостабильных атомных стандартов с использованием цифрового осциллографа. А.С. Аникин, А.В. Артемов, В.Г. Корниенко, В.Ю. Лебедев УДК 621.317.08 Доклады ТУСУРа, № 3 (29), сентябрь 2013

ВЛИЯНИЕ ПЕРЕИЗЛУЧЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В БОРТОВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И СПОСОБ ЕГО КОМПЕНСАЦИИ

Н.Н. Кокин
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Современный этап развития бортовых средств радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов вобрал в себя все передовые достижения науки и промышленности. В процессе разработки и проектирования образцов бортовой радиоэлектронной аппаратуры идет учет всех возможных воздействий, регламентированных в отечественных стандартах. Среди прочих, важное внимание уделяется

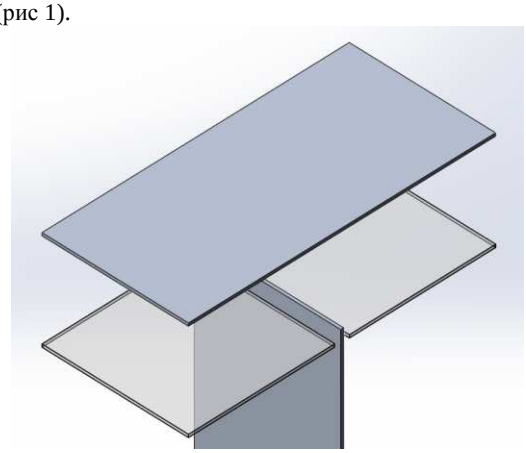
обеспечению теплового режима функционирования радиоэлектронной аппаратуры.

Радиоэлектронная аппаратура космических аппаратов отличается тем, что для неё возможно условие функционирования в космическом вакууме, когда радиоэлектронные элементы лишены конвективного охлаждения. С этим ограничением связаны многие конструктивные особенности БРЭА КА, и специфика создания системы охлаждения для них. Так блоки радиоэлектронной аппаратуры для отвода тепловой энергии обладают теплоотводящим основанием, закрепляемым на термостабилизированной плите с использованием термоинтерфейса. В этом случае большая часть силовых и тепловыделяющих компонентов размещается на специальных теплостоках, выполненных из высоко теплопроводящих материалов, или с использованием тепловых труб.

Но часть печатных узлов, ввиду конструктивных особенностей, может располагаться в виде этажерки, в конструкции которой сток тепловой энергии посредствам кондуктивного теплообмена весьма затруднен. В первую очередь, это связано с отсутствием в некоторых печатных узлах проработанных систем стока тепловой энергии, где передача тепла осуществляется через стеклотекстолит и рассеивается в виде лучистой энергии. В этой ситуации особое внимание следует уделить процессу подтверждения принятых конструктивных решений по обеспечению теплового режима функционирования на основе математического моделирования.[1]

В настоящее время моделирование можно осуществлять на многочисленных коммерческих программных комплексах. В частности Ansys, Comsol, SolidWorksSimulation и их отечественного аналога в области моделирования тепловых процессов – системы АСОНИКА-Т или АСОНИКА-П.[2] При этом данные программы различаются по своей функциональности и возможным сферам применения, что в общих чертах определяется спецификой создания моделей тепловых процессов.

При создании моделей тепловых процессов для конструкции блока радиоэлектронной аппаратуры всегда учитывается лучистый теплообмен между поверхностями с разными значениями температуры.[3] Однако, помимо прямого излучения между 2 поверхностями в системе, возможна передача теплового излучения за счет переотражения тепловой энергии от поверхностей с низкими значениями степени черноты. В первую очередь, в качестве примера можно привести стенки корпуса радиоэлектронной аппаратуры, выполненные из алюминия. В случае, когда два печатных узла не обладают прямой передачей лучистой энергии, но находятся в таком положении, что возможно её переотражение, появляются тепловые потоки, не учитываемые в большинстве моделей тепловых процессов(рис 1).



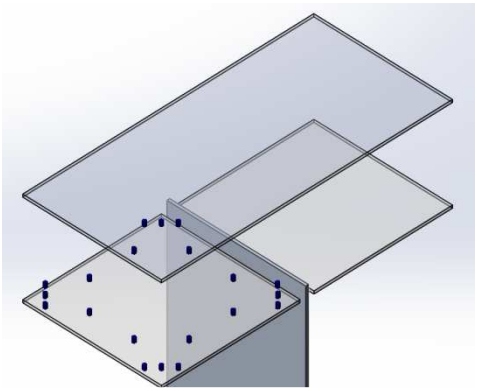


Рис.1. Пример вычислительного эксперимента в системе SolidWorks по моделированию отражающихся тепловых потоков (справа определена излучающая плоскость).

Для оценки тепловой энергии, переходящей с излучающего печатного узла на поглощающий, был проведен вычислительный эксперимент, где излучатель и поглотитель располагались в одной плоскости и были разделены экранирующим элементом с высокой степенью черноты. Над ними в параллельной плоскости располагалась зеркальная поверхность (степень черноты 0,05), служащая отражателем. В итоге для поглощающей поверхности излучающий печатный узел находится вне зоны прямой видимости и прямые тепловые потоки между двумя объектами отсутствуют. Но при расположении отражателя возникает мнимое отражение тепловыделяющего узла, с которым(с учетом поглощаемого отражателем теплового потока) и происходит лучистый теплообмен.

Сложности на этапе моделирования тепловых процессов возникают в оценке распределения тепловых полей в радиоэлектронном блоке аппаратуры, когда размеры созданной трехмерной модели превышает определенный уровень детализации. На примере программы SolidWorksSimulation видно, что при наличии в сборке большого количества объектов, требующих расчета лучистого теплообмена между разнородными поверхностями, время расчета такой системы и определение коэффициентов видимости превышает разумные рамки необходимости такой информации, и в тоже время для проведения расчетов без сбоя требует повышенных вычислительных мощностей ЭВМ.[5]

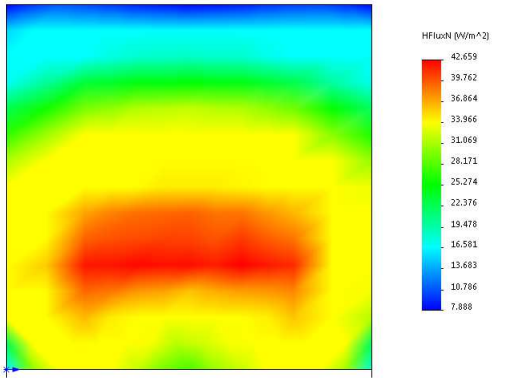


Рис.2. Распределение входящих тепловых потоков по поверхности поглощающего печатного узла. Неоднородность в нижней части эпюры связана с обрезанием части тепловых потоков экранирующим разделителем.(максимальный тепловой поток составил 8 % от излучаемого)

В этом случае, необходимо производить идеализацию системы, с выбором наиболее значимых для распределения тепловой энергии особенностей конструкции. Модель теп-

ловых процессов рассматривается на верхнем уровне иерархии и перестает достоверно отображать температуры конкретных элементов печатного узла, отображая при этом усредненные значения температур на печатных узлах. При таком подходе теряется информация о тепловых потоках лучистого теплообмена, возникающих при отражении тепловой лучистой энергии от поверхностей с малыми значениями степени черноты. Для подтверждения существует наглядный пример: для тепловизионных средств измерения отраженные тепловые потоки сопоставимы с потоками от самого источника тепла.[4]

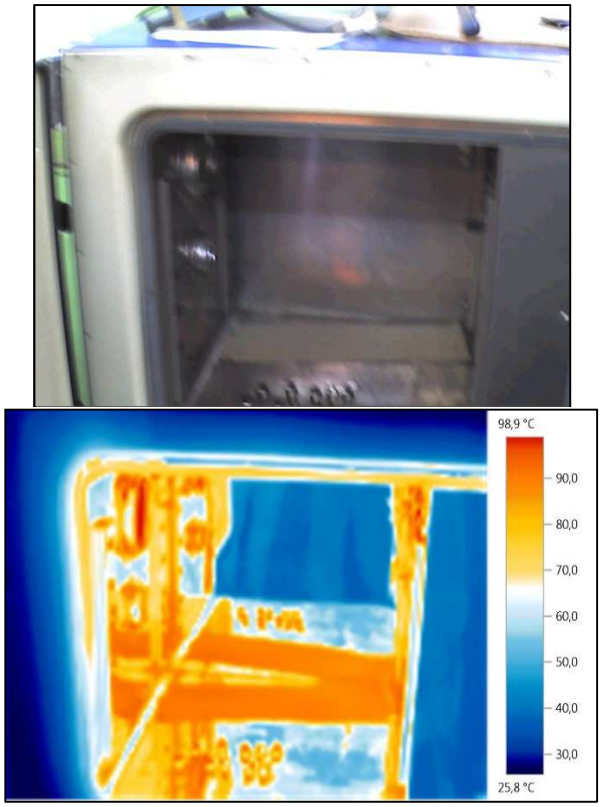


Рис. 3. Пример переотражения тепловой энергии на металлических стенах термокамеры, зафиксированный тепловизором.

Низкие значения степени черноты конструкции корпуса БРЭА КА приводят к тому, что:

1.Модель тепловых процессов теряет часть своей точности, поскольку переизлученная энергия в конструкции БРЭА КА зачастую не учитывается.

2.Повышается тепловой поток на элементы печатных узлов, и появляется возможная причина снижения их надежности.

3.Теряется эффективность отвода тепловой энергии, поскольку корпус блока аппаратуры не поглощает приходящее излучение, а переотражает его внутри системы.

Для решения данных последствий можно применять нанесение на внутренние поверхности корпусов радиоэлектронных блоков специальных «черных» покрытий, способствующих увеличению степени черноты поверхностей и позволяющих поглощать тепловую лучистую энергии от нагретых тел внутри радиоэлектронного блока.

Помимо применения лаков и красок, в современной космической промышленности возможно использование керамических покрытий на основе Al_2O_3.



Рис.4. Пример покрытия с высокой степенью черноты (Ɛ = 0.95), сформированного по технологии МДО

На данный момент технология микродугового оксидирования является более эффективным способом нанесения покрытий по сравнению с анодированием, уже в части сокращения количества этапов создания данного покрытия[6].

Нанесение покрытия имеет следующее влияние на образец БРЭА КА:

1.Поглощение излучения от тепловыделяющих узлов и распределение тепловой энергии по материалу корпуса.

2.Снижение сложности и размерности моделей тепловых процессов, и повышение их достоверности ввиду более точного определения свойств покрытия и процессов распределения тепловой энергии.

3.Дополнительный слой электро-изоляции между корпусом и печатными узлами.

Этап проектирования бортовой радиоэлектронной аппаратуры напрямую влияет на итоговую надежность функционирования. В связи с этим, повышение достоверности моделей тепловых процессов, разрабатываемых в рамках данного этапа положительно сказывается на общем качестве аппаратуры. В частности, появляется возможность разрабатывать рекомендации по внесению изменений в конструкции радиоэлектронных устройств и оценивать положительный эффект применения различных технологий. В частности, наличие переизлучения тепловой энергии может негативно сказываться на тепловом режиме печатных узлов бортовой радиоэлектронной аппаратуры, и вызывать дополнительное отклонение результатов математического моделирования от экспериментальных исследований. Приведенный пример нанесений покрытий с высокой степенью черноты – лишь один из возможных способов снижения тепловой нагрузки на элементы печатных узлов БРЭА КА.

Список литературы:

1.Воловиков В.В. Разработка методов повышения надёжности радиоэлектронной аппаратуры, основанных на непрерывном комплексном моделировании физических процессов // Надёжность: науч.-техн. журн. М.: ООО «Издательский дом «Технологии», 2008. № 1(24).

2.Увайсов С. У., Кофанов Ю. Н., Шалумов А. С., Малютин Н., Носков В. Автоматизированная система АСОНИКА для моделирования физических процессов в радиоэлектронных средствах с учетом внешних воздействий. М.: Радиотехника, 2013.

3.Кокин Н. Н., Артюхова М. А., Линецкий Б. Л., Тихонов А. Н. Информационно-логическая модель системы численного моделирования тепловых процессов в электронных средствах // Качество. Инновации. Образование. 2014. № 11. С. 66-71.

4.Воловиков В.В., Увайсов С.У. Итерационное иерархическое моделирование физических полей радиоэлек-

тронных устройств: материалы / Международный форум «Новые информационные технологии и менеджмент качества» (NIT & QM); под ред. д.т.н., проф. В.Н. Азарова. М.: Фонд «Качество», 2009. С. 190–195.

5.Воловиков В.В. Увеличение достоверности моделей в подсистеме комплексного моделирования АСОНИКА-П: материалы / Системные проблемы надёжности, качества, информационных и электронных технологий. X Международная конференция и Российская научная школа. М.: Радио и связь, 2005. Ч. 1. С. 66–67.

6.Электронный ресурс: http://manel.ru/ - дата обращения 16.12.2014.

ВЛИЯНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СВЕРХКОРОТКИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ НА ШИРОКОПОЛОСНЫЕ СРЕДСТВА БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

П.Н. Пименов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Приведен анализ влияния параметров последовательности сверхкоротких электромагнитных импульсов при воздействии на широкополосные средства беспроводной передачи данных, приведен механизм влияния таких импульсов на полезный сигнал при широко распространенных видах модуляции.

Введение

Наиболее распространенными широкополосными системами радиосвязи на сегодняшний день являются системы построения беспроводных локальных и мобильных сетей передачи данных. На сегодняшний день широкое распространение получил цифровой стандарт радиосвязи семейства IEEE 802.11, широко известный как семейство стандартов Wireless LAN, (Wi Fi) с использованием которых строятся новые и совершенствуются старые стандарты радиосвязи. К примеру, это семейство стандартов IEEE 802.16, известный как Broadband Wireless Access (Wi-MAX) стандарт мобильной передачи данных и семейство стандартов IEEE 802.15 Wireless PAN – стандарт предназначенный для организации персональной сети передачи данных, включает в себя Bluetooth, Zib Bee и прочие.

Ввиду последних новейших разработок в области создания генераторов и излучателей сверхкоротких электромагнитных импульсов (далее СК ЭМИ) в качестве возможных средств постановки помех, встала задача оценки потенциального влияния таких устройств на современные средства цифровой радиосвязи.

В данной статье рассмотрен механизм влияния СК ЭМИ на средства цифровой радиосвязи с наиболее распространенными видами модуляции сигналов.

Особенность сверхкороткого электромагнитного импульса.

Как отмечалось ранее во многих публикациях основной особенностью СК ЭМИ является ширина его спектра от сотен МГц до единиц ГГц [1] с приблизительно равномерным заполнением. Длительность такого импульса составляет порядка сотен пикосекунд. Импульс генерирует в пространстве шумоподобный сигнал, что делает его трудно обнаружимым. За счет особенностей одного из вариантов построения системы излучающей СК ЭМИ, она позволяет создавать в заданной точке пространства максимум излучения, с достаточной точностью. Такая система так же позволяет задавать необходимую частоту следования сверхкоротких импульсов, с возможностью формирования более сложных последовательностей. За счет ширины спектра такой сигнал с легкостью проникает в приемные тракты систем радиосвязи по основным и побочным каналам приема.

Виды модуляции в широкополосных системах радиосвязи.

В настоящее время, в стандарте IEEE 802.11 [2] наиболее часто используемым видом модуляции является модуляция OFDM (мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов). При таком виде модуляции имеются несколько поднесущих, которые отстоят друг от друга на минимальные кратные частоты и отдельно модулируются традиционным видом: QAM (16QAM, 64QAM), PSK (BPSK, QPSK). Введение нескольких поднесущих позволяет снизить символьную скорость на каждой поднесущей при сохранении общей скорости передачи данных. Такая модуляция позволяет рассматривать сигнал как множество медленно модулируемых узкополосных сигналов (в подстандарте IEEE802.11a таких каналов 52), вместо одного быстро модулируемого широкополосного сигнала. При этом отмечается, что такая модуляция хорошо справляется со сложными условиями в среде передачи, например с узкополосными помехами, частотно избирательным затуханием.

В стандартах IEEE802.11b,g применяется вид модуляции DSSS (широкополосная модуляция с прямым расширением спектра). Данный вид модуляции представляет собой модуляцию прямой псевдослучайной последовательностью по 11 каналам. Каждый бит полезной информации генерирует 11 бит служебной (чиповой) по определенному алгоритму. Информация передается параллельно по всем каналам. Чиповая информация модулируется традиционным способом. Необходимо отметить, что последовательность чипов представляет собой последовательность прямоугольных импульсов, то есть нулей и единиц, однако эти нули и единицы не являются информационными. Поскольку длительность одного чипа в n раз меньше длительности информационного бита, то и ширина спектра преобразованного сигнала будет в n-раз больше ширины спектра первоначального сигнала. При этом и амплитуда передаваемого сигнала уменьшится в n раз.

Рассмотрим составляющие приведенных выше модуляций сигнала: PSK (фазовая манипуляция) и QAM (амплитудно-фазовая модуляция). Фазовая манипуляция PSK представляет собой модулирование сигнала по его фазе, при этом различают BPSK (бинарная фазовая манипуляция), при которой фаза принимает два дискретных значения и QPSK (квадратурная фазовая манипуляция), при которой фаза модулированного сигнала может принимать 4 значения. QAM (амплитудно-фазовая модуляция) представляет собой ту же PSK, но с дополнительной амплитудной модуляцией сигнала.

Помехоустойчивость метода модуляции можно оценить по расстоянию между точками сигнального созвездия - это расстояние характеризует амплитуду и фазу помехи, которая достаточна, чтобы был принят ошибочный сигнал. Поэтому при проектировании схем модуляции точки сигнального созвездия выбирают таким образом, чтобы расстояние от любой точки до ее соседей было одинаковым для всех точек созвездия. При этом достигается одинаковая помехоустойчивость для любых передаваемых чисел. Различают 16 QAM, 64-QAM и пр. модуляцию, первая из указанных позволяет принимать сигналу 16 состояний, вторая соответственно 64 состояния. Несомненно, такая модуляция увеличивает скорость передачи, но за счет снижения помехоустойчивости.

Битовая и символьная скорость

При анализе цифровых каналов связи необходимо различать два понятия: битовая и символьная скорость.

Битовая скорость, иными словами скорость передачи информации, выражается в битах в секунду (бит/с) Иногда ее называют валовой скоростью. Это фактически переданная информация.

Символьная скорость измеряется в бодах в секунду. (Bd/c) Каждый символ может представлять или передавать один или несколько бит данных. В передающем устройстве существует фиксированное количество символов на канале при фиксированной и известной символьной скорости, а на приемном устройстве происходит выявление этой последовательности символов с целью восстановления передаваемых данных. Здесь может быть прямое соответствие между символом и набором данных (например, каждый символ может кодировать один или несколько двоичных разрядов или "бит"), либо символы могут означать смену бита на противоположный, либо целые многобитовые последовательности, как, к примеру, в 16-QAM модуляции, где один символ содержит 4 бита информации.

Длительность символа, может быть измерена как промежуток времени между переходами. Продолжительности времени символа T_c может быть рассчитана как:

$$T_c = \frac{1}{f_c}$$

где f_s является символьною скоростью.

Здесь мы можем определить связь символьной скорости с валовым битрейтом. Символьная скорость на примере 16-QAM в 4 раза меньше чем валовая скорость передачи информации. Если передается N битов на символ, а валовой битрейт R, включая издержки канального кодирования, символьная скорость может быть рассчитана как:

$$f_c = \frac{R}{N}$$

Подходы к оценке потенциального воздействия

Подходом для оценки воздействия может быть способ сопоставления частоты последовательности импульсов с символьной скоростью модулированного полезного сигнала. При частоте следования СК ЭМИ приблизительно равной символьной скорости передачи информации модулированным сигналом, будет перекрыто наибольшее количество состояний модулированного сигнала, что окажет максимальное влияние на правильность распознавания сигнала. При воздействии пакетов импульсов следующих с той же частотой, временные интервалы между импульсами в пакетах следует сопоставлять с периодом несущей частоты. При приблизительно равных временных интервалах между импульсами и периодом несущей частоты, будут сымитированы несколько состояний фазомодулированного сигнала, что так же окажет дополнительное влияние на правильность распознавания полезного сигнала. При этом принимая во внимание особенность равномерности спектра СК ЭМИ, можно сделать заключение о возможности одновременного влияния импульса на близкорасположенные модулированные частоты, например как при OFDM модуляции. Следует так же отметить, что длительность СК ЭМИ влияет на ширину спектра помехи. На рис. 1 изображена блок-схема механизма влияния параметров последовательности пакетов СК ЭМИ на средства цифровой радиосвязи. При этом, при цифровой модуляции DSSS за символьную скорость модулированного сигнала, следует принимать чиповую скорость псевдослучайной последовательности.



Рис.1. Механизм влияния параметров последовательности СК ЭМИ на средства широкополосной радиосвязи

В литературе [3] можно встретить следующую оценку помехоустойчивости широкополосных систем связи. При широкополосной помехе требуется значительное превышение ее мощности над мощностью сигнала, чтобы она могла подавлять сигнал. Широкополосные системы связи обеспечивают работоспособность при превышении мощности помехи в B раз мощности сигнала, где B - база полезного сигнала равная произведению ширины спектра на длительность образующего его сигнала [3]. Эта закономерность строго справедлива для помехи в виде гауссовского случайного процесса с равномерной спектральной плотностью мощности («белый» шум). Таким образом, принимая во внимание особенности перечисленных видов модуляции, размер базы полезного сигнала, можно констатировать, что при воздействии СК ЭМИ, с базой СК ЭМИ соизмеримой или большей, чем база полезного сигнала, влияние на прием полезного сигнала будет выше. Увеличение базы в данном случае возможно за счет упомянутого выше формирования последовательности нескольких СК ЭМИ с общей длительностью соизмеримой с длительностью полезного сигнала. При этом база СК ЭМИ сигнала должна увеличиваться по схожему закону увеличения базы полезного сигнала.

Заключение

В ходе анализа современных средств цифровой радиосвязи отмечена потенциальная уязвимость средств широкополосной беспроводной передачи данных с наиболее распространенными типами модуляции сигнала при воздействии последовательности СК ЭМИ. Приведен ряд параметров полезного сигнала, сопоставляя которые с параметрами воздействующей последовательности СК ЭМИ можно оценить потенциальную степень влияния. Кроме того, показано, что последовательность СК ЭМИ является потенциальной угрозой нарушения функционирования большого спектра широкополосных средств связи, работающих на разных несущих частотах.

Список литературы:

1. Сахаров К.Ю. Излучатели сверхкоротких электромагнитных импульсов и методы измерений их параметров. Монография, М., 2006

2. IEEE Std 802.11a-1999(R2003), - 83с.

3. Архипкин В.Я., Мешковский К.А. Сравнительная помехозащищенность систем связи с широкополосными и узкополосными сигналами //Информация и Космос. – 2004. – №3. – С. 25–29

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РЕСУРСА ЭЛЕКТРОННОЙ КОМПОНЕНТНОЙ БАЗЫ

М.А. Карапузов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Данное научное исследование (№15-05-0029) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

Практически на всех предприятиях, разрабатывающих электронно-вычислительные средствам и системы (ЭВС), к предъявляются все повышающиеся требования к обеспечению показателей надежности как на количественном уровне, так и на качественном (точность полученных результатов).

Математический аппарат обеспечения показателей безотказности на сегодняшний день хорошо развит и позволяет удовлетворять большинство предъявляемых требований, но совсем другая ситуация обстоит с показателями долговечности. Говоря о показателях долговечности, в первую очередь подразумевается ресурс.

Согласно ГОСТ 27.002 [1] технический ресурс представляет запас возможной наработки объекта. Для неремонтируемых объектов он совпадает с продолжительностью пребывания в работоспособном состоянии в режиме применения по назначению, если переход в предельное состояние обусловлен только возникновением отказа. Значение ресурса на весь объект определяется выражением:

$$T_p = \min\left(T_{p1}, T_{p2}, \ldots, T_{pN}\right),$$

где: $T_{p1}, T_{p2}, \ldots, T_{pN}$ - значение ресурса каждого из N элементов электронной компонентой базы (ЭКБ), входящей в состав объекта.

Также при оценке показателей долговечности часто используется гамма-процентный ресурс, который, в соответствии с ГОСТ 27.002 [1] является суммарной наработкой, в течение которой объект не достигнет своего предельного состояния с вероятностью γ, выраженной в процентах.

Связь гамма-процентной наработки до отказа (гамма-процентного ресурса) $T_{р.\gamma.}$ с интенсивностью отказов (λ) ЭКБ определяется выражением, приведенным в ГОСТ РВ 20.57.414 [2] и ОСТ 4.012.013 [3]:

$$\lambda = -\frac{\ln\frac{\gamma}{100}}{T_{\gamma\%}}$$

где: γ - вероятность достижения ЭКБ наработки, равной $T_{р.\gamma.}$; $T_{р.\gamma.}$- значение гамма-процентной наработки до отказа (гамма-процентного ресурса).

В нормативной документации и технических условиях (ТУ) на объект по ГОСТ В 20.39.403 [4] на ЭВС допускается устанавливать несколько значений минимальной наработки (аналогично для гамма-процентной наработки до отказа и гамма-процентного ресурса), каждое из которых соответствует своему режиму, условиям эксплуатации.

Но это относится к ЭКБ отечественного производства (ОП), а для ЭКБ иностранного производства (ИП) нет подобно нормативного документа, регламентирующего ряд значений показателей долговечности для различных условий эксплуатации.

Однако, используя интенсивности отказов ЭКБ ИП для режимов работы и условий эксплуатации ЭВС, которые не превышают максимально допустимые для каждого элемента ЭКБ [5], получаем значения минимальной наработки, гамма-процентной наработки (гамма-процентного ресурса) соответствующие данным режимам работы и условиям эксплуатации [6].

Согласно ГОСТ В 20.39.403 [4] значение гамма-процентного ресурса устанавливается не менее удвоенного значения минимальной наработки $2T_{н.м}$ (удвоенного значения числа циклов $2N_{н.м}$).

Также, по предварительному согласованию с заказчиком, допускается устанавливать значения гамма-процентного ресурса не менее $1{,}5T_{н.м}$ ($1{,}5N_{н.м}$).

Значение γ устанавливают в нормативной документации и ТУ на изделия равным: для изделий с минимальной наработкой 5000 ч и более 90 или 95 %; для изделий с минимальной наработкой менее 5000 ч - 90 %.

Согласно [1], гамма-процентная наработка до отказа $T_{р.\gamma.}$ определяется из уравнения:

$$P(T_{\gamma\%}) = \frac{\gamma}{100}$$

где: $P(T_{р.\gamma.})$ - вероятность безотказной работы за время, равное $T_{р.\gamma.}$.

Исходя из указанных требований [1, 4], принимая предельное состояние ЭКБ как отказ ЭРИ, закон распределения времени до отказа экспоненциальным, можно записать:

$$\frac{\gamma}{100} = e^{-\lambda T_{н.м}},$$

где: γ - вероятность достижения ЭКБ наработки, равной $T_{р.\gamma}$; λ - интенсивность отказав ЭКБ в режиме работы (эксплуатации), не превышающие максимально допустимые значения режимов работы приведенные в документации; $T_{н.м}$ - минимальная наработка.

Формулу можно привести к виду, соответствующему выражению из [2]

$$\lambda = -\frac{\ln\frac{\gamma}{100}}{2T_{н.м}}$$

Подводя итог, необходимо отметить, что аппарат оценки интенсивности отказов ЭКБ ИП (для ЭКБ ОП методика жестко регламентируется нормативной документацией) определяется с помощью [7, 8]. Тогда количественная оценка ресурса (гамма-процентного ресурса) не представляет сложности и может быть осуществлена с помощью вышеизложенной методики, которая согласуется с отечественной нормативной документацией, так как это является неотъемлемым требованием заказчика.

Список литературы:

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

2. ГОСТ РВ 20.57.414-97. КСКК. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Методы оценки соответствия требованиям надежности.

3. ОСТ 4.012.013-84. Аппаратура радиоэлектронная. Определение показателей долговечности.

4. ГОСТ В 20.39.403-81 КСОТТ. Изделия электронной техники, квантовой электроники и электротехнические военного назначения. Требования по надежности.

5. Карапузов, М.А. Влияние внешних возмущающих факторов на долговечность СВЧ-устройств. / М.А. Карапузов, С.Н. Полесский, В.В. Жаднов. // Надежность и качество сложных систем. - 2014. - № 2. - с. 14-20.

6. Жаднов, В.В. Расчетная оценка показателей долговечности электронных средств космических аппаратов и систем. / В.В. Жаднов. // Надежность и качество сложных систем. - 2013. - № 2. - с. 65-73.

7. Надежность ЭРИ ИП: Справочник. - М.: МО РФ, 2006. - 52 с.

8. MIL-HDBK-217f. Reliability prediction of electronic equipment. - USA: DoD, 1991.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ РАСЧЁТА ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОРАДИОИЗДЕЛИЙ РЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЭМ ПЕЛЬТЬЕ

Е.А. Седов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

Цель моей научной работы разработать программу для расчёта тепловых режимов электрорадиоизделий РЭС. Главной особенностью этой программы будет являться возможность расчёта тепловых режимов с использованием термоэлектрического модуля на основе эффекта Пельтье. Поэтому в этой работе я считаю нужным осветить теоретические сведения об устройстве ТЭМ и показать в чем особенность данного расчёта тепловых показателей для элемента Пельтье.

Введение

Разработка различных современных электрорадиоизделий не обходится без охлаждающих систем на базе термоэлектрических модулей Пельтье. Это связанно с появлением большого количества микросхем и микропроцессоров, которые должны работать, не выходя из заданного температурного диапазона, с заданной надежностью.

Эффект Пельтье и устройство ТЭМ

Эффект Пельтье – это результат объединения двух разнородных проводников.Ипри прохождении электрического тока через контакт этих двух проводников происходит выделение или поглощение тепла. Тепло поглощается на одном узле и передается на другой из-за разницы в количестве энергии, переносимой носителями.



Рис.1. Устройство термоэлектрического модуля.

Термоэлектрический модуль использует два полупроводниковых параллелепипеда один n-типа, другой p-типа, которые соединены электрически последовательно и термически параллельно и называются парой (Рис.1). Пара зажата между двумя проводниками, как правило, медными. Одна сторона соединена с источником тепла, а другая с теплоотводом, который отводит тепло в сторону. Между теплогенерирующим устройством и проводником должен быть электрический изолятор.

Принцип работы ТЭМ

Электроны свободнее путешествуют в проводниках (обычно в медных), чем в полупроводниках. Это связанно с тем, что электроны, покидая медь, попадают на горячую сторону p-типа, и они должны заполнить дырку в целях продвижения через p-тип. Когда электроны заполняют дырку, они попадают на энергетический уровень ниже, и выделяют при этом тепло. Затем, электроны движутся из-p типа в медный проводник на холодной стороне, электроны врезаются обратно на более высокий энергетический уровень, и при этом поглощают тепло. Далее, электроны свободно движутся через медь, пока не достигнут холодной стороны полупроводника n-типа. Когда электроны перемещаются в n-тип, они должны подняться на энергетический уровень выше для того, чтобы пройти через полупроводник. Когда это происходит, тепло поглощается. Наконец, когда электроны покидают горячую сторону n-типа, они могут свободно перемещаться в меди. Они переходят на нижний энергетический уровень, и выделяют тепло.

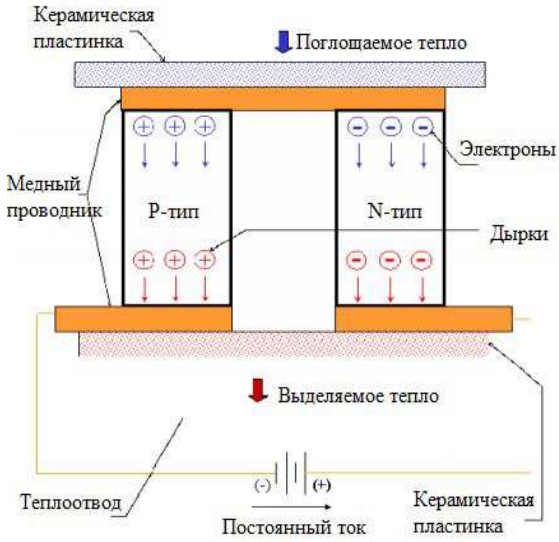


Рис.2. Принцип работы ТЭМ.

Расчётная модель ТЭМ

В своей программе я собираюсь производить расчёт тепловых режимов РЭС, используя метод электротепловых аналогий. Это позволит использовать приёмы теории электрических цепей для интерпретации процессов теплообмена. На основании электротепловой аналогии процесс теплообмена может быть представлен тепловой схемой, элементами которой являются источники и приёмники тепловой энергии и тепловые сопротивления (проводимости). Каждому узлу тепловой схемы ставится в соответствии определенная температура. Переменные величины в тепловой схеме подчиняются законам Ома и Кирхгофа для тепловых схем. На основании этих законов тепловые схемы могут быть преобразованы и упрощены. Таким образом, тепловые проводимости выражаются через теплофизические параметры материалов (среды) и конструктивные характеристики нагретых тел.

Заключение

Программ рассчитывающих тепловые режимы электрорадио изделий РЭС, с использованием термоэлектрического элемента Пельтье, практически нет. А использование электротепловых аналогий для расчёта тепловых режимов ТЭМ Пельтье делает её, своего рода, особенной, позволяя упростить ввод данных и универсальность её использования.

Список литературы:

1. Большая советская энциклопедия, М., 1975.955 с.

2. Оптимизационные модели термоэлемента Пельтье и тепловой трубы. / Громов И.Ю., Кожевников А.М. / Статья в журнале Системный Администратор выпуск №7-8(140-141).

3. The Prospects of Alternatives to Vapor Compression Technology for Space Cooling and Food Refrigeration Applications. / DR Brown, N. Fernandez, J. Dirks, T. Stout / Prepared for the U.S. Department of Energy, March 2010, pp. 24-30.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТИЛЯ ВОЖДЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПО ДАННЫМ БОРТОВОГО АКСЕЛЕРОМЕТРА

Н.Н. Калигин
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

В статье обоснована актуальность создания устройств определения стиля вождения и разработки алгоритмов для их работы. Предложены рекомендации по обработке данных, используемых в интеллектуальных системах страховой телематики. Описана методика, позволяющая определить стиль вождения.

Страховые компании стремятся выявить статистические закономерности, позволяющие оценить риск попадания в ДТП каждого водителя в зависимости от его стиля вождения. От этой оценки напрямую зависит прибыль страховой компании и стоимость страхового полиса для водителя. Пока единственным объективным показателем, характеризующим стиль вождения, является частота попаданий в ДТП за некоторый период времени.

Сейчас появилась возможность исследовать постфактум данные, полученные во время аварии бортовой аппаратурой. Такими данными могут быть значения местоположения, скорости, ускорения и т.д. Записанные данные обычно имеют привязку ко времени. Важно, чтобы данные были защищены от последующего редактирования. Идея использования таких данных для анализа ДТП сейчас активно поддерживается правительством Российской Федерации в рамках проекта ЭРА-ГЛОНАСС [2,3].

Кроме основной услуги экстренного реагирования в рамках проекта планируется реализовать дополнительные сервисы. Одним из главных направлений является страховая телематика. Страховые услуги в автомобильной сфере имеют определенные нюансы.

Аккуратные водители платят страховые взносы, при этом редко попадают в аварии и еще реже являются виновником аварии. Рано или поздно они начинают задумываться об экономической целесообразности приобретения полиса КАСКО и выходят из данной системы страхования.

Уменьшение сознательных участников страховой системы приводит к повышению доли выплат и, как следствие, повышению тарифов. Если понизить тарифы, то убыток начинает нести страховая компания.

Одно из решений данной проблемы – это дифференциация клиентов по различным категориям. Чаще всего, в результате такой дифференциации начинающие водители попадают в одну категорию с лихачами и переплачивают наперёд за еще несовершенные аварии. Этот факт вызывает негативное отношение к страховой системе.

Интеллектуальная страховая телематика может сделать прозрачными услуги страхования автотранспорта. На застрахованное транспортное средство устанавливается прибор, который позволяет определить стиль вождения автомобилиста.

Выработка методов корректной обработки данных с бортовых терминалов не является тривиальной задачей.

Очевидно, что езда с частым нарушением ПДД является признаком любителей «полихачить». Этот метод лежит на сегодняшний день в основе любой системы анализа качества вождения. Однако он не позволяет выявить так называемую, «агрессивную» манеру вождения, при которой водитель едет в рамках установленных правил, совершая при этом резкие маневры. Это могут быть резкие ускорения и торможения, перестроения и т.п. В правительстве РФ неоднократно появлялись инициативы по введению штрафов за подобную манеру езды, однако отсутствие какого-либо объективного показателя, либо методики оценки стиля вождения не позволяет такие законопроекты внедрить.

Данные с акселерометра позволяют описать ускорения, которое испытывает транспортное средство. Такие данные часто зашумлены различного рода вибрациями. Для устранения этого эффекта применима схема обработки данных адаптивной LMS фильтрации для очистки данных от шума [1,4] или любой другой НЧ фильтр, например, принятый в Европе ASI [3].

Ускорение по трем осям является дискретной трехмерной функцией, зависящей от времени. Чтобы принять решение, является ли езда на выбранном временном отрезке агрессивной, нужно выбрать показатель для данных функций. Предлагается использовать усреднённый по времени квадратический показатель, вычисляемый по следующей формуле:

$$E = \frac{\sum A_i^2 \Delta t}{T}, \quad (1)$$

где Δt – интервал опроса акселерометра; T – анализируемое временное окно.

Очевидно, что достаточно ввести пороговое значение показателя и посчитать общее время выхода за пороговое значение, чтобы однозначно определить стиль вождения водителя. Необходимые операции определяются следующими формулами:

$$K(E) = \begin{cases} 1, E \geq E_{max} \\ 0, E < E_{max} \end{cases}, \quad (2)$$

$$Tx = \sum K(E_i)\Delta t. \quad (3)$$

Для практического применения необходимо выразить этот показатель в процентном соотношении к общему времени пути. Таким образом, мы получим относительное время совершения резких маневров.

Предложенный показатель является объективной характеристикой стиля вождения и требует минимальных вычислительных затрат. Не требуется дополнительно использовать навигационный приемник, либо данные тахометра автомобиля. Это сильно удешевляет как само устройство, так и стоимость его установки. Для страховой телематики следует использовать метод, требующий минимального количества входных данных, которые трудно, либо невозможно подделать. Предложенная методика полностью соответствует этому требованию.

Список литературы:

1. Адаптивная фильтрация сигнала в PIR-детекторе [Статья] / авт. А.С. Воронов А.В. Иванов // Ползуновский альманах. - 2012 г.. - 2. - стр. 22-24.

2. Инерциальная навигация в системах экстренного реагирования при авариях. [Статья] / авт. А.С. Воронов А.В. Иванов, Н.Н. Калигин // Ползуновский альманах. - 2013 г.. - 1. - стр. 47-50.

3. Определение момента аварии и оценка вероятности получения опасных для жизни травм. [Статья] / авт. А.С. Воронов Н.Н. Калигин // Ползуновский альманах. - 2013 г.. - 1. - стр. 83-86.

4. Цифровая обработка сигналов: учебник для вузов. [Книга] / авт. А.Б. Сергиенко. - СПб : Питер, 2006. - 2-е.

МЕТОДИКА И АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ АНАЛИЗА ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЦВЕТОВОСПРИЯТИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

К.А. Богачёв, К.И. Конов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Предложена методика анализа индивидуальных особенностей цветовосприятия пользователей электронных средств отображения информации, позволяющая проводить сквозную цветокоррекцию изображений.

Введение

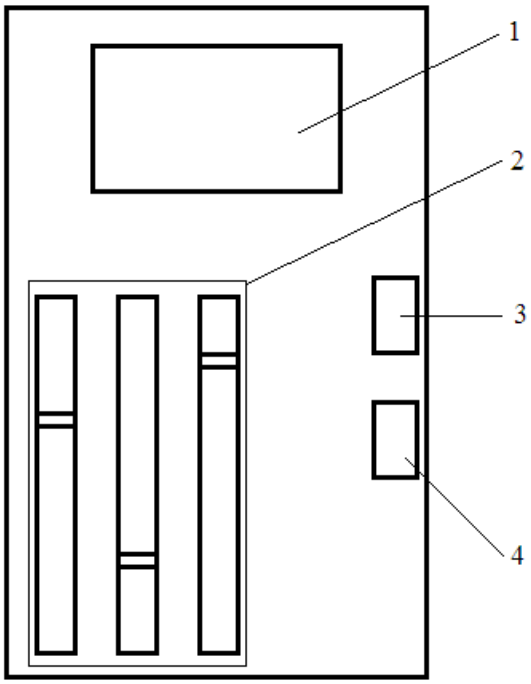
В силу биохимических особенностей строения зрительного анализатора, у каждого человека наблюдаются индивидуальные спектральные характеристики восприятия визуальной информации. Исходя из этого, можно предположить, что при работе с изображениями даже за откалиброванным монитором, возможны цветовые искажения изображения. Существующие методы настройки мониторов, будь то программные средства или внешние цветокалибраторы, не учитывают таких особенностей, как индивидуальное цветовосприятие. Качественно откалиброванный вышеуказанными способами монитор верно отображает абсолютные цвета, но индивидуальные особенности зрительного аппарата человека приводят к искаженному восприятию их. Проще всего это иллюстрируется в случае отображения и восприятия белого объекта. Был проведен простой опыт – на экран откалиброванного монитора был выведен белый квадрат, и группу операторов попросили проанализировать оттенки. В результате эксперимента почти никто не определил абсолютно белый тон. Таким образом, очевидно, что на кривую видности глаза накладывается индивидуальный «профиль восприятия», приводящий к ошибочному определению оттенков. Особенно актуальна эта проблема для пользователей, чья профессиональная деятельность связана с обработкой цифровых фотографий.

Основная часть

Предлагаемая методика позволяет решить подобную проблему. В результате простого тестирования пользователь узнает свои индивидуальные особенности зрительной системы и может пользоваться этой информацией при работе с электронными средствами отображения. В ходе теста пользователю предоставляется возможность выставить цветовой баланс белого вручную, подбирая необходимые коэффициенты соответствующие трем основным цветам. Далее системой измеряются выбранные коэффициенты, и результат (в виде профиля яркости) заносится в драйвер видеоадаптера, осуществляя цветокалибровку монитора с учетом индивидуальных особенностей восприятия цвета.

Подход к аппаратной реализации предложенной методики достаточно прозрачен - в самой распространенной на сегодняшний момент цветовой схеме – RGB, каждому цвету соответствует строго определенный код из трех значений. Каждое из этих значений определяет яркость красной, зеленой и синей составляющих, при смешении которых получается нужный цветовой оттенок. Так для белого цвета это код 255,255,255. Реализация устройства предполагает пользователю, используя три движка настройки яркостей основных цветов, «собрать» белый цвет. В качестве удобной системы с прогнозируемой яркостью и цветом рассмотрена светодиодная структура, управляемая сигналами внешних дрйверов. Сами светодиоды расположены за матовым экраном для лучшего смешения цветов.

На рисунке 1 представлено схематичное изображение прибора, работающего по данной методике. Три светодиода расположены под экраном 1, управление яркостью светодиодов осуществляется через панель настройки 2, состоящую из трех линейных движков – задатчиков уровней основных цветов. Также в конструкции присутствуют кнопка включения и выключения прибора, а также предусмотрена кнопка задания режимов работы – на рисунке соответственно 3 и 4.



Выводы

На основе полученных данных возможно проведение и обработка данных масштабного экспериментального исследования по выявлению индивидуальных особенностей цветовосприятия. Возможно также использование методики в качестве профессионального отбора операторов для работы в комплексах отображения.

Список литературы:

1. Богачев К. А., Чаусов Д., Петухов И., Беляев В., Курасов П. Программно-аппаратный комплекс оценки эффективности деятельности операторов // Вестник Московского государственного областного университета. 2014. № 2. С. 80-86.

2. Богачев К. А. Оптимизация качества информационного взаимодействия в человеко-машинных комплексах // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 5. С. 47-51.

3. Богачев К. А. Оценка и повышение качества информационного взаимодействия операторов комплексов отображения информации // В кн.: Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: материалы международной научно-технической конференции (2012) / Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ. ред.: С. У. Увайсов. М. : МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. С. 514-516.

СТРУКТУРА ЦЕНТРАЛЬНОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ БОРТОВОГО РАДИООХРАННОГО КОМПЛЕКСА

А.А. Колганов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Рассмотрена структура центрального блока управления охранной системы, описаны его основные компоненты. Рассмотрены преимущества и недостатки системы с интегрированными GSM/GPS модулями.

В состав современного радиоохранного комплекса входят компоненты, которые обеспечивают его функциональные характеристики. Данные компоненты можно разделить на несколько классов по реализуемому функционалу, таких как: устройства оповещения, исполнительные устройства, центральный блок управления.

К исполнительным устройствам относятся датчики движения, удара, объёма, средства контроля доступа в охраняемую зону: механические и электрические замки, устройства видео наблюдения, кнопка экстренного вызова оперативных служб и т.д. В качестве устройств оповещения часто применяется звуковая сирена или световая индикация, основное назначение которой привлечь внимание к транспортному средству - источнику звука и света. Для оповещения непосредственного владельца ТС используется радиопередатчик, транслирующий тревожное сообщение по радиоканалу. Центральный блок управления (ЦБУ) предназначен для объединения и управления исполнительными устройствами и средствами оповещения. ЦБУ системы охраны имеет входы и выходы. Входы используются для подключения различных датчиков. Выходы предназначены для подключения исполнительных устройств, средств оповещения или внешних устройств, осуществляющих блокировкуцепей запуска двигателя. В случае срабатывания какого-либо датчика ЦБУ “разрывает” или блокирует “жизненно” важные цепи автомобиля и производит информирование заинтересованных лиц, осуществляющих эксплуатацию или охрану мобильного объекта. Для идентификации законного владельца транспортного средства и отключения систем охраны в таких системах используются радиоэлектронные метки.

Для реализации вышеописанного функционала, в ЦБУ используется современная электронная элементная база, которая позволяет минимизировать массогабаритные характеристики модуля, что в конечном итоге положительно влияет на удобство монтажа полученной системы и увеличивает скрытность установки блока. Основным функциональным элементом схемы является микроконтроллер, рис.1.

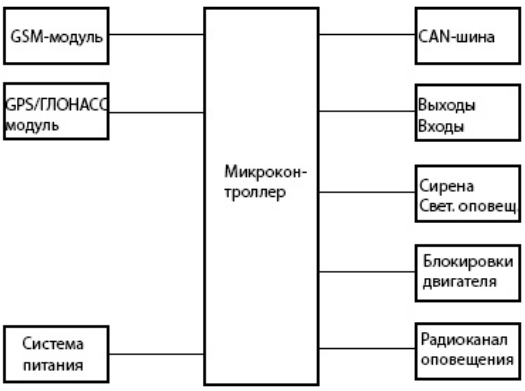


Рис.1. Структурная схема центрального блока управления бортовой радиоохранной системы

Микроконтроллер реализует управление и логику взаимодействия всех узлов бортовой радиоохранной системы. Современные микроконтроллеры промышленных серий отвечают всем требованиям и стандартам для использования в автомобильной электронике, имеют температурные режимы работы от -40 до +85С и могут быть использованы как в модулях, устанавливаемых в салоне автомобиля, так и в подкапотном пространстве, в непосредственной близости от источника повышенной температуры – двигателя внутреннего сгорания.

Использование в системе GSM и GPS/ГЛОНАСС модулей позволяет существенно увеличить дистанцию, с которой может быть осуществлено управление и контроль системы, которая теперь будет ограничена только зоной покрытия GSM сети.

Список литературы:

1. Увайсов С. У., Иванов И. А. Информационная модель процесса проектирования контролепригодных радиоэлектронных средств // Информационные технологии. 2011. № 12. С. 41-45.

2. Увайсов С. У., Бушмелева К. И., Бушмелев П. Е., Плюснин И. Моделирование оптимальных параметров устройств дистанционного зондирования // Измерительная техника. 2011. № 3. С. 39-42.

3. Структура современного бортового радиоохранного комплекса. Колганов А.А.,Свиридов А.С., Лисицын И.Ю., Шутеев В.С., Хайло Н.Н. // В кн.: Сборник трудов VIIМеждународной научно-практической конференции учащихся и студентов 1 ч. под. РедакциейЮ.А. Романенко, Н.А. Анисинкиной, О.А. Солошенко. – Протвино, Управление образования инауки, 2014. С. 116 – 118.

4. Увайсов С. У., Иванов И. А. Обеспечение контролепригодности радиоэлектронных средств в рамках CALS-технологий // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 1. С. 43-46.

5. Иванов И. А., Увайсов С. У., Кошелев Н. А. Формирование наборов тестовых сигналов для контроля качества электронных средств космических аппаратов // Качество. Инновации. Образование. 2011. № 11. С. 84-88.

6. Иванов И. А., Увайсов С. У., Кошелев Н. А. Методика обеспечения диагностируемости электронных средств космических аппаратов по ранговому критерию на ранних этапах проектирования // Качество. Инновации. Образование. 2012. № 1. С. 60-62.

7. Uvaysov S. U., Ivanov I.. A method of ensuring controllability of electronics based on diagnostic modeling of heterogeneous physical processes // World Applied Sciences Journal. 2013. Vol. 24. P. 196-201.

8. Увайсов С. У., Аминев Д. А., Лисицын И. Ю. Защита бортовой спутниковой навигационной системы от кратковременного пропадания электропитания и электромагнитных помех // Технологии электромагнитной совместимости. 2013. № 3(46). С. 45-49.

9. Увайсов С. У., Иванов И. А., Гольдберг О. Д., Иванов О. А. Обеспечение качества характеристик источников бесперебойного питания в условиях помех, вызванных нелинейной нагрузкой // Технологии электромагнитной совместимости. 2013. № 3. С. 55-64.

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВСТРЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОТОКОВ В ТРУБЕ ДРЕЙФА

М.А. Логинов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Взаимодействие двух встречных электронных потоков перспективно для генерации микроволн в режиме электронной моды. Использование встречных пучков позволяет рассмотреть процессы усиления и генерации микроволн при продольном взаимодействии с внутренней обратной связью по потоку. Методы теории связанных волн пространственного заряда для встречных потоков с учетом коэффициента редукции развиты в линейном приближении.

Введение

При взаимодействия двух встречных электронных потоков условия синхронизма быстрых и медленных волн зависят от коэффициента электронного взаимодействия и коэффициента редукции. Если быстрая волна широкого встречного потока находится в синхронизме с медленной волной прямого узкого потока, то получаем аналог режима усилителя. При длине полной перекачки энергии волн возникает эффективная обратная связь с усилением, а при больших токах пучка совершается переход к режиму генерации. Использование встречных пучков позволяет рассмотреть процессы генерации микроволн при продольном взаимодействии с внутренней обратной связью по потоку. Электронная мода генерации отличается перекачкой энергии между волнами пространственного заряда без участия электродинамических систем.

Основные уравнения связанных волн электронного потока

Уравнения связанных волн для встречных электронных потоков имеют вид

$$\left[\frac{d}{dz}+i\left(\beta_{e1}\mp\beta_{q1}\right)\right]a_{q1\pm}=i\left|c_{12}\right|\left(a_{q2+}-a_{q2-}\right),\vec{E} \quad (1a)$$

$$\left[\frac{d}{dz}-i\left(\beta_{e2}\mp\beta_{q2}\right)\right]a_{q2\pm}=-i\left|c_{21}\right|\left(a_{q1+}-a_{q1-}\right). \quad (1б)$$

Для получения характеристического уравнения связанной системы общее решение ищется в виде:

$$a_{q2\pm}(z)=a_{q2\pm}(0)\exp(\gamma z),$$
$$a_{q1\pm}(z)=a_{q1\pm}(0)\exp(\gamma z). \quad (2)$$

Для нахождения комплексного коэффициента распространения γ предполагаемые решения (2) подставляются в систему уравнений (1) для встречных электронных потоков, после чего находится детерминант системы, который приравнивается к нулю [1-2]

$$\begin{vmatrix} -\gamma-i\beta_{q1+} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & -\gamma-i\beta_{q1-} & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & -\gamma-i\beta_{q2+} & c_{34} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & -\gamma-i\beta_{q2-} \end{vmatrix}=0$$

Полученное характеристическое уравнение непрерывного четырехволнового двулучевого взаимодействия справедливо в широкой полосе частот.

Исследование особенностей взаимодействия для встречных потоков в трубе дрейфа

Рассмотрим взаимодействие попутного узкого потока и встречного широкого потоков. При анализе возможны варианты режимов взаимодействия попутных потоков и встречного электронного потока с разными значениями ускоряющих потенциалов и с различными значениями коэффициента редукции., рис.1.

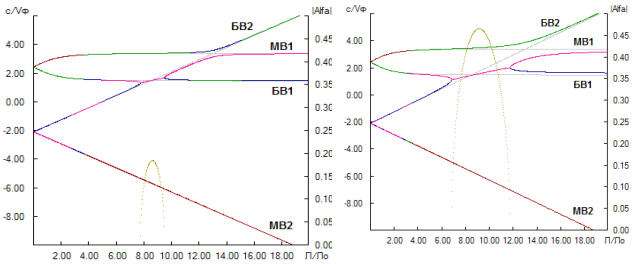


Рис.1. Дисперсионные характеристики широкого попутного потока и узкого встречного пучка в зависимости от нормированной длины волны. Коэффициент редукции в данном случае равняется $R_1 = 0.4$. $U_{01} = 50$ кВ, $U_{02} = 70$ кВ. $v_{01} = 50$ кВ, $v_{02} = 70$ Кв, $\omega_{p12} = 0.2$. а) $M_{12} = M_{21} = 0.2$, б) $M_{12} = M_{21} = 0.5$

Взаимодействие быстрых волн этих потоков соответствует направленному ответвителю с периодической или апериодической связью волн. Попутный поток берем узкий с ограниченным расхождением медленных и быстрых кривых волн пучка. При слабой связи потока и поля возникает двухволновая связь волн прямого и встречного потоков. На дисперсионных характеристиках получается область расталкивания кривых (действительные решения в системе координат - замедление от длины волны). Так как осуществляется периодическая связь волн – связь медленной волны попутного потока с быстрой волной встречного потока, то это соответствует режиму периодической связи волн с усилением – режиму ЛОВ.

Заключение

В рамках гидродинамического приближения в режиме слабого сигнала развита волновая методика теории связанных волн пространственного заряда для встречных электронных потоков с учетом коэффициента редукции плазменных колебаний. Записаны уравнения связанных волн и получены решения дисперсионного уравнения в режимах трех и четырехволновой связи волн пространственного заряда.

Список литературы:

1. Канавец В.И., Мозговой Ю.Д., Слепков А.И. Излучение мощных электронных потоков в резонансных замедляющих системах. Москва, изд. МГУ, 1993 г., 207 стр.

2. Мозговой Ю.Д., Хриткин С.А. Волновые процессы в микроволновой электронике. Учебное пособие, РИО МИЭМ НИУ ВШЭ, Москва. 2012 г. 94 стр.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПОСТРОЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ДАТЧИКАМИ

Г.Ю. Злодеев
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Волоконно-оптические датчики (ВОД) в настоящее время являются одним из наиболее динамично развивающихся направлений оптоэлектроники. За последние десятилетия произошел стремительный прорыв от простейших конструкций ВОД к созданию широкой номенклатуры датчиков физических величин, используемых в всевозможных областях науки и техники в таких как химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, авиа- и космическая техника, транспорт, строительство, биомедицинская промышленность, военные применения и др. Созданные к настоящему времени датчики на основе элементов волоконной оптики по своим характеристикам не уступают, а в большинстве случаях превосходят датчики других типов. К основным преимуществам таких датчиков можно отнести общую технологическую базу для преобразователей различных физических величин, взрыво- и пожаробезопасность, устойчивость при работе в агрессивных средах, при высоких температурах и воздействии электромагнитных полей, возможность проведения измерений в труднодоступных зонах и др. [1].

Принцип действия ВОД основан на модуляции физическим воздействием параметров оптического излучения, которое распространяется от источника излучения к фотоприемнику по каналу, содержащему элементы волоконной оптики. В зависимости от места воздействия на оптическое излучения измеряемой величины ВОД можно разделить на три большие группы:

1) ВОД с внутренней модуляцией;
2) ВОД с граничной модуляцией
3) ВОД с внешней модуляцией.

В первой группе оптическое волокно выступает в качестве чувствительного элемента. При этом модуляция параметров оптического излучения может быть осуществлена механическим воздействием на волокно, температурой, магнитными и электрическими полями. Во второй группе используют граничные явления на боковой поверхности волокна либо на его торце.

В связи с быстрым развитием автоматизированных систем контроля и управления во всех областях промышленности возрастает потребность в датчиках физических величин— температуры, давления, ускорения, перемещения, тока. Помимо высоких метрологических характеристик, датчики должны обладать большой надежностью, стабильностью, помехоустойчивостью, долговечностью и простотой интегрирования в микроконтроллерные системы управления. Особенно это относится к таким отраслям, как авионика, металлургия, автоэлектроника, теплотехника и энергетика, медицинская техника, высокоточные системы вооружений. Перечисленным требованиям в максимальной степени удовлетворяют волоконно-оптические датчики [2].

Прежде чем переходить к рассмотрению волоконно-оптических датчиков, рассмотрим функционирование оптического волокна. Современное оптическое волокно состоит из сердцевины, по которой распространяется свет, и оболочки. Снаружи она закрыта полимерной пленкой. Сердцевина представляет собой нить из пластика или стекла с определенными добавками (как правило, германий) для повышения коэффициента преломления. Коэффициент преломления сердцевины n1 примерно на 0,01…0,02 превышает коэффициент преломления оболочки n2. Благодаря этому луч света, направленный в сердцевину, распространяется по ней, многократно отражаясь от границы раздела «сердцевина - оболочка».

До недавнего времени развитие ВОД сдерживалось, из-за отсутствия дешевых оптоэлектронных компонентов - малошумящих лазерных диодов, высокочувствительных фотодиодов, пассивных волоконно-оптических элементов. Кроме того, из-за нелинейности функции преобразования большинства ВОД требуются специальные алгоритмы обработки сигнала (усреднение, нелинейная обработка, интегральные преобразования), т.е. для полноценного применения ВОД требуется вычислительное устройство с высокой производительностью.

С развитием микроэлектроники, оптоэлектронных компонентов на основе полупроводниковых гетероструктур, ситуация с развитием ВОД стала улучшаться; появились даже опытные образцы чисто оптических интегральных схем, где носителем информации служит свет, а логические операции выполняются оптическими элементами.

Проведем анализ преимуществ применения волоконно-оптических датчиков по сравнению с другими типами датчиков [3].

В области авионики и автоэлектроники проявляются такие преимущества ВОД, как устойчивость к помехам, способность работать в условиях перепадов температур (-70°С…+150°С), малые габариты и масса. Здесь можно применять ВОД температуры, линейного и углового положения, ускорения.

В области энергетики проявляются такие преимущества, как высокие термо- и электроизоляционные характеристики, помехозащищенность и безынерционностью.

В нефтегазовой отрасли востребованы бесконтактные датчики измерения расхода газа, ускорения и перемещения, которые могут функционировать в условиях агрессивных и взрывоопасных сред, перепадов температур, интенсивных электромагнитных помех. Этим требованиям в полной мере удовлетворяют ВОД.

В биомедицинской области особо проявляются такие преимущества ВОД, как гибкость и малый диаметр оптоволокна, химическая и биологическая стойкость, высокое пространственное разрешение.

При выборе оптимального средства измерений из числа альтернативных для различного применения по методике, приведенной в работе [4] ВОД в большинстве случаев занимают лидирующие позиции, опережая датчики других типов.

Как видно их результатов анализа, ВОД могут применяться практически во всех отраслях науки и техники, что делает их одним из наиболее перспективных направлений современной оптоэлектроники.

Список литературы:

1.Дмитриев А. В., Красивская М. И., Юрин А. И. Исследование волоконно-оптических датчиков с внешней модуляцией // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 34-37.

2.Дмитриев А. В., Юрин А. И., Красивская М. И. Волоконно-оптический датчик виброускорений // Приборы. 2014. № 2. с. 7-9.

3. Жижин В. Волоконно-оптические датчики: перспективы промышленного применения. // Электронные компоненты. 2010 № 12. с. 17-23

4. Карцев Е.А., Климантович А.А., Юрин А.И. Разработка методики выбора оптимального средства измерений из числа альтернативных // Датчики и системы. 2013. № 5. с. 24-29.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ МЕТОДОМ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ РАДИОТОМОГРАФИИ

А.В. Алексеева, В.М. Бородулина
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Представлен программно-аппаратный комплекс (ПАК) низкоорбитальной радиотомографии (ПАК НОРТ) для определения распределения электронной концентрации в ионосфере.

Введение

Основным принципом метода лучевой радиотомографии ионосферы является одновременный прием когерентных сигналов от одного искусственного спутника Земли сетью приемных установок. Для создания такой сети необходимо утверждение типа прибора, что позволит внести его в реестр средств измерений.

Первый раздел содержит краткое описание прибора, второй раздел – описание возможностей ПАК НОРТ.

Краткое описание ПАК НОРТ

Программно-аппаратный комплекс низкоорбитальной радиотомографии ионосферы (ПАК НОРТ, далее – устройство) предназначается для определения относительной разности фаз когерентных трансионосферных спутниковых сигналов с частотами 150 и 400 МГц (± 300 ppm), которая в дальнейшем используется при определении распределения электронной концентрации в ионосфере. Устройство является типовым элементом сети низкоорбитальной радиотомографии ионосферы.

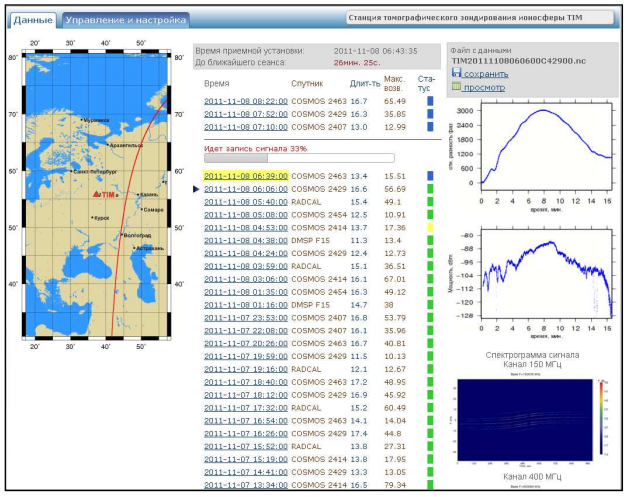


Рис. 1. Страница «Обзор данных» веб-интерфейса Устройства в процессе записи сеанса

Данные мониторинга представляются в виде карт, таблиц и графиков и располагаются на экране следующим образом:

* в левой части страницы расположена карта региона, на которой отображаются:

а) расположение приемной станции – ;

б) траектория пролета выбранного спутника – .

* в центральной части страницы представлена информация о сеансах связи со спутниками.

* в верхних двух строках отображены время работы приемной установки (в UTC – универсальное время) и время, оставшееся до ближайшего сеанса связи.

* ниже размещены два графика:

– разности фаз сигналов 150 и 400 МГц в течение сеанса связи в радианах;

– мощности сигнала в дБм.

Краткое описание возможностей ПАК НОРТ

Устройство имеет следующие возможности:

– управления процессом получения и обработки фазовых и амплитудных характеристик когерентных радиосигналов низкоорбитальных навигационных спутников с номиналами частот 150 и 400МГц ± 300ppm;

– получения информации от приемника;

– предварительной обработки информации, включая координатную привязку данных;

– записи в результирующий файл (файлы) данных;

– хранения файлов с данными на жестком диске ЭВМ в течение времени, указанного настраиваемым параметром «Срок хранения данных в архиве»;

– сохранения информации обо всех операциях (проведение сеанса радиопросвечивания, запись данных, изменение настраиваемых параметров и др.) с указанием времени события и модуля, предоставившего информацию;

– представления тематической информации;

– представления технической информации;

– управления настройками работы программно-аппаратного комплекса (ПАК);

– расчет расписаний сеансов радиопросвечивания на основе орбитальных параметров в формате TLE и с учетом настраиваемых параметров (списка используемых космических аппаратов, угла максимального возвышения, периода расчета);

– управления с портативной ЭВМ (ноутбук) настройками программного обеспечения, функционирующего на ЭВМ и доступа к результатам обработки данных;

– доступа к результатам обработки по сети Интернет и управления настройками программного обеспечения через сеть Интернет.

Заключение

Программно-аппаратный комплекс низкоорбитальной радиотомографии ионосферы разработан с целью определения распределения электронной концентрации в ионосфере.

Направлением развития является проведение испытаний в целях утверждения типа, что позволит внести прибор в реестр средств измерения и создать сеть приемных установок. Данная задача является первым шагом по созданию сети откалиброванных (поверенных) приемных установок и позволит еще активнее следить за состоянием ионосферы и изучать проходящие в ней процессы.

Список литературы:

1. Программно-аппаратный комплекс низкоорбитальной радиотомографии ионосферы (ПАК НОРТ). Руководство по эксплуатации. ФГБУ «ИПГ»

2. Современное состояние методов и техники наземного вертикального радиозондирования ионосферы. Данилкин Н.П., Журавлев С.В., Котонаева Н.Г., Гивишвили Г.В., Колесник С.А., Кузьмин А.В., Паньшин Е.А., Цыбуля К.Г., Дьяков В.П., Филиппов М.Ю.

МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕСЕЛЕКТОРОВ БОРТОВЫХ НАВИГАЦИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ

А.С. Свиридов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Разработка перспективных и инновационных узлов радиоэлектронных средств (РЭС) для пользовательской навигационной аппаратуры специального и двойного назначения, а также способов и методов обеспечения надежности и ремонтопригодности являются важными задачами, решение которых ориентировано на создание конкурентоспособных изделий, обеспечивающих должный уровень народного хозяйства и обороноспособности страны.

Первое место среди задач проектирования узлов РЭС и обеспечения их надежности занимают задачи выбора оптимальных радиоэлектронных и конструктивных элементов по совокупности показателей качества. Сегодня разработчикам доступно большое количество радиоэлектронных элементов одного функционального назначения и похожих конструктивных материалов. Несмотря на то, что существуют ограничения, выбор оптимальных составных частей будущего изделия часто приходится выполнять по десяткам характеристик, что делает поставленную задачу трудно решаемой без использования средств и методов. Таким образом, задача формирования оптимального выбора при проектировании узлов РЭС является особенно актуальной. Важными также являются проблемы осуществления оптимальных замен радиоэлементов и материалов РЭС, снятых с производства, современными аналогами без потери качества модернизируемого изделия.

Быстрое развитие систем автоматизированного проектирования (САПР), их доступность и лёгкость в освоении, позволяет в кратчайшие сроки выполнять проектирование различных узлов РЭС и в значительной степени минимизировать массогабаритные параметры изделия, увеличивая плотность компоновки в выделенном объеме.

Степень актуальности темы прослеживается по научным публикациям, ориентированных на спутниковую навигацию и варианты её использования в мирных, специальных и военных целях.

Большая часть работ и публикаций имеет фундаментальное значение, многие предложенные решения внедряются, некоторые идеи воплощаются в жизнь. Но в силу постоянного совершенствования электротехники, электроники и технологий её производства, микроминиатюризации и комплексирования, необходимы новые методы и подходы к проектированию функциональных узлов, в частности преселекторов, навигационной аппаратуры гражданского, специального и военного назначения.

Необходима более точная, простая и гибкая методология, позволяющая проектировать преселекторы для навигационной аппаратуры с различными показателями качества, сроков, стоимости и технических характеристик. В связи с вышеизложенным, задача анализа существующих и разработки новых подходов и методов проектирования преселекторов для навигационной аппаратуры специального, ответственного и двойного назначения является достаточно актуальной.

Объектом исследования является процесс проектирования входных цепей для аналоговых трактов радиоприёмников спутниковых систем определения координат.

Предметом исследования являются методы и программно-математическое обеспечение для сквозного проектирования, анализа и производства радиоприёмных устройств сигналов спутниковых систем определения координат.

Целью работы является разработка научных и технических основ, инструментальных средств, формализованных методов проектирования, выбора электронных компонентов, деталей и материалов конструкций функциональных узлов РЭС по совокупности требуемых конечных показателей качества преселекторов при создании высокоэффективных радиоприёмных устройств спутниковых систем определения координат.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

1. Анализ современного состояния предметной области, существующих подходов к решению возникающих задач, тенденций развития направления проектирования преселекторов для навигационной аппаратуры потребителей (НАП);
2. Поиск путей повышения эффективности проектирования преселекторов для НАП на основе комплексных методов оптимального проектирования с учётом предъявляемых требований;
3. Анализ известных вариантов реализации входных аналоговых трактов радиоприёмников спутниковых систем определения координат в целях выбора структуры построения преселектора;
4. Классификация основных проблем, возникающих при проектировании аналоговых цепей преселекторов и формулирование рекомендаций по их решению;
5. Разработка методики для технического анализа и расчета основных параметров преселектора радиоприемников спутниковых систем определения координат для разработчиков навигационных модулей;
6. Расчет преселектора совмещенной обработки сигналов навигационных сигналов от различных спутниковых систем с учетом влияния неидеальной работы его узлов;
7. Разработка рекомендаций по проектированию широкополосных преселекторов для навигационных радиоприемников спутниковых систем определения координат;
8. Апробация и внедрение результатов исследования в различные отрасли народного хозяйства.

Предлагаемый метод проектирования предназначен для создания преселекторов сигнала навигационных радиоприемников спутниковых систем определения координат, подлежащих установке на объекты с различными эксплуатационными условиями и обслуживаемые пользователями различного уровня подготовки. Методика позволит проектировать унифицированные варианты приемников с большим коэффициентом заимствования элементной базы.

Методика ориентирована на современный уровень развития программно-математического обеспечения, технических возможностей измерительных приборов и элементной базы.

Список литературы:

1. Свиридов А.С., Колганов А.А. Преселектор сигнала спутниковых навигационных систем: обзор современного состояния и анализ перспектив развития в навигационных радиоприёмниках ответственного назначения // В кн.: Надежность и качество – 2014: труды Международного симпозиума Т. 2. – Пенза: Издательство ПГУ, 2014. С. 341 – 347.

ОБЗОР РОССИЙСКИХ ПАТЕНТОВ ПО РАДИОПЕЛЕНГАЦИИ

А.П. Журков
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Проводится аналитический обзор отечественных патентов по радиопеленгации.Дано краткое описание некоторых патентов. Сформулирован ряд обобщений.

Введение

Радиопеленгация, целью которой является определение направления на источник радиоизлучения, актуальна для решения задач как в гражданских и военных сферах, так и спортивно-развлекательной.По радиопеленгации запатентован ряд изобретений. Рассмотрим некоторые из них.

Патентный обзор

В способе радиопеленгования[1] выбирают максимальную разность фази корректируют ее значение с учетом двух других измеренных разностей фаз, получая три однозначные разности фаз и формируют три амплитудных значения разностных сигналов, и однозначно определяют азимут и угол наклона фронта волны источника радиосигнала. Способ позволяет повысить точность и чувствительность пеленгования за счет уменьшения ошибок разноса и устранения ошибок пеленгования, обусловленных взаимным влиянием антенн решетки.

В способе [2]радиопеленгации летательного аппарата (ЛА), основанном на определении угловых координат ЛА-осуществляют модуляцию сигнала, передаваемого с наземного пункта радиопеленгации, путем гетеродинирования преобразуют частоту сигнала, принятого на борту ЛА, измеряют частоту его модуляции, пеленг ЛА вычисляют, умножая полученное значение частоты модуляции сигнала на коэффициент, определяющий соответствие между направлением излучения сигнала и частотой модуляции сигнала, при этом в пределах сектора пеленгации изменяют направление излучения в пространстве путем вращения излучающей антенны.Изобретение ориентировано на повышение точности пеленгации ЛА.

Способ [3]фазовой радиопеленгациизаключается в том, что радиосигналпринимают двумя разнесенными антеннами, формируют первый, второй и третий гетеродинные сигналы, ослабляют уровень одного из гетеродинных сигналов, разветвляют каждый гетеродинный сигнал на две части, преобразуют по частоте и формируют ряд напряжений промежуточной частоты, и измеряют фазовый сдвиг между ними.

Способ [4]повышает быстродействие обработки сигналов при пеленгации радиосигналов нескольких источников радиоизлучения, работающих на одной частоте, с использованием антенных систем, состоящих из слабонаправленных элементов (вибраторов), а также получение интервальных оценок пеленгов за счет определения параметров радиосигналов, представленных в виде экспоненциальных функций, содержащих функции пеленгов. Вэтом способе исключаются математические операции, требующие больших вычислительных затрат, таких как преобразование Фурье.

В патенте [5]описан радиопеленгатор для определения направления на источник излучения или отражениярадиоволн, повышение точности пеленгации в котором достигается за счет введения усилителя, связанного с выходом ограничителя отрицательных сигналов, схемы суммирования, связанной с выходами видеоусилителей суммарного и разностного каналов и устройства сравнения, связанного с выходом усилителя. Суть изобретения заключается вформировании сигналов «пересечения» и «объединения», жестко связанных общей областью, определяющей момент отсчета измеряемого параметра.

Переносной амплитудныйрадиопеленгатор[6], работающий вдекаметровом и метровом диапазонах радиоволн повышает точность определения азимута на источник радиоизлучений и обеспечивает возможность автоматического слежения за его перемещениями. Радиопеленгатор содержит штыревую и рамочную антенны, основной и дополнительный приемные каналы, вычитающее устройство, усилитель низкой частоты, телефон, входные цепи и, усилители и высокой частоты, преобразователи и частоты, усилители и промежуточной частоты, детектор и, платформу, редуктор, указатель угла, блок деления, пороговый блок, ключи и, фазовый детектор, блок формирования управляющего напряжения, мотор и сумматор.

В способе[7] пеленгации радиосигналов повышение точности пеленгации при слабых сигналахдостигается путем измерения разности фаз между сигналами с выхода ненаправленной антенны, имеющей круговую диаграмму направленности, и с выхода сумматора-фазовращателя на 90°, образующего круговую диаграмму направленности из двух ортогональных антенн с диаграммами направленности в виде «восьмерок», а также упрощение реализации обеспечивается возможностью использования уже существующих приемных связных антенн, содержащих все элементы, необходимые для реализации данного способа.

Группа изобретений[8] амплитудный радиопеленгатор предназначена для определения пространственных параметров радиоизлучений и позволяет разработать малогабаритные амплитудные радиопеленгаторы (АР) с учетом информации о поле сигнала в пространственно разнесенных точках. Двухканальный вариант реализации АР содержит последовательно соединенные восьмиэлементную антенную систему (АС), антенный коммутатор, двухканальное радиоприемное устройство (РПУ), двухканальный АЦП, вычислители, сумматор, блок поиска максимума, блоки усреднения и индикации, и тактовый генератор.

Фазовый пеленгатор [9] повышает помехозащищенность, расширяет функциональные возможности и увеличивает чувствительность пеленгатораза счет того двух антенн, двух приемных устройства, фазометра, четырех преобразователей частоты, четырех полосовых ВЧ фильтров, четырех фильтров ПЧ, двух режекторных фильтров, фазометров, усилителей радиочастоты и вычислительного устройствадлявычисление угловых координат источника излучения.

Фазовый способ [10]пеленгации и фазовый пеленгатор для его осуществления определяет координаты источников излучения сложных сигналов с комбинированной фазой и частотной манипуляциями, размещенных на борту ЛА. Пеленгаторсодержит приемные антенны, приемники, опорный и импульныгенераторы, коммутатор, фазовращатели на 90°, фазовые детекторы, индикатор, гетеродин, смеситель, усилитель ПЧ, перемножители, полосовые фильтры, линию задержки, квадраторы, масштабирующий перемножитель, вычитатель, удвоитель фазы, блокиФАПЧ, делители фазы на два, узкополосные фильтры, частотный демодулятор, сумматор и блок регистрации.

Портативное радиопеленгационное устройство [11] содержит корпус в форме пистолета с рукояткой, в которой размещен источник питания, направленную антенну, разъем, установленный на фронтальной части корпуса, тюнер, усилитель низкой частоты, соединенный с громкоговорителем, компас, дискретно иплавно регулируемые аттенюаторы, широкополосный усилитель ВЧ, частотомер и блок визуальной индикации.

Способ [12]пеленгации радиосигналов включает прием радиосигналов N-элементной АР, измерение комплексных амплитуд пар сигналов, характеризующих разности фаз между сигналами, принятыми всевозможными парами антенных элементов, путем последовательного во времени измерения амплитуд сигналов и комбинаций сигналов на выбранных парах антенных элементов. Пеленгатор содержит АР, коммутатор, блок формирования измерительных сигналов, приемник, блок определения амплитуды сигналов, память амплитуд сигналов, вычислитель комплексных амплитуд пар сигналов, вычислитель пеленга и генератор синхроимпульсов.

Способ[13] пеленгования источника сигнала основан на вычислении пространственного спектра Фурье пеленгуемого сигнала, принятого элементами линейной эквидистантной АР. Пеленгуемый сигнал принимают элементами второй линейной эквидистантной АР, вычисляют комплексно-сопряженный пространственный спектр Фурье пеленгуемого сигнала, принятого элементами второй линейной эквидистантной АР, преобразовывают масштабы обоих вычисленных пространственных спектров пеленгуемого сигнала по логарифмическому закону, производят корреляционный анализ и измерение относительного сдвига преобразованных пространственных спектров пеленгуемого сигнала и оценивают пеленг источника сигнала.

Способ [14] обработки сигналов при одноканальной амплитудной пеленгациивключает: формирование диаграмм направленности(ДН) W1, W2, W3, W4; манипулирование каждой из них с положением ДН в направлении "холодное небо" W5 и в плоскостях пеленгации; прием сигнала; селекциюи демодуляцию сигнала по частоте; выделение сигналов W1-W5, W2-W5, W3-W5, W4-W5; вычисление суммарных сигналов в плоскостях пеленгации (W1-W5)+(W3-W5),(W2-W5)+(W4-W5); демодуляцию сигналов по частоте переключения в каждой плоскости пеленгации; выделение сигналов рассогласования по азимутуи углу места; получение соответствующих рассогласований в плоскостях пеленгации.

Способ [15] пеленгации радиосигналов источников радиоизлучения при размещении антенного устройства на поверхности подвижного носителя предназначен для пеленгования радиосигналов источников радиоизлучения (ИРИ) при размещении антенного устройства на поверхности подвижного носителя. В первом варианте прием сигналов ИРИ осуществляется ненаправленной антенной, подключенной к опорному каналу двухканального приемника, и элементами антенной решетки (АР), подключенными к предметному каналу этого же приемника, которые размещены на поверхности носителя в виде N колец одинакового диаметра по m элементов АР.

Способ [16]пеленгации множества источников радиоизлучения, одновременно попадающих в полосу приемаиспользуется для пассивного радиоконтроля в двух- и многоканальных системах, включает когерентный прием сигналов опорной антенной и всеми антеннами, входящими в N-элементную АР, синхронное преобразование принятых сигналов в цифровые, восстановлениекомплексных спектров опорной и каждой n-й антенны, свертку спектральных составляющих комплексно-сопряженных опорной и спектральных составляющих остальных антенн, определение комплексных амплитуд и вычисление углового спектра в узлах сетки наведения АР и определение азимутального и угломестного пеленга.

Заключение

Большинство из рассмотренных патентов имеют как теоретическое и математическое описание метода, так и варианты практической реализации в виде устройства.

Можно выделить следующие особенности по достигаемым техническим результатам изобретений:

– повышение точности пеленгования и упрощение конструкции пеленгатора;

– повышение точности пеленгации при сохранении объема используемых вычислительных ресурсов;

– повышение эффективности пеленгования путем обеспечения возможности пеленгования источника любого априорно неизвестного сигнала;

– снижение количества ложных пеленгов, появляющихся в результате приема электромагнитных волн, отраженных от поверхности носителя;

– создание надежного, легкого и удобного портативного радиопеленгационного устройства.

Список литературы:

1.Патент РФ № 2158001. Способ радиопеленгования // ВиноградовА.Д., 2000

2.Патент РФ № 2159447. Способ радиопеленгации летательного аппарата//Атнашев А.Б., Атнашев Д.А., Бойков К.Б., 2000.

3.Патент РФ № 2101723. Способ фазовой радиопеленгации и фазовый автоматический радиопеленгатор//Огороднийчук Л.Д., 1998

4.Патент РФ № 2380719.Способ пеленгации источников радиоизлучения на одной частоте//Грешилов А.А., 2010

5.Патент РФ № 2262714. Радиопеленгатор//Рюмшин Р.И., Лебедев А.В., Сбитнев Ю.П., 2005

6.Патент РФ № 2493571.Переносной амплитудный радиопеленгатор//Жуков А.В., Гогин В.Л., Зайцев О.В., Дикарев В.И., 2013

7.Патент РФ № 2529184.Способ пеленгации радиосигналов // Бобков А.М., Пензев А. В., 2014

8.Патент РФ № 2526536.Амплитудный радиопеленгатор (варианты)//Канаев К.А., Куликов М.В., Митянин А.Г., Попов О.В., Смирнов П.Л., Царик И.В., Шепилов А.М., 2014

9.Патент РФ № 2526533.Фазовый пеленгатор//Березовский В.А., Золотарев И.Д., Привалов Д.Д. 2014

10. Патент РФ № 2518428. Фазовый способ пеленгации и фазовый пеленгатор для его осуществления//Жуков А.В., Гогин В.Л., Зайцев О.В., Дикарев В.И., 2014

11. Патент РФ № 2205415.Портативное радиопеленгационное устройство//Гудков А.Г., Кустов В.Ю., Леушин В.Ю. 2003

12. Патент РФ № 2201599. Способ пеленгации радиосигналов и пеленгатор для его осуществления//Ашихмин А.В., Виноградов А.Д., Литвинов Г.В., Кондращенко В.Н., Рембовский А.М. 2003

13. Патент РФ № 2192651.Способ пеленгования источника сигнала//Тынянкин С.И., Апульцына И.В., Бурцев С.Ю.2002

14. Патент РФ № 2162233.Способ обработки сигналов при одноканальной амплитудной пеленгации//Аветисьянц В.А., Коваленко Е.А., Ларионов Б.А., Музыченко Н.Ю., Фоминченко Г.Л.2001

15. Патент РФ № 2218580. Способ пеленгации радиосигналов источников радиоизлучения при размещении антенного устройства на поверхности
подвижного носителя (варианты) //Косогор А.А., Строчков Е.А., Логвиненко Е.Л., Воробей И.Г.2003

16. Патент РФ № 2207583.Способ пеленгации множества источников радиоизлучения, одновременно попадающих в полосу приема // Шевченко В.Н., Вертоградов Г.Г., Иванов Н.М., Берсенев Е.В.2003

РАЗРАБОТКА 4Х МИЛИМЕТРОВОГО СВЕТОВОДА

Е.А. Ракова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе изложены основные конструктивные и технологические решения при проектировании и изготовлении световода в условиях конструктивных и технологических ограничений конструкцией применения. Приведены эскизы прохождения лучей в предлагаемом решении световода.

Введение

СВЕТОВОД (волновод оптический) - закрытое устройство для направленной передачи света. В открытом пространстве передача света возможна только в пределах прямой видимости и ограничивается расходимостью излучения, поглощением и рассеянием в атмосфере. Переход к световоду позволяет значительно уменьшить потери световой энергии при её передаче на большие расстояния, а также передавать световую энергию по криволинейным трассам.Разработаны разнообразные типы световодов, среди них - линзовые (зеркальные), представляющие собой систему заключённых в трубу и расположенных на определённых расстояниях линз (зеркал), полые металлические трубы и др. Предлагаемый световод представляет собой зеркальную безлинзовую систему отражения и направления света согласно закону отражения, в котором падающий луч, отраженный луч и нормаль к поверхности раздела лежат в одной плоскости. Угол между отраженным лучом и нормалью к поверхности (угол отражения I')равен углу между падающим лучом и нормалью(угол падения i). Отраженный и падающий лучи лежат по разные стороны от нормали(см. рис.1).

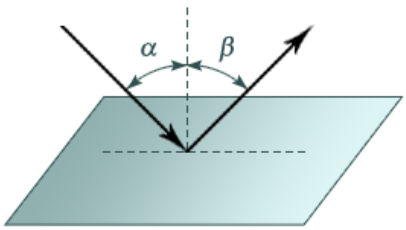


Рис.1. Принцип отражения.

Конструкция световода определена его применением – гаджет для настроения.Разрабатываемый световод необходим равномерного кругового свечения RGB палитры света от одного маломощного RGBсветодиода.Малое потребление обусловленное автономностью устройства. Поскольку это устройство представляет собой гаджет для ношения его в том числе в качестве браслета, то обеспечение работы устройство возможно только от небольших аккумуляторных батарей или батареи.

Требования к проектируемомусветоводу

- Освещенность – не менее 20 мКд по всей палитре цветов;
- Ток потребления – не более 60 мА(1 RGB светодиод).
- Равномерность – по всей конструкции лицевого поликарбонатного стекласдиаметром 40 мм;
- Высота хода световых лучей 4 мм;
- Длина хода световых лучей 20 мм;

Расчет источника света

При общей высоте устройства 10 мм(без клипсы) необходимо подобрать светодиод не более 1.1 мм и аккумулятор на емкость обеспечивающую 2 часа непрерывной работы. При максимальном токе 3-х RGBсветодиодов в 60 мА и токе электроники 2в 5 мА, необходима емкость в 130 мА/ч(см рис 2).



Рис.2. Плоский аккумулятор»

Такой аккумулятор был найден аккумулятор литий полимерный аккумулятор LP232635 размером 35 х 2,3 х 26мм а 130мА/ч 3.7В. Для обеспечения необходимой освещенности был выбран RGB светодиод с освещенностью в 5 раз превышающей требования. Выбранный светодиод не превышает по высоте 1 мм, его габариты приведены на рис. 3.

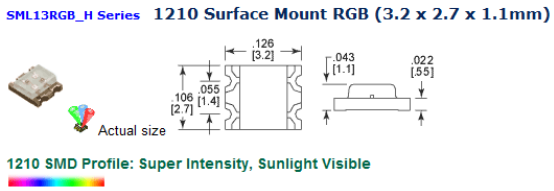


Рис.3. Фронтальный вид и Разрез RGBсветодиода»

Таким образом для обеспечения 20 мКд с лицевой поверхности необходимо привести источника света в 100 мКд свет на расстоянии 20 мм при толщине прохода света 4 мм.

Расчет оптической системы

Поскольку предлагаемая система является зеркальной для отражения необходима отражающая поверхность которая также была бы гибкой для создания конуса. Для обеспечения технологичности такая поверхность должна быть самоклеющаяся. Исходя из этих требований была выбрана самоклеющаяся зеркальная глянцевая пленка Oracal 352(001) серебро(рис. 4).



Рис.4. Самоклеющаяся зеркальная глянцевая пленка, Oracal 352 (001) серебро

Для провода света из одного точечного источника необходима следующая система зеркал:

- Зеркало №1 – первичное отражение под углом 80 градусов к вертикале. Крепится к сенсорной кнопки на лицевой панели, изнутри
- Зеркало№2 –вторичное отражение под прямым углом к лицевой поверхности. Крепится на верхнийбез компонентный (кроме одного светодиода) слой платы электроники.
- Рассеивающие кольца на внутренней поверхности лицевой панели(кольца). Для рассеивания света приходящего от второго кольца на внутренней поверхности лице-

вой панели(кольца) прорезаются кольца шириной и глубиной в 0.5 и с шагом в 0.5 мм.

Таким образом световод представляет из себя систему зеркал, свет направленный с который рассеивается лицевой панелью. Световод, интегрированный в разрабатываемое устройство представлен на рисунке 5 (рис. 5).

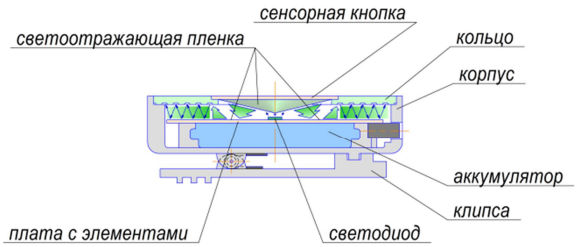


Рис.5. Траектории световых лучей в световоде проектируемого устройства

Отраженный рассеянный светсвтоводом в устройстве представлен на рисунке6.

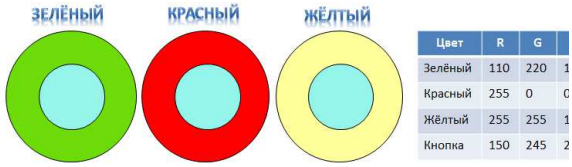


Рис.6. Отраженные и рассеянный свет устройства со световодом, вид сверху

Заключение

Путем расчета отражения света от 2-х зеркал и расчета колец рассеивания получается прохождение света от одного светодиода стоящего в центре устройства свечение лицевой панели устройства, толщина которого не превышает 10 мм.

Список литературы:

1. Кошкин, Н.И., Ширкевич М.Г.Справочник по элементарной физике, издательство наука 1988 //

2. Саржевский А.М. Оптика. Полный курс. Издательство Едиториал УРСС, 2004.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОТОТИПА ПОЛУСФЕРИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО СКАНЕРА

И.С. Капитонов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В статье рассматривается макет аппаратно-программного комплекса для трёхмерного пространственного сканирования. Система важна в качестве бюджетного решения для проектирования инженерных систем, таких, как системы пожаротушения и охраны.

Проблема

При разработке комплексных систем, для функционирования которых требуется прокладка кабелей, труб и установка аппаратуры в помещениях, сотрудники сталкиваются с трудностями при расчёте количества необходимых материалов и монтажных работ. Это связано во-первых, с разницей между поэтажным планом и реальной планировкой, во-вторых, с уже установленным оборудованием. Нередки случаи, когда на пути спроектированного трубопровода системы пожаротушения оказываются стойки с сетевым оборудованием, закрепленные на потолок. Ввиду необходимости переноса такого оборудования, реализация проекта может задержаться на неопределённое время. Следует обратить внимание на специфику моделирования – здания внутри состоят из фигур: плоскость, изогнутая плоскость. Это отличает простотой моделирование построек от моделирования, например, автомобилей или объектов скульптуры, а так же, даёт рыночную нишу для производства бюджетного устройства, отвечающего указанной специфике.

Теоретическое решение

Из простоты модели вытекают следующие необходимые шаги моделирования: снятие точек в углах помещений, снятие точек на изгибах стен, если таковые есть, обтяжка точек плоскостями, создание изогнутых плоскостей по средней точке, конвертация в формат редактора, в котором ведётся разводка коммуникаций, например, AutoCad.

Разобьём этот процесс на два этапа: этап измерения и этап обработки данных. Для снятия точек обычно используют специализированную аппаратуру в зависимости от ценовых возможностей, а так же потребностей в скорости и точности измерений. Можно выделить два типа используемых устройств:

1.Электронные рулетки, при этом запись показаний, зачастую, происходит вручную

2.Трёхмерные сканеры разных ценовых диапазонов с разной степенью автоматизации

Недостатками использования обоих типов оборудования является трудоёмкость. В первом случае из-за большого количества ручной работы непосредственно с рулеткой, во втором с обработкой множества точек, для получения простых форм.

Рассмотрим основные требования, которым должно удовлетворять новое устройство, позволяющее упростить процесс моделирования.

- Точность. Для моделирования помещений достаточно в 1см.
- Скорость. Складывается из скоростей определения нужной точки в пространстве и скорости замеров. Чем она выше, тем лучше.
- Охват. Возможность теми или иными средствами пройти при помощи прибора максимально возможный объём. Аналогично скорости, максимум.

Разработку целесообразно подразделить на две части: аппаратную, включающую в себя непосредственно прибор для измерений пространства и программу – обработчик полученных показаний.

Аппаратная часть работы основана на лазерном дальномере, закреплённом на подвижной конструкции, дающей датчику расстояния 2 степени свободы по 180 градусов вокруг двух перпендикулярных осей.

Ввиду сравнительно небольшого количества точек, требуемых для моделирования, можно выполнить ручное управление прибором, однако, при проведении больших объёмов работ это трудоёмко. Предлагается оптимизировать процесс замера при помощи интеллектуального алгоритма поиска контуров помещения. Преимуществом автоматизированного подхода является сокращение количества ручного труда оператора при том же выходном результате. К недостаткам стоит отнести тот факт, что система требует контроля автоматического процесса и, при необходимости, коррекции, так как часть контуров может быть упущена.

Наиболее сложным и дорогим устройством аппаратной части сканера является лазерный дальномер – прибор, из-

меряющий расстояние до точки в пространстве. Предполагается использование оптического датчика, работающего в видимом спектре излучения (650 нм, красный). Точку, до которой будет измерено расстояние, легко увидеть. Система наведения луча должна состоять из сервоприводов на базе шаговых электромоторов, и механических комплектующих. Один из сервоприводов должен вращать зеркало, расположенное под углом 45 градусов к лучу лазера, вокруг оси, задаваемой падающим лучом. Таким образом, лазерный луч может быть направлен в диапазоне 360 градусов, однако, ввиду конструктивных особенностей установки, это не возможно из-за присутствия каркаса, на котором стоят дальномер и привод, потому, ограничение в 180-250 градусов вполне уместно. Данная конструкция должна быть расположена на вращающемся вокруг вертикальной оси основании, и приводиться в движение сервоприводом. Для управления серводвигателями, чтения показаний с лазерного дальномера, индикации и управления питанием устройства должен применяться микроконтроллер. Так же, на его основе предполагается проводить анализ получаемых данных для выделения контуров. Ввиду необходимой мобильности устройства предполагается разработка системы питания на базе аккумуляторной батареи и источника питания от сети переменного тока 100-240В.

Программная часть сканера должна работать на портативном ПК с поддержкой технологии OpenGL. Основные функции программной части должны быть выполнены с помощью средств Qt, и языка программирования C++.

Связь программной и аппаратной части возможно выполнить в двух временных ключах: реального времени и отложенной обработки данных с аппарата. В первом случае соединение следует осуществлять с помощью стека протоколов TCP/IP через сеть стандарта 802.11g/n-совместимую или посредством интерфейса USB. Во втором случае возможно сохранение на карту памяти SD/SDHC, и последующая выгрузка данных на любой компьютер.

Практическая реализация. Прототип.

Ранее в рамках НИОКР был создан прототип устройства, однако, нём использовался иной механический узел. Был сконструирован манипулятор из двух сервоприводов, обеспечивавший две степени свободы по 180 градусов. На манипуляторе был закреплен лазерный дальномер. В конструкции использовались сервоприводы Tower Pro MG996R с металлическими механическими элементами, а так же, лазерный дальномер IFM Electronic 01D100. Механическая часть показала малую эффективность ввиду недостаточной точности и скорости сервомашин.

Для повышения точности и скорости работы механической части, был спроектирован собственный серводрайвер шаговых моторов.

Характеристики серводрайвера:

- точность (микрошаг) 1/32
- максимальный ток 1.2A
- напряжение питания моторов 8.2-45V
- напряжение питания управляющих элементов 3-5.5V
- поддержка 2 endstop/инкрементных датчиков
- интерфейс управления SPI + IRQ (1 линия)
- энергонезависимая память хранения настроек (EEPROM)

Доступные режимы работы:

- с заданием режима шага, скорости, и количества шагов
- с заданием количества шагов/оборотов и статичной скоростью
- с заданием количества шагов/оборотов и плавной регулировкой скорости (плавным переходом в микрошаговый режим и обратно при торможении и разгоне)
- Режим удержания двигателя в статичном положении
- Режим аварийной остановки
- Режим останова двигателя
- "Спящий" режим с пониженным энергопотребления

Серводрайвер состоит из микроконтроллера STMicroelectronics STM8S003F3P6, силовой ИМС Texas Instruments DRV8825, и пассивных компонентов.

Практика использования лазерного дальномера IFM Electronic 01D100 подтвердила заявленные производителем показатели точности и скорости измерения (50 замеров в секунду с точностью 1мм). Подтверждена целесообразность использования продукции IFM для данной работы. Ввиду необходимости увеличения расстояния сканирования, выбран лазерный дальномер 01D106. Недостатком данного устройства является отсутствие цифрового интерфейса для снятия показаний. На выходе прибора сигнал модулируется в виде напряжения 0-10В, пропорционально измеренному расстоянию. Это соответствуем десяти тысячам различных значений уровня напряжения. Для гарантированной точности аналого-цифрового преобразования необходима ИМС АЦП с минимальной разрядностью 14 бит и скоростью 100 семплов в секунду (согласно т. Котельникова). Логично использовать 16-ти-битные АЦП для согласования дальномера с микроконтроллером.

За время разработки прототипа выдвигались различные задачи к производительности, объёму памяти, перечню интерфейсов управляющего микроконтроллера. Был протестирован ряд микросхем с различными периферийными модулями, такими, как аппаратный двухмерный графический ускоритель и адаптеры шин FSMC и Ethernet. После проведения ряда испытаний и анализа рынка было установлено, что нет необходимости в обеспечении графического пользовательского интерфейса на приборе, вполне хватит небольшого монохромного дисплея для отображения заряда аккумуляторных батарей и состояния устройства. Так же, в интерфейсе Ethernet нет необходимости ввиду использования адаптера Wi-Fi. Микроконтроллеры STM32F4 от STMicroelectronics показали высокие результаты производительности и защищённости от помех в цепях питания. Были выдвинуты следующие критерии к микроконтроллеру для дальнейшей разработки:

- до 12 линий GPIO
- 2 x UART
- 3 x SPI в режиме Master
- SDIO
- USB OTG
- FSMC
- 11x IRQ линий
- совместимость с TTL уровнями
- толерантность к кратковременным превышениям напряжения питания до 4.5В

Ввиду этого, для дальнейшего прототипирования был выбран микроконтроллер STM32F407ZGT6, установленный на плате Olimex STM32-H407.

Для питания прототипа планируется использовать АКБ от ноутбука HP G6 увеличенной ёмкости. Можно использовать батарею от практически любого современного компьютера, так как большинство работают схожим образом: информация о заряде и физическом износе доступна из управляющего контроллера по шине SMBus (стандарт Smart Battery). Зарядка производится сначала с постоянным напряжением и без ограничений по току, затем, с ограничениями по напряжению и по току. Все значения напряжений и токов доступны в документации на сервис-

ное обслуживание конкретного ноутбука. Основным достоинством использования АКБ для ноутбука является безопасность: все показатели жизненного цикла литиевых ячеек хранит специальный контроллер, он же, самостоятельно обеспечивает защиту от перенапряжений, перегрева, короткого замыкания, перегрузок по току. Электропитание от сети целесообразно осуществить через зарядное устройство, с током до 4.5А и напряжением 19В. Подойдёт модель Lenovo CPA-A090.

Программное обеспечение для данного макета реализовано в виде модуля для графического редактора Blender 3D на языке Python, поддерживает подключение к сканеру по локальной сети через соединение TCP. Так же, для тестирования было реализовано средство управления на языке C++ с использованием средств QT.

Выводы:

Описанные изменение позволят увеличить продуктивность работы макета прибора, и повысят точность наведения луча лазера до 0.05 градуса. Так же, прибор впервые за время разработки станет автономным.

Список литературы:

1. Гусев В.Г. Гусев Ю.М. Электроника. Учеб. Пособие для вузов. – М.: Высшая школа, 1982.-495с, ил.

2. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники: пер. с англ. – Изд. Шестое М.: Мир, 2001. – 704с, ил.

3. Ядро Cortex-M3 компании ARM. Полное руководство 2012 г., 552 с. Джозеф Ю. Пер. с англ. А.В. Евстифеева. - М.: Додэка-XXI, 2012. - 552 с ил.

МЕТОДЫ И ПРОБЛЕМЫ ВЕРИФИКАЦИИ СИСТЕМ НА КРИСТАЛЛЕ

В.Л. Татарченко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе дается краткий обзор существующих методов верификации систем на кристалле и перечисляются существующие проблемы данной области. Это позволяет получить общее представление о данной теме и дает основу для более полного разбора в дальнейшем.

Введение

Системы-на-кристалле (system-on-chip) на данный момент являются следующим шагом в разработке аппаратного обеспечения. Они потребляют меньше энергии, стоят дешевле и работают надёжнее, чем наборы микросхем с той же функциональностью. Тем не менее, процесс проектирования и верификации подобных систем является сложным и дорогостоящим процессом, что порождает определенные проблемы в данной области.

Используемые методы

Одним из основных методов верификации на данный момент являются метрики. Метрика программного обеспечения (software metric), согласно определению, — мера, позволяющая получить численное значение некоторого свойства программного обеспечения или его спецификаций. На данный момент метрики в области разработки и верификации систем-на-кристалле используются крупными компаниями с готовой базой статистики по таким показателям, как производительность системы, время разработки, количество ошибок и т.д. Данный метод эффективен при наличии готовой базы вышеупомянутых показателей и позволяет использовать статистику предыдущих разработок для прогнозирования результатов по текущим проектам. Метрики позволяют, вследствие их традиционного использования в проектировании программного обеспечения, использовать статистические показатели для прогнозирования среднего времени верификации, а также провести корреляцию между использованием различных IP-блоков при проектировании системы-на-кристалле. Также метрики полезны для использования совместно с другими средствами, например с предложенной Г. Смитом из компании Oracle для использования в процессе верификации формулы распределения Рэйли (The Rayleigh Distribution Model)

$$E_m = \frac{6E_r}{t_d^2} \times te^{\frac{-3t^2}{t_d^2}},$$

где

E_m – ожидаемое количество ошибок за период,

t_d – количество рассматриваемых периодов,

t – затрачиваемое время (длина периода),

E_r – общее ожидаемое количество ошибок.

Исходя из данной формулы, необходимо выделить два показателя для последующих расчетов:

1.Продолжительность проекта

2.Общее ожидаемое количество ошибок

Как было упомянуто выше, метрики можно использовать совместно с указанной формулой. Говоря точнее, метрики необходимы для получения общего ожидаемого числа ошибок, которое можно выяснить, исходя из статистики по предыдущим проектам или, при наличии такой информации, по аналогичным проектам у других разработчиков. В случае отсутствия таких данных либо при первичном создании системы имеет смысл обратиться к существующим стандартам в данной области. Стандартами в области проектирования и верификации систем-на-кристалле занимается организация VSIA (Virtual Socket Interface Alliance), на данный момент предоставляющая т.н. «таблицу оценки качества» (QES, Quality Evaluation Spreadsheet), которая может быть использована как разработчиками IP-блоков для оценки собственных показателей качества и предоставления данной информации потребителю/разработчику системы-на-кристалле, так и разработчиками/потребителями для оценки отдельного IP-блока, сравнения нескольких существующих альтернатив либо для оценки качества всей системы-на-кристалле. Исследовательская группа VSIA, исследуя вопрос качества и остановившись на техническим аспектах данного понятия, вывела рекомендации, включающие в себя расширяемую QES и метрики и важность каждого атрибута качества из исследуемых.

Текущие проблемы

Основной проблемой, исходя из перечисленных методов, является отсутствие общих стандартов отрасли, регламентирующих необходимые показатели качества и возможные пути верификации. Данная проблема возникает вследствие слабой развитости рынка open-source hardware и закрытых данных разработчиков систем-на-кристалле. Также проблемой является сложность в прогнозировании сроков верификации и просчета целевых показателей при первичном проектировании той или иной системы-на-кристалле. Эта проблема возникает при разработке и верификации системы-на-кристалле разработчиком, у которого нет накопленной статистики по проектам с аналогичными характеристиками и является, по сути, входным барьером на рынок. На данный момент средств, позволяющих пол-

ностью автоматизировать процесс верификации и оценки результатов, не имеется, в итоге именно накопленный опыт в проектировании и верификации систем-на-кристалле является тем барьером, который необходимо преодолеть для того, чтобы занять достаточную для стабильного развития долю рынка.

Заключение

Такова, на данный момент, ситуация в области систем на кристалле. Эта работа является не последним исследованием данной темы и в дальнейшем послужит основой для более детального изучения вопроса и решения указанных проблем наиболее эффективным образом.

Список литературы:

1. A. Meyer, H. Foster et al. Metrics in SoC Verification. Not just for coverage anymore

2. M. Birnbaum. VSIA Quality Metrics for IP and SoC

3. G. Smith. Verification Bug Metrics. A Different Approach

ОБЩИЙ ОБЗОР БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ПРОИЗВОЛЬНЫМ КОЛИЧЕСТВОМ НЕСУЩИХ ВИНТОВ

М.М. Евстиферов, М.О. Моховиков, С.Д. Смирнов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В данном докладе произведен общий обзор летательных аппаратов с произвольным количеством несущих винтов, вращающихся диагонально в противоположных направлениях – мультикоптеров.

Введение

В настоящее время активно производится роботизация различных сфер деятельности человека. Беспилотные дистанционно управляемые и автоматические аппараты избавляют человека и от монотонной, рутинной работы, и от необходимости находиться в опасных для жизни местах, и иногда даже от ошибок, вызванных «человеческим фактором». Роботы находят применение и на земле, и в авиации, и в морской сфере деятельности человека.

Однако в гражданской сфере до сих пор остается не распространенной такой раздел робототехники, как беспилотная авиация. Казалось бы, достаточно часто говорят про успехи применения беспилотных летательных аппаратов в военной сфере, но про мирное применение говорят очень мало, хотя в этой сфере существует большая потребность в относительно дешевых летательных аппаратах.

Одним из самых распространенных видов беспилотных летательных аппаратов для гражданского применения является квадрокоптер. Квадрокоптер – летательный аппарат с четырьмя главными винтами. Данный аппарат стал распространенным за счет простоты и надежности конструкции, относительной простоты управления, а так же за счет возможности вертикального взлета и посадки. Простоту управления обеспечивает микропроцессорная бортовая система стабилизации и управления аппарата. Чаще всего подобные аппараты применяют для высотной съемки объектов и киносъемки.

Обзор мультикоптеров

У мультикоптеров имеется чётное (от 4 до 12) число винтов постоянного шага (автомата перекоса, в отличие от одно- и двухвинтовых беспилотных летательных аппаратов, нет). Каждый винт приводится в движение собственным двигателем. Половина винтов вращается по часовой стрелке, вторая половина — против, поэтому отсутствует необходимость наличия хвостового винта. Маневрируют мультикоптеры с помощью изменения скорости вращения винтов.

Микропроцессорная система переводит команды радиоуправления в сигналы управления двигателями. Чтобы обеспечить стабильное зависание, мультикоптеры в обязательном порядке снабжают тремя гироскопами, фиксирующих крен беспилотного летательного аппарата. Как вспомогательный инструмент, иногда, также используется акселерометр, данные от которого позволяют процессору устанавливать абсолютно горизонтальное положение, и барометр, который позволяет фиксировать аппарат на нужной высоте. Также, применяют сонар для автоматической посадки и удержания небольшой высоты, а также для облёта препятствий. Важная часть системы — GPS-приемник, который позволяет записывать маршрут полёта заранее, с компьютера, а также, возвращать аппарат в точку взлёта, в случае потери управляющего радиосигнала, или снимать параметры полёта в реальном времени или потом.



Преимущества мультикоптеров:

- Относительно малые габариты
- Отсутствие пилота на борту
- Отличная управляемость
- Высокая грузоподъемность

Недостатки мультикоптеров:

- Возможность потери управления при сильных электромагнитных помехах
- Дальность полета ограничена мощностью радиопередатчика
- Ограниченный запас батареи электропитания

Заключение

В современное время мультикоптеры могли бы принести пользу, как во время боевых действий, так и в спасательных операциях. На поле боя можно быстро доставлять медикаменты, провизию и боеприпасы. Также они могут применяться в разведывательных операциях. С помощью него можно искать людей в задымленном помещении, которым трудно выбраться самостоятельно.

Список литературы:

1. Моховиков М. О. «Разработка микропроцессорной системы управления беспилотным летательным аппаратом». Выпускная квалификационная работа НИУ ВШЭ, ФЭТ, 2014г.

2. Статья о многороторных летательных аппаратах https://ru.wikipedia.org/wiki/Мультикоптер

РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ «ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТ И ТЕРМОПАРА»

Д.С. Панасик
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В работе представлены топологическая математическая модель тепловых процессов транзистора, установленного на печатной плате, и модель системыэлектрорадиоэлемент (ЭРЭ) - термопара.Анализразработанных моделей в подсистеме АСОНИКА-Т позволил произвести оценку точности измерения температуры ЭРЭ контактным методом контроля.

Введение

Контроль температуры отдельных радиоэлементов, а также общих тепловых процессов печатных узлов является обязательной процедурой при производстве электронной аппаратуры. Он осуществляется на этапах приемосдаточных и климатических испытаний. В настоящее время, существуют следующие виды контроля тепловых режимов ПУ: бесконтактный и контактный методы[1,3].Несмотря на то, что на предприятиях чаще применяют бесконтактный методконтроля, используя тепловизоры, пирометры и т.д., существуют ситуации, когда просто необходимо провести измерения температур электронных компонентов в закрытом конструктивном объеме, т.е. требуется использование контактных методов контроля.Для последнего метода наиболее распространенным в промышленности температурным датчиком является термопара. Но, в виду того, что термопара способна перенимать часть тепла в результате кондукции, значения измеренных температур ЭРЭ могут быть недостаточно точными. Для повышения точности измерения температур контактным способом необходимо разработать модель тепловых процессов системы ЭРЭ-термопара и провести ее анализ.

Модель тепловых процессовЭРЭ и системы ЭРЭ–термопара.

В качестве исследуемого ЭРЭ возьмем транзистор КТ363А, установленный на печатной плате, а в роли термодатчика – термопару. Для определения температуры транзистора необходимо построить его модель тепловых процессов (МТП). Будем считать идеальными некоторые процессы теплопередачи внутри транзистора и в термопаре [2]:

1) корпус транзистора, кристалл транзистора и выводы транзистора изотермичны;
2) измерительный спай и провода термопары изотермичны.

В соответствии с методом электротепловой аналогии [2] и с учетом идеализированных процессов теплопередачи разбиваем транзистор на изотермические объёмы для МТП № 1 транзистора и МТП № 2 пары транзистор-термопара.

Выделяем следующие узлы МТП транзистора[4]: Кристалл, Корпус, Окружающая среда, Вывод № 1, Печатная плата, Вывод № 2, Вывод № 3.Тепловое сопротивление кристалл-корпус можно найти в ТУ на транзистор. Обозначим узлы транзистора, находящиеся в теплообмене друг с другом, и типы их взаимодействия:

1) Кристалл (1) – Корпус (2) → Заданное тепловое сопротивление → 1;
2) Корпус (2) – Окружающая среда (3) → Естественная конвекция с неразвитой вертикальной цилиндрической поверхности в окружающую среду → 28;
3) Корпус (2) – Окружающая среда (3) → Излучение с неразвитой цилиндрической поверхности → 19;
4) Кристалл (1) – Выводы №№ 1 - 3 (4, 6, 7) → Кондуктивный теплообмен в декартовой системе координат → 2;
5) Выводы № 1 - 3 (4, 6, 7) – Печатная плата (5) → Контактный теплообмен (прямоугольное пятно) → 11;
6) Выводы № 1 - 3 (4, 6, 7) – Окружающая среда (3) → Естественная конвекция с неразвитой вертикальной цилиндрической поверхности в окружающую среду → 28;
7) Выводы № 1 - 3 (4, 6, 7) – Окружающая среда (3) →Излучение с неразвитой цилиндрической поверхности → 19;
8) Печатная плата (5) – Окружающая среда (3) → Естественная конвекция с плоской неразвитой поверхности в окружающую среду → 26;
9) Печатная плата (5) – Окружающая среда (3) → Излучение с неразвитой поверхности → 16;
10) Кристалл (1) – (0) → Источник мощности → 101;
11) Окружающая среда (3) – (0) → Источник постоянной температуры → 111;

Примечание: 1, 19 – номера ветвей.

Разработанная МТП транзистора, установленного на печатной плате, представлена на рис. 1.

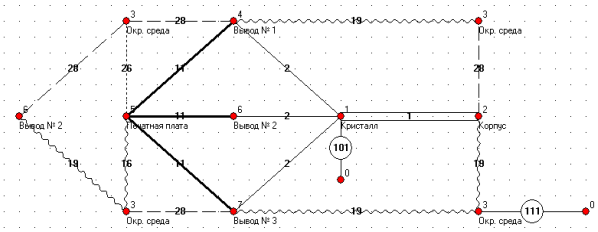


Рис.1. Модель тепловых процессов транзистора, установленного на печатной плате

Аналогично разбиваем на узлы МТП системы транзистор-термопара[4]: Кристалл, Корпус, Окружающая среда, Вывод № 1, Печатная плата, Вывод № 2, Вывод № 3, Измерительный спай, Провода термопары.

В табл. 1 указаны узлы и типы взаимодействия при теплообмене для МТП №2 транзистора с установленным на нем термопарой.

Таблица 1.

Пары узлов для модели тепловых процессов (МТП №2) транзистор-термопара

Узлы	Тип взаимодействия	Номер ветви
Корпус (2) – Измерительный спай (8)	Контактный теплообмен (круглое пятно)	12
Измерительный спай (8) – Окружающая среда (3)	Естественная конвекция с неразвитой вертикальной цилиндрической поверхности в окружающую среду	28
Измерительный спай (8) – Окружающая среда (3)	Излучение с неразвитой цилиндрической поверхности	19
Измерительный спай (8) – Провода термопары (9)	Кондуктивный теплообмен в декартовой системе координат	2
Провода термопары (9) – Окружающая среда (3)	Естественная конвекция с неразвитой вертикальной цилиндрической поверхности в окружающую среду	28

Разработанная модель представлена на рис. 2.

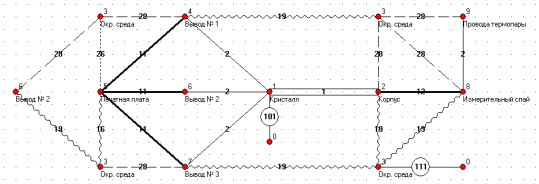


Рис.2. Модель тепловых процессов транзистора с установленной на нём термопарой

Результаты расчёта разработанных моделей тепловых процессов.

В табл. 2 представлены результаты расчёта разработанных моделей МТП № 1 (рис. 1) и МТП № 2 (рис. 2) в подсистеме АСОНИКА-Т. Мощность тепловыделения кристалла транзистора 0,2 Вт, температура окружающей среды 20°C. Для корпуса транзистора $\Delta T_{\text{расч}} = 72{,}5 - 62{,}1 = 10{,}4°C$.

Таблица 2. Результаты расчёта разработанных МТП

№	Узел	Температура, [°C]	
		МТП № 1	МТП № 2
1	Кристалл	74,4	64,3
2	Корпус	72,5	62,1
3	Окружающая среда	20,0	20,0
4	Вывод № 1	71,4	63,6
5	Печатная плата	71,2	63,1
6	Вывод № 2	72,3	63,9
7	Вывод № 3	72,3	63,9
8	Измерительный спай	-	61,7
9	Провода термопары	-	57,9

Заключение

Из таблицы 2 видно, что при контактном методе теплового контроля с использованием термопары результаты измерений обладают значительной погрешностью, что в дальнейшем может привести к неисправностям в аппаратуре. Поэтому, чтобы повысить точность измерений температур контактным способом, перед нами стоят две важнейшие задачи:

1) экспериментально исследовать влияния геометрических и теплофизических особенностей конструкций комплектующих элементов на точность и время измерения температур с помощью контактного термодатчика;

2) экспериментально исследовать влияния механической силы прижатия и угла наклона датчика температуры к электрорадиоэлементу;

Список литературы:

1.Кофанов Ю. Н., Шалумов А. С., Увайсов С. У., Сотникова С. Ю. Информационные технологии проектирования радиоэлектронных средств / Под отв. редакцией Ю. Н. Кофанова. – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2013. – 392 с.

2.Увайсов С. У., Кофанов Ю. Н., Манохин А. И. Моделирование тепловых процессов при проектировании, испытаниях и контроле качества радиоэлектронных средств. М.: МГИЭМ, 1998. – 139 с.

3.Увайсов С. У., Юрков Н. К. Методика обеспечения тепловой контролепригодности радиотехнических устройств на этапе проектирования // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Физико-математические науки (Российская Федерация). 2012. № 7. С. 16-22.

4.Увайсов С. У., Иванов И. А., Масленникова Я. Л., Хацкевич О. П. Исследование возможностей нестационарных тепловых процессов для вычисления конструктивных дефектов аппаратуры. Инновации в условиях развития информационно-коммуникационных технологий: Материалы научно-практической конференции / Под ред. В. Г. Домрачева, С. У. Увайсова – М.: МИЭМ, 2009. С. 229- 232.

СТРУКТУРА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ РЭС НА ОСНОВЕ MYRIO

П.С. Королев
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В работепредложна структура мобильного диагностического комплекса (ДК) для проверки технического состояния радиоэлектронных средств (РЭС). В основе устройства лежит платформа MyRIO, позволяющая автоматизировать и повысить эффективность процесса диагностирования.

Введение

Современные РЭС являются сложными многофункциональными устройствами. Для контроля их технического состояния зачастую необходима разработка индивидуальных систем диагностирования. Такой подход является неэффективным в виду больших финансовых затрат на разработку дополнительных устройств. Для решения данной проблемы необходима разработка универсального диагностического комплекса, позволяющего охватить широкий класс радиоэлектронной аппаратуры.

Структура диагностического комплекса

В работе предложена структура диагностического комплекса (рис. 1), позволяющего осуществлять анализ электрических характеристик РЭС и на его основе контролировать техническое состояние устройства.

В состав ДК входят три основные составляющие: коммутирующее устройство, платформа MyRIO (рис. 2) и персональный компьютер (ПК).



Рис.1. Структура ДК РЭС

Ключевым звеном диагностического комплекса является платформа MyRIO, которая осуществляет обработку информации, генерирует тестовые воздействия и производит первичный анализ электронных средств (ЭС). MyRIO – это платформа, позволяющая решать широкий спектр инженерных задач. Также данная платформа имеет компактный корпус при огромномряде выполняемых функций. Она работает в реальном времени и использует графическую среду программирования LabVIEW. Вней имеется три разъема: один порт расширения MSPи два порта MXP, служащие для получения и передачи сигналов.MyRIOсодержит двухъядерный программируемый процессор ARM Cortex-A9 с тактовой частотой 667 МГц;настроенную программируемую логическую интегральную схему для разработки систем, ставящихся перед разработчиками; программируемый чип Zynq-7010 и встроенный Wi-Fi модуль, который позволяет запускать приложения удаленно - без подключения к компьютеру.

В связи с большим многообразием электронных средств обусловлен широкий выбор стандартных интерфейсов, например, USB 3.1,RS-232, RS-485, DB-9. MyRIOтаких разъемов не имеет. Поэтому одной из задач является создание универсального коммутирующего

устройства, содержащего в себе набор стандартных разъемов для подключения разных интерфейсов.



Рис. 2. Устройство MyRIO от National Instruments

Коммутирующее устройство подключается к платформе MyRIO. У данной платформы есть ограничения по уровню сигнала при подаче на ее входы и выходы. Т.к. подключаемые ЭС могут выдавать разного уровня напряжения, то может возникнуть несоответствие данным ограничениям. Поэтому применяются либо усилитель, либо делитель напряжения для детектирования данных.

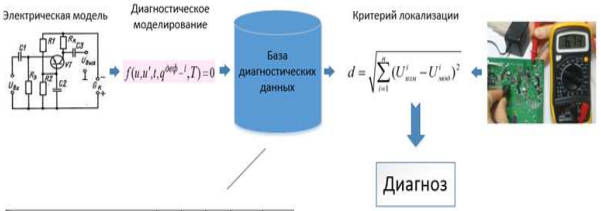
Также у MyRIOсуществуетконечное число аналоговых и цифровых входов и выходов, а именно содержится в общей сложности 40 цифровых линий ввода/вывода с поддержкой SPI, PWN выхода, входного импульсного датчика, UART и I^2C; восемь односторонних аналоговых входов; два дифференциальных аналоговых входа; четыре односторонних аналоговых выхода; и два общих аналоговых выхода. В некоторых случаях возникает ситуация, когда их может не хватить. Поэтому в состав коммутирующего устройства включается аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) или цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) для преобразования аналогового сигнала в цифровой и наоборот.

Персональный компьютерсодержит специально разработанный программный комплекс, который позволяет анализировать информацию, поступающую от платформы MyRIO. В результате которого определяется техническое состояние ЭС.

Программный комплекс позволяет управлять процессом диагностирования, а именно направлять соответствующие команды на устройство MyRIO. Возможные команды включают в себя различные виды тестовых сигналов, позволяющих обеспечить максимальную полноту диагностирования.

Метод диагностирования РЭС

В основу ДК положен метод справочников неисправностей (рис. 3), заключающийся в сравнении реальных характеристик РЭС с характеристиками, заложенными в базу диагностических неисправностей на этапе проектирования. Данный метод диагностирования является простым и достаточно эффективным.



КТ / Виды дефектов	1	2	3	...	n
1 Обрыв	U_{11}	U_{21}	U_{31}	...	
2 Замыкание	U_{12}	U_{22}	U_{32}	...	
... ...	...	...	...	...	
i Дефект	U_{ni}	U_{ni}	U_{ni}	...	

Рис.3. Принцип метода справочников неисправностей

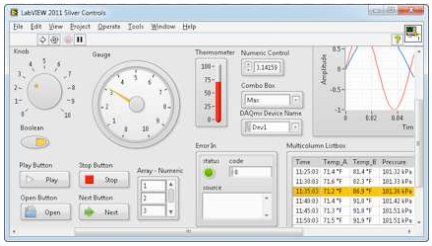


Рис.4. Пример готового устройства в LabVIEW

Заключение

В работе представлена структура диагностического комплекса, являющегося мобильной и универсальной системой. Благодаря применению уникальной технологии, заложенной в MyRIO, эффективность контроля технического состояния ЭС может быть значительно увеличена.

Статья написана в рамках научного проекта (№ 15-05-0029), выполненного при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2015 г.

Список литературы:

1.Исмаил-Заде М. Р., Иванов И. А., Увайсов С. У., Тихменев А. Н. Архитектура информационной системы диагностического моделирования // Качество. Инновации. Образование. 2014. № 12.

2.Кофанов Ю. Н., Сотникова С. Ю., Увайсов С. У. Динамика оптимизационного процесса при идентификации параметров электронных средств // Динамика сложных систем. 2012. № 3. С. 80-84.

3.Юрков Н. К., Затылкин А. В., Полесский С. Н., Иванов И. А., Лысенко А. В. Функциональная модель информационной технологии обеспечения надежности сложных электронных систем с учетом внешних воздействий // В кн.: Труды Международного симпозиума "НАДЕЖНОСТЬ и КАЧЕСТВО": в 2 т. Т. 1. Пенза: ПГУ, 2014. С. 184-187.

КОНВЕРТОПЛАН КАК УНИВЕРСАЛЬНЫЙ БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

М.О. Моховиков, М.М. Евстиферов, С.Д. Смирнов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В данном докладе произведен обзор крылатых беспилотных летательных аппаратов с возможностью вертикального взлета и посадки – конвертопланов.

Введение

Тема развития такой сферы роботизации, как беспилотная авиация, с каждым годом становится все более востребованной, ведь беспилотные летательные аппараты приобретают все большую популярность среди военных, спасательных и других служб. При этом для разных задач и условий эксплуатации существуют разные аппараты, но об универсальных аппаратах говорят в последнюю очередь. Соответственно, заводам, производящим беспилотные аппараты, приходится выпускать множество конструкций аппаратов. Причем, образовалось своеобразное клише - для каждой задачи свой аппарат, и об универсальности речи не идет. С одной стороны, такой подход может быть оправдан, ведь полностью универсального летательного аппарата не существует: либо самолет, имеющий недостаток в виде необходимого для взлета открытого пространства, либо вертолет, способный взлетать вертикально, но имеющий ограничения по скорости и продолжительности полета. Однако, существует такой тип летательных аппаратов, как конвертоплан - самолет вертикального

взлета и посадки, сочетающий в себе достоинства как вертолетов, так и самолетов.

Конвертоплан - винтокрылый летательный аппарат с поворотными двигателями, которые при взлете и посадке работают как подъемные, а в горизонтальном полете используются в качестве тяговых, при этом подъемная сила создается крылом.

Конструкции конвертопланов.

Основными конструкциями конвертопланов являются:

- Конвертоплан с поворотными винтами (tiltrotor) – конвертоплан, в котором поворотными являются винты либо гондолы с винтами и двигателями. По такой схеме выполнен серийный Bell V-22 Osprey. Такая конструкция является более простой по сравнению с другими. Однако, существенным минусом такой конструкции является рассеивание энергии на крыле во время вертикального взлета и посадки, из-за этого у того же Bell V-22 Osprey ограничена максимальная взлетная масса в режиме вертикального взлета - 23 859 кг против 27 443 кг в режиме горизонтального взлета. Так же у аппаратов данной конструкции есть режим взлета с коротким разбегом - когда аппарат в момент горизонтального взлета поворачивает двигатели на определенный угол для увеличения подъемной силы и уменьшения горизонтальной скорости, необходимой для взлета. Такой метод взлета был создан для возможности взлета с большей взлетной массой, чем в режиме вертикального взлета, когда длина взлетно-посадочной полосы ограничена.

- Конвертоплан с поворотным крылом (tiltwing) - конвертоплан, в котором поворотным является крыло в целом. Такая конструкция обеспечивает большую эффективность в вертикальном режиме, однако является более сложной, ведь крыло является несущим элементом самолета, и обеспечить достаточный запас прочности крыла и поворотного механизма является трудновыполнимой и затратной задачей.

Так же существуют более экзотические схемы, как tailsitter - самолет вертикального взлета и посадки с вертикальным положением корпуса, и конвертоплан с винтами в кольцевых каналах. Однако обе схемы признаны неэффективными: первая обладает большим количеством проблем, в том числе отсутствие возможности горизонтального взлета, а вторая схема неэффективна в режиме вертикального полета.

Возможности применения

В качестве примера единственного ныне эксплуатируемого серийного конвертоплана, можно привести американский Bell V-22 Osprey. На настоящий момент более 100 таких конвертопланов находятся на вооружении корпуса морской пехоты США и ВМС США.

В сфере беспилотных летательных аппаратов не известно применение конструкции типа конвертоплан. Однако, проведя аналогию с военным конвертопланом, можно судить о возможных применениях такого беспилотного летательного аппарата.

Используя преимущества вертолета и самолета, такой беспилотный летательный аппарат можно использовать для патрулирования местности - он не требует ни катапульты, ни взлетно-посадочной полосы для взлета, и при этом является полноценным самолетом с его скоростью и экономичностью полета. Так же, например, в горных условиях при поиске пострадавших альпинистов, такой аппарат может иметь на борту комплект для первой помощи пострадавшим и, используя возможность вертикальной посадки, приземлиться возле пострадавших и передать комплект первой помощи. Причем, в отличие от вертолета спасательных служб, такой аппарат сможет прилететь намного раньше - ему не требуется подготовка, оператор ввел координаты, нажал на кнопку - аппарат полетел. Или комплекс из нескольких таких аппаратов быстро проведет патрулирование и, как только один из аппаратов обнаружит пострадавших, сразу же передаст комплект помощи. Ведь в некоторых чрезвычайных ситуациях важна скорость оказания первой помощи.

Заключение

В целом, идея универсализации беспилотных летательных аппаратов в настоящее время мало исследована, и конструкция конвертоплана может быть одним из лучших возможных решений этой проблемы.

Список литературы:

1. Моховиков М. О. «Разработка микропроцессорной системы управления беспилотным летательным аппаратом». Выпускная квалификационная работа НИУ ВШЭ, ФЭТ, 2014г.

2. Статья про Bell V-22 Osprey https://ru.wikipedia.org/wiki/Bell_V-22_Osprey

3. Статья про конвертопланы https://ru.wikipedia.org/wiki/Конвертоплан

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ОСВЕЩЕНИЯ ОБЛАСТИ ЗА ВИДЕОМОНИТОРОМ

К.А. Богачёв, П.А. Глухов, А.А. Шинин
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Показана необходимость освещения области за экраном видеомонитора, проведен анализ существующих решений. Предложена структурная схема системы на основе датчиков освещенности.

Введение

При работе за компьютером наряду с четким контролем визуальных параметров самого монитора, необходим учет уровня внешнего освещения. В комплексе, эти подходы позволяют реализовать эргономически безопасное рабочее место пользователя. Только в этом случае наблюдается минимальное зрительное утомление и максимальная комфортность работы. Для обеспечения таких условий работы предлагается система автоматического освещения области за монитором. Ниже представлены варианты реализации и блок-схемы системы.

Основная часть.

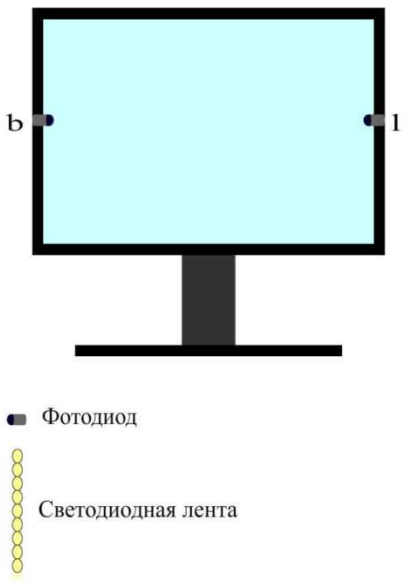


Рис.1

Основу системы освещения составляют периферийные осветители, реализованные на светодиодах, что упрощает управление яркостью. В качестве датчиков яркости экрана и адаптирующей яркости помещения используются фотоприемники, передающие сигнал яркости в модуль обработки и управления, реализованный на однокристальной микроЭВМ.

Предлагается два варианта поведения системы:

1 вариант: яркость окружающей среды ниже, чем яркость монитора. В этом случае яркость периферийных осветителей, установленных позади монитора, будет подстраиваться под текущую яркость монитора.

2 вариант: яркость окружающей среды выше, чем яркость монитора. В этом случае система осведомит пользователя о недостаточной яркости монитора мигающим индикатором, пока пользователь не увеличит яркость монитора до приемлемого уровня.



Рис.2

Выводы

Таким образом, предложенная система обеспечивает автоматическую подстройку адаптирующего уровня внешнего освещения для обеспечения комфортных условий зрительной работы, что позволит минимизировать зрительное утомление.

Список литературы:

1. Богачев К. А. Оптимизация качества информационного взаимодействия в человеко-машинных комплексах // Качество. Инновации. Образование. 2013. № 5. С. 47-51.

2. Богачев К. А. Оценка и повышение качества информационного взаимодействия операторов комплексов отображения информации // В кн.: Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий: материалы международной научно-технической конференции (2012) / Отв. ред.: И. А. Иванов; под общ. ред.: С. У. Увайсов. М. : МИЭМ НИУ ВШЭ, 2012. С. 514-516.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗМУЩЕНИЙ ИОНОСФЕРЫ НАД СТЕНДОМ «СУРА» НА ОЦЕНКИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПО СИГНАЛАМ ГЛОНАСС/GPS

А.В. Алексеева, В.М. Бородулина
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Представлен подход к исследованию влияний возмущений ионосферной плазмы, создаваемых стендом «СУРА» на прохождение сигналов через ионосферу и, как следствие, изменений характеристик позиционирования по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС).

Введение

Создаваемые стендом «СУРА» неоднородности ионосферной плазмы влияют на характер распространения радиосигналов, что должно проявиться в характеристиках псевдопозиционирования.

Первый раздел содержит справочную информацию о нагревном стенде «СУРА». Во втором приведено описание проведенного эксперимента.

Краткое описание нагревного стенда «СУРА»

В середине 1950-х годов в ведущих странах возникли планы облучать ионосферу мощными КВ-радиоволнами, вызывая в ионосферной плазме нелинейные явления (название связано с особенностями их математического описания). Моделирование состояния ионосферы показало, что при облучении создаются либо повышенная ионизация, зеркало, отражающее радиоволны более высокой частоты, чем естественная ионосфера, либо дополнительные неоднородности, увеличивающие интенсивность рассеянного сигнала.

В 1981 году были построен уникальный стенд «СУРА» вблизи пос. Васильсурск. Название «СУРА» — аббревиатура: Стенд Универсальный РАдиофизический, удачно подобранная под название протекающей рядом реки.

Главное назначение стенда — проведение экспериментов по воздействию мощного КВ-радиоизлучения на ионосферу для изучения нелинейных процессов в ней, потоков плазмы, химического состава в зависимости от высоты в различных зонах и других явлений.

Электромагнитное излучение стенда «СУРА» создает в ионосфере неоднородности, проходя через которые радиоволны отражаются от них (ракурсное рассеяние) или изгибаются. В левой части рис. 1 показано распределение концентрации электронов по высоте днём и ночью [2].

Одной из задач экспериментов на стенде «СУРА» является изучение влияния возмущений ионосферной плазмы различных масштабов на ошибки позиционирования по сигналам ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

Основное предназначение технологии ГНСС – расчет характеристик позиционирования. Для этого в схемных решениях навигационных приемников сигналов космических аппаратов (КА) ГНСС реализуются специальные фильтры обработки характеристик принимаемых сигналов. Проходя через них, пропадает информация, полезная с точки зрения геофизических приложений [3].

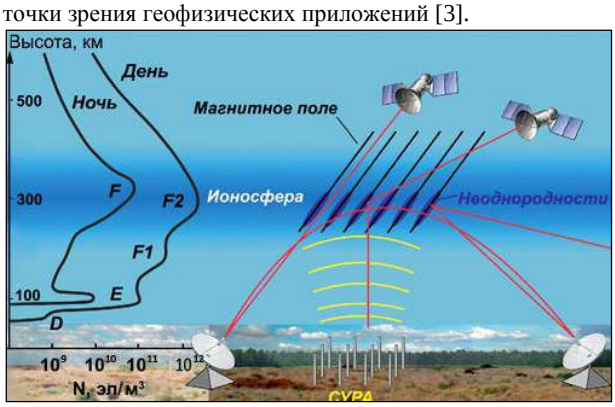


Рис.1. Схема экспериментов на нагревном стенде «СУРА»

Краткое описание проведенных экспериментов

В период с 19.03.2014 по 29.03.2014 проводились эксперименты по нагреву ионосферы над стендом «СУРА». Данные приемника обрабатывались с помощью программы [1]. Анализ связи аномальных всплесков среднеквадрати-

ческого отклонения (СКО) псевдопозиционирования с режимом работы стенда «СУРА».

На рисунке 2 показан пример всплесков СКО. По оси абсцисс - время, по оси ординат - суммарное СКО. Заливка цветом использована для отображения моментов включения стенда «СУРА».

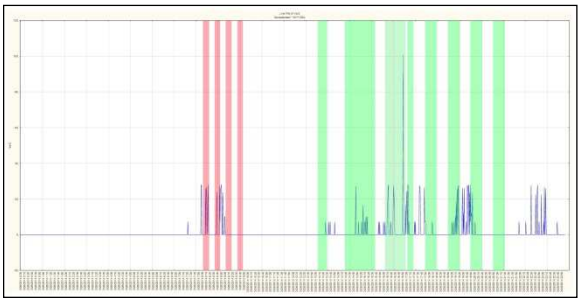


Рис.2. Всплески СКО позиционирования приемника на полигоне во время работы стенда «СУРА»

Сравнение характеристик псевдопозиционирования до нагрева ионосферы и после позволит в дальнейшем создать методику диагностики вариаций псевдопозиционирования навигационных приемников при работе стенда «СУРА».

Для этого необходимо проверить гипотезу о равенстве полученных оценок до и во время работы стенда «СУРА».

Заключение

Проведенные расчеты позволили выявить эффекты увеличения потока ошибок псевдопозиционирования во время нагрева ионосферы электромагнитными излучениями стенда «СУРА».

Список литературы:

1. Глухов Я.В. Программа расчета относительных значений полного электронного содержания по характеристикам ГНСС ГЛОНАСС/GPS/Galileo. – Свидетельство государственной регистрации программы для ЭВМ № 2013619293, ФИПС, 01.10.2013.

2. Понятов А. Зачем греют небо. Мифы и правда. Наука и жизнь № 8, 2013 г. – 144 с.

3. Тертышников А. В. Вариации характеристик псевдопозиционирования стационарного навигационного приемника вблизи слабого подводного землетрясения в Туапсе 8.09.2010 г./XII Всероссийская Открытая конференция "Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов", 10–14 ноября 2014 г., Москва, ИКИ РАН, 2014

АНАЛИЗ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОПУТНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ПОТОКОВ В ГЛАДКОМ ВОЛНОВОДЕ

В.В. Алтухова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В данной работе развиты методы теории связанных волн пространственного заряда для попутных электронных потоков с учетом коэффициента редукции плазменных колебаний. Записаны уравнения связанных волн и получены решения дисперсионного уравнения в режимах трех- и четырехволновой связей волн. В режиме малого сигнала при синхронизме медленной и быстрой волн пространственного заряда усиление сигнала в попутных потоках отличается экспоненциальным нарастанием амплитуд волн (аналог режима ЛБВ усилителя).

Введение

Физические размеры среды распространения волны и неоднородностей в электронных приборах не должны превышать длины волны, следовательно, принципиально наличие находящихся в непосредственной близости от электронного пучка электродов, размеры которых не превышают длину волны усиливаемого или генерируемого излучения. Это обстоятельство и является основным препятствием при создании мощных усилителей и генераторов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн.

Таким образом, возникает вопрос о возможности использования в генераторах сверхвысоких частот другого вида излучения, реализация которого не требовала бы применения замедляющих систем, резонаторов с узкими зазорами. Вместе с тем, электронные потоки представляют собой сложные многоэлектронные системы, в которых электроны участвуют в тепловом движении и, следовательно, характеризуются некоторым разбросом по скоростям.

Основные уравнения связанных волн попутных электронных потоков.

В рамках гидродинамического приближения и метода связанных волн проводилось теоретическое исследование продольного непрерывного взаимодействия двулучевых потоков в круглом гладком волноводе. В линейном приближении методами теории связанных волн исследуются дисперсионные характеристики при непрерывном взаимодействии попутных электронных потоков. Уравнения связанных волн плазменных колебаний в первом (или втором) потоке, находящемся под воздействием кулоновского поля другого потока, имеют вид [2]:

$$\left[\frac{d}{dz} + i\left(\beta_{e1} \mp \beta_{q1}\right)\right] a_{q1\pm} = -i\left|M_{12}\right|\left(a_{q2+} - a_{q2-}\right), \qquad (1a)$$

$$\left[\frac{d}{dz} + i\left(\beta_{e2} \mp \beta_{q2}\right)\right] a_{q2\pm} = -i\left|M_{21}\right|\left(a_{q1+} - a_{q1-}\right). \qquad (1б)$$

Для получения характеристического уравнения связанной системы общее решение ищется в виде:

$$a_{q2\pm}(z) = a_{q2\pm}(0)\exp(\gamma z), \qquad (2)$$
$$a_{q1\pm}(z) = a_{q1\pm}(0)\exp(\gamma z).$$

Для нахождения комплексного коэффициента распространения γ предполагаемые решения (2) подставляются в систему уравнений для попутных электронных потоков (1), после чего находится детерминант системы, который приравнивается к нулю

$$\begin{vmatrix} -\gamma - i\beta_{q1+} & c_{12} & c_{13} & c_{14} \\ c_{21} & -\gamma - i\beta_{q1-} & c_{23} & c_{24} \\ c_{31} & c_{32} & -\gamma - i\beta_{q2+} & c_{34} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & -\gamma - i\beta_{q2-} \end{vmatrix} = 0$$

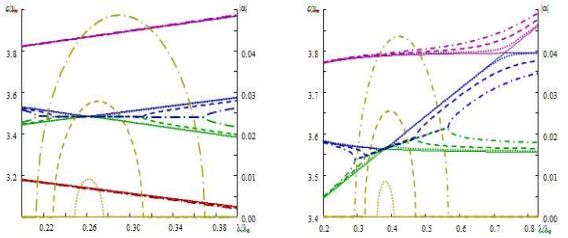
.

Полученное характеристическое уравнение непрерывного четырехволнового двулучевого взаимодействия справедливо в широкой полосе частот для различных параметров электронных потоков и гладких волноводов.

Взаимодействие попутных электронных потоков в гладком волноводе.

В качестве примера расчета на рис.1 приведены результаты взаимодействия попутных широких или узких электронных потоков. Взаимодействие быстрых волн этих потоков соответствует направленному ответвителю с периодической или апериодической связью волн. Попутные потоки рассматриваются для различных значений плазменной частоты с ограниченным расхождением медленных и быстрых волн. При слабой связи широких попутных потоков возникает двухволновая связь волн (рис. 1а), а при

взаимодействии узкого и широкого электронных потоков реализуется режим трехволновой связи волн (рис. 1б).



(*а*) (*б*)

Рис.1. Дисперсионные зависимости замедления и параметра нарастания от нормированной длины волны двух широких (а) и широкого и узкого (б) попутных электронных потоков: U_{01}=20 кВ, U_{02}=25 кВ; I_{01}=I_{02}=2 А; ω_{p1}=ω_{p2}=0,2. , M_{12}=M_{21}=0 – сплошные линии; 0,1 – пунктирные линии; 0,3 – штриховые линии; 0,5 – штрих-пунктирные линии.

Заключение

Данная работа позволяет произвести измерения, существенные для создании мощных усилителей и генераторов миллиметрового и субмиллиметрового диапазонов волн.

Список литературы:

1. Канавец В.И., Мозговой Ю.Д., Слепков А.И. Излучение мощных электронных потоков в резонансных замедляющих системах. Москва, изд. МГУ, 1993 г., 207 стр.

2. Мозговой Ю.Д., Хриткин С.А. Волновые процессы в микроволновой электронике. Учебное пособие, РИО МИЭМ НИУ ВШЭ, Москва. 2012 г. 94 стр.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕРАТОРА ХАОТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

С.А. Пресняков, В.О. Яговцев, А.А. Скуридин, Д.А. Пахомова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В статье рассмотрена одна из стандартных реализаций схемы генератора Чуа, объяснен принцип его работы и поставлена задача исследования теоретической возможности использования генератора Чуа как части передатчика зашифрованного сигнала. Для этого был собран генератор, на примере которого показана и обоснована возможность использования данного типа устройств в различных передающих устройствах.

Введение

Рассмотрено явление детерминированного хаоса в динамических системах ДС, означающее их чувствительность к изменениям начальных условий, что приводит к сколь угодно большим изменениям динамики. Фазовым портретом хаотической ДС является странный аттрактор, представляющий собой сложную фрактальную структуру. В данной работе рассмотрена нелинейная диссипативная ДС с подкачкой энергии извне на основе схемы Чуа. Получен фазовый портрет данной системы. Рассмотрены возможные применения хаотических ДС в системах кодирования и передачи информации с использованием хаотического сигнала в качестве несущей, а также их преимущества по сравнению с другими видами сигналов.

Явление хаоса в динамических системах

Динамической системой (ДС) называется объект любой природы, состояние которого изменяется во времени по некоторому динамическому закону, определяемому оператором эволюции. Необходимым условием хаотичности ДС является чувствительность к начальным параметрам, математически оцениваемая при помощи показателей Ляпунова:

$$\lambda = \lim_{t\to\infty} \frac{1}{t-t_0} \ln \frac{d(t_0)}{d(t)}$$

Поскольку существует целый спектр показателей Ляпунова для каждого из компонент фазового пространства, в качестве меры неустойчивости системы используют максимальный показатель Ляпунова:

$$\lambda_{max} = \lim_{t\to\infty} \lim_{d(t)\to 0} \frac{1}{t-t_0} \ln \frac{d(t_0)}{d(t)}$$

Характерной особенностью хаотических ДС является наличие странных аттракторов в фазовом пространстве, вид которых определяется значениями спектра показателей Ляпунова.

Генератор Чуа и его приложения

Использована схема Чуа в качестве примера электрической хаотической ДС. Она описывается следующими уравнениями:

$$\begin{cases} C_1 \dfrac{dv_{C1}}{dt} = G(v_{C2}-v_{C1}) - g(v_{C1}) \\ C_2 \dfrac{dv_{C2}}{dt} = G(v_{C1}-v_{C2}) + i_L \\ L \dfrac{di_L}{dt} = -v_{C2} + R_0 i_L \end{cases}$$

На осциллографе была получена проекция фазового пространства на плоскость, по осям которой отложены напряжения на конденсаторах.

Рассмотрена схема передающего устройства с интегрированным в неё генератором Чуа. Описан алгоритм передачи сообщения с использованием хаотического сигнала в качестве несущей. Преимуществами хаотических сигналов являются: широкополосность, ортогональность, сложность и помехоустойчивость. Последние два свойства делают хаотические сигналы применимым в криптографии.

В результате данной работы экспериментально был изучен хаотический режим колебаний в простейших электрических схемах, продемонстрирована возможность снимать характеристики в данных схемах с известной точностью, что имеет значение в задаче дешифровки переданного сообщения.

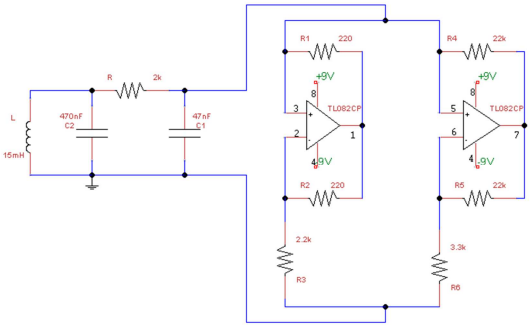


Рис.1. Принципиальная схема генератора Чуа.

Список литературы:

1. Б.И. Шахтарин и др. Генераторы хаотических колебаний: Учебн. Пособие / Б.И. Шахтарин, П.И. Кобылкина, Ю.А Сидоркина, А.В. Кондратьев, С.В. Митин. – М.: Гелиос АРВ, 2007.

2. Управление хаосом: методы и приложения. II. Приложения. / Б.Р. Андриевский, А.Л. Фрадков, ИПМ РАН, Санкт-Петербург, 2004.

3. Ned J. Corron and Daniel W. Hahs, “A New Approach to Communications Using Chaotic Signals”, in *IEEE Trans. Circuits Syst. I*, vol. 44, pp. 373-382, May 1997.

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ ПЕЧАТНОЙ ПЛАТЫ И КОРПУСА УСТРОЙСТВА «ДАТЧИК ДОЖДЯ»

А.М. Егоров, П.Г. Новиков
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

На сегодняшний день в автомобильной индустрии датчики дождя приобрели широкое распространение. Данное устройство призвано облегчить эксплуатацию автомобиля и позволит водителям автомобилей не отвлекаться на управление системой очистки лобового стекла в процессе эксплуатации транспортным средством.

Цель данного проекта разработать печатную плату датчика дождя и корпус к ней, а также сформировать все необходимые файлы для производства печатной платы.

В докладе рассмотрены вопросы проектирования электронной схемы и печатной платы датчика дождя, создание его 3D-модели, разработка корпуса платы и их тестирование.

Прибор разработан для эксплуатации в автомобиле, так как автомобиль постоянно подвергается различным воздействиям извне мы поставили перед собой цель проработать печатную плату неплохим запасом прочности. Поэтому электрическая схема была подобрана исходя из простоты изготовления и высокой надежности. Ее элементы просты и практически безотказны. Все элементы схемы были протестированы на работоспособность в различных режимах работы в программе MultiSim.

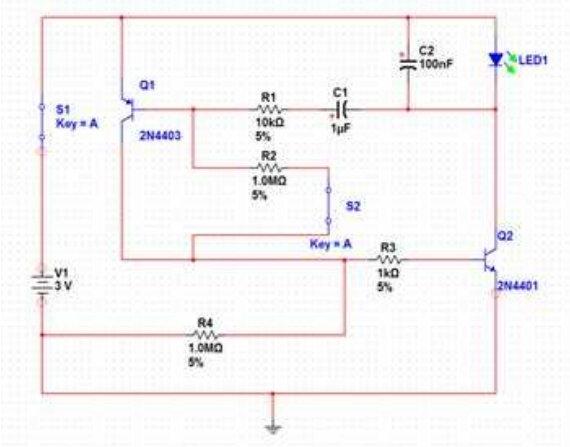


Рис.1. Скриншот электрической схемы в программе MultiSim

Далее разработанная схема была перенесена в AltiumDesigner, данная программа позволяет реализовывать проекты электронных средств на уровне схемы или программного кода с последующей передачей информации проектировщику программируемой логической интегральной схемы или печатной платы. Таким образом, в результате работы с AltiumDesigner сформировались все необходимые файлы для производства печатной платы. В этой программе был создан макет платы и проведена ее трассировка. Разработка платы велась исходя из ее максимальной компактности и способности переносить нагрузки, в процессе эксплуатации, также была создана 3D-модель платы.

В процессе эксплуатации автомобиля при движении до 100 км/ч датчик дождя будет постоянно подвержен гармоническим колебаниям, неровности дороги вызывают случайные вибрации, также необходимо учесть тепловые и механические воздействия. Поэтому тестированию платы на указанные воздействия было уделено особое внимание. Проверка платы на тепловые воздействия в программе АСОНИКА-ТМ показали, что выделяемое при работе платы тепло, тепло от окружающей среды (от -40^0C до $+40^0$C) и различных агрегатов автомобиля не может навредить элементам платы, а значит нет надобности в установке радиатора. Проверка на воздействия гармонической и случайной вибрации показали, что плата выдерживает вибрации до 1000Гц, максимальная частота вибраций автомобиля достигает от 180 до 200 Гц.Проверка платы на механические воздействия выявила, что прибор устойчив к систематическому воздействия ударов и вибраций. Проведенные тесты показали хорошую устойчивость электронной печатной платы к различным воздействиям.

Завершающим шагом является разработка корпуса для печатной платы в программной среде SolidWorks. Поскольку мы имеем дело с автомобилями корпус должен быть устойчив не только к ударам, но и к воздействиям влаги и горюче смазочных материалов, а также появлению микротрещин. Добиться требуемого результата позволяет полистирольный пластик, он отвечает всем перечисленным требованиям и относительно дешев. Для создания 3D-модели корпуса необходимо импортировать файлы из AltiumDesigner.

Полученный прибор «Датчик дождя» предназначен для установки в автомобиле и сигнализирует при контакте с водой. Датчик дождя отвечает всем необходимым техническим требованиям. Корпус и электронная плата ударопрочны и выдержат любые нагрузки при эксплуатации. При разработке прибора были использованы различные инновационные решения, что позволило сделать его простым и дешевым в изготовлении и в тоже время прочным и долговечным в эксплуатации. Корпус и плата ударопрочны и выдержат любые возможные при использовании в автомобиле нагрузки. Архитектура изделия и правильно выбранные материалы позволили добиться значительного запаса прочности, что не маловажно при эксплуатации в автомобиле, так как изделие будет постоянно подвергаться различным воздействиям извне.

В последнее время датчики дождя набирают всю большую популярность среди автолюбителей, поскольку полученный в результате научно-технической работы прибор имеет ряд преимуществ у него есть шанс занять свою место на данном рынке.

Список литературы:

1. СабунинА.Е.Altium Designer. Новые решения в проектировании электронных устройств**.** Издательство: Солон-Пресс, 2009г.

2. Большаков В.П., Бочков А.Л. Основы 3D-моделирования. Изучаем работу в AutoCAD, КОМПАС-3D, SolidWorks, InventorИздательство: Питер, 2013г.

3. А. Медведев. Технология производства печатных плат, 2005г.

4. КечиевЛ.Н. Проектирование печатных плат для цифровой быстродействующей аппаратуры. Издательство: Издательский Дом Технологии, Группа ИДТ, 2007г.

5. Пирогова Е.В Проектирование и технология печатных плат. Издательство: Форум, Инфра-М, 2005г.

6. Кумбза К.Печатные платы. Справочник. В 2-х книгах. Издательство: Техносфера, 2014г.

7. ХернитерМаркЕ. Electronics Workbench Multisim. Самоучитель по программе. Издательский дом ДМК пресс, 2006г.

8. РавильЗагидуллин. Multisim, Labview, Signal Express. Практика автоматизированного проектирования электронных устройств. Издательство: Горячая Линия - Телеком, 2009г.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТЕВОГО ФИЛЬТРА

А.А. Гаврилов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В работе проведено моделирование сетевого фильтра без учета паразитных параметров в программной среде MicroCap 9 и экспериментально получена его амплитудно-частотная характеристика.

Введение

Целью работы является сравнение результатов моделирования с измеренными параметрами реального сетевого фильтра. Моделирование является обязательной частью исследований и разработок, так как снижает затраты и время на разработку аппаратуры. Чтобы получить адекватную модель необходимо сопоставить результаты моделирования с данными физического эксперимента, с целью проверки полученных данных и для уточнения самой модели. Погрешности моделирования связанны с упрощением реальных систем, недостатком знаний и навыков. Погрешности можно предотвратить, компенсировать или учесть. В данной работе показана важность учета погрешностей в процессе разработки электронной аппаратуры.

Сетевые помехоподавляющие фильтры

Электромагнитная совместимость – это способность технических средств функционировать с заданным качеством в заданной электромагнитной обстановке и не создавать недопустимых электромагнитных помех другим техническим средствам. Из этого следует, что технические средства, генерирующие такие помехи или восприимчивые к ним должны сертифицироваться, поэтому борьбе с помехами в последнее время уделяется все больше внимания, как на стадии разработки аппаратуры, так и на стадии производства и эксплуатации. Такие фильтры позволяют оптимизировать схемотехнические и конструкторские решения для максимального уменьшения или полного подавления паразитных генераций и побочных излучений, увеличить помехоустойчивость аппаратуры к внешним электромагнитным воздействиям и импульсным сигналам, устранить возможные утечки информации. При разработке сетевых фильтров огромное значение имеет частотный спектр и вид напряжений помех, в которых используется фильтр. Эффективность сетевого фильтра оценивается вносимым затуханием для сигнала помех. Его принято выражать в децибелах:

$$A = \frac{20 \lg U1}{U2},$$

где $U1$ – напряжение помех без фильтра; $U2$ – напряжение помех с фильтром.

Структура фильтра определяется во многом внутренним сопротивлением источника помех, сопротивлением сети и видом помех. Обычно помехоподавляющие фильтры реализуют путем каскадного соединения Г-образных или Т-образных звеньев добиваясь необходимого уровня затухания.

Результаты моделирования и измерений

В качестве объекта исследований выбран сетевой помехоподавляющий фильтр СПФ-10. Подобные фильтры предназначены для подавления радиопомех в сетевых проводах, входящих в экранированное помещение, также в экраны заземлённых устройств. Применяются для подавления электромагнитных помех в цепях питания электронной аппаратуры в диапазоне частот от 10 кГц до 1 ГГц, также препятствуют утечке информационных сигналов по цепям электропитания. Полученные в результате моделирования и измерения амплитудно-частотные характеристики показаны на рис. 1.

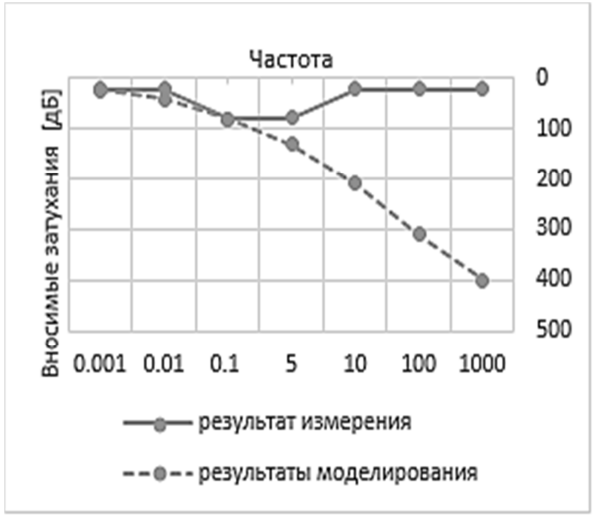


Рис.1. Результаты моделирования и измерений сетевого помехоподавляющего фильтра СПФ-10.

При сравнении результатов измерений и моделирования видно, что вносимые затухания реального сетевого фильтра меньше чем идеальной модели, более того в реальном фильтре при увеличении частоты – затухание уменьшается, что вызвано паразитными параметрами и не идеальностью фильтра.

Заключение

Данное исследование указывает на сильное расхождение результатов моделирования и экспериментальных исследований (идеальной модели фильтра и реальной конструкции). Из этого можно сделать вывод, что при моделировании сетевых помехоподавляющих фильтров модель должна быть доработана с учетом паразитных параметров, которые присутствуют в реальных конструкциях.

Список литературы:

1. ГОСТ Р 50397-2011 (МЭК 60050-161:1990). Совместимость технических средств электромагнитная. Термины и определения.

2. http://www.hse.ru/data/2013/06/24/1287480398/%D0%94%D0%B8%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0.docx

3. Бландова Е. Помехоподавляющие изделия. Рекомендации по выбору и применению. – Специальная техника, 2001, №1.

4. Ланцов В., Эраносян С. Электромагнитная совместимость импульсных источников питания: проблемы и пути их решения. Часть 1 // Силовая электроника. 2006. № 4.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ БЕЗОТКАЗНОСТИ СИСТЕМЫ ТОПЛИВОПИТАНИЯ САМОЛЕТА

Н.А. Лебедева
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Введение

Согласно [1], *надежность* – свойство самолета сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять полетные задания в расчетных режимах и условиях эксплуатации, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортирования.

Надежность самолета характеризуется следующими свойствами: безотказностью, ремонтопригодностью, долговечностью и сохраняемостью. На этапе эскизного проектирования необходимо оценивать безотказность, ремонтопригодность и долговечность проектируемой системы.

Безотказность–свойство самолета непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение времени выполнения рабочего задания [1].

Безотказность может быть количественно оценена такими показателями, как вероятность безотказной работы *P(t)*и вероятность отказа *Q(t)* системы самолета за время выполнения рабочего задания.

Для оценки безотказности систем на этапе проектирования применяются следующие методы:

- метод структурных схем;
- метод логических схем.

Метод структурных схем

При использовании метода структурных схем реальная система отображается структурной схемой событий безотказной работы элементов (диаграммой безотказной работы), состоящей из сочетания последовательно и параллельно соединенных звеньев.

В случае последовательного соединения *k*звеньеввероятность безотказной работы системы *P(C)*определяется как:

$$P(C) = P(A_1A_2 \dots A_k) = \prod_{i=1}^{k} P(A_i), \quad (1)$$

гдеA_i – событие безотказной работыi-ого звена последовательного соединения, а$P(A_i)$ – вероятность безотказной работы i-ого звена последовательного соединения.

Для k звеньев параллельного соединения:

$$P(C) = P(A_1{+}A_2 + \cdots + A_k) = 1 - \prod_{i=1}^{k}\big(1 - P(A_i)\big). \quad (2)$$

Рассмотрим для примера систему, состоящую из 5 насосов, перекачивающих топливо из бака в двигатель. Диаграмма безотказной работы топливной системы приведена на рис. 1.

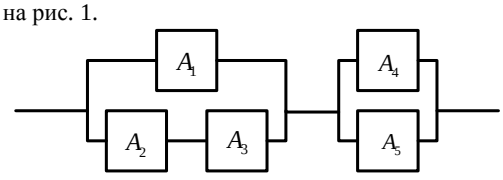


Рис. 1. Диаграмма безотказной работы топливной системы, A_i – событие безотказной работы i-ого насоса.

В случае если:

1) все элементы системы имеют лишь один тип отказа,

2) отказы элементов системы – события независимые,

3) диаграмма безотказной работы не должна содержать события, отрицающие друг друга,

4) все звенья ординарны, т.е. одно и то же событие представляется в структурной схеме только в виде одного звена,

выражение для вероятности безотказной работы системы примет вид:

$$P(C) = \big[1 - \big(1 - P(A_1)\big)\big(1 - P(A_2)P(A_3)\big)\big] \cdot [1 - (1 - P(A_4))(1 - P(A_5))].$$

Принятые допущения ограничивают применение метода структурных схем лишь ранними стадиями синтеза и анализа диаграмм безотказной работы сложных технологических систем, к которым относятся системы топливопитаниясамомолета.

Метод логических схем

Метод логических схем не требует введения ряда ограничений, характерного для метода структурных схем, поэтому допускает рассмотрение различных типов отказов для элементов системы.

Рассмотрим метод логических схем на примере расчета надежности насосной группы топливной системы самолета (рис. 2).

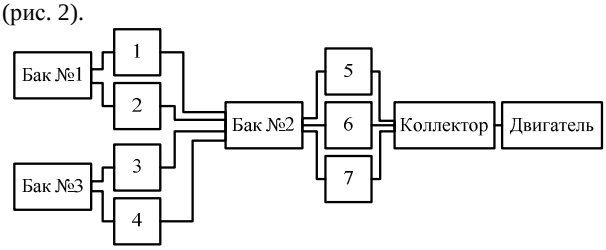


Рис.2. Схема функционирования насосов.

Насосы 1, 2, 3, 4 перекачивают топливо из баков № 1, 3 в бак № 2, откуда насосы 5, 6, 7 подают топливо в общий коллектор, откуда – в двигатель. Для безотказной работы системы достаточно безотказной работы одного из двух насосов в баках № 1, 3 и безотказной работы любых двух из трех насосов бака № 2.

Логическая схема безотказной работы системы представлена на рис. 3.

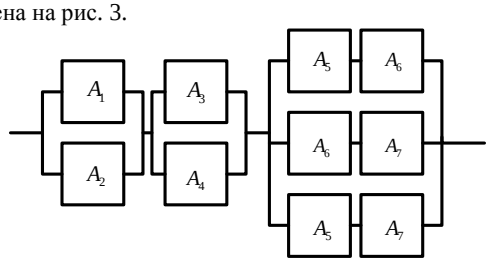


Рис.3. Логическая схема событий, обеспечивающих безотказную работу топливной системы, A_i – событие безотказной работы i-ого насоса.

Используя термины алгебры логики, запишем выражение для события безотказной работы системы *C*:

$$C = (A_1 + A_2)(A_2 + A_3)(A_5A_6 + A_6A_7 + A_5A_7). \quad (3)$$

Подставив выражения (1) и (2) в (3), получим уравнение для безотказной работы системы *P(C).*

Заключение

В работе рассмотрены методы структурных и логических схем, используемые для оценки безотказности систем топливопитания самолета на этапе проектирования. Для сложных многофункциональных систем и изделий, подсистемы и аппараты которых на разных этапах полета могут иметь различные виды отказов и по-разному влиять на выполнение полетного задания, применяется также схемно-функциональный метод расчета безотказности.

Список литературы:

1. Анцелиович, Л.Л. Надежность, безопасность и живучесть самолета / Л.Л. Анцелиович. – М.: Машиностроение, 1985. - 296с., ил.

2. Матвеенко, А.М. Проектирование гидравлических систем летательных аппаратов / А.М Матвеенко, И.И.Зверев. –М.: Машиностроение, 1982. – 296 с., ил.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТЕЙ ОТКАЗОВ ЭЛЕМЕНТОВ КЛАССА «РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ»

И.Л. Лушпа
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Работа посвящена обзору основных методик расчета надежности ременных передач, используемых в различных передаточных механизмах, применяемых в электронных средствах. Рассматривается область применения данных методик, а так же особенности их использования.

Данное научное исследование (№ проекта 14-05-0038) выполнено при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014 г.

Введение

Целью исследования является анализ методик расчета надежности ременных передач и разработке рекомендаций по их применению.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Выявить основные методики расчета.
2. Рассмотреть математические модели, применяемые в этих методиках.
3. Найти область применения.
4. Разработать рекомендации.

Методики расчета интенсивностей отказов механических элементов

Сегодня в мире существует большое количество справочной литературы и научно-технической документации, позволяющей с той или иной точностью оценить показатели надежности электронных средств (ЭС) [1, 2]. Эти методики в силу их преимущественной востребованности основаны на оценки надежности ЭС по характеристикам надежности электрорадиоизделий (ЭРИ).

Для информационной поддержки данных по актуальным характеристикам надежности ЭРИ издается и периодически обновляется Справочник «Надежность ЭРИ» [3]. Значительно меньшее внимание уделено механическим элементам (МЭ), хотя целый ряд ЭС включает в себя механические элементы [4].

Это же можно отнести и к программным средствам, используемым для оценки надежности ЭС [5]. Вместе с тем существует и несколько программ расчета показателей надежности МЭ, в которых используются методики расчета, приведенные в стандартах РМ 25 446 [6] и NSWC-11 [7].

Каждая из этих методик имеет свой подход к моделированию интенсивностей отказов МЭ. Коэффициенты моделей стандарта РМ 25 446 [6] основаны на чисто статистических данных, в то время коэффициенты моделей стандарта NSWC-11 [7] представляют собой функции конструкционных характеристик и физико-химических свойств материалов МЭ [8-10].

Математические модели интенсивностей отказов ременных передач

Ременные передачи широко используются в различных механизмах, применяемых в электронных средствах (верньерных, лентопротяжных и др.). Некоторые виды ременных передач представлены на рис. 1.

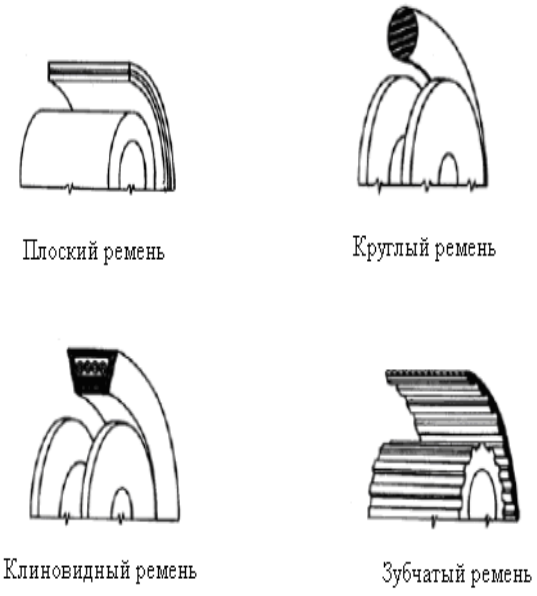


Рис.1. Виды ременных передач.

В справочниках в РМ 25 446 [6] и NSWC-11 [7] приведены математические модели интенсивностей отказов ременных передач Так интенсивность отказов в РМ 25 446 [6] рассчитывается по модели:

$$\lambda_э = \lambda_б \cdot K_{11} \cdot K_{12} \cdot K_{13} \cdot K_{14} \cdot K_{15} \cdot a_{k1} \cdot a_{k2} \cdot a_{k3} \cdot a_m \quad (1)$$

где: $\lambda_б$ - интенсивность отказов пружины в номинальном режиме и нормальных условиях (температура окружающей среды 20±10 ºС; относительная влажность воздуха 30...70%; атмосферное давление 0,825...1,06•10^5 Па; отсутствие вибрации и ударов); K_{11} - коэффициент, учитывающий воздействие вибрации; K_{12}- коэффициент, учитывающий воздействие ударов; K_{13}- коэффициент, учитывающий воздействие климата; K_{14}- коэффициент, учитывающий воздействие качества обслуживания; K_{15}- коэффициент, учитывающий воздействие качества изготовления; a_{k1} - коэффициент, учитывающий тип передачи; a_{k2} - коэффициент, учитывающий отношение диаметра шкива к толщине ремня; a_{k3} - коэффициент, учитывающий расположение шкивов; a_m - коэффициент нагрузки.

Математическая модель интенсивностей отказов, представленная в NSWC-11 [7], имеет вид:

$$\lambda_э = \lambda_б \cdot C_{BL} \cdot C_t \cdot C_{PD} \cdot C_{PD} \cdot C_{BT} \cdot C_{BV} \cdot C_{SV} + \lambda_П \quad (2)$$

где: $\lambda_б$ - базовая интенсивность отказов; C_{BL} - коэффициент, учитывающий нагрузку ремня; C_t - коэффициент, учитывающий рабочую температуру; C_{PD} - коэффициент, учитывающий диаметр шкива; C_{BT} - коэффициент, учитывающий тип ремня; C_{BV} - коэффициент, учитывающий обслуживание ременного привода; C_{SV} - коэффициент, учитывающий среду; $\lambda_П$ - интенсивность отказов ведущего и ведомого шкивов.

Как видно из (1) и (2) коэффициенты математических моделей учитывают примерно одни и те же параметры. Однако в РМ 25 446 [6] зависимости значений поправочных коэффициентов представлены в табличном виде, в то время как в NSWC-11 [7] каждый коэффициент задается формулой, что даёт более точные результаты при расчете коэффициентов, и, следовательно, интенсивностей отказов ременных передач.

В подтверждение этого рассмотрим расчет ременной передачи, применяемой в электрическом генераторе при следующих условиях:

Генератор располагается в лаборатории. Климат - умеренный. Диаметр шкива - 140 мм. Отношение к толщине

ремня - 15. Рабочая мощность, передаваемая ремнем - 3,02 кВт. Номинальная мощность, передаваемая ремнем - 2,52 кВт. Рабочая температура - плюс 40 ºС.

Требуемая интенсивность отказов - $1{,}0*10^{-5}$ 1/ч.

Проведем расчет коэффициентов по методике РМ 25 446 [6]:

$\lambda_э = 3{,}0 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}2 \cdot 5{,}0 \cdot 2{,}0 \cdot 1{,}5 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}5 \cdot$

При этих значениях эксплуатационная интенсивность отказов равна:

$$\lambda_э = 2{,}7 \cdot 10^{-5} \text{ 1/ч.} \quad (3)$$

Как видно из (3), полученный результат не соответствуют заданным требованиям. При этом значения коэффициентов снизить не представляется возможным, т.к. они не зависят от особенностей ременной передачи, а только от режима ее применения.

Проведем расчет коэффициентов по методике NSWC-11 [7]:

$\lambda_э = 40 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}741 \cdot 1{,}134 \cdot 2{,}531 \cdot 0{,}18 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 + 0{,}8 \cdot 10^{-6} \cdot$

При этих значениях эксплуатационная интенсивность отказов равна:

$\lambda_э = 4{,}039 \cdot 10^{-5}$ 1/ч.

Расчет и по данной методике не дал желаемого результата. Оценим влияние коэффициентов модели (2) на интенсивность отказов.

На рис. 2-4 представлены графики зависимости интенсивности отказов от коэффициентов модели (2).

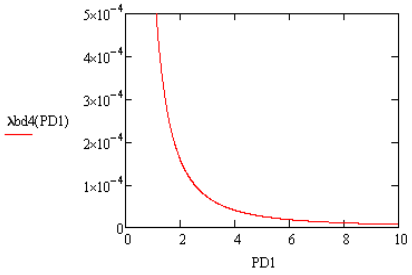


Рис.2. Зависимость интенсивности отказов от диаметра шкива

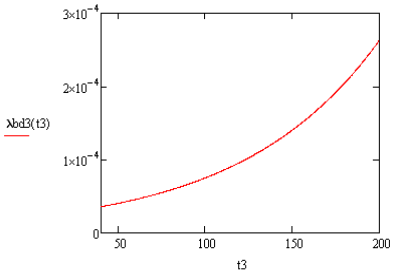


Рис.3. Зависимость интенсивности отказов от рабочей температуры

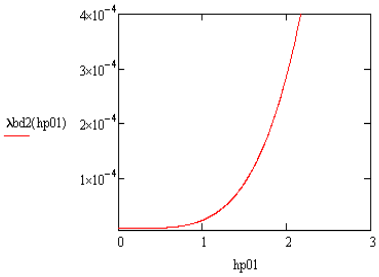


Рис.4. Зависимость интенсивностей отказов от отношения нагрузок

Как видно из рисунков 2-4 наибольшее влияние на интенсивность отказов оказывает диаметр шкива. Поэтому для снижения интенсивности отказов ременной передачи необходимо увеличить диаметр шкива. Так, для диаметра шкива равного 200 мм получаем значения коэффициентов:

$\lambda_{э2} = 40 \cdot 10^{-6} \cdot 1{,}741 \cdot 1{,}134 \cdot 0{,}561 \cdot 0{,}18 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}1 + 0{,}8 \cdot 10^{-6}$

При этих значениях эксплуатационная интенсивность отказов равна:

$$\lambda_{э2} = 9{,}568 \cdot 10^{-6} \text{ 1/ч,} \quad (4)$$

что удовлетворяет необходимым требованиям.

Заключение

Таким образом, модели стандарта РМ 25 446 [6] позволяет довольно просто оценить интенсивности отказов ременных передач. Однако если результаты окажутся не удовлетворительными, то следует применять модели NSWC-11 [7], которые позволяют не только использовать актуальную информацию о характеристиках надежности МЭ [11], но и обосновать необходимые изменения конструкционных параметров и режимов их применения, направленных на обеспечения требуемого уровня безотказности и ременных передач, и ЭС в целом [12].

Список литературы:

1. Жаднов, В.В. Управление качеством при проектировании теплонагруженных радиоэлектронных средств: Учебное пособие. / В.В. Жаднов, А.В. Сарафанов. - М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2004. - 464 с.

2. Жаднов, В. Информационная технология обеспечения надёжности сложных электронных средств военного и специального назначения. / В. Жаднов, Д. Авдеев, В. Кулыгин. // Компоненты и технологии. - 2011. - № 6. - с. 168-174.

3. Справочник Надежность ЭРИ. - М.: МО РФ, 2006.

4. Лушпа, И.Л. Модели интенсивности отказов виброизоляторов для электронных средств. / И.Л. Лушпа, В.В. Жаднов. // Надежность и качество сложных систем. - 2014. - № 1. - с. 50-57.

5. Строганов, А. Обзор программных комплексов по расчету надёжности сложных технических систем. / А. Строганов, В. Жаднов, С. Полесский. // Компоненты и технологии. - 2007. - № 5. - с. 74-81.

6. РМ 25 446-87. Изделия приборостроения. Методика расчета показателей безотказности. Рекомендуемый материал.

7. NSWC-2011/LE10. Handbook of reliability prediction procedures for mechanical equipment.

8. Жаднов, В.В. Методы и средства оценки показателей надежности механических и электромеханических элементов приборов и систем. / В.В. Жаднов. // Датчики и системы. - 2013. - № 4. - с. 15-20.

9. Маркин, А.В. Методы оценки надёжности элементов механики и электромеханики электронных средств на ранних этапах проектирования. / А.В. Маркин, С.Н. Полесский, В.В. Жаднов. // Надёжность. - 2010. - № 2. - с. 63-70.

10. Zhadnov, V. Methods and means of the estimation of indicators of reliability of mechanical and electromechanical elements of devices and systems. / V. Zhadnov. // Reliability: Theory & Applications. - 2011. - Vol. 2, No 4. - p. 94-102.

11. Жаднов, В.В. Информационные технологии в прогнозировании надёжности электронных средств. / В.В. Жаднов. // Информационные технологии в проектировании и производстве. - 2012. - № 1. - с. 20-25.

12. Жаднов, В.В. Особенности конструирования бортовой космической аппаратуры: учеб. пособие. / В.В. Жаднов, Н.К. Юрков. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2012. - 112 с.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ РЭА

И.А. Смирнов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматривается основной метод расчета надежности радиоэлектронной аппаратуры.

Введение

Расчёт надёжности — это процедура определения значений показателей надежности объекта с использованием методов, основанных на их вычислении по справочным данным о надежности элементов объекта, по данным о надежности объектов-аналогов, данным о свойствах материалов и другой информации, имеющейся к моменту расчета.

При проектировании изделий РЭА основными прогнозируемыми показателями надежности являются вероятность безотказной работы изделия $P(T_w)$ при заданной наработке T_w, час., как показатель безотказности и гамма - процентный ресурс изделия T_γ, час., как показатель долговечности. Таким образом, задача состоит в том, чтобы оценить расчётным путём один из этих показателей, используя результаты проектных расчётов (электрических, тепловых и т.д.) и справочные данные по параметрам, характеризующим надёжность отдельных компонентов проектируемого изделия, не выполняя изготовление опытных образцов и их испытание на надёжность и долговечность.

Общие положения, которые нужны для полного расчета надежности. Из чего исходят при расчете надежности: от чего зависит отказ одного компонента, всей системе, и расчет экспоненциальный формулы распределения.

Методика расчета, вывод и объяснение формулы расчета надежности радиоэлектронной аппаратуры.

Общие положения

Изделие состоит из компонентов, каждый из которых характеризуется вероятностью безотказной работы $P_i(T)$, причем отказы любого компонента не зависят от отказа других. Отказ изделия происходит, если отказал по крайней мере один его компонентов. Вероятность безотказной работы $P_i(T)$ каждого компонента описывается двухпараметрической функцией распределения, параметры которой зависят от коэффициента электрической нагрузки $k_н$ этого компонента, а также температурных и других условий в месте его установки. Вследствие этого, вероятность безотказной работы изделия $P(T)$ вычисляется по формуле: $P(T)=\prod_{i=1}^{N}P_i(T)$ Анализ показал, что для описания вероятности отказов компонентов изделий РЭА наиболее пригодно экспоненциальное распределение: $F(T)=1-\exp(-\lambda T)$,где λ – параметр распределения (средняя интенсивность отказов).

Расчётные формулы и коэффициенты для вычисления средней интенсивности отказов λ_{0e} при заданных условиях эксплуатации (заданных $k_н, t$ и т.д.).

Эксплуатационная средняя интенсивность отказов λ_{0e} вычисляется по формуле: $\lambda_{0e}=\lambda_{00}\prod_{S}k_s(k_н,t^0,$ [illegible]

Для экспоненциального распределения расчетная формула принимает вид: $P_i(T)=\exp(-\lambda_{0e}T)$.

Методика расчета.

В настоящее время на предприятиях значения эксплуатационной интенсивности отказов ЭРИ рассчитываются по следующим математическим моделям: $\lambda_э=\lambda_o\prod_{i=1}^{n}\mathbf{K}_i$ и $\lambda_э=\lambda_{o,гр}\cdot\prod_{i=1}^{n}\mathbf{K}_i$,где $\lambda_o^1\ (\lambda_{o,гр}^1)$ – исходная (табличная) интенсивность отказов типа (группы) ЭРИ, приведенная к условиям: электрическая нагрузка, равная номинальной; температура окружающей среды Т = 25° С; $\lambda_o\ (\lambda_{o,гр})$ – исходная интенсивность отказов данного типа (группы) ЭРИ для усредненных режимов применения в аппаратуре группы 1.1 (электрическая нагрузка, равная 0,4 от номинальной; температура окружающей среды t = 30°С);

$\mathbf{K_p}$ **–** коэффициент режима, учитывающий изменение зависимости нагрузки и (или) температуры окружающей среды;

$\mathbf{K_i}$ **–** коэффициенты, учитывающие изменения эксплуатационной интенсивности отказов в зависимости от различных факторов (температуры, типа аппаратуры и т.д.);

n – число учитываемых факторов.

Приведенные модели расчета интенсивностей отказов ЭРИ справедливы для периода постоянных значений интенсивностей отказов, т.е. после периода приработки.

В соответствии с экспоненциальным законом распределения плотности вероятности отказа ЭРИ вероятность безотказной работы системы с учетом эксплуатационных факторов описывается выражением: $\mathbf{P(\lambda, T, t)=\prod_{i=1}^{N}e^{-\lambda_{эi}\cdot t}=e^{-\sum_{i=1}^{N}\lambda_{эi}\cdot t}}$,где: **N** – количество ЭРИ в системе; **T** – температура среды;**t** – время; $\lambda_{эi}$ – эксплуатационная интенсивность отказов i-го ЭРИ.

Заключение

Данная методика позволяет проводить расчет и оценивать надежность радиоэлектронной аппаратуры в зависимости от факторов среди и различных значений самой аппаратуры.

Список литературы:

1. System Reliability and Availability 2013 http://www.eventhelix.com/realtimemantra/faulthandling/system_reliability_availability.htm\
2. Types of Reliability 2012 http://www.socialresearchmethods.net/kb/reltypes.php
3. Wikipedia
4. Теория надежности сложных систем. Каштанов В. А., Медведев А. И. 2010.

РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК И ПРОЕКТИРОВКА МОДЕЛИ ДАТЧИКА ДОЖДЯ

И.П. Яковлев, А.В. Царенко
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрены вопросы создания трёхмерной модели датчика дождя, рассмотрены преимущественные характеристики этого датчика по сравнению с другими.

Введение

В наше время технологий в автомобилях устанавливается много электроники: датчик уровня топлива, датчик давления в шинах, парктроник, но одним из важнейших является датчик дождя. Выбор пал на данное устройство, так как потеря видимости на скорости грозит аварией, а это чревато смертельным исходом. Обзор для водителя является одним из важнейших факторов обеспечивающий безопасность на дороге, чтобы не столкнуться ни с кем, либо ни с чем на дороге. Датчик дождя устанавливается на лобовое стекло снаружи. При попадании на него какой-либо жидкости, будь это дождь, грязь или снег, датчик посылает сигнал, после чего срабатывают стеклоочистите-

ли, и водитель снова продолжает движение с чистым лобовым стеклом.

Программная поддержка

Данный датчик создавался с нуля. Была разработана схема, и проверена в программе Electronics Workbench Multisim. После того, как была проверена схема на корректность работы, создавалась компоновка электронной схемы и печатной платы в двухмерном и трёхмерном формате, и её трассировку с помощью программы Altium Designer. Расчет температурных характеристик схемы, проверка печатной платы на температурное воздействие, а также на механическое воздействие проводили при помощи программы АСОНИКА-ТМ. Она представляет собой автоматизированную программу (подсистему) комплексного анализа конструкций печатных узлов радиоэлектронных средств на тепловые и механические воздействия.

Подсистема позволяет проводить расчет:

1) стационарного и нестационарного тепловых режимов как при нормальном, так и при пониженном давлении;

2) на следующие виды механических воздействий:

гармоническая вибрация, случайная вибрация, удар одиночный и многократный, ускорение.

Помимо моделирования самой платы, для датчика был спроектирован корпус. Создание и проверка корпуса для платы проводилась в SolidWorks. Программа имеет модульную систему построения. Основной модуль – это сама среда моделирования SolidWorks с набором основных инструментов и дополнительные, подключаемые модули для решения разного рода инженерных задач.

Реализация данного датчика

1) MultiSim - средство разработки и моделирования электронных схем. Multisim позволяет создать схему, используя обширную библиотеку компонентов, и эмулировать поведение интегральной схемы с помощью стандартного промышленного симулятора SPICE. Перед созданием печатной платы необходимо проверить схему на работоспособность. Для этого собираем схему в программе MultiSim.

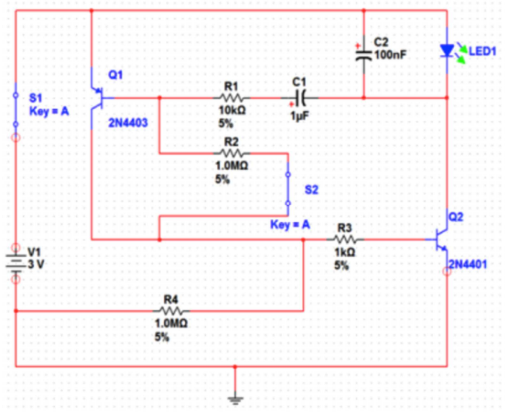


Рис.1. Схема в MultiSlim.

Необходимо проверить наличие тока в светодиоде LED1 при замкнутом и разомкнутом ключе S2. Из расчетов следует, что при разомкнутом ключе (вода не попала на ключ) тока в светодиоде нет, он не горит. При замкнутом ключе (вод попала на ключ) в цепи светодиода начинает протекать ток. Когда идет дождь, вода попадает на ключ, светодиод загорается, т.е. схема сигнализирует о том, что пошел дождь.

2) Altium Designer — это система, позволяющая реализовывать проекты электронных средств на уровне схемы или программного кода с последующей передачей информации проектировщику ПЛИС или печатной платы. Отличительной особенностью программы является проектная структура и сквозная целостность ведения разработки на разных уровнях проектирования. Иными словами изменения в разработке на уровне платы могут мгновенно быть переданы на уровень ПЛИС или схемы и так же обратно. Altium Designer позволяет выполнять стандартный набор процедур смешанного цифро-аналогового моделирования.

3) После завершения работы в программе Altium Designer сохраняем проект в формате *.brd для последующего импорта платы в программу АСОНИКА-ТМ. Данная программа включает в себя базу данных со справочными геометрическими, теплофизическими и физико-механическими и усталостными параметрами ЭРИ и конструкционных материалов. Подсистема позволяет анализировать как конечно-разностные, так и конечно-элементные модели печатных узлов и печатных плат. Платы могут быть прямоугольными, круглые, сложной формы, с вырезами. В программе много гибких настроек, связанных с расчетом, препроцессором и постпроцессором. Существуют возможности формирования отчетов по результатам моделирования.

Для расчетов необходимо назначить основные тепловые и механические параметры платы и ее элементов. Далее проверяем плату на тепловое воздействие.

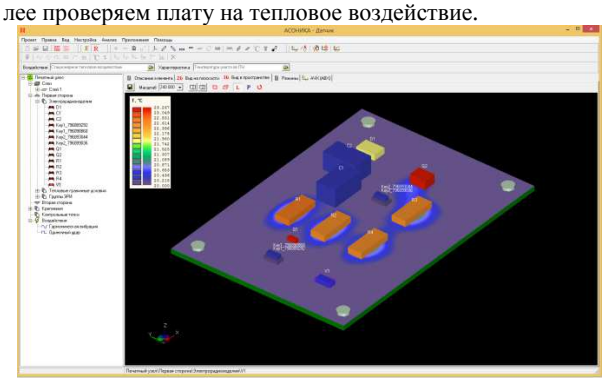


Рис.2. Тепловое воздействие.

Проведенная проверка платы в АСОНИКА-ТМ показала, что количество выделяемого платой тепла при ее работе минимальна и не может нанести повреждения элементам платы, следовательно установка радиатора и охлаждающих систем не требуется.

Теперь устанавливаются параметры гармонической вибрации и проверяем плату. Прибор предназначен для использования в автомобиле, следовательно необходимо проверить датчик дождя на воздействия гармонической вибрации, случайной вибрации, одиночного и многократного ударов. Т.к. автомобиль подвергается данным воздействиям постоянно, проблема устойчивости прибора к вибрациям и ударам имеет наибольший приоритет.

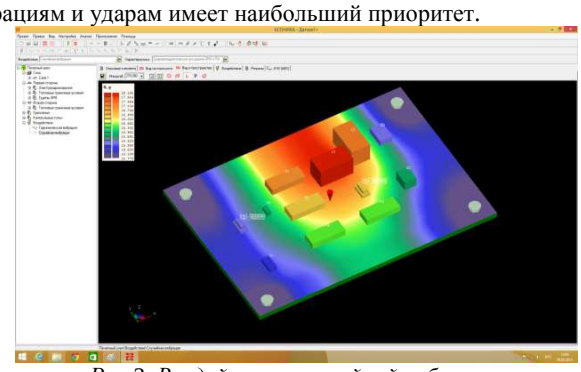


Рис.3. Воздействие случайной вибрации.

Проверка платы на механические воздействия показало, что прибор устойчив к систематическому воздействию вибраций и ударов. А также к перегрузкам при ускорении автомобиля. Предельная допустимая нагрузка на датчик дождя составляет 5g (180км/ч за секунду).

Проверка на воздействие вибраций проводилась от 20 до 2000 Гц. Максимальная частота вибраций автомобиля достигает от 180 до 200 Гц.

Прибор выдерживает нагрузку в несколько раз превышающую максимальную нагрузку при эксплуатации автомобиля. Т.е. прибор имеет запас прочности, что важно в данном случае, т.к. датчик дождя в процессе эксплуатации подвергается вибрациям и ударам непрерывно.

4) САПР SolidWorks – программное обеспечение, созданное одноименной американской компанией для использования на персональных компьютерах в операционной среде Windows.

Трехмерное моделирование существенно превосходит по преимуществам линейное проектирование. Программа SolidWorks позволяет увидеть будущее изделие в объеме с разных сторон и придать ему реалистичности отображения в соответствии с избранным материалом для пробной оценки дизайна.

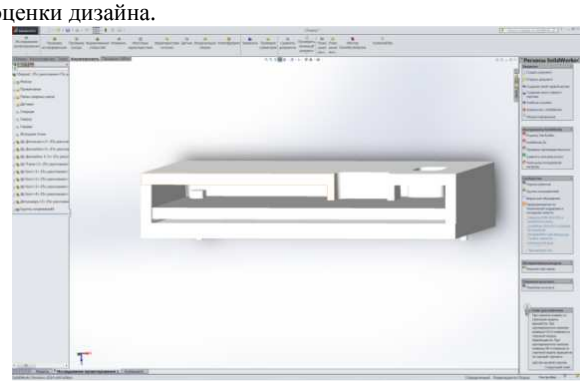


Рис.4. Корпус в разрезе.

В программе SolidWorks создается корпус для платы и производится его проверка на механические воздействия. В качестве материала был выбран «ABS пластик», так как он имеет ряд преимуществ: повышенная ударопрочность, влагостойкость, маслостойкость, кислостойкость, теплостойкость, а также не имеет возрастной усталости и не подвержен образованию микротрещин, вследствие вибраций и атмосферных условий в районе эксплуатации автомобиля.

Заключение

Таким образом, разработанный датчик надежен для использования по назначению. Сама плата и корпус ударопрочны и выдержат основные нагрузки воздействующие на автомобиль. Данный датчик будет прост в эксплуатации и в ремонте. Реализация датчика дождя может быть применена к любому типу автомобилей. Из полученных данных во время испытаний платы на разных программах, были получены данные, из которых понятно, что данная плата готова к эксплуатации в привычных условиях на дороге. Многие датчики дождя не подходят для нашего климата и быстро выходит из строя. Таким образом, расчет характеристик и проектировка модели датчика дождя является актуальной задачей для данного региона.

Список литературы:

1.Электротехника. Под ред. В. Г. Герасимова.- М.: Высшая школа, 1985.

2.Multisim 7: Современная система компьютерного моделирования и анализа схем электронных устройств. Хернитер М.Е.

3.Altium Designer: Новые решения в проектировании электронных устройств. Сабунин А.Е.

4.Дударева Н.Ю., Загайко С.А. SolidWorks 2009 на примерах.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ НАНОПЕРЕМЕЩЕНИЙ С СИСТЕМОЙ ТЕПЛООТВОДА И ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

К.Д. Федотов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Улучшения качества работы устройств для наноперемещений можно добиться посредством введения в конструкцию данных систем теплоотвода и обратной связи.

Пьезоприводы являются достаточно точными устройствами для позиционирования зонда в сканирующей туннельной микроскопии, однако для повышения стабильности результатов исследований и расширения возможностей манипуляций с веществами образцов или подложек необходимо компенсировать влияние тепловых колебаний на материал подложки и зонда.

Техническое решение устройства с реализованным теплоотводом и обратной связью приведено ниже:

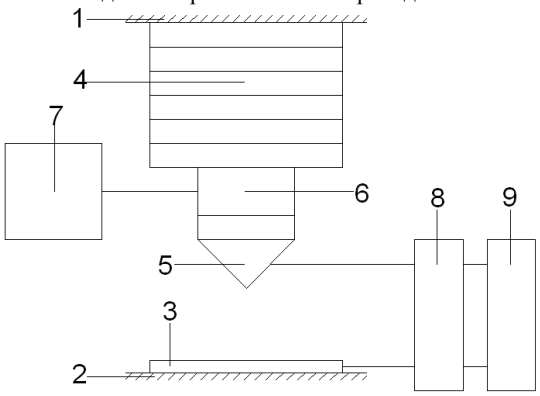


Рис.1. Устройство для наноперемещений с системой теплоотвода и обратной связью

Устройство для наноперемещений с системой теплоотвода и обратной связью содержит неподвижную направляющую 1, стол 2, на котором установлена подложка 3, пьезоэлектрический преобразователь 4, жестко связанный с неподвижной направляющей 1, зонд 5, жестко связанный с торцем тепловой трубки 6, которая в свою очередь жестко связана со свободным торцем пьезоэлектрического преобразователя 4, а так же связана с узлом подачи хладагента, дополнительно зонд 5 и подложка 3 связаны с усилителем сигналов 8 и блоком измерения 9.

Устройство для наноперемещений с системой теплоотвода и обратной связью работает следующим образом.

При подаче напряжения на пьезоэлектрический преобразователь 4, зонд 5 перемещается перпендикулярно подложке 3 и выполняет технологический процесс. Вследствие действия эффекта Зеебека, в термопаре подложка-зонд начинает действовать ТЭДС, которую усиливает усилитель сигнала 8 и передает в блок измерения 9, который регистрирует температуру рабочей зоны. Отвод тепла от рабочей зоны и зонда 5 осуществляется посредством тепловой трубки 6, соединенной с узлом подачи хладагента 7.

Применение предложенного технологического устройства для наноперемещений позволяет выполнять технологические операции с одновременным отводом тепла из рабочей зоны и измерением температуры рабочей зоны. Это, в свою очередь, улучшит качество конечных результатов, а именно снимков поверхности образца или манипуляцию над отдельными атомами и наборами атомов на его поверхности.

Использование системы контроля необходимо для изменения скорости теплоотвода в узле подачи хладагента

для поддержания температуры рабочей зоны устройства в заданном диапазоне.

Для проведения измерений в вакуумной камере, куда установлено устройство, необходимо использовать бесконтактные методы измерения температуры. Любое силовое воздействие на зонд, объект или подложку извне нарушит работоспособность установки в целом.

Тепловая трубка, используемая в данном устройстве не должна контактировать со стенками пьезотрубки, так как это приведет к нежелательным изменениям теплофизических свойств пьезокерамики и, как следствие, к ухудшению позиционирования зонда относительно подложки.

В результате решения приведенных выше задач можно получить устройство, позволяющее стабильно получать качественные результаты в туннельной или атомно-силовой микроскопии.

Список литературы:

1. Патент РФ на полезную модель № 142997. МПК H02N2/02. Технологическое устройство для нанoперемещений / Ивашов Е.Н., Федотов К.Д. –Заявитель ФГАОУ ВПО НИУ ВШЭ. – Патентообладатель ФГАОУ ВПО НИУ ВШЭ. – Опубл. 10.07.2014.

2. Ивашов Е. Н., Федотов К. Д. Подсистема автоматизированного проектирования элементов пьезоэлектрических устройств // Вестник машиностроения. 2014. № 6. С. 30-36.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОБЛУЧЕНИЯ РАДИОНУКЛИДНЫХ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ НА ОСНОВЕ ИЗОТОПА ЛЮТЕЦИЯ-177 НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

К.Б. Казенов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Введение

В настоящее время студентами НИУ ВШЭ на экспериментальной базе Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» проводится работа по реализации инновационных методов производства радионуклидных фармацевтических препаратов на основе изотопа лютеция-177(^{177}Lu).

Данная работа является актуальной в связи с необходимостью поиска эффективных способов лечения онкологических заболеваний, среди которых направление, связанное с разработкой радионуклидных фармацевтических препаратов является весьма перспективным и в достаточной мере апробированным на ряде изотопов, таких как ^{99}Mo и ^{252}Cf.

В настоящей работе выполнены исследования, связанные с наработкой изотопа ^{177}Lu, в связи с его способностью поражать злокачественные опухоли в ряде органов и малым периодом распада (период полураспада 6 суток).

Работа заключалась в определении параметров облучения, таких как плотность потока и флюенс нейтронов, необходимых для наработки достаточного количества данного изотопа.

Основная часть

Лютеций-177 наносится на белковую платформу, которая обеспечивает направленную доставку изотопа к органу, в котором находится злокачественная опухоль, которая подвергается воздействию гамма-излучения изотопа и, впоследствии, разрушается.

Для получения этого изотопа проводятся серии облучений мишеней ^{176}Yb в потоке тепловых нейтронов для их активации.

Облучение проводилось в каналах, расположенных вне активной зоны исследовательского реактора ИР-8 Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Эксперимент по облучению радиоимунного препарата проводился в канале ВЭК-2 реактора ИР-8 в течение одних суток.

В качестве облучаемой мишени использовался порошок окиси $^{176}Yb_2O_3$, растворенный в азотной кислоте

Мишени помещались в кварцевые капсулы, каждая из которых имеет диаметр 8мм и длину 75мм. Капсулы размещались в ампульное устройство, изготовленное из алюминия марки АД-1.

Ключевым параметром облучения мишени является флюенс нейтронов. Для его определения в ампульное устройство устанавливались нейтронно-активационные индикаторы (НАИ). Принцип использования активационных индикаторов основан на определении активности изотопа, нарабатывающегося в результате облучения в материале индикатора по реакции, имеющий известный энергетический порог.

В качестве индикаторов потоков тепловых нейтронов используется сплав алюминия с кобальтом, с содержанием кобальта 1%, на котором идет реакция ^{59}Co(n, γ)^{60}Co. Облучение индикаторов кобальта проводилось в кадмиевом экране и без экрана, для того, чтобы отсечь надтепловые и промежуточные нейтроны. Мониторы кобальта в кадмии и без него удалены друг от друга на расстояние, для исключения влияния кадмия на нейтронный спектр.

Для определения флюенса быстрых нейтронов с энергией более 3 мегаэлектронвольт использовались фольги металла изотопа железа-54 с содержанием железа 92,9%, на котором идет реакция ^{54}Fe(n, p)^{54}Mn.

НАИ представляет собой металлический диск толщиной не более 0,25 мм и радиусом не более 3 мм

Флюенс нейтронов находится из соотношения:

$$\Phi(E_n) = \frac{A(t_n)}{N_0 \times \sigma_{eff}(E_n)} \times \frac{\sum_{i=1}^{n} f_i \times \Delta t_i}{\sum_{i=1}^{n} f_1 \times (1 - e^{-\lambda \times \Delta t_1}) \times e^{-\lambda \times (t_n - t_1)}},$$

где: E_n – энергия нейтронов;

$A(t_n)$ – активность НАИ на конец облучения;

N_0 – концентрация ядер-мишеней на 1 грамм материала детектора;

Δt_i – продолжительность i-ого периода облучения

f_i – мощность реактора в i-ом периоде облучения, выраженная в относительных единицах;

n – количество часов облучения;

λ – константа распада;

(t_n-t_i) – время между окончанием i – ого периода облучения и завершением всего облучения.

$\sigma_{eff}(E_n)$ – эффективное сечение реакции, оно находится из расчетного спектра φ(En) и зависимости $\sigma(E_n)$ соответствующих реакций по соотношению:

$$\sigma_{eff} = \frac{\sum_{i=0}^{n} \Delta\sigma_i \times \Delta\varphi_i}{\sum_{i=l}^{\infty} \Delta\varphi},$$

где: N – полное число групп в спектре;

l - номер группы соответствующей пороговой энергии реакции;

σ_i – сечение ядерной реакции; является справочной величиной.

Пороговая энергия реакции $^{54}Fe(n, p)^{54}Mn$ составляет 3 МэВ, поэтому для НАИ железа переход от величины плотности потока нейтронов (флакса) с энергией En>3 МэВ – $\varphi_{>3}$ к нормативному значению флюенса быстрых нейтронов с En>3 МэВ – $\Phi_{>0.5}$ осуществлялся с использованием спектрального индекса – $SI_{0.5/3}$:

$$\Phi_{>0.5} = SI_{0.5/3} \times \varphi_3 \times t_{îáë}$$, где

$t_{обл}$ – длительность облучения.

Значение спектрального индекса определяется при помощи нейтронно-физического расчета переноса нейтронов, и является индивидуальным для каждого конкретного канала[1].

Для экспериментального определения флюенса нейтронов необходимо найти значение наведенной активности облученный индикаторов ^{60}Co и ^{54}Mn. Измерение наведенной активности выполнено с помощью гамма-спектрометрического комплекса, включающего полупроводниковый коаксиальный детектор GEM35 с кристаллом из сверхчистого германия, многоканального цифрового анализатора DSPEC jr 2.0 фирмы ORTEC и спектрометрического программного обеспечения GammaVision.

Удельную активность гамма-излучающих нуклидов в исследуемом образце определяют по скоростям счета гамма-квантов в пике полного поглощения (ППП) для соответствующей энергии с учетом абсолютных интенсивностей гамма-излучения, массы образца и эффективности регистрации гамма-квантов в ППП, которая устанавливается предварительно путем калибровки спектрометра по образцовым спектрометрическим гамма-источникам (ОСГИ) с известной активностью и имеющим государственную аттестацию.

Расчет удельной активности проводится по формуле:

$$A = \frac{S_m}{\varepsilon \times T \times P \times N}$$

где:

S_m – ППП НАИ усредненная по результатам измерений;

T – длительность измерения;

ε – эффективность регистрации детектора;

P – масса нейтронно-активационного детектора;

N – концентрация ядер изотопа-мишени на 1 г НАИ:

$$N = \frac{Na}{Z \times C}$$, где

Z – массовое число содержащегося изотопа;

C – доля изотопа в образце;

N_a – число Авогадро;

В расчете удельной активности пренебрегают самопоглощением излучения в материале НАИ из-за его малой толщины. Эффективность регистрации по интересующей нас энергетической линии рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon = \frac{S_{osgi}}{A_{osgi} \times T \times I\gamma}$$,

где

S_{osgi} – ППП усредненная по результатам измерений ОСГИ;

A_{osgi} – активность источника ОСГИ на момент измерения;

T – длительность измерения;

Iγ – квантовый выход;

В качестве неопределенности измерений удельной активности используется суммарная стандартная неопределенность U_c [2]:

$$U_c(A) = \sqrt{U_A(m)^2 + U_B(A_{osgi})^2 + U_C(S_m)^2 + U_C(S_{osgi})^2}$$

В случае определения удельной активности стандартные неопределенности определяют для следующих величин:

S_m – площадь ППП НАИ

S_{osgi} – площадь ППП ОСГИ

m – масса образца

A_{osgi} – активность ОСГИ

Стандартная неопределенность по типу А находится для массы НАИ и рассчитывается по формуле:

$$U_A(m) = \sqrt{\frac{1}{n_i \times (n_i - 1)} \times \sum_{q=1}^{n_i} (m_{iq} - \overline{m_i})^2}$$ где n_i – число измерений;

m_{iq} – результат i-ого измерения;

$\overline{m_i} = \frac{1}{n_i} \times \sum_{q=1}^{n_i} m_{iq}$ - среднее арифметическое результатов измерений массы образца.

Относительная погрешность величины активности ОСГИ известна и дается в паспорте к источнику. Стандартная неопределенность для нее вычисляется по типу В:

$$U_b(A_{osgi}) = \delta * A_{osgi}$$

где δ – относительная погрешность источника ОСГИ (для P=0.95).

Неопределенность величины площадей ППП образца и ОСГИ рассчитывается как суммарная стандартная неопределенность, включающая в себя случайную погрешность измерений, вычисляемую по типу А:

$$U_A(S_m) = \sqrt{\frac{1}{n_i \times (n_i - 1)} * \sum_{q=1}^{n_i} (S_{m_{iq}} - \overline{S_i})^2}$$

$$U_A(S_{osgi}) = \sqrt{\frac{1}{n_i \times (n_i - 1)} * \sum_{q=1}^{n_i} (S_{osgi_{iq}} - \overline{S_i})^2}$$, где

$S_i = \frac{1}{n_i} \times \sum_{q=1}^{n_i} S_{iq}$ - среднее арифметическое результатов измерений площадей пиков

НАИ и ОСГИ,

и неисключенную систематическую погрешность, предоставляемую программным обеспечением Gamma-Vision в окне информации о площади пика и вычисляемую по типу В – $U_B(S_m)$ и $U_B(S_{osgi})$

Таким образом, суммарная стандартная неопределенность площадей ППП НАИ и ОСГИ будет определяться как:

$$U_C(S_m) = \sqrt{U_A(S_m)^2 + U_B(S_m)^2}$$

$$U_C(S_{osgi}) = \sqrt{U_A(S_{osgi})^2 + U_B(S_{osgi})^2}$$,

соответственно.

Эксперимент по облучению радиоимунного препарата проводился в канале ВЭК-2 реактора ИР-8 в течение одних суток. Измеренная активность ^{60}Co без кадмиевого экрана составила $2{,}07 \times 10^{-13}$ Бк/ядро. Активность ^{60}Co в кадмии составила $2{,}5 \times 10^{-15}$ Бк/ядро. На основании этих данных определены воздействующие на препарат плотности потоков ($\varphi_{тепл}$, $см^{-2} \cdot с^{-1}$) и флюенс ($\Phi_{тепл}$, $см^{-2}$) тепловых нейтронов:

$$\varphi_{тепл} = (1{,}53 \pm 0{,}18) \times 10^{-13} см^{-2} \times с^{-1}$$

$$\Phi_{тепл} = (1{,}32 \pm 0{,}16) \times 10^{18} см^{-2}$$

Активность ^{54}Mn составила $1{,}83 \times 10^5$ Бк/грамм, что соответствует:

$$\varphi_{>3МЭв} = (2{,}19 \pm 0{,}32) \times 10^{10} см^{-2} \times с^{-1}$$

$$\Phi_{>3МЭв} = (1{,}89 \pm 0{,}28) \times 10^{15} см^{-2}$$

Полученные данные соответствуют мощности реактора 7 МВт.

Заключение

1. Экспериментально показано, что нейтронно-активационный метод позволяет проводить измерения характеристик облучения материалов в широком интервале энергий (от 0,025 эВ до $5 \cdot 10^6$ эВ), что позволяет использовать его для обширного круга задач, таких как измерение характеристик нейтронных полей в исследовательских, промышленных и энергетических ядерных реакторах, исследование влияния характеристик облучения на изменение физических свойств материалов и пр.

2. Нейтронно-активационным методом были определены параметры облучения – флакс и флюенс – для потоков нейтронов с энергиями Е=0,025 эВ, необходимые для наработки изотопа ^{177}Lu с активностью 20 мкКи.

Список литературы:

1. В.А. Насонов, Н.И. Алексеев, Д.Ю. Ерак, Е.А. Гомин, В.Н. Кочкин, В.И. Вихров, Д.Ю. Махотин, А.В. Талиев, Д.А. Шкаровский, М.С. Юдкевич «Разработка расчетно-экспериментальных методик определения параметров полей нейтронов в реакторе ИР-8 РНЦ КИ для фундаментальных и прикладных исследований», Препринт ИАЭ-6579/4, РНЦ «Курчатовский институт», Москва, 2009, 35 с

2. Рекомендации по метрологии Российской Федерации РМГ 43-2001, М., 2003, 26 с.

ТЕХНОЛОГИИ ПРЕССОВАНИЯ МЕТАЛЛОПОРИСТЫХ ВОЛЬФРАМ-АЛЮМИНАТНЫХ КАТОДОВ

П.Е. Кувшинов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрены основные технологии прессования металлопористых вольфрам-алюминатных катодов, их преимущества и недостатки.

Введение

В последние годы интенсивное создание и развитие специальной техники, используемой в дальней локации, связи, авиа- и ракетостроении, выдвинуло более жесткие требования к электровакуумным приборам, таким как клистроны, лампы бегущей волны (ЛБВ), магнетроны и другие.

Все это привело к необходимости создания более надежных и долговечных катодных систем, являющихся важнейшими и в тоже время наиболее уязвимыми элементами электровакуумных приборов (ЭВП).

В настоящее время в производстве электровакуумных СВЧ-приборов магнетронного типа широкое применение получили металлопористые вольфрам-алюминатные катоды. Катод такого типа представляет собой пористую губку из тугоплавкого металла, поры которой заполнены активным веществом. Одной из важныз операций в технологической схеме изготовления катода является его прессование. Подробному рассмотрению этой технологической операции посвящен данный доклад.

Технологии прессования

Прессование вольфрамовых заготовок осуществляется двумя методами – метод гидростатического прессования и прессование заготовок в металлических пресс-формах.

Метод гидростатического прессования заключается в том, что порошок засыпают в эластичную оболочку и помещают в рабочую камеру аппарата (рисунок 1). Крышку аппарата герметически закрывают и в камере создают требуемое давление. Жидкость (смесь глицерина со спиртом в объемном отношении 1:1) всесторонне и равномерно сжимает порошок, обеспечивая формование изделия.

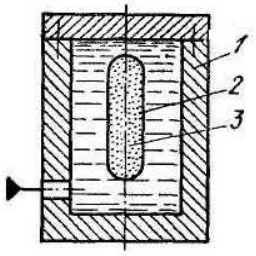


Рис.1. Схема гидростатического прессования: 1 – рабочая камера, 2 – оболочка,3 – порошок.

Метод гидростатического прессования имеет следующие недостатки:

- неравномерность распределения пор в радиальном направлении;
- необходимость специальной и трудоемкой технологии измерения пористости штабиков (гидростатическое взвешивание);
- сложность и значительная трудоемкость операций изготовления вольфрамовых заготовок.

Кроме того, при изготовлении катодов используется также метод прессования заготовок в металлических пресс-формах.

Прессование штабиков из вольфрамового порошка данным методом представляет собой его формование в стальных пресс-формах на гидравлическом прессе с целью придания механической прочности и получения заготовки данной формы, с определенными размерами, плотностью и пористостью. Схема металлической пресс-формы представлена на рисунке 2.

Прессование осуществляют с применением пластифицирующей добавки (парафина), облегчающей скольжение и обеспечивающей склеивание частиц порошка.

Применение смазок приводит к уменьшению коэффициентов внешнего и межчастичного трения, что обеспечивает высокую равномерность распределения давления (усилия) прессования по всему штабику.

Прессование осуществляется верхним пуансоном 1 при его опускании относительно неподвижных матрицы 2 и нижнего пуансона 4. В этом случае увеличивается общая плотность прессовки 3, достигается равномерное распределение плотности по объему прессовки.

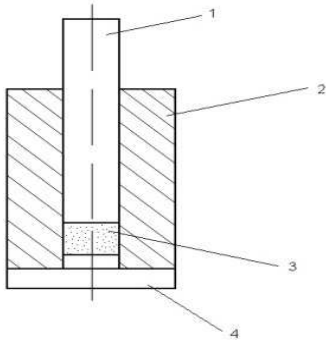


Рис.2. Схема металлической пресс-формы – 1 – пуансон верхний, 2 – матрица, 3 – прессуемый порошок, 4 – пуансон нижний.

Следует отметить, что в случае гидростатического прессования трение частиц порошка о стенки оболочки невелико, по сравнению с методом прессования заготовок

в металлических пресс-формах. Характерно также различие в перемещении частиц порошка: при прессовании в матрице оно происходит вдоль стенки пресс-формы, а при гидростатическом прессовании частицы порошка, прилегающие к оболочке, перемещаются в основном вместе с ней. В свою очередь плотность штабика практически однородна. При гидростатическом прессовании величина удельного давления прессования, необходимого для получения штабиков одинаковой плотности, меньше, чем при прессовании в стальных пресс-формах.

В процессе последующей операции производится нанесение активного вещества (соединения Al_2O_3) на поверхность заготовки до получения тонкого порошка и перемешивние с биндером в объемном соотношении 1:1.

Заключение

В докладе рассмотрены две основные технологии по прессованию маталлопористых вольфрам-алюминатных катодов. Каждая технология, в зависимости от поставленной задачи по формированию физико-механических свойств катодов, имеет те или иные преимущества или недостатки, но использование обоих методов в принципе удовлетворияет основным требованиям, предъявляемым к металлопористым катодам.

ТЕХНИКА ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ КАТОДОВ

А.В. Турбина
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрена методика измерения температуры катодов.

Введение

Рабочая температура катода определяет величину тока термоэлектронной эмиссии и скорость испарения его активного вещества, работу выхода электронов, а также скорость химической и газовой реакции между компонентами катода.

Температура катода существенно влияет на величину тока эмиссии и скорость этих процессов.

Одним из основных параметров термокатода является работа выхода электронов, которая определяется по уравнению Ричардсона–Дэшмана:

$$j_s = A_0 T^2 e^{\frac{-e\varphi}{kT}}$$

Величина работы выхода электронов изменяется с температурой и находится из выражения

$$\varphi = \frac{kT}{e}(\lg A_0 + 2\lg T - \lg j) = \frac{T}{5038}(\lg A_0 + 2\lg T - \lg j)$$

Для расчета работы выхода необходимо точно определять температуру катода.

Измерение температуры катода

Измерение температуры катодов производится с помощью оптического пирометра. Измерение происходит бесконтактным способом и, следовательно, не влияет на температуру объекта измерения. Этот метод позволяет измерять температуру в пределах от 1100 до 2500 К и выше.

Методика точного измерения температуры сводится к нахождению истинной температуры тела по модели черного тела и учету поправок, способных внести ошибку в измерение температуры.

Для измерений используется эталонный оптический пирометр с исчезающей нитью (ЭОП-66). Принцип действия пирометра основан на сравнении яркости излучения исследуемого объекта с яркостью нити пирометрической лампы, установленной внутри пирометра. Эталонный оптический пирометр ЭОП-66 предназначен для измерения яркостной температуры объектов по их тепловому излучению в видимой области спектра (λ = 0,65 ± 0,01 мкм) в широком диапазоне температур с погрешностью измерений не более 0,2% в интервале 800°C – 3000°C.

На рисунке 1 представлено устройство пирометра.

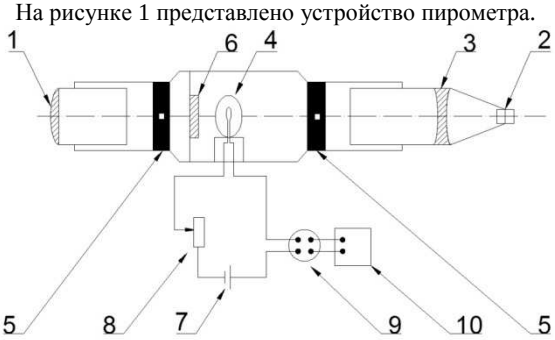


Рис.1. Устройство и схема подключения пирометра ЭОП-66:
1 – объектив, 2 – окуляр, 3 – красный светофильтр, 4 – пирометрическая лампа, 5 – диафрагма, 6 – поглотитель, 7 – источник питания, 8 – реостат, 9 – образцовая катушка (R = 1 ±0,01 Ом), 10 – цифровой вольтметр.

Техника измерения

Исследуемый объект устанавливается на оптической оси пирометра на расстоянии 70 – 100 см от объектива. С помощью перемещения линз объектива и окуляра производится настройка четкости и резкости изображения объекта в фокальной плоскости окуляра. Путем изменения тока накала пирометрической лампы производится настройка пирометра, затем уравнивается яркость нити накала с яркостью исследуемого объекта. Яркостная температура образца находится по таблице или графику $T = f(U_{нак.})$.

Для расчета работы выхода электронов необходимо знать истинную температуру катодов. Расчет истинной температуры катода по известной температуре T_s (температура в полости абсолютно черного тела) вычисляется с использованием формулы Вина.

На основании закона Вина

$$\ln \varepsilon_\lambda = \frac{C_2}{\lambda}\left(\frac{1}{T_s} - \frac{1}{T_{ярк}}\right)$$

где ε_λ –излучательная способность объекта;
$C_2 = 1{,}439 \cdot 10^{-2}$ м·град – постоянная Планка; λ = 6500 Å– эффективная длина монохроматической волны пирометра.

$$\frac{1}{T_s} = \frac{1}{T_{ярк}} + \frac{\lambda}{C_2} \cdot \ln\varepsilon_\lambda$$

Модель абсолютно черного тела представляет собой отверстие диаметром d = 0,3 мм и глубиной h = 3 мм, выполненное на боковой поверхности катодов. Для такой модели $\left(\frac{h}{d} = 10\right)$коэффициентизлучения ε_λ=0,95. Так как

$$T_{ист} = \frac{1}{\frac{\lambda}{C_2} \cdot \ln\varepsilon_\lambda + \frac{1}{T_s}}$$

где

$$\frac{\lambda}{C_2} \cdot \ln\varepsilon_\lambda = -2{,}32 \cdot 10^{-6}$$

то

$$T_{ист} = \frac{1}{\frac{1}{T_s} - 2{,}32 \cdot 10^{-6}}$$

Расчёт истинной температуры катодов $T_{ист}$ проводится путем подстановки в формулу соответствующего значения T_s.

Заключение

Из-за сильного влияния температуры на различные характеристики и долговечность катодов ее необходимо тщательно подбирать в зависимости от типа термокатода, специфики его работы и требуемой долговечности в приборе. Это же обстоятельство требует, чтобы случайные колебания рабочей температуры катода были минимальны.

Список литературы:

1. Кудинцева Г.А., Мельников А.И., Морозов А.В., Никонов Б.П. Термоэлектронные катоды. – М.-Л.: Энергия, 1966. – 368 с.

2. Ли И.П. Формирование структуры и физических свойств катодов для разработки малогабаритных магнетронов с безнакальным запуском. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Москва. 2012.

АММИАЧНАЯ МОЛЕКУЛЯРНО-ЛУЧЕВАЯ ЭПИТАКСИЯ

Е.А. Вавилова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрен метод аммиачной молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ, МПЭ, MBE – Molecular Beam Epitaxy) на установке типа SemiTEq STE3N, его особенности и область применения.

Введение

Уникальные свойства нитридов элементов третьей группы (Ga, Al, In) делают их наиболее подходящими кандидатами для создания мощных транзисторов с высокой подвижностью электронов (HEMT – high electron mobility transistor.[1] В данных структурах для создания канала используется контакт двух полупроводниковых материалов с различной шириной запрещенной зоны, такой, что образуется область двумерного электронного газа (2DEG).

Метод аммиачной молекулярно-лучевой эпитаксии (ammonia MBE) позволяет выращивать структуры с высокой чистотой, однородностью и резкими гетерограницами. В то же время МЛЭ позволяет контролировать рост пленок непосредственно во время процесса. Эти особенности обуславливают достаточно широкое использование МЛЭ.

Общая схема роста

Молекулярно-пучковая эпитаксия представляет собой усовершенствованную разновидность метода термического напыления материалов в условиях сверхвысокого вакуума. Метод позволяет выращивать гетероструктуры заданной толщины с моноатомно гладкими гетерограницами и с заданным профилем легирования.[2] Аммиак используется в качестве источника азота для роста нитридов Al и Ga.

Потоки атомов или молекул создаются в зоне генерации (I) за счет испарения жидких или сублимации твердых материалов, помещенных в эффузионные ячейки (источники). Потоки частиц направляются на подложку, проходя зону смешивания (II), и осаждаются на ней в зоне роста (III), образуя пленку из вещества требуемого состава.

Зону роста можно разделить на три области, первая из которых представляет собой подложку или очередной выросший моноатомный слой материала, следующая -- газовую смесь компонентов гетероструктуры в приповерхностной области, последняя – переходной слой, геометрия которого и протекающие в нем процессы сильно зависят от выбора условий роста. Составом выращиваемой пленки и наличием легирующих примесей определяется количество эффузионных ячеек. Температура эффузионной ячейки определяет величину потока частиц. Управление составом выращиваемого материала и концентрацией легирующих примесей осуществляется с помощью перекрывающих заслонок.

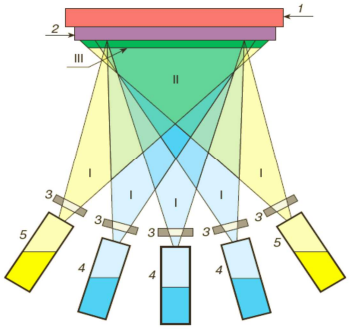


Рис.1. Схема MBE установки: 1 – подложка, 2 – растущая пленка, 3 –заслонки, 4 – эффузионные ячейки основных компонентов, 5 - эффузионные ячейки легирующих примесей; I – зона генерации молекулярных пучков, II – зона смешивания пучков, III – зона кристаллизации на подложке (зона роста)

Поток аммиака в камеру обеспечивает необходимый азот. Аммиак разлагается под действием температуры при выходе из инжектора.

Материалы роста

В качестве источников металлов III группы и для легирования кремнием используются стандартные эффузионные ячейки. В качестве материалов используются металлы: галлий; алюминий, индий, для легирования n-типа – кремний. В качестве источника азота использовался инжектор с возможностью подогрева, через который в камеру роста подавался аммиак (NH_3).

Для роста в основном используются 2 типа подложек: SiC и Al_2O_3(сапфир), причем преимущественно используют сапфировые подложки ввиду их меньшей стоимости. Поскольку сапфир прозрачен для инфракрасного излучения, на обратную сторону подложки наносится тонкий слой металла, стойкого к аммиаку и имеющего высокий коэффициент серости -- молибдена или титана. Перед загрузкой в шлюзовую камеру сапфировые подложки обезжириваются, а после установки в камеру роста - отжигаются.

Методы контроля

Основным инструментом диагностики растущего слоя является лазерная интерферометрия, обеспечивающая контроль толщины и шероховатости растущего слоя в режиме реального времени. Принцип работы лазерного интерферометра основан на эффекте интерференции лазерного луча при отражении от поверхностей раздела сред с сильно отличающимися показателями преломления.

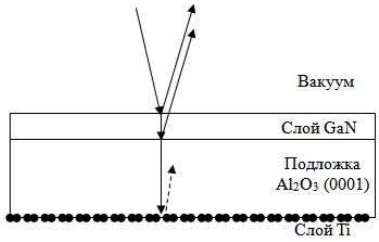


Рис.3. Схема интерференции в системе GaN/ Al2O3

Отражательная дифракция быстрых электронов (ОДБЭ, RHEED) позволяет измерять скорость роста и контролировать состояние ростовой поверхности.

Заключение

Нитриды металлов третьей группы обладают рядом уникальных свойств, позволяющих создавать на их основе оптоэлектронные приборы ультрафиолетового и видимого диапа-

зонов, а также мощные полевые транзисторы и структуры лазеров.

МПЭ также позволяет получать структуры с пониженной размерностью: квантовые точки, квантовые нити, квантовые ямы, сверхрешётки, плоские волноводы.

Список литературы:

1. Гетероструктуры InGaN/GaN, полученные методом молекулярно-лучевой эпитаксии с использованием аммиака в качестве источника азота. С.И.Петров, А.П.Кайдаш, Д.М.Красовицкий, И.А.Соколов, Ю.В.Погорельский, В.П.Чалый, А.П.Шкурко, М.В.Степанов, М.В.Павленко, Д.А.Баранов. ПЖТФ, 2004, том 30, выпуск 14, с. 13-19
2. Федоров А.В. Физика и технология гетероструктур, оптика квантовых наноструктур. Учебное пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО., 2009. — 195 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ ЛАЗЕРНЫХ ЗЕРКАЛ

В.В. Азарова [1,2], Д.О. Перфилов[2], М.С. Тегин[1]
[1]НИУ ВШЭ, Департамент электронной инженерии
[2]НИИ «Полюс» им. М.Ф.Стельмаха

Аннотация. Проанализирована математическая модель расчета спектральных характеристик многослойных интерференционных диэлектрических отражающих покрытий зеркал для лазерных кольцевых резонаторов. Проведено моделирование реально изготовленных зеркал с учетом возможных ошибок напыления. Показано, что проанализированная математическая модель может быть применена для оптимизации технологического процесса изготовления зеркал.

Введение. Использование оптических приборов в различных областях науки и техники приводит к необходимости создания многослойных диэлектрических систем, удовлетворяющих различным требованиям к их свойствам. В работе проведено численное моделирование многослойных отражающих покрытий с учетом возможных ошибок при напылении слоев и влияние этих ошибок на спектры пропускания и отражения в видимом диапазоне длин волн. Промоделированы спектры коэффициентов отражения конструкций из конкретных окислов при искажении дизайна. Сопоставлены результаты измерения коэффициентов пропускания с наиболее вероятной численной моделью. Рассматриваются решения обратных задач с оптимизацией параметров нанесенных покрытий для конкретных применений.

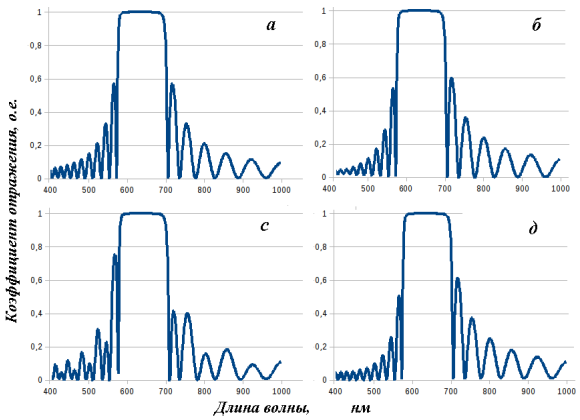


Рис.1. Зависимость коэффициентов отражения многослойников Ta_2O_5/SiO_2 от положения слоя, нанесенного с ошибкой.

Численное моделирование. Математическая модель расчета многослойных диэлектрических зеркал в работе основана на методе характеристических матриц Абелеса [1-3]. В основе описания пленочных систем этим методом лежит понятие матрицы слоя.

Многослойник зеркального покрытия конструируется по формуле: $A(HL)^N HG$, где H и L – четвертьволновые слои с высоким и низким показателями преломления, а A и G – среда и подложка, соответственно. При моделировании коэффициентов отражения для TE или TM поляризаций падающего на многослойник излучения ошибка вводится путем нарушения требования четвертьволновой оптической толщины определенных слоев при заданном угле падения. Для примера результатов численного моделирования на рис.1 показаны искажения спектров отражения многослойного покрытия Ta_2O_5/SiO_2 от номера не четвертьволнового слоя. На рис.1,*а* показан результат расчета спектра 35-слойного идеального покрытия для излучения TM поляризации с длиной волны 632 нм, падающего под углом 45 градусов на зеркало. На рисунках: ***б, с*** и ***д*** соответственно, приведены искажения спектров отражения при ошибках нанесения 1-го, 17-го и 35 слоев по оптической толщине на λ/10. Из сравнения спектров видно, что максимально ошибка проявляется при внесении ее в средние слои многослойника.

Эксперимент и численное моделирование. Для сопоставления результатов численного моделирования с экспериментом было изготовлено зеркальное 19-слойное покрытие, нанесенное в вакуумной камере ионно-лучевым способом путем чередования диэлектрических окисных слоев TiO_2 и SiO_2 на подложку из плавленого кварца.

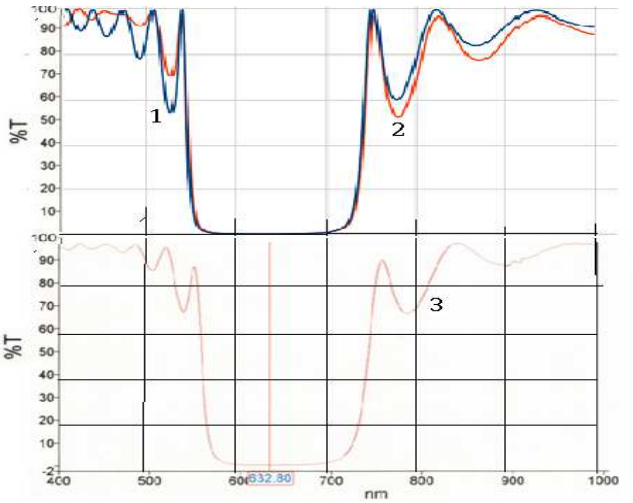


Рис.2. Спектральная зависимость коэффициентов пропускания многослойников TiO_2/SiO_2 *. Верхние кривые – численное моделирование, нижняя кривая – коэффициент пропускания экспериментального покрытия.*

Оптическая толщина слоев покрытия была рассчитана для λ=632,8 нм (He-Ne лазер) и для угла падения излучения на поверхность зеркала 45 градусов. Спектральная зависимость коэффициента пропускания зеркала была промерена с помощью прецизионного спектрофотометра в диапазоне длин волн 400-1000нм. Результат коэффициента пропускания покрытия приведен на рис. 2 (кривая 3). Проведенное численное моделирование в предположении идеальности всех слоев (рис.2, кривая 1), показало явное несоответствие спектров в коротковолновой области. Введение ошибок напыления в нижние слои (рис.2, кривая 2) показало, что возможная недостаточно хорошая адгезия

при нанесении нижних слоев на подложку может привести к отклонению спектральной характеристики покрытия от идеальной.

Заключение. Путем сравнения результатов численного моделирования и измерений, реально изготовленных лазерных зеркал показано, что проанализированная математическая модель может быть использована для адекватного описания покрытий, и таким образом для анализа и корректировки технологических процессов их изготовления.

Список литературы:

1. Борн М. и Вольф Э. Основы оптики. М.: Наука. 1970.

2. Джеррард А. и Берч Дж.М. Введение в матричную оптику. М.: Мир.2008.

3. В.В.Азарова, А.П.Макеев, В.П.Симонов. Изв.ВУЗов. Приборостроение.т.57, №6,стр73-78,2014

МОДУЛЬ ДИВЕРТОРА ТОКАМАКА КТМ НА ОСНОВЕ ЛИТИЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

М.Ю. Жарков
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассматривается модуль дивертора для токамака КТМ на основе литиевых капиллярно-пористых систем (КПС), принципиально новом материале, в котором жидкий литий заключен в матрицу из пористого твердого материала.

Введение

Создание и исследование нового материала, обращенного к плазме, на основе литиевых капиллярно-пористых систем (КПС), его применение в конструкциях внутрикамерных элементов [1, 2] стало ответом на вызовы, возникающие при разработке проектов реакторов токамаков ИТЭР и ДЕМО. В экспериментах с литиевыми лимитерами на токамаках Т-11М, Т-10, FTU и стеллараторе TJ-II были продемонстрированы преимущества литиевых КПС по сравнению с традиционными материалами - способность без повреждений выдерживать высокие тепловые нагрузки, самовосстановление литиевой поверхности, значительное снижение поступления примесей в разряд, снижение рециклинга и, как следствие, улучшение параметров плазмы.

Принципиально новым этапом в исследованиях стало создание стационарно работающих внутрикамерных литиевых элементов - охлаждаемого лимитера токамака FTU и модели литиевого дивертора для казахстанского материаловедческого токамака КТМ. Отличительной чертой этих устройств стало наличие системы эффективной стабилизации температуры приемной литиевой поверхности.

Конструкция модуля литиевого дивертора

Модуль литиевого дивертора токамака КТМ (1/24 часть штатного графитового дивертора) представляет собой коробчатую конструкцию с каналом протока теплоносителя (эвтектический сплав Na-K) и емкостью для подпитки литием приемной поверхности (рис. 1). Приемная поверхность модуля покрыта КПС толщиной 1 мм на основе сетки из нержавеющей стали типа Х18Н9 (основная часть) и пористого волокнистого вольфрама, размещенного в области пересечения ветвей сепаратриссы с поверхностью. Основные параметры модуля приведены в табл. 1. Поддержание исходной температуры литиевой поверхности (200^{o}С) и ее стабилизация на уровне не выше 550^{o}С в процессе плазменного разряда осуществляется потоком теплоносителя, температура и параметры циркуляции которого обеспечиваются и регулируются внешней системой термостабилизации (рис. 2).

Таблица 1.

Основные параметры модуля литиевого дивертора

Характеристика	**Величина**
Поток энергии на литиевую поверхность, МВт/м^2	до 10 МВт/м^2
Длительность плазменного разряда	до 5 с
Макс. энергия, приходящая на приемную поверхность за разряд	700 кДж
Температурный диапазон работы устройства	от 200 ^{o}С до 600 ^{o}С
Скорость потока теплоносителя	0,2 – 2 л/с
Давление в тракте теплоносителя	<0,5 МПа

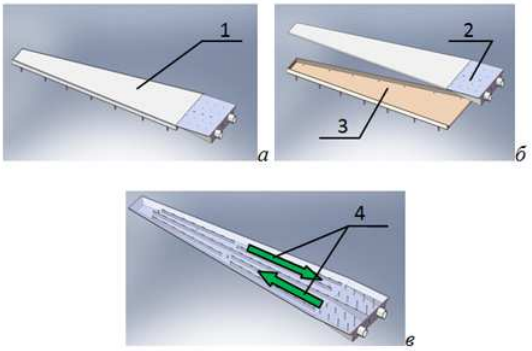


Рис.1. Модуль охлаждаемого литиевого дивертора: а – общий вид, б – тракт теплоносителя и питающая ёмкость, в – каналы тракта теплоносителя. На рис. 1: 1 – КПС, 2 – тракт теплоносителя, 3 – питающая ёмкость с литием, 4 – направление потока теплоносителя.



Рис.2. Модель системы термостабилизации МЛД

На этапе омического нагрева плазмы, когда тепловой поток на поверхность дивертора значительно ниже 10 МВт/м^2, используется неохлаждаемый модуль литиевого дивертора, в котором стабилизация температуры поверхности происходит за счет теплоемкости конструкции с тепловым аккумулятором из нержавеющей стали и молибдена, а разогрев до температуры плавления лития производится электрическим нагревателем (рис.3).

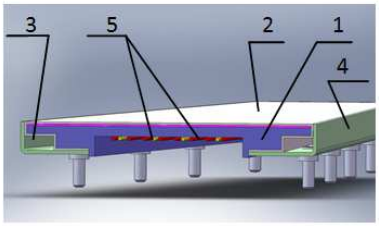


Рис. 3. Неохлаждаемый МЛД: 1 – тепловой аккумулятор, 2 – КПС, 3 – объем с литием; 4 - корпус, 5 – нагреватель.

В настоящее время проводятся первые эксперименты по исследованию воздействия плазмы низких параметров на литиевую поверхность модуля.

Список литературы:

1. I.E. Lyublinski, A.V. Vertkov, V.A. Evtikhin, Application of lithium in systems of fusion reactors 1. Physical and chemical properties of lithium, Plasma Devices and operation, 17(1), 42 (2009).

2. I.E. Lyublinski, A.V. Vertkov, V.A. Evtikhin, Application of lithium in systems of fusion reactors 2. The issues of practical use of lithium in experimental facilities and fusion devices, Plasma Devices and operation, 17(4), 265 (2009).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УСТАНОВКИ ПЛАЗМЕННОГО ТРАВЛЕНИЯ В ЭЛЕКТРОЛИТОГРАФИИ

К.Н. Миньков
НИУ ВШЭ,

Департамент электронной инженерии

Для создания образцов для просвечивающей электронной микроскопии используется ионно-лучевое травления этот метод позволяет, как утонять образцы, так и протравливать их насквозь. Данные задачи будут решены с помощью установки для травления Gatan 695 PIPS II.

Так же указанный выше метод может использоваться для травления как кремния так и его оксидов на полупроводниковой подложке. Предлагается использовать эту установку для изготовления микрорезонаторов.

Такое использование методов ионно-лучевого травления привлекательно с экономической точки зрения т.к. данная установка стоит на порядок дешевле промышленной установки, а позволяет выполнять сопоставимые задачи.

Ионно-лучевое травление - универсальный метод с помощью которого можно протравить любой материал или их сочетание. В отличие от химического травления, ионное отличается лишь на порядок величины, в результате этого сложные многослойные структуры могут быть протравлены в едином процессе.

Технология ионно-лучевого травления обладает рядом преимуществ. Одним из них является разрешающая способность, позволяющая получать элементы с размерами менее 10 нм. Так же ИЛТ обеспечивает высокую анизотропность, основанную на затенении маской различных участков поверхности, обрабатываемой пучком.

Ионное травление определяется чисто физическим процессом передачи импульса, скорость травления в первом приближении может быть связана с двумя факторами: плотность ионного потока на подложку, зависящей от конструкции ионного источника, и количеством удаленных атомов на один падающий ион, определяемый явлением передачи импульса поверхности подложки.

В рамках решения задачи по созданию полупроводниковых покрытий необходимо решить следующие технологические задачи:

- рассчитать скорость травления материала;
-определить время травления материала;
- определить скорость подачи газа;
-определить энергию пучка;
-выбрать программу в которой должно происходить травление;
-выбор угла травления;
-выбор температуры холодного образца;

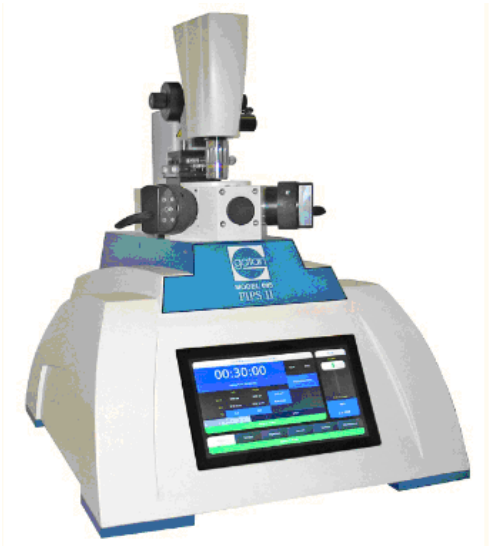


Рис.1. Внешний вид установки Gatan 695 PIPS II.

-определить оптимальную скорость вращения образца;
-выбрать режим модуляции.

В результате необходимо получить наилучший способ ионно-лучевого травления полупроводниковых поверхностей для получения различных полупроводниковых приборов.

Для решения этих задач была использована установка Gatan 695 PIPS II, которая управляется цифровым контроллером и оснащена графическим интерфейсом с сенсорным экраном, что позволяет наглядно и просто контролировать все параметры процесса травления, иметь быстрый доступ к предустановленным режимам, а также создавать собственные профили параметров работы. Это позволяет стандартизировать процесс пробоподготовки и оптимизировать режимы для различных образцов.

Ионное утонение осуществляется сфокусированными пучками ионов, генерируемых двумя ионными пушками типа Пеннинга. Ионные пушки имеют независимый наклон (опционально – с моторизованным приводом) и позволяют выбрать область и желаемый угол травления.

Выводы

В настоящее время в науке и технике необходимо решать задачи, связанные с получением полупроводниковых слоев методом травления. Ионно-лучевое травление - это отличный метод для решения подобных задач. Его экономические преимущества и доступность для широкого применения позволяет сделать вывод о перспективности данного метода и рекомендовать его для изготовления опытных образцов.

Однако, для возможности использования метода ионно-лучевого травления необходимо современное оборудование и высококвалифицированный персонал.

Список литературы:

1. Н. Айнспрука и Д. Браун Плазменная технология в производстве СБИС. – Мир, 1987 г. – 470 с.

2. М.А. Королев, Т.Ю. Крупкина, М.А. Технология, конструкции и методы можелирования кремниевых интегральных микросхем. – Бином,2007 г. – 396 с.

3. Б.А. Лапшинов Технологии литографических процессов. – Москва, 2011г. – 93 с.

4. Карцев Е.А., Юрин А.И. Основы нанометрологии. М.: Московский государственный институт электроники и математики, 2012.

5. Юрин А.И., Филимонов В.В., Карцев Е.А. Контроль толщины нанопокрытий // Датчики и системы. 2012. № 1. с. 60-65.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗАТВЕРДЕВШЕГО РАСПЛАВА МАТЕРИАЛОВ АКТИВНОЙ ЗОНЫ РЕАКТОРА

Д.Р. Аскаров
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе описаны эксперименты по определению с использованием установки УТФИ-2теплофизических свойств (ТФС) материалов активной зоны реактора.

Введение

Исследования теплопроводности тепловыделяющих элементов (твэлов) для ядерных реакторов в широком диапазоне температур являются актуальными, поскольку вносимые в традиционные материалы изменения структурысвойств топливных таблеток (размер зерна, добавки гадолиния и бериллия) вызывают изменения этого параметра. Для определения теплофизических свойств (ТФС) твэлов необходимо проводить измерения характеристик как в процессе, так и после их термического и реакторного испытания. В настоящее время в СНГ и за рубежом широко ведутся исследования по получению модифицированного оксидного ядерного топлива с повышенной теплопроводностью. Повышение теплопроводности диоксида урана UO_2 приведет к снижению перепада температур по радиусу топливной таблетки и соответственно к уменьшению механических напряжений[1]. Использование нанотехнологий позволяет изготовить спеченные таблетки UO_2 с необычной микроструктурой и повышенной теплопроводностью. Так, к примеру, в диоксиде урана были сформированы кислородно-углеродные нанокластеры, для чего в стехиометрический диоксид был внедрен наноуглерод[2].. Диоксид был смешан с углеродом и смесь подвергнута высокотемпературному отжигу. В результате размер зерна с 20мкм снизился до 5мкм[8].

Оборудование и методика проведения эксперимента

Установка «УТФИ-2» (Казахстан г. Курчатов) предназначена для измерения теплофизических коэффициентов температуропроводности a, теплоемкости C_p, теплопроводности λ ядерных материалов, в том числе и кориума (диоксида урана,) на малых образцах в форме тонкого диска (диаметр от 5,8 мм до 10,0 мм, толщина от 1,22мм до 2,00 мм) методом вспышки в диапазоне температур 300-1000 К[3].Установка состоит из приборной стойки информационно-измерительной системы (ИИС), измерительной ячейки (кондуктиметра) и вакуумной камеры с нагревательным узлом. Вакуумная камера, силовая часть и измерительная схема нагревательного узла собраны в один функциональный узел на базе вакуумного универсального поста ВУП- 1.

Принцип действия установки основан на формировании теплового импульса на одном из торцов тонкого цилиндрического образца и регистрации температурных откликов на нагреваемой поверхности и противолежащей поверхности образца с их последующей обработкой[4]. Тепловой импульс формируется в омическом плоском нагревателе, помещенном между двумя одинаковыми образцами за счет выделения джоулева тепла. По условиям метода образцы должны быть идентичны по свойствам и размерам. Специально разработанный источник формирования импульсов позволяет получить длительность импульса от 5 мс до 10 мс. Изменение температуры на внутренней и наружной поверхностях образца выполняется малоинерционными хромель-алюмелевыми (ХА) термопарами. В компьютере оператора происходит программная обработка сигналов, отображение и регистрация измерительной информации.

Порядок проведения эксперимента был следующим:

- подготовка образцов (измерение толщины, диаметра массу каждого образца и плотность);

проведение калибровки установки (использовались образцы из нержавеющей стали 12Х18Н10Т с известными теплофизическими свойствами[5]);

- установка образцов и термопар в кондуктиметр;

- кондуктиметр с установленными образцами и термопарами, устанавливался в высокотемпературную вакуумную печь;

- адаптация оборудования и методики измерений ТФС на экспериментальной установке «УТФИ-2», реализующей импульсный метод измерений, для применения в рабочем диапазонетемператур в условиях нагрева,подготовка рабочей камеры и нагревательного узла к проведению измерений в контролируемой газовой среде;

- к распределительной колодке внутри печи подсоединялись термопарные провода и выводы импульсного нагревательного элемента[6];

- проведение теплового расчета электропечи, дополнительной компенсирующей мощности тепловых потерь, обеспечивающей поддерживание температуры образца на заданных температурных уровнях, с допустимым температурным градиентом для измерений ТФС ядерных материалов[7];

- апробация адаптированной методики измерений ТФС в рабочемдиапазоне температур на образцах материалов с известнымитеплофизическими свойствами;

- проведение измерений ТФС затвердевшего расплава материалов активной зоны реактора;

- при начальных одинаковых температурах $T_0^{обр}$ и$T_0^{печи}$ задавалась мощность нагревания такой, чтобы печь набирала максимальную температуру за минимально возможное время;

- в момент достижения максимальной температуры печи $\mathbf{T_{max}^{печи}}$ сбрасывалась мощность до нулевого значения;

- после сброса мощности идет процесс теплообмена печи с образцом, выжидалось достижение температурной полки образцом. Температурной полкой считается темп нагрева, вблизи заданной, с градиентом не превышающим $\mathbf{0,05}$ ℃/с;

-достижение температурной полки, поддерживаемой компенсирующей мощностью тепловых потерь, 300 с;

Экспериментальные результаты

На рисунке 1 представлена термограмма с выходами на температурные полки образцом диоксида урана.

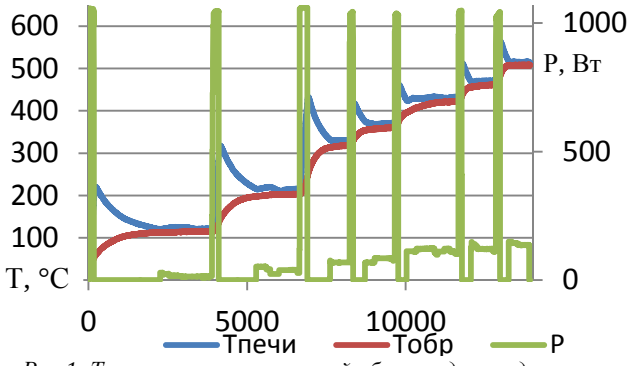


Рис.1. Термограмма испытаний образца диоксида урана

В таблице 1 приводятся результаты измерений термограмм образцов двуокиси урана,полученных при тестировании, на воспроизводимость с тремя разными постановками образца в кондуктиметр.

Таблица 1. Результаты измерений серии термограмм с разными постановками

Контр, температурная точка	$\tau_{1/2}$, мс	ΔT_{max}, °C	$a \cdot 10^{-6}$, $м^2/с$	Q, Дж	C, Дж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)
30,80	228	6,50	2,59	1,75	239,5	6,37
35,54	235	5,75	2,57	1,68	260,9	6,87
29,55	221	5,44	2,73	1,65	269,2	7,52
30,04	230	5,90	2,63	1,69	256,5	6,92

В таблицах 2 и 3 приведены результаты измерений температуропроводности, удельной теплоемкости и коэффициента теплопроводности образцов двуокиси урана, полученные в серии измерений на установке УТФИ-2[10]. В качестве погрешностей в таблице приведены удвоенные стандартные отклонения средних значений величин по результатам обработки серий из 3 термограмм для каждой температурной точки.

Таблица 2.

Результаты измерений серии термограмм

Заданная Т полка	$\tau_{1/2}$, мс	ΔT_{max}, °C	$a \cdot 10^{-6}$, $м^2/с$	Q, Дж	C, Дж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)
40	240	5,36	2,4	1,7	275	7,11
100	252	5,00	2,4	1,67	298	7,42
200	289	4,42	2,2	1,67	337	7,22
300	319	4,11	1,96	1,66	359	6,98
350	323	3,97	1,9	1,62	364	7,01
400	365	3,61	1,7	1,57	387	6,57
450	357	3,45	1,7	1,55	400	6,98
500	388	3,29	1,6	1,55	417	6,67
320 (на охл-и)	321	3,80	1,8	1,62	368	6,97

При расчете коэффициента температуро-проводности и удельной теплопроводности использовались данные по коэффициенту линейного расширения спеченной двуокиси урана, взятые из [6].

Неучет изменения линейных размеров при нагреве приводит к систематической погрешности расчета значений температуропроводности 1,2 % и теплопроводности 0,6 % при температуре 600ºС.

Таблица 3. Результаты калибровочных измерений образцов из нержавеющей стали 12Х18Н10Т

№ П/п	U_{max}, В	$\tau_{имп}$, мс	ΔT, °C	q, Дж	$Q_{эф}$, Дж	K
1	25,02	8,6	4,03	1,004	0,889	0,885
2	25,10	8,6	4,11	1,011	0,897	0,887
3	25,12	8,6	4,13	1,012	0,898	0,887
4	25,05	8,6	4,19	1,007	0,891	0,885
5	25,10	8,6	4,14	1,011	0,894	0,885
Среднее	25,08	8,6	4,12	1,009	0,894	0,886
Ст. откл	0,04	0	0,06	0,003	0,004	0,001
Отн. ст. откл	0,16%	0%	1,43%	0,33%	0,43%	0,13%

Анализ полученных результатов показывает очень хорошее соответствие измеренных значений теплоемкости ТФС образцов двуокиси урана с литературными.

Следует отметить незначительное расхождение значений коэффициентов теплопроводности и температуропроводности для образцов керамической двуокиси урана в диапазоне температур до 200 ℃. Причиной таких расхождений может быть как систематическая погрешность в методике измерений, так и отличия в стехиометрическом составе и структуре материала используемой спеченной двуокиси урана.

Заключение

- определены параметры контроля газовой среды нагревательного узла к проведению измерений в рабочем диапазоне температур;

- отработаны режимы нагрева электропечи.- получена формула зависимости перегрева печи от перегрева образца для 50, 100 ℃ шагов. Реализован алгоритм регулирования температуры в электропечи с повышенной инерционностью, который обеспечивает выходы на заданные температурные полки с погрешностью не более 5 %[9];

- произведен тепловой расчет электропечи, рассчитана дополнительная компенсирующая мощность тепловых потерь, обеспечивающая поддерживание температуры образца на заданных температурных полках, с допустимым температурным градиентом для измерений ТФС ядерных материалов;

- предложена система автоматического выхода на заданные температурные полки, приведен перечень составляющих элементов, описана работа системы;

- опробована адаптированная методика измерений ТФС и оборудование. Результаты испытаний хорошо согласуются с литературными данными.

Список литературы:

1. Гайдученко, А.Б. Теплофизические свойства облученного уран-циркониевого топлива/ Атомная техника за рубежом – 2008 – N1.

2. Курина И.С., Попов В.В., Румянцев И.Н. Исследование свойств модифицированной оксидной керамики с аномальной температурной зависимостью теплопроводности /В сб. XI Рос. конференция. по теплофизическим свойствам веществ; –С.-Петербург, 4-7 октября 2005.

3. Установка «УТФИ-2»: руководство по эксплуатации: АК.65000.01.624 / ДГП ИАЭ РГП НЯЦ РК. – Курчатов.

4. Flash method of determining thermal diffusivity, heat capacity and thermal conductivity/ Parker, W.J., Jenkins, P.J., Butler, C.P., Abbot, G,L. J. Appl. Phys. – 1961. – vol. 32. No. 9 – p.1679.

5. ГосСТ 67-84. Сталь нержавеющая 12Х18Н10Т. Коэффициент теплопроводности в диапазоне температур 4-300 К. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 5с.

6. Свенчанский, А. Д. Электрические промышленные печи. – Москва: «Энергия», 1975.

7. Чиркин, В.С. Теплофизические свойства материалов ядерной техники: справочник. –М.: Атомиздат, 1968. – 484 с.

8. Amaya M., Kubo T. andKoreiY. ThermalconductivitymeasurementsonUO2+xfrom 300 to 1400 K, /JournalofNUCLEARSCIENCEandTECHNOLOGY. – 1996. – vol. 33. No. 8 – p. 636-640..

9. Manara, D. Исследование высокотемпературных свойств ядерных материалов в JRC-ITU. – Karlsruhe,2006.

10. Станкус С.В., Савченко И.В., Багинский А.В., Верба О.И., Прокопьев А.М., Хайрулин Р.А. Коэффициенты теплопроводности нержавеющей стали 12Х18Н10Т в широком интервале температур / – Новосибирск,2008.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ, ОБЛУЧЕННОЙ В РЕАКТОРЕ БН- 350

Н.Б. Укубасов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассматривается исследование коррозионной стойкости нержавеющей нихромовой аустенитной стали облученной в реакторе БН-350 на экспериментальной установке «КОРИНА» (Казахстан г.Курчатов), реализующей метод одноосного растяжения в условиях изменения температурных параметров нагрева испытываемых образцов. Проведено также исследование изменения физико-механических характеристик стали при различных температурах испытаний.

Введение

Долговременное хранение отработавшего ядерного топливо реактора БН-350 будет осуществляться в металлобетонных контейнерах, где в качестве первого барьера на пути выхода радиоактивных продуктов деления в окружающую среду будут использоваться герметичные оболочки тепловыделяющих элементов (твэлов).

В настоящее время все ядерное топливо упаковано в герметичных чехлах из нержавеющей стали, которые являются вторым барьером для выхода радионуклидов в окружающую среду.

Основанием для беспокойства при сухом длительном хранении топливных сборок является реальная опасность коррозионного растрескивания оболочек твэлов под действием растягивающего напряжения, возникающего за счет давления газообразных продуктов деления внутри твэла.

Методика проведения испытаний

В качестве испытываемых объектов были выбраны образцы стали 08Х18Н10Т. Данные образцы облучали в ядерном реакторе на быстрых нейтронах БН-350 флюенсом $4{,}3\cdot10^{19}$ н/см^2. Из каждого макрообразца были изготовлены по 6 микрообразцов для коррозионных испытаний под напряжением с размерами 25×3×0,5 мм.

Коррозионные испытания слабооблученных образцов проводились на установке «КОРИНА» при постоянной нагрузке $(375 \div 379)$ Н/мм^2. Испытания проводились на воздухе при температуре 400°С. Во время испытания заданная температура образца достигалась в течение 80 минут. Отклонение температуры во время испытания было в пределах ± 2 °С. Длительность испытаний составила 580, 1500 и 3000 часов соответственно [1].

Для обнаружения следов образования усталостных трещин за время коррозионных испытаний под напряжением были проведены металлографические и электронно-микроскопические исследования поверхностей рабочей части испытанных образцов

С целью удаления продуктов коррозии и выявления микротрещин в рабочей части образцы после испытаний были подвергнуты электрохимической полировке в электролите.

Исследования микроструктуры проводили с использованием оптического микроскопа OLIMPUS BX41M и сканирующего электронного микроскопа JSM-6390 [2].

Микротвердость образцов определялась с применением микротвердомера ПМТ-3М по методу Виккерса.

Экспериментальные результаты

При испытании длительностью 580 часов микроструктура образца практически не изменилась и характеризуется полиэдрическим строением зерен, а также небольшого количества выделений вторичных фаз в матрице и на границах зерен. При этом электронномикроскопическое исследование поверхности образца после испытания характеризуются множеством микропор, находящихся в основном в теле зерна.

После испытаний длительностью 1500 ч в структуре образца обнаружены две чередующиеся области. Первая область имеет пористую структуру с большим содержанием мелких пор, которые предположительно являются результатом вытравливания выделений вторичных мелкодисперсных карбидов типа $M_{23}C_6$. Вторая область более плотная и похожа на структуру слабооблученного образца до испытаний. Значения микротвердости первой области ниже, чем второй на 20 %..

Структура образца после испытания в течение 3000 часов, характеризуется множеством вторичных мелкодисперсных выделений, расположенных преимущественно по границам зерен. В результате электронно-микроскопических исследований в структуре рабочей части данного образца обнаружено множество трещин, расположенных вдоль оси растяжения (рисунок 1).

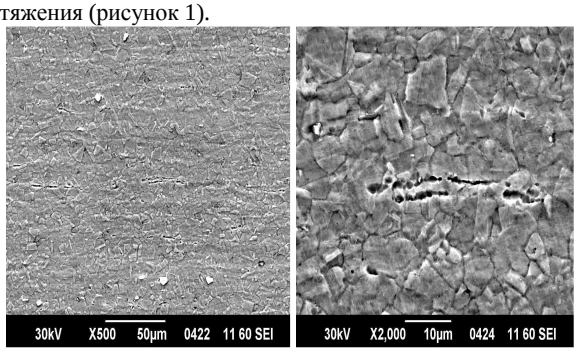


Рис.1. Электронно-микроскопическое изображение микроструктуры образца Ж11-п-5

Трещины длиной около 50 мкм расположены в виде цепочек по всей длине рабочей части. При больших увеличениях видно, что трещины сформированы из множества микропор, расположенных по границам зерен. Микротвердость образца №3 после испытания составила 232-234 кгс/мм^2.

Заключение

При исследовании коррозионной стойкости хромоникелевой аустенитной стали облученной в реакторе БН-350 флюенсом $4{,}3\cdot10^{19}$ н/см^2 установлено, что при испытании длительностью 580 часов микроструктура стали практически не изменяется. При исследовании облученной стали, подвергнутой испытанию на коррозионную стойкость в течении 3000 часов, обнаружено формирование микротрещин по границам зерен, что может явиться серьезным фактором при ее эксплуатации в реакторе.

Список литературы:

1. Программа коррозионных испытаний стальных образцов при наличии растягивающей механической нагрузки : программа / ДГП ИАЭ РГП НЯЦ РК. Е.Т. Коянбаев, А.Д. Даулеткелдыев. – Курчатов, 19.09.2011. – Инв. № 12-230-02/143.1

2. Дж. Гоулдстейна и Х. Яковица, Практическая растровая электронная микроскопия: пер. с англ. / Под ред. В. И. Петрова. – Москва, Мир, 1978. - 655 с.3.

ПОСТАНОВКА МЕТОДА АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОСКОПИИ НА СИНХРОТРОННОЙ СТАНЦИИ «ЛЕНГМЮР»

А.В. Рогачев, Г.В. Пруцков
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В работе описаны особенности проведения исследования органических образцов, сформированных на поверхности жидкости, методами абсорбционной спектроскопии с применением синхротронного излучения. Представлены первые экспериментальные данные.

Введение

Современные био- и нанотехнологии – это динамично развивающиеся области науки, обязанные своим темпом развития в первую очередь новым открытиям в области материаловедения. Высокотехнологичные материалы с каждым годом находят все большее применение в производстве и повседневной жизни. Для их дальнейшего развития и массового внедрения необходимы хорошо отработанные и доступные методы создания и анализа систем с прогнозируемой на молекулярном уровне структурой. Одним из методов получения пленочных структур, отвечающих практически всем необходимым требованиям, чтобы стать основной прорыва в области био- и нанотехнологий, является метод Ленгмюра-Болджетт, обладающий рядом уникальных возможностей: моделирование биомембран, создание органических компонентов микроэлектроники, получение мономолекулярных высокоупорядоченных структур. Развитие данной технологии представляется интереснейшим направлением в современном материаловедении.

Для анализа структур подобных получаемым методом Ленгмюра-Болджетт наилучшим образом зарекомендовали себя рентгеновские методы исследования. Синхротронная станция «Ленгмюр» Курчатовского источника синхротронного излучения позволяет производить измерения образцов, находящихся непосредственно на поверхности жидкости методами рентгеновской рефлектометрии, флуоресцентного анализа в условиях полного внешнего отражения, стоячих рентгеновских волн.

В данный момент исследовательская станция «Ленгмюр» не реализует в полной мере ни одной методики, позволяющей разрешить двумерную структуру образца. Наиболее чувствительными к структуре являются дифракционные методики и методы абсорбционной спектроскопии.

Постановка нового исследовательского метода на существующей установке связана как с изменением аппаратной части, так и разработкой методологии эксперимента.

Технические аспекты. Сканирование по энергиям.

Методы абсорбционной спектроскопии предполагаются измерение зависимости коэффициента поглощения образца от энергии падающих рентгеновских лучей в близи края поглощения. Анализ экспериментальных данных позволяет судить о ближнем порядке структуры в образце. Данная методика требует наличия возможности изменять энергию падающего пучка на образец, сохраняя точку засветки и углы падения на образце неизменными, а также наличия монитора первичного пучка для нормировки сигнала.

Для выполнения вышеописанных условий на синхротронной станции «Ленгмюр» была произведена модернизация блока монохроматизации пучка.

Двухкристальный монохроматор с двумя независимыми гониометрами внутри вакуумного объема не позволял производить плавное сканирование по энергиям, не снижая сильно интенсивность пучка.

Данная проблема была решена установкой кристалла монохроматора Ge (111) прорезного типа с малым гэпом на водоохлаждаемую платформу первого гониометра. В диапазоне энергий от 7 кэВ до 17 кэВ пространственное положение пучка меняется всего на 150 мкм. за счет малой величины гэпа. Благодаря оптимизации алгоритма управления гониометром и пересчета управляющих токов электромеханических подвижек при сканировании по энергиям было достигнуто разрешение порядка 0.05 эВ.

Реализация метода абсорбционной спектроскопии.

Все исследуемые на станции «Ленгмюр» образцы представляют собой мономолекулярные пленки на поверхности жидкости. Измерение с регистрацией флуоресцентного излучения в условиях полного внешнего отражения позволяет сделать методы абсорбционной спектроскии чувствительными к данному типу образцов. В международном сообществе данная методика называется reflection extended X-ray absorption fine structure (ReflEXAFS).

Синхротронная станция «Ленгмюр» после модернизации блока монохроматизации позволяла полностью реализовать условия для проведения подобных экспериментов. После формирования образца на поверхности жидкости в атмосфере гелия монохроматор выставлялся на энергию вблизи K-края поглощения интересующего нас элемента, задавался угол падения излучения на образец вблизи критического угла полного внешнего отражения для жидкости на данной энергии. Сканирование производится от больших значений энергии к меньшим, что связано с особенностями гониометра монохроматора. Для каждой энергии записывается спектр флуоресцентного излучения.

Первые экспериментальные результаты.

Исследования взаимодействия белков Parkin между собой в нативных условиях может позволить определить причины возникновения болезни Паркинсона.

Белки Parkin наносились на поверхность жидкой субфазы, в качестве которой выступал 50% раствор глицерина для удержания белка на границе раздела жидкость/газ. В процессе проведения эксперимента к сформированной структуре внешнее давление не прикладывалось.

На рисунке 1 представлены результаты проведения измерения ReflEXAFS от описанного образца. Хорошо виден K-край поглощения Zn и тонкая около краевая структура от ближнего окружения атомов Zn.

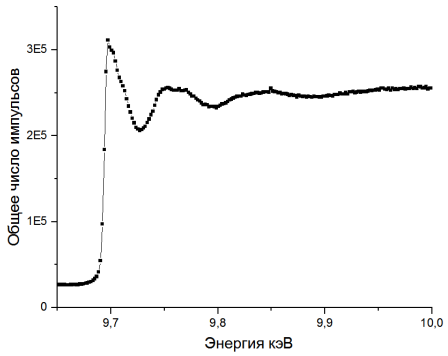


Рис.1. Зависимость интенсивности выхода флуоресцентного сигнала Zn от энергии падающего излучения.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИНТОВ УИУФЛ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРЯДКОВОЙ ШКАЛЫ ОЦЕНОК

П.С. Костомаров
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Для сравнительного анализа УИУФЛ следует иметь информацию о предпочтительных изменениях свойств при изменении оценок по параметрам. Лицо, принимающее решение (ЛПР), сравнивает варианты с различными векторными оценками по двум показателям: худшим и лучшим. С увеличением числа показателей увеличивается и сложность решения таких задач [1].

Сравнение вариантов УИУФЛ по показателям с использованием порядковой шкалы оценок

Сравнивая варианты устройств ИУФЛ необходимо оперировать данными об их реальных, физических свойствах, которые не должны затрагивать отдельные, персональные оценки целесообразности ЛПР. Допустим, необходимо сравнить устройства $s_1, s_2 \dots s_n$, $n \geq 2$, которые характеризуют показатели $X_1, X_2 \dots X_m$, $m \geq 2$. Векторные оценки $y \in Y = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_m$ будут иметь следующий вид (1)

$$y = (x_1, x_2 \dots x_m). \quad (1)$$

В соответствие варианту $s_i \in S = \{s_1, s_2 \dots s_n\}$ ставится оценка вектора y_i (2)

$$y_i = f(s_i) = (x_1{}^i, x_2{}^i \dots x_m{}^i), \quad (2)$$

где $x_j{}^i$ – оценка -го варианта по показателю X_j, а $x_j{}^i \in X_j$, $i = 1 \dots n$ и $j = 1 \dots m$. Оценить представленные варианты по каждому из показателей можно либо путем непосредственного измерения, либо прибегнув к помощи коллектива экспертов или авторитетного мнения ЛПР. Проводя непосредственные измерения или аналитические расчеты, получают оценки на числовых шкалах, которые более достоверны в сравнении, скажем, с вербальными шкалами. Достоверность выбранной шкалы и характер измеряемого показателя влияют на объективность оценки, т. к. при согласовании оценок по вербальным шкалам приходится проходить процедуру согласования мнений, которая будет вносить погрешность в оценку отдельного эксперта за счет усредненности общей оценки всех экспертов. Будем полагать, что интенсивность свойства показателей будет возрастать от начала шкалы в сторону ее увеличения, а показатели, соответственно, будут однонаправленными.

Покажем условия, при которых оценки векторов вариантов $y_i = f(s_i)$ при $i = 1 \dots n$ можно использовать для сравнения.

Первое условие.

Обозначим пространство, не содержащее оценок по показателю X_j, как Y_j (3)

$$Y_j = X_1 \times X_2 \times \dots \times X_{j-1} \times X_j \times \dots \times X_m, \quad (3)$$

тогда $y_j{}^*$ – количество элементов X_j. При неизменном порядке предпочтения векторных оценок $(x_j{}^i, y_j{}^*)$, i от 1 до r_j (оценки по показателю X_j) при фиксированном $y_j{}^*$ будем считать, что показатель x_j не зависим от других показателей по предпочтению. Тогда, упорядочение оценок показателей будет выполнено в соответствии с отношением «не менее предпочтительно, чем» (4)

$$x_j^{r_i-1} \succsim x_j^{r_i} \succsim \dots \succsim x_j^1, \quad (4)$$

при $i = 1 \dots m$ [2].

Второе условие.

Если векторная оценка $y = (x_j{}^i, y_j{}^*)$ предпочтительнее чем $y' = (x_{j'}, y_j{}^*)$, которая получена путем замены x_j на $x_{j'} \in X_j$ при $\forall j \in \{1 \dots m\}$, то можно говорить, что значения больших оценок преимущественнее оценок меньших по каждому рассмотренному показателю. Выполнение данного условия демонстрирует «принцип монотонности» преобразования свойств варианта.

Возможность выделить подмножества независимых векторных оценок Z_0 и соответствующего ему подмножества независимых вариантов S_0 появляется в случае выполнения приведенных выше условий взаимной независимости показателей и непрерывность оценки, произведенной управляющей системы. Предпочтительной векторной оценкой представленных вариантов называется такая оценка, которая имеет по какому-либо отдельному показателю более предпочтительную оценку, чем по остальным. Принадлежность векторной оценки к множеству независимых оценок Z_0 (эффективных оценок) определяется по ее предпочтительности к остальным вариантам. Если $f(s^*) \in Z_0$, то $s^* \in S$ и $s^* \in S_0$ [3].

Лучший вариант, выбранный в соответствии с многокритериальным подходом, следует относить к множеству независимых вариантов, детерминированных решающими правилами, не зависит от выбора решающих правил, в противном случае, в пространстве S будет найден вариант еще предпочтительнее.

В перечне предпочтительных вариантов можно найти такие, которые будут обладать высшими оценками по какому-либо локальному показателю. Выбирая вариант по сумме показателей, ограничим область поиска множеством Парето, содержащимся во множестве представленных для выбора вариантов. Данное ограничение является прикладным результатом определения множества независимых вариантов.

Для анализа вариантов $s_1, s_2, \dots, s_n$ выполним покоординатное сравнение пар векторных оценок составленной матрицы векторных оценок для всех представленных вариантов по совокупности показателей $\|x_j^i\|$. Перечислим возможные случаи сравнения:

1. вариант s_i предпочтительнее варианта s_g, если оценки, составляющие вектор $f(s_i)$ не отличаются от оценок, составляющих вектор $f(s_g)$ но, есть как минимум одна лучшая оценка;
2. вариант s_i эквивалентен варианту s_g по предпочтению $(s_i \sim s_g)$, если оценки, составляющие вектора $f(s_i)$ и $f(s_g)$ одинаковы;
3. вариант s_i несравним с вариантом s_g по предпочтению $(s_i \Delta s_g)$, если для оценок по показателям l и k одновременно выполняется (5)

$$x_l^i > x_j^g \text{ и } x_k^i > x_k^g, j, k \in \{1, 2, \dots, m\}, l \neq k. \quad (5)$$

Множество независимых вариантов S_0 образуется путем сложения вариантов, которые нельзя сравнить, с эквивалентными им вариантами [4].

Алгоритм поиска множества независимых вариантов УИУФЛ.

Для поиска множества независимых вариантов УИУФЛ воспользуемся алгоритмом, представленным на рис. 1. Перенумеруем варианты УИУФЛ и присвоим им векторные оценки, чтобы выполнить необходимые операции. Варианты устройств s_i и s_g принадлежат множеству S. Поочередно сравним векторную оценку $f(s_i)$ варианта s_i с векторными оценками $f(s_g)$ вариантов s_g. Произведем

сравнения по координатам векторных оценок $f(s_i)$ и $f(s_g)$.



Рис.1. Алгоритм поиска множества независимых вариантов УИУФЛ

Вариант s_g будет исключен из множества S, если вариант s_i окажется предпочтительнее его, если же вариант s_g сравним с вариантом s_g по предпочтению, то его не исключают из множества S. Далее сравнивают вариант $s_{g+1}\,\epsilon\, S$ следующий за s_g.

Окончив сравнение варианта s_i с крайним вариантом s_g, переходят к сравнению варианта s_{i+1} с не исключенными из множества S вариантами s_g. Данное сравнение позволяет исключить все подчиненные варианты, образуя тем самым множество независимых вариантов устройств ИУФЛ $\{s^*\}$.

Случаи, в которых обособление множества независимых вариантов устройств ИУФЛ $\{s^*\}$ будет приводить к определению одного самого предпочтительного варианта устройства, являются исключительными, в общем же случае обособление множества $\{s^*\}$ облегчит выбор такого варианта. Количество вариантов устройств, принадлежащих множеству Парето, обусловливается расположением векторных оценок $f(s_i), i = 1,2, \dots,$ на шкале значений показателей. Данное количество, зачастую, превышает количество вариантов устройств, требуемое для решения задачи выбора наиболее предпочтительного варианта [5].

После определения множества независимых вариантов УИУФЛ можно прибегнуть к одной из представленных методик выбора:

- определить вариант при помощи случайного выбора, полагая, что варианты, принадлежащие множеству независимых вариантов устройств ИУФЛ $\{s^*\}$, одинаково предпочтительны для ЛПР;
- разработать принципы, позволяющие сузить количество вариантов, принадлежащих множеству $\{s^*\}$;
- для выбора устройства ИУФЛ ЛПР необходимо получить дополнительную информацию или проведя консультации с экспертами или исследуя построенные для анализа задачи модели.

Последняя методика считается наиболее приоритетной при выборе устройств ИУФЛ.

Заключение

Создание автоматизированной подсистемы выбора УИУФЛ сводится к трем основным этапам:

1.сравнению вариантов устройств ИУФЛ с использованием порядковой шкалы оценки показателей локальных критериев, составляющих обобщенный критерий оценки качества УИУФЛ;

2.выделения множества независимых вариантов УИУФЛ S_0;

3.поиску дополнительной информации о технологических особенностях данного конкретного процесса производства изделий микроэлектроники, которая обусловит выбор самого предпочтительного варианта устройства ИУФЛ.

Список литературы:

1.Балан Н. Н., Васин В. А., Ивашов Е. Н., Костомаров П. С., Степанчиков С. В. Обобщенный критерий оценки качества оборудования иммерсионной ультрафиолетовой литографии // В кн.: Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения. Материалы Международной научно-технической конференции «INTERMATIC – 2012», 3–7 декабря 2012 г., Москва / Отв. ред.: А. С. Сигов. Ч. 7: Проблемы надежности и качества. М. : МГТУ МИРЭА – ИРЭ РАН, 2012. С. 88-92.

2.Слободин М. Ю., Царев Р. Ю. Компьютерная поддержка многоатрибутивных методов выбора и принятия решения при проектировании корпоративных информационно-управляющих систем. – СПб.: Инфо-да, 2004.-223 с.

3.Озерной В. М., Гафт М. Г. Методология решения многокритериальных задач // Многокритериальные задачи принятия решений. М.: Машиностроение, 1978. С. 14-17.

4.Костомаров П. С., Автоматизированная подсистема выбора устройства иммерсионной ультрафиолетовой литографии // В кн.: «Фундаментальные проблемы радиоэлектронного приборостроения». Материалы Международной научно-технической конференции INTERMATIC – 2014, 1–5 декабря 2014 г., Москва / Отв. ред.: А. С. Сигов. Ч. 3 М. : МГТУ МИРЭА – ИРЭ РАН, 2014. С. 121-124.

5.Фишберн П. С. Теория полезности для принятия решений // М.: Наука, 1978.

ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСИ ХРОМА НА ДОМЕННУЮ СТРУКТУРУ КРИСТАЛЛА ТГС

А.К. Лашкова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В работе приведены результаты исследования поверхности кристалла Триглиинсульфата методом Сканирующей зондовой микроскопии. Рассмотрены особенности доменной структуры у материала, выращенного с использованием раствора с 5% примесью Хрома. Приведен сравнительный анализ ТГС с примесью хрома и без нее.

Введение

Сканирующая зондовая микроскопия (СЗМ) - один из мощных современных методов исследования морфологии и локальных свойств поверхности твердого тела с высоким пространственным разрешением.

В связи с возможностью применения сегнетоэлектриков в различных областях техники возросла актуальность исследования их свойств и структуры.

При съемке изображения в СЗМ вносятся искажения, связанные с неидеальностью пьезокерамического сканера, шумами аппаратуры, внешними помехами, другими причинами. Специальные программы позволяют проводить коррекцию изображений, характеризовать структуру поверхностей и осуществлять статистический анализ объектов.

Результаты исследования образца ТГС

С помощью программного обеспечения SPIP 6.1.1 мы проанализировали полученные при сканировании изображения поверхности кристалла ТГС. Площадь исследуемого участка 78343,68 мкм^2. Панорамное изображение исследуемого участка вы можете увидеть на рисунке 1.

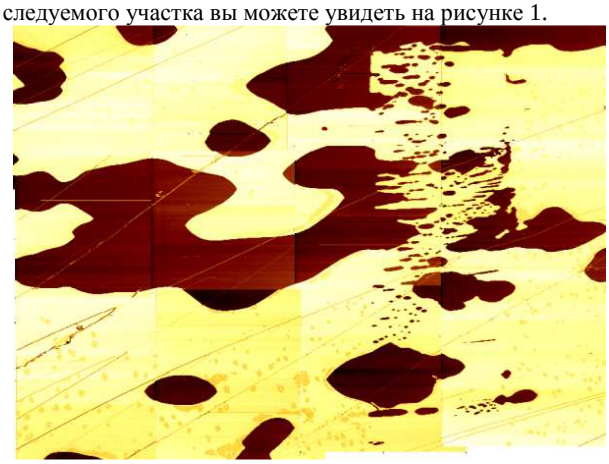


Рис.1. Исследуемый участок

На Рис.1 заметно, что доменная структура не однородна, на изображении присутствует полоса с более мелкими доменами и другой плотностью доменных стенок. Для сравнительного анализа мы выделили участок с полосой (эта часть кристалла была выращена с использованием раствора с 5% примесью Хрома) и два участка кристалла, выращенных без примеси (участки равны по площади).

Данные участки мы сравнивали по двум параметрам: по суммарной площади доменов одного знака и по суммарному периметру доменных стенок. Мы выбрали в качестве основного параметра полный периметр доменных границ. Ведущим мотивом такого выбора явился тот факт, что величина диэлектрической проницаемости ТГС, являющаяся суммой индуцируемой и доменной компонент, определяется преимущественно второй из них и, следовательно, абсолютная величина диэлектрической проницаемости пропорциональна суммарному периметру доменных стенок.

По суммарной площади доменов эти три участка не сильно отличаются друг от друга (на первом участке домены занимают приблизительно 36 % от площади, на втором 32% и на третьем - 31%. Как было отмечено выше, по площади участки равны).

По суммарному периметру доменных стенок эти три участка отличаются намного заметнее: у первого участка суммарный периметр составляет 4170,37 мкм , у второго 1177,78 мкм и у третьего 943,31 мкм. Таким образом, полный периметр доменных стенок первого участка в 3,54 раза больше, чем второго и в 4,42 раза больше чем у третьего.

Все полученные во время анализа результаты занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Полученные результаты.

Площадь исследованного участка (мкм^2)	78343,68	
Площадь сравниваемых участков (мкм^2)	19585,92	
Суммарная площадь доменов 1 участка (полоса) (мкм^2)	Суммарная площадь доменов 2 участка (мкм^2)	Суммарная площадь доменов 3 участка (мкм^2)
7020,800	6343,295	6148,419
процент от площади участка		
35,846%	32,387 %	31,392 %
Суммарный периметр доменов 1 участка (мкм)	Суммарный периметр доменов 2 участка(мкм)	Суммарный периметр доменов 3 участка(мкм)
4170,365	1177,782	943,313

Заключение

С помощью метода Сканирующей зондовой микроскопии можно получить разностороннюю информацию о поверхности сегнетоэлектриков и о ее свойствах, что крайне важно для решения практических задач сегнетоэлектричества. Полученные данные позволяют сделать вывод о влиянии примеси хрома в растворе на доменную структуру кристалла Триглиинсульфата. Таким образом появляется возможность выращивать кристаллы ТГС с нужными для прикладного применения свойствами.

Список литературы:

1. Белугина, Н.В. Исследование доменной структуры слоистых кристаллов TGS:Cr методами АСМ и НЖК. / Н.В. Белугина, Р.В. Гайнутдинов, А.Л. Толстихина, И.Ф. Кашевич, В.Н. Шут, С.Е. Мозжаров. / Тезисы доклада XYIII Российского симпозиума по растровой электронной микроскопии и аналитическим методам исследования твердых тел (г.Черноголовка, 3-7 июня 2013 г.) С.164-165 (518 с).

2. Gainutdinov, R.V. The investigation of regular domain structures in TGS:Cr, LATGS and NLC methods./ R.V. Gainutdinov, N.V. Belugina, A.L. Tolstikhina, E.S. Ivanova, I.F. Kashevich, V.N. Shut, S.E. Mozzharov. / Abstracts book of 13 th International Meeting on Ferroelectricity. 2-6 September 2013 Katowice – Krakow, Poland. P.196 (609 p).

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК ПФМС МЕТОДОМ МАЛОУГЛОВОГО РАССЕЯНИЯ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ

А.В. Терентьев
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Работа посвящена исследованию нанокомпозитных тонких пленок полифенилметилсилоксана (ПФМС), содержащих в объеме наночастицы тяжелого металла.

Метод малоуглового рассеяния рентгеновских лучей находит широкое применение для получения информации о форме и строении большого числа материалов: дисперсных систем, эмульсий, волокон, катализаторов, полимеров и нанокомпозитов, жидких кристаллов.

Малоугловое рассеяние рентгеновского излучения - упругое рассеяние рентгеновского излучения на неоднородностях вещества, размеры которых существенно превышают длину волны излучения, которая составляет λ= 0.5–1 нм; направления рассеянных лучей при этом лишь незначительно отклоняются от направления падающего луча. Наличие в полидисперсной системе равномерно распределенных неоднородностей, размеры которых лежат в диапазоне от 0.1 до 100 нм, приводит к рассеянию рентгеновских лучей под малыми углами (< 30º). При исследовании зависимости интенсивности рассеянного излучения от угла рассеяния можно определить такие характеристики наноразмерных элементов, как их форма и размер, фазовый состав, внутренняя структура, ориентация и распределение.

Источниками рентгеновского излучения в экспериментах служат как рентгеновские трубки (длина волны излучения λ = 0,1–0,2 нм), так и синхротронное излучение (λ = 0,03–0,35 нм). Монохроматичность узкого пучка первичного излучения достигается с помощью кристалла-монохроматора. Проходя сквозь образец, пучок рассеивается и регистрируется при помощи детекторов. Размер и форму частиц находят на основании условия Вульфа-Брэгга: $2dsin\Theta = n\lambda$

где d – характерный размер, λ - длинна волны излучения ,Θ- угол рассеяния излучения .

Использование источника синхротронного излучения, по сравнению с рентгеновскими трубками, дает ряд преимуществ, таких как: высокая интенсивность рентгеновского излучения, малая угловая расходимость, малый размер фокуса, высокая степень поляризации, возможность менять длину волны в широком диапазоне. Это позволяет добиться более высокого разрешения, снизить время экспозиции.

Цель работы - исследование геометрических и структурных параметров наночастиц тяжелых металлов, а также их распределение по объему пленки. Задачи: получение пленок, подготовка образцов, отработка методики эксперимента, интерпретация полученных данных.

Объектами исследования являются тонкие пленки, выращенные на стеклянной подложке, методом плазменного напыления. В процессе роста пленки, в вакуумной камере установки проводилось магнетронное распыление тантала, что привело к кластеризации тяжелого металла в объеме пленки. Конечный продукт, представляет собой аморфную матрицу ПФМС, содержащую в объеме нанокластеры тантала.

Исследование прошло на канале к1.3а, станции ДИКСИ, большого кольца источника синхротронного излучения института синхротронных и нейтронных исследований, Курчатовского института. В ходе экспериментальной части исследования, были получены зависимости интенсивности рассеянного излучения, от угла рассеяния, а также составлена методика проведения эксперимента, для имеющихся образцов.

Станция ДИКСИ состоит из: монохроматора, зеркала, держателя образцов, детектора MAR CCD 2D. На выходе из большого кольца, «белый» пучок попадает в монохроматор с кристаллом Ge (100), затем, при помощи кварцевого зеркала происходит фокусировка пучка на образец. После рассеяния образцом, пучок попадает на ПЗС 2D детектор.

Таблица 1. Технические характеристики станции ДИКСИ

Энергия фотонов	8 кэВ, 24кэВ, 40кэВ
Энергетическое разрешение	10^{-4}
Угловое разрешение	3.3 10^{-5}-10^{-4} рад
Диапазоны Q	0.08 – 1.5 $нм^{-1}$ 0.02 – 1.5 $нм^{-1}$ 0.13 – 12 $нм^{-1}$

Для иллюстрации данных, получаемых методом малоуглового рассеяния, приведена картина рассеяния, а также график зависимости интенсивности рассеянного излучения от угла рассеяния, полученные при исследовании нанокомпозитных алмазоподобных пленок ПФМС на станции ДИКСИ.

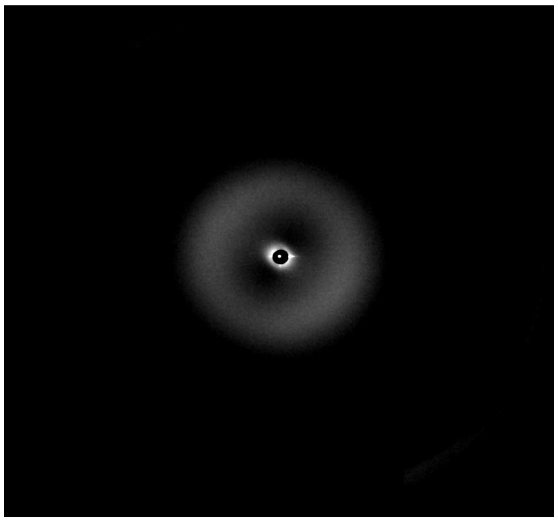


Рис.1. Картина малоуглового рассеяния.

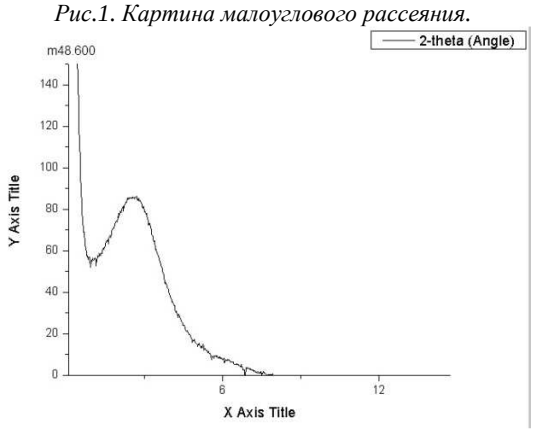


Рис .2. График зависимости интенсивности от угла рассеяния.

Список литературы:

1.Свергун Д.И., Фейгин Л.А. Рентгеновское и нейтронное малоугловое рассеяние М.: наука, 1986. 20 с.

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ИЗМЕРЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МОЩНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ

А.А. Гришин[1], П.А. Лукин[1], Л.М. Самбурский[1,2]
[1]НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии
[2] ИММП РАН

Аннотация

Приведена структура, состав и алгоритм работы аппаратно-программного комплекса измерения импульсных характеристик мощных полупроводниковых приборов: биполярных и МОП-транзисторов. Работа комплекса протестирована на примере измерения характеристик мощного МОП-транзистора IRF640.

Введение

При экстракции параметров схемотехнических моделей полупроводниковых приборов обязательным этапом является измерение их вольт-амперных электрических характеристик. В случае мощных полупроводниковых приборов (в частности, мощных биполярных и МОП-транзисторов) эта операция не может быть выполнена с использованием обычных источников и измерителей постоянного тока, так как в статическом режиме работы такие приборы нагреваются [3], что существенно меняет их электрический режим.

В этом случае измеряются импульсные характеристики, когда требуемые электрические сигналы подаются на прибор короткими импульсами с очень большой скважностью (50–100) [4], что позволяет минимизировать нагрев полупроводникового прибора.

Для измерения импульсных характеристик в общем случае необходим генератор импульсного напряжения с регулируемой скважностью и устройство анализа выходного электрического сигнала прибора. В лаборатории моделирования в электронике в качестве устройства анализа используется осциллограф, а измерения проводятся в ручном режиме. Недостатками ручного способа измерения являются длительное время выполнения, дополнительная погрешность измерения, бóльшая сложность измерения, бóльшая вероятность ошибки оператора, что ограничивает возможности лаборатории по исследованию мощных полупроводниковых приборов.

Существующие аппаратно-программные решения такие, как, например, анализатор мощных устройств B1505A фирмы Agilent [1], система характеризации полупроводниковых приборов Keithley 4200–SCS [2], обладают избыточной для данной задачи функциональностью и являются чрезвычайно дорогими. Поэтому была поставлена задача объединить имеющиеся в лаборатории контрольно-измерительные приборы (КИП) в единый автоматизированный комплекс под управлением ЭВМ и разработать программу управления этим комплексом и обработки получаемых данных измерения.

Структура комплекса

Для решения задачи автоматизации были использованы следующие КИП: осциллограф DPO7254; генератор сигналов специальной формы ГСС-120; источник постоянного тока GPD73033D. Для подключения КИП к управляющей ЭВМ использованы интерфейсы RS-232 и USB. Управление КИП производится с помощью программы, разработанной в рамках системы LabVIEW. Структура аппаратной части комплекса приведена на рис. ; жирными линиями на рисунке показаны информационные сигналы, а тонкими линиями – управляющие сигналы.

Программная часть комплекса представляет собой виртуальный прибор в формате системы LabVIEW, имеющий простой графический интерфейс. Программа может быть запущена как в рамках системы LabVIEW, так и в виде отдельного исполняемого файла.

Алгоритм работы управляющей программы приведён на рис. . После запуска программы пользователь выбирает тип измеряемой характеристики (входная, выходная и т.п.), диапазон изменения управляющих электрических сигналов и максимально допустимые значения выходных электрических сигналов (в том числе потребляемой мощности). Управляющая программа в циклическом режиме передаёт на КИП команды установки параметров управляющих сигналов и выдачи результатов измерения; получает и обрабатывает результаты измерения, постоянно контролируя нахождение тестируемого элемента в рамках области безопасной работы, иначе пытается менять параметры управляющих сигналов, в частности, увеличивать скважность импульсов, либо вовсе прерывает измерения.

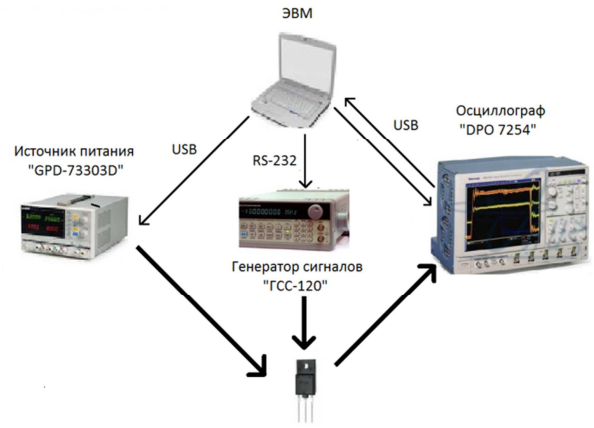


Рис.1. Структура аппаратной части комплекса

Разработанный комплекс даёт возможность измерять двухканальные (с двумя управляющими электрическими напряжениями/токами) импульсные электрические вольт-амперные характеристики мощных полупроводниковых приборов (биполярных и МОП транзисторов) при следующих значениях максимально допустимых параметров:

- напряжение стока (коллектора) – до 60 В (при последовательном соединении каналов источника питания);
- напряжение затвора (базы) – до 10 В;
- ток стока (коллектора) – до 6 А (при параллельном соединении каналов источника питания);
- разрешение по установке значений напряжения/тока – 100 мВ/ 10 мА;
- время установления напряжения на выводах источника питания ≤ 100 мкс;
- частота следования прямоугольных импульсов – 120 МГц;
- скважность импульсного сигнала – до 100.

Результаты использования комплекса

Работа комплекса была проверена на примере измерения сток-затворных и выходных вольт-амперных электрических характеристик мощного МОП транзистора IRF640 в диапазоне напряжений стока и затвора до 5 В при максимально допустимом токе стока 1 А и максимально допустимой мощности 3 Вт. Графики измеренных характеристик приведены на рис. и .

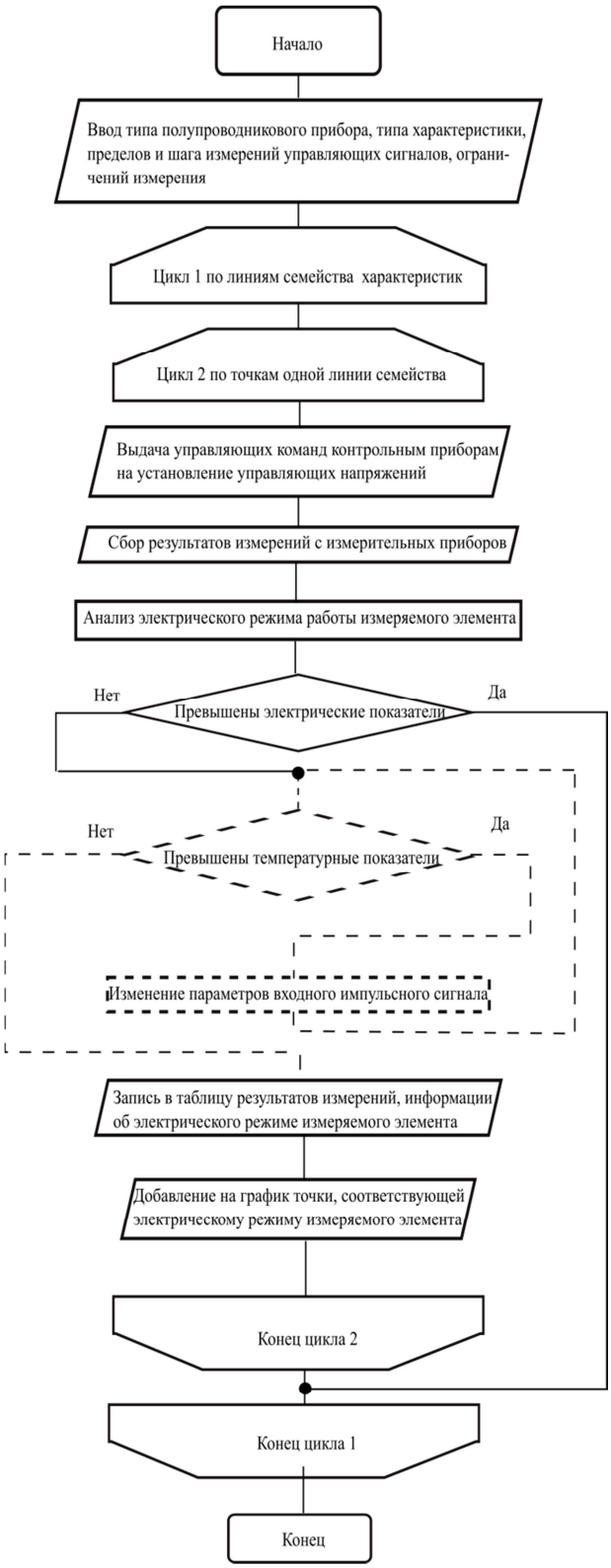


Рис.2. Алгоритм работы комплекса

Направление дальнейшей работы

Усовершенствование разработанного комплекса будет проводиться в следующих направлениях:

1. возможность подключения термодатчика для контроля температурного режима измеряемого элемента;

2. интеграция с базой данных по диапазонам управляющих напряжений и максимально допустимых напряжений для упрощения установки начальных значений программы измерения;

3. возможность экспорта графика электрической характеристики в файл на жестком диске;

4. возможность включения камеры тепла и холода в состав аппаратной части комплекса.

Заключение

В результате выполнения данной работы спроектирован и реализован аппаратно-программный комплекс измерения импульсных характеристик мощных полупроводниковых приборов: биполярных и МОП-транзисторов. Разработана структура и алгоритм работы комплекса. При объединении в единую автоматизированную систему нескольких отдельных контрольно-измерительных приборов и управляющей ЭВМ решены проблемы синхронизации передачи и приема управляющих и информационных сигналов. Программная часть комплекса и пользовательский интерфейс реализованы с помощью промышленной среды графического программирования LabView. Проверка работы комплекса была проведена на примере измерения электрических характеристик мощного МОП-транзистора IRF640.

Использование разработанного комплекса позволило сократить затраты времени на измерение почти в 10 раз (по сравнению с применявшимся ранее ручным способом измерения).

Список литературы:

1.B1505A Power Device Analyzer / Curve Tracer User's Guide, Agilent Technologies, Inc. 2012

2.Keithley 4200 SCS Semiconductor Characterization System, Keithley Instruments, 2011;

3.Baylis C. et al. The Influence of Pulse Separation and Instrument Input Impedance on Pulsed IV Measurement Results //62nd Automatic RF Techniques Group Conference. – 2004

4.Baylis II C. P., Dunleavy L. P. Performing and analyzing pulsed current-voltage measurements //High Frequency Electronics. – 2004. – Т. 3. – №. 5. – С. 64-69;

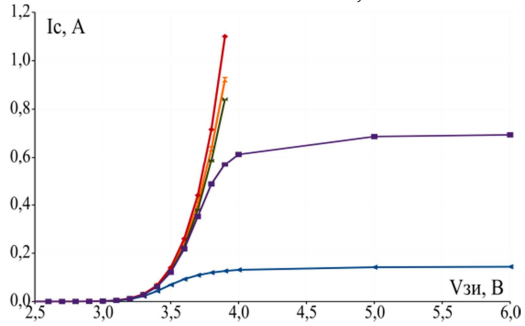


Рис.3. Сток-затворные характеристики МОП-транзистора IRF640 при напряжении стока в диапазоне 0,1–5 В

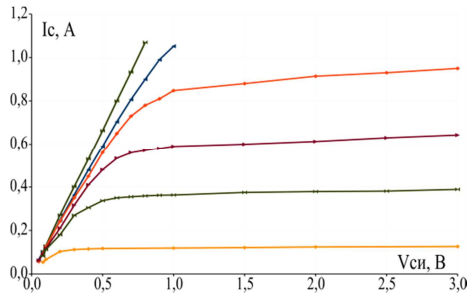


Рис.4. Выходные характеристики МОП-транзистора IRF640 при напряжении затвора в диапазоне 3,5–5 В

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ КАМЕР ПЕРИСТАЛЬТИЧЕСКИХ ПЬЕЗОНАСОСОВ

П.А. Титов, Е.Д. Баженов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе представлены исследования, направленные на повышение эффективности работы камер перистальтических пьезонасосов путем подбора материалов и геометрических параметров различных моделей.

Введение

Работа выполнена в ФГБНУ «НИИ ПМТ» в рамках проекта RFMEFI58314X0002 при финансовой поддержке Минобрнауки РФ.

Целью данной работы является увеличение рабочего объёма камер перистальтических насосов с пьезоэлектрическим возбуждением деформаций стенок. Для достижения цели были решены задачи определения предельных возможностей пьезопривода насоса с расчетом оптимальных толщин элементов. Исследовано влияние упругих свойств материалов на максимальную деформацию в различных моделях. В первом разделе приводится краткое описание теоретических моделей. Во втором разделе представлены исследования и поиск оптимальных толщин слоев, а в третьем – поиск оптимальных материалов.

Модели перистальтических пьезонасосов

Схема работы насоса с пьезоэлектрическими биморфами по аналогу [1] показана на рис. 1.

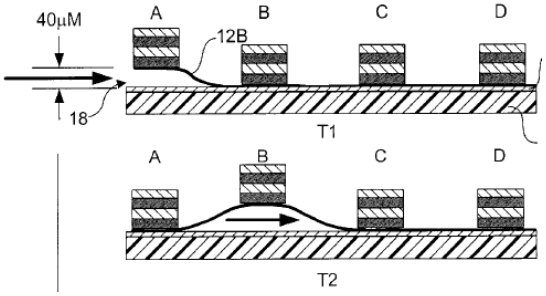


Рис. 1. Схема пьезонасоса с биморфами (аналог)

Поочередная деформация пластин 12B приводит к последовательному раскрытию камер A, B, C, D, создавая бегущую волну перекачки газа или жидкости.

Для решения задач оптимизации рассматривается квазистатическая модель одной длины волны деформации камеры пьезонасоса. В основе построения математических моделей лежат уравнения обратного пьезоэффекта и теория изгиба многослойных пластин, представляющих деформируемые стенки камеры пьезонасоса.

В двухслойной модели [5] с толщинами слоев h_1 – подложка, h_2 – пьезоэлемент (ПЭ), шириной b_1, b_2 и соответствующими модулями Юнга Y_1 и Y_2 согласно обратному пьезоэффекту относительная деформация слоя из пьезокерамики равна $\varepsilon_{ПЭ} = d_{31} \cdot E$, где d_{31} – поперечный пьезомодуль, $E = U/h_2$ – напряженность электрического поля.

Упругая деформация слоя с ординатой y от границы слоев линейно распределена по толщине модели:

$$\varepsilon_{упр.}(y) = \varepsilon_0 - \chi y - \varepsilon_{ПЭ},$$

где ε_0 – деформация при $y = 0$, χ – кривизна системы.

Кривизны двухслойной модели при $b_1 = b_2$ и напряжения U на пьезоэлементе определяется как

$$\chi = A/[B/C + D],$$

где $A = 6d_{31}E$, $B = (Y_1h_1^2 - Y_2h_2^2)^2$, $C = Y_1Y_2h_1h_2(h_1 + h_2)$, $D = 4(h_1 + h_2)$.

Амплитуды прогибов участка камеры для консольной модели $W_m = \chi \cdot l^2/2$, а двухопорной – $W_m = \chi \cdot l^2/8$.

На рис. 2 показаны примеры форм деформирования стенок камеры пьезонасоса и максимальные значения изгиба двухслойной модели с указанными параметрами при напряжениях $U_1 = 150$, $U_2 = 300$ и $U_3 = 450$ В.

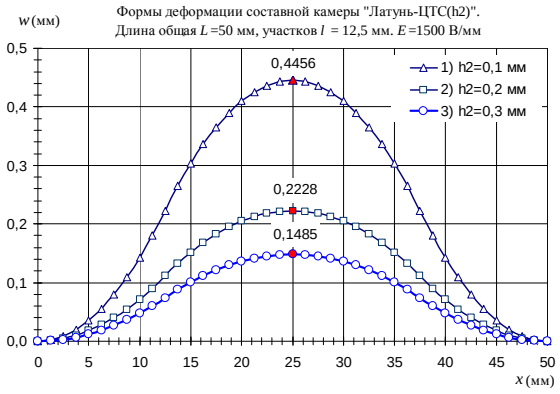


Рис.2. Изгиб двухслойной модели

Таким образом, регулируя приложенное напряжение, мы можем контролировать изгиб модели. На основе этого эффекта можно создать перистальтический насос, представляющий собой череду составных элементов, закрепленных на подложках, воздействующих на жидкость. При приложении переменного напряжения с разными фазами жидкость придет в движение в заданном направлении. Эта конструкция насоса перспективна для откачки малых объемов жидкостей с отсутствием выброса продуктов работы в жидкую среду. Эта технология подходит для перекачки крови и различных медицинских препаратов.

Вычисление оптимальных толщин

Рассмотрим уравнение относительной кривизны $\chi^* = \chi(\eta,e,E)h_1/(6d_{31}E)$ как функцию двух относительных величин $\eta = h_2/h_1$ и $e = Y_2/Y_1$ с постоянным значением напряженности E.

Значения η для максимальной кривизны χ при заданном e получаем как корни следующей функции:

$$f(\eta) = d\chi^*/d\eta = 2e^2\eta^5+(3e+4)e\eta^4+8e\eta^3-2e\eta^2-2\eta-1$$

Графики этой функции для значений параметра e от 0,1 до 10 приведены на рис. 3.

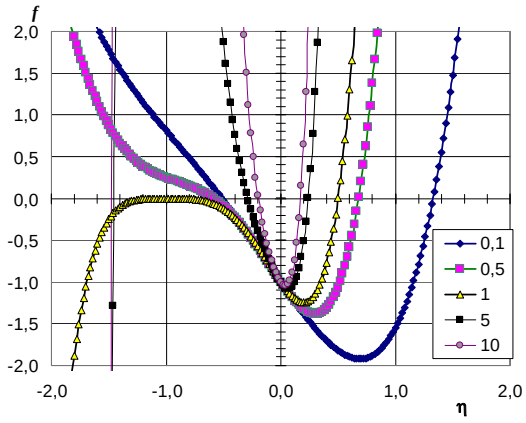


Рис.3. Функция f(η) с параметром e от 0,1 до 10

Как видно, из общего числа 5 корней эта функция при фиксированном значении параметра e имеет один положи-

тельный действительный корень. Физический смысл имеют только положительные корни.

Была разработана программа поиска корней этой функции с точностью 10^{-7}. Полученная зависимость значения корня η от величины *e* в пределах от 0,1 до 10 приведена на графике рис. 4.

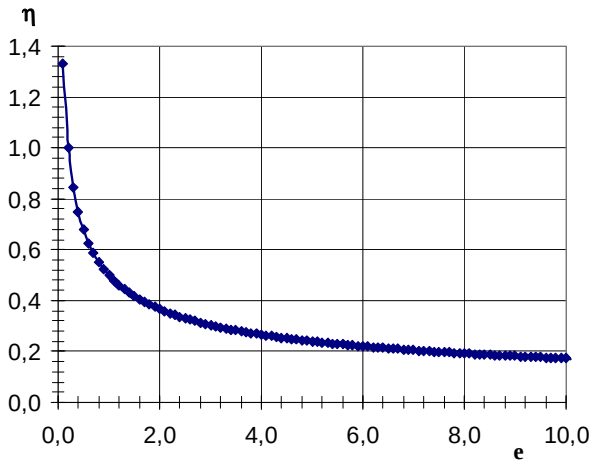


Рис.4. Зависимость корней функции f(η) от параметра e

Найденные значения η являются оптимальными для максимального искривления двухслойной модели. Оптимальные толщины подложек, дающие максимальный прогиб модели, определяются по соотношению:

$$h_1 = h_2/\eta.$$

Исследование прогиба от модуля упругости

В данном исследовании использовалась двухслойная модель из трех участков. Крайние состоят только из подложки и жестко закрепляются, а центральный участок имеет пьезокерамику, лежащую на подложке. В данном исследовании полагалась постоянной толщина пьезокерамики марки ЦТС-19 равная 0,2 мм как наиболее подходящая. Также константой полагались следующие параметры модели: длины участков, ширина модели и напряженность. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1

Параметр	Значение
Материал пьезоэлемента	ЦТС-19
Толщина пьезоэлемента h_2 (мм)	0,2
Длина пьезоэлемента (мм)	5
Модуль Юнга пьезоэлемента (ГПа)	73,4
Суммарная длина модели (мм)	10
Ширина (мм)	4
Напряженность (В/мм)	1400
Напряжение (В)	280

В ходе работы исследовалось влияние модуля упругости подложки на максимальный прогиб камеры. Принят диапазон от $2\cdot10^3$ МПа до $5{,}1\cdot10^5$МПа. При этом использовалась специальная программа [5]. Для каждого модуля упругости предварительно определялась оптимизированная толщина подложки. Результаты, полученные при предельно допустимой напряженности поля (E = 1400 В/мм), вкратце представлены в таблице 2 (для «оптимальных» толщин) и в виде графиков, показанных на рис. 5.

Поиск оптимального соотношения жесткостей слоев в системе с тремя участками показал два экстремума по прогибу: максимум дают подложки с модулем упругости примерно в 7 раз меньшим, чем у пьезокерамики, и при очень жестких подложках с модулем упругости на порядок выше модуля упругости пьезокерамики.

Таблица 2

Модуль упругости Y_2 (МПа)	Материалы	Максимальный прогиб Vmax (мкм)
4,00E+03	Плексиглас	3,79
1,00E+04	Угле	4,32
7,00E+04	Стекло	2,74
1,00E+05	Медь	2,76
2,20E+05	Сталь	3,24
5,10E+05	Иридий	4,12

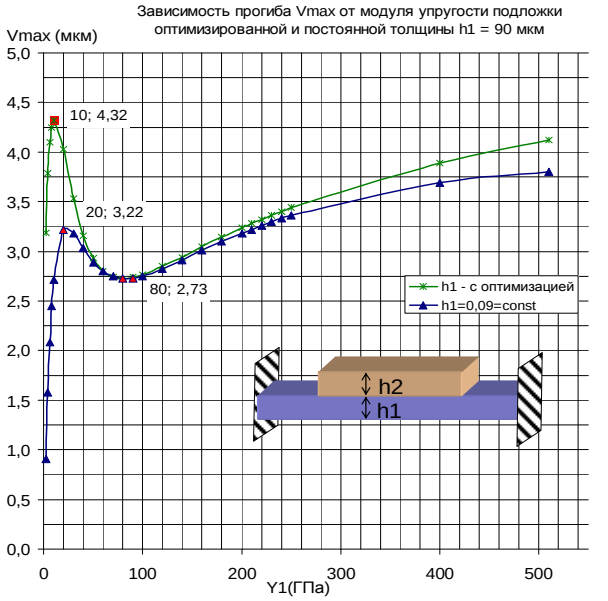


Рис.5. Влияние жесткости подложки на прогиб

Заключение

В ходе работы создана методика оптимизации пьезонасосов перистальтического типа, включающая в себя все этапы от просчета оптимальных толщин, до подбора материалов для максимально эффективной работы.

Полученные результаты показали предельные возможности построения микронасосов с пьезоэлементами различной толщины при максимальной напряженностью. При фиксированных жесткости и толщины пьезокерамики, всегда находится модуль Юнга материала подложки, позволяющий получить максимально возможный прогиб.

Список литературы:

1. Патент US6450773. Piezoelectric vacuum pump and method, 2002.

2. Amirouche F., Zhou Y., Johnson T. Current micropump technologies and their biomedical applications //Microsystem technologies. – 2009. – Т. 15. – №. 5. – С. 647-666.

3. Ballas R. G. Piezoelectric multilayer beam bending actuators: Static and dynamic behavior and aspects of sensor integration. – Springer, 2007 / Series: Microtechnology and MEMS. – Том XXIII. – 358 с.

4. Виноградов А.Н., Шеламов В.А. Механика и пьезомеханика / Метод. указания. / М.: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014. – 32 с.

5. МБВД – Программа по моделированию бегущей волны деформаций // Виноградов А.Н., Духовенский Г.Е. – Свидетельство РФ о гос. регистрации № 2012610487. Правообладатель ГНУ НИИ ПМТ, 2011.

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ЛИТОГРАФИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

М.Ю. Корпачев
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

В качестве одной из стратегий развития ультрафиолетовой литографической технологии целесообразно использование морфологического метода проектирования. Данный метод позволяет на основе анализа функциональных и структурных признаков технологических приёмов формирования микроэлектронных изделий выработать альтернативные варианты исполнения и реализации технологического процесса. Затем комбинируя варианты между собой можно получить множество допустимых решений, некоторая часть которых будет представлять практический интерес, и иметь очевидные технологические преимущества.

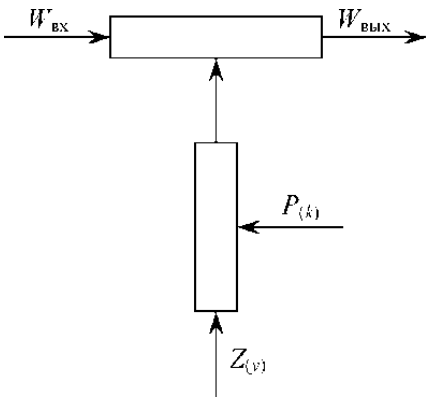


Рис. 1. Функциональная схема технологии формирования микроэлектронных объектов

Сущность метода заключается в разбиении общей функции проектируемого технологического процесса формирования микроэлектронных изделий на частные и в поиске всевозможных способов их реализации. Одно из сочетаний способа выполнения всех частных функций и производит вариант полученного технологического решения.

$$x_k = \bigcap_{i=1}^{n} u_{ij};\ k = \overline{1,m};\ i = \overline{1,n};\ j = \overline{1,l};$$

$$x_k \in X,\ u_{ij} \in u_i,$$

где x_k – элемент множества всевозможных технологических решений; X – полное множество всевозможных технологических решений; u_{ij} – средство j выполнения функции i; u_i – множество средств выполнения функции i.

Теперь составим вариант технологического [1] решения различным сочетанием способов выполнения частных функций, тогда общее их число составит

$$N_B = \prod_{i=1}^{n} k_i,$$

где n – число частных функций; k_i– число средств реализации частной функции.

Проектируемый объект в процессе выполнения указанной процедуры необходимо вначале подвергнуть функциональному, а затем структурному описанию. Функциональная модель содержит совокупность признаков, которые определяют связи системы с внешней средой, а также правило смены состояний в ходе выполнения заданной цели. Тогда множество всех признаков взаимодействия системы с внешней средой можно поставить в соответствие упорядоченному множеству частных функций.

В процессе создания технологии микроэлектронного производства имеет место связь между причиной и действием. То есть возможна как минимум одна входная и одна выходная величина. Они связаны между собой рядом постоянных управляющих и структурных величин. Тогда любое технологическое решение описывается схемой, приведённой на рисунке 1.

Здесь обозначены функциональные элементы в виде прямоугольников: $W_{вх}$ – множество, описывающее входные величины; $W_{вых}$ – множество, описывающее выходные величины; $P_{(k)}$ – множество, составляющее постоянные структурные величины; $Z_{(y)}$ – множество, составляющее управляющие величины.

Если теперь обособить частные функции, то можно построить дифференциальную функциональную схему [1].

Ещё одним вариантом функционального описания является метод, основанный на модели «чёрного ящика» и заключающийся в том, производственный процесс представляется в виде функции указывающей лишь начальное состояние и системы и конечный результат.

$$Y_{(s)} = (S^H \to S^K),$$

где$Y_{(s)}$ – функция, описывающая технологический процесс ультрафиолетовой литографии;S^H – начальное состояние процесса; S^K – конечный результат; $\to$ – обозначение преобразования в системе.

При функциональном описании технологического процесса ультрафиолетовой литографии можно дополнительно учесть условия и ограничения заданные при проектировании, тогда технологический процесс можно описать как:

$$Y_{(s)} = \left((S^H \to S^K),\quad H_{(o)}\right),$$

где$H_{(o)}$ – заданные условия и ограничения.

Естественная форма описания, представленная тремя компонентами, имеет вид:

$$Y_{(s)} = \left(D_{(o)}, G_{(o)}, H_{(o)}\right),$$

где$D_{(o)}$ – описание действия, производимого технологическим процессом ультрафиолетовой литографии и приводящее к желаемому результату;

$G_{(o)}$ – описание объектов, в отношении которых выполняется действие; $H_{(o)}$ – заданные условия и ограничения.

Такое описание функций технологического процесса с декомпозицией на три основных компоненты удобно при автоматизированном поиске технологических решений. В рассмотренных действиях системы ($D_{(o)}$), объекта ($G_{(o)}$) и условиях и ограничениях ($H_{(o)}$) выделяются ключевые слова, используя которые информационно-поисковая система обращается к банку данных и выдаёт по ним варианты технологических решений [1].

При разработке технологии производства действия ($D_{(o)}$) и объекты ($H_{(o)}$), служащие для функционального описания процессов, могут быть не единственными, при этом объединяясь логическими связями конъюнкцией и дизъюнкцией.

Управление производством реализующим технологический процесс ультрафиолетовой литографии, в целях его дальнейшей оптимизации и координации выполняемых работ можно представить в виде управляющего воздействия$C_i, i = 1, \ldots, N$.

Управляющему воздействию поставлена в соответствие функция производства:

$$P_i : X \times M_i \times \Omega \to Y$$

где P_i – выполняемая работа, операция, задача;

X – множество управляемых входных величин, поступающих в систему управления извне (например, сырье и материалы); M_i – совокупность преобразования со стороны технологического оборудования;
Ω - множество управляющих воздействий$C_i \in \Omega$;
Y – результат производственной деятельности.

Поскольку выходной параметр Y для технологической операцииP_i может оказаться входным для следующего технологического процесса, то функция производства принимает вид:

$$P_i : Y \times X \times M_i \times \Omega \to Y$$

Каждая операция P_i характеризуется скоростью выполнения $d(y_i)/dt$, которая имеет некоторое оптимальное значение и зависит от объема ресурсов $u_i(t)$, поступающих к процессу. Функцию интенсивности процесса можно представить в виде [2]:

$$\frac{dy_i(t)}{dt} = \nu_i(u_i(t))$$

Очевидно, что в этом случае количество изделий, проходящих технологический процесс ультрафиолетовой литографии

$$y_i(t) = \int_0^t \nu_i(u_i(\tau))d\tau.$$

Тогда, если T_{0i} – плановое значение времени завершения операции P_i, а Y_{0i} – плановый объем микроэлектронной продукции, выпускаемой производственной системой, то задача оптимального управления состоит в определении необходимого количества ресурсов $u_i(t)$ для выполнения равенства:

$$\int_0^{T_{0i}} \nu_i(u_i(t))dt = Y_{0i}$$

Для эффективного управления сроками исполнения производственных проектов знания функцийν_iнедостаточно. Важным является определение операций, лежащих на так называемом критическом пути (наикратчайшем пути исполнения производственных задач). При выявлении отклонения сроков выполнения технологических процессов инженера определяет, какие из них нужно интенсифицировать [2].

Из всех операций технологического процесса ультрафиолетовой литографии, нуждающихся в координации, необходимо выбрать те, эффективность координации которых при ограниченных дополнительных затратах ресурсов будет максимальна. В данный показатель должны входить следующие нечеткие характеристики работ: степень заменяемости работы, степень критичности работы, наличие риска увеличения ее продолжительности, интенсифицируемость работы.

Для оценки способности производственного модуля к изменению некоторых производственных процессов, в случае отказов оборудования или при модернизации производства, целесообразно ввести расплывчатое множество *З*, определяющее степень заменяемости работ.

Данное множество представим в виде пар *З* = $\{\xi_i, \mu_З(\xi_i)\}$, где функция $\mu_З(\xi_i)$ определяет степень принадлежности работы к заменяемым [2].

Следующей задачей в определении координируемости технологических процессов является расчет нечеткого показателя ее критичности (принадлежности к критическому пути). Примем следующее утверждение: процесс относится к критическому со степенью принадлежности, равной 1, если ее резерв времени равен 0; процесс не является критическим (степень принадлежности равна 0), если он может быть выполнена в любое время, то есть ее резерв времени может быть равен $T_0 - t_{0i}$, где t_{0i} – время выполнения i-ого процесса с некоторой установленной плановой интенсивностью,
T_0 – плановый период.

Тогда эту функцию можно представить в следующем виде [2]:

$$\mu_k = 1 - \frac{R_i}{T_0 - t_{0i}},$$

где $R_i \in [0; T_0 - t_{0i}]$

Важно оценить и наличие риска увеличения продолжительности работы по выполнению технологического процесса. Функцию принадлежности к некоторому расплывчатому множеству рисковых работ удобно представить как вероятности того, что ее продолжительность превысит максимально допустимую. За такую допустимую величину примем резерв времени этой работы. Тогда множество рисковых работ *Р* можно записать следующим образом:

$$P(\cdot) = (\xi_i, \mu_p(\xi_i)),$$

$$\mu_p(\xi_i) = P(\Delta t_i > R_i),$$

где P(·) – знак вероятности.

Наконец, следует установить, насколько управляема данная работа по выполнению технологического процесса. В данном случае при построении функции принадлежности нужно воспользоваться коэффициентом интенсифицируемости $k_i \in (1;\infty)$, а точнее его обратной величиной $1 \mid k_i \in (1;0)$.

Для построения множества координированных работ по выполнению технологических процессов необходимо провести композицию множеств *З*, *Р*. При управлении внимание прежде всего должно уделяться тем работам, которыми трудно оперативно управлять, т.е. принадлежащим множеству *Р* и дополнениям множества *З*, определяемым как $(1 - \mu_З)$ и $(1 - \mu_I)$, соответствующих незаменяемым и неиднтенсифицируемым работам.

Необходимо также установить веса, определяющие значимость данного критерия для принадлежности работы по выполнению технологического процесса ультрафиолетовой литографии к нечеткому множеству координируемых работ. Тогда функция принадлежности $\mu_Г(\xi_i)$ имеет вид:

$$\mu_\Gamma(\xi_i) = \min\left([1-\mu_З(\xi_i)]^{L_1}, [\mu_K(\xi_i)]^{L_2}, [\mu_P(\xi_i)]^{L_3}, [1-\mu_I(\xi_i)]^{L_4}\right)$$

Полученное нечеткое множество координируемых работ $\Gamma = (\xi_i, \mu_\Gamma(\xi_i))$ позволяет разработчикам технологических процессов направлять ресурсы на координацию операций, срыв или задержка выполнения которых может существенно снизить эффективность всего технологического процесса ультрафиолетовой литографии в целом.

Список литературы:

1. Васин В. А., Ивашов Е. Н., Корпачев М. Ю., Костомаров П. С., Степанчиков С. В. Многокритериальная задача принятия решения при проектировании УФ-литографического модульного оборудования // Автоматизация и современные технологии. 2013. № 4. С. 19-24

2. Болнокин В.Е., Хо ДакЛок, Данг Ван Уи Адаптивные системы управления на базе нечётких регуляторов и нейросетевой технологии. – Москва, ИинтеЛ, 2006 г., 396с.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПАРАМЕТРЫ ОТКАЧКИ МАЛОГАБАРИТНОГО МАГНЕТРОНА С ОКСИДНЫМ КАТОДОМ

Д.Д. Гриднева
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В данном докладе рассматриваются технологии откачки в малогабаритном магнетроне с оксидным катодом.

Введение

Основная цель откачки магнетрона – максимальное обезгаживание магнетрона и десорбция частиц с поверхности катода наиболее эффективным способом. Кроме грязи, оставшейся с металлопроизводства, на поверхности могут находится молекулы жиров или же химические соединения в порах катода и в порах элементов корпуса. В процессе откачки необходимо активировать катод, доведя его до рабочей температуры (1000-1100 ^{o}C) и получив первичную термоэлектронную эмиссию. Нагрев катода осуществляется за счет подачи тока, а нагрев корпуса за счет нагревателя (до температуры 500-550 ^{o}C).

Технологии откачки

В настоящее время процесс откачки осуществляется в основном по трем технологиям:

1. Откачка, при которой первым нагревается катод до температуры выше температуры корпуса изделия, затем нагревается сам корпус до максимально допустимой температуры.
2. Откачка при параллельном нагреве корпуса и катода.
3. Откачка, при которой в первую очередь нагревается корпус до максимально допустимой температуры, затем подается накал на катод и выход катода на его рабочее состояние.

Выбор оптимальной технологии может проводится опытным путем или же методом физической кинетики и последующей опробацией выбранной технологии.

После проведенного исследования с помощью физических методов выделилось два наиболее оптимальных варианта: откачка с первичным нагревом катода [1] и откачка с первичным нагревом корпуса [3]. Каждая из технологий имеет свои преимущества. При первичном нагреве корпуса повышение температуры осуществляется изотермически-неизотермически, нагрев происходит в лестничном режиме. В данном случае обеспечивается плавность нагрева, за счет которой системе откачки легче справится с дегазацией и не происходит завала вакуума (снижения уровня вакуума ниже значения, предоставленного в технических требованиях к изделию). При технологии с первичным нагревом катода уменьшается вероятность вторичной адсорбации частиц на катод, так как температура катода в разы выше температуры корпуса, и частицы, десорбирующиеся с поверхности корпуса, не осаждаются на катод, что повышает его эффективность и ресурс при дальнейшем использовании.

При равной эффективности двух технологий выбор оптимальной исходил из легкости ее реализации. По сравнению с технологией, где первым нагревается катод, технология с первичным нагревом корпуса является более технически легкой благодаря простоте операций для оператора и отсутствию расчета/измерения температуры катода при малых токах накала.

Технология откачки с первичным нагревом корпуса и последующим нагревом катода



Для проверки эффективности метода был осуществлен ряд экспериментов. Откачка вакуума проводилась механическим насосом до форвакуума 10^{-3}, далее использовался насос Nord для дальнейшего откачивания вакуума до уровня 10^{-7} мм рт.ст. Для отслеживания параметров использовался регистратор технологический (самописец). В режиме реального времени регистратор отображает графики процессов откачки (ток накала, ток эмиссии, температуру, вакуум в изделии, высокое анодное напряжение). Данные с регистратора автоматически сохраняются в базу данных. Нагрев корпуса проводился в три этапа: нагрев до 150 ^{o}C, дегазация в течении 2-3 часов, нагрев до 300, следующий этап дегазации в течении 2-3 часов и последний нагрев корпуса до 500-550 градусов. Далее подавался ток накала изотермически–неизотермическим методом. В следствии данных операций изделие обезгаживалось. Далее проводилась диодная тренировка (подача высокого анодного напряжения на катод) и происходила активация катода. Откачка в основном проходила без завала вакуума за счет изотермически–неизотермической подачи нагрева и накала, обеспечивающей плавность технологического процесса. Показания вакуумметра держались на уровне 10^{-5}÷10^{-6} мм рт.ст., что соответствует технологическим требованиям к изделию.



Заключение

Технология откачки с первичным нагревом корпуса и последующим нагревом катода так же эффективна, как и технология с первичным нагревом катода, но более легка в реализации. При одинаковой эффективности, наиболее оптимальной по всем параметрам является технология с первичным нагревом корпуса. Еще одно преимущество данной технологии заключается в меньшем времени подачи накала на катод, что позволяет предупредить его износ и максимально увеличить время его эксплуатации.

Список литературы:

1. Гуревич, М.Д. Электровакуумные приборы/ М.Д. Гуревич, - Москва: Военное издательство Министерства обороны Союза ССР, 1960. -459 с.

2. Григорьев, В.С. Электронные и ионные приборы/ В.С. Григорьев, Б.С. Григорьев – Москва: Связьиздат, 1954. - 419 с.

3. Кудинцева, Г.А. Термоэлектронные катоды/ Г.А. Кудинцева, Мельников А.И., Морозов А.В. и др. – Москва: изд-во «Энергия», 1966. – 368 с.

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ ПАРАМЕТРОВ SPICE-МОДЕЛЕЙ МОП-ТРАНЗИСТОРОВ С УЧЁТОМ ВОЗДЕЙСТВИЯ СТАЦИОНАРНОГО РАДИАЦИОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

М.Р. Исмаил-Заде[1], Л.М. Самбурский[1,2]
[1] НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии
[2]ИППМ РАН

Аннотация

Представлена структура и состав частей программно-аппаратного комплекса для экстракции параметров SPICE-моделей МОП-транзисторов с учётом воздействия стационарного радиационного излучения. Приведены результаты использования разработанного комплекса приформировании SPICE-модели реального МОП-транзистора.Приведена оценка погрешности моделирования статических вольт-амперных характеристик с использованием сформированной модели.

Введение

При проектировании электронной аппаратуры, работающей в условиях воздействия радиационного излучения – спутниковых систем навигации, систем исследования космоса, различных датчиковых систем, космических систем получения и обработки изображений для исследования климата, поиска ресурсов, детекторов частиц, медицинских исследовательских систем и др., – необходимо компьютерное моделирование отдельных фрагментов интегральных схем (ИС) и схем в целом с учётом воздействия различных видов излучения. Для этого необходимы достаточно точные и вычислительно эффективные компактные схемотехнические, или SPICE, модели отдельных элементов ИС.

Для экстракции параметров моделей облучённых элементов ИС требуется модифицированная процедура (по сравнению с моделями необлучённых элементов): значительно возрастает объём и состав требуемых измерений электрических характеристик. В имеющейся литературе[1–4]такая процедура описана недостаточно детально, также отсутствует подробное описание способа её автоматизации.

Общая характеристика и структура комплекса

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс (ПАК) предназначен для решения следующих задач: измерение электрических характеристик отдельных МОП-транзисторов до, во время и после воздействия радиационного излучения; определение параметров различных SPICE-моделей с учётом воздействия излучения; формирование библиотеки SPICE-моделей с учётом воздействия излучения в формате целевой программы моделирования.

Обобщённая структура комплекса представлена на рис. .

Используемые схемотехнические модели и общая процедура экстракции параметров

Для схемотехнического моделирования КМОП-схем с учётом стационарного радиационного воздействия в рамках коммерческих программ разработаны специализированные SPICE-модели МОП-транзисторов, например, [1, 2]. Модели [1, 2] представляют собой макромодели, в основе которых лежат стандартные SPICE-модели МОП-транзисторов, имеющиеся в программе схемотехнического моделирования. Комплекс может быть достаточно просто настроен на использование любой имеющейся схемотехнической модели.

Процедура экстракции параметров таких моделей заключается в следующем[2]:

1) определяются параметры модели необлучённых транзисторов;

2) из набора параметров модели выбираются радиационно-зависимые (для порогового напряжения, крутизны, предпорогового наклона);

3) для каждой полученной дозы определяются только выбранные радиационно-зависимые параметры, а затем их зависимости аппроксимируются гладкими функциями вида $a_1 \cdot \exp(-a_2 \cdot D) - a_3$;

4) полученные функции вводятся в SPICE-модель.

Аппаратная часть комплекса построена на основе автоматизированного источника-измерителя статических электрических характеристик Keithley2602 с добавлением отдельных источников питания и мультиметров. Для определения электрических характеристик МОП-транзисторов с учётом радиационного облучения сами транзисторы должны помещаться в объём радиационной камеры, а контрольно-измерительная аппаратура должна размещаться в отдельном помещении. Электрические характеристики также могут быть получены по результатам приборного моделирования в программе TCAD или аналогичной. Полученные электрические характеристики исследуемых транзисторов (измеренные или смоделированные) передаются в централизованный массив данных.

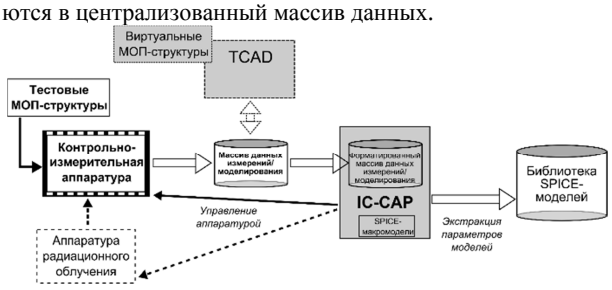


Рис.1. Обобщённая структура программно-аппаратного комплекса

Программная часть комплекса построена на основе промышленного программного комплекса IC-CAP экстракции параметров моделей. С помощью встроенных возможностей IC-CAP реализовано управление контрольно-измерительной аппаратурой. В рамках IC-CAP реализована описанная ранее процедура экстракции параметров облучённых транзисторов. Исходными данными для процедуры экстракции являются отформатированные данные из централизованного массива данных; форматирование выполняется автоматически, что позволяет избежать многих ошибок. Результатом процедуры экстракции является библиотека SPICE-моделей, формируемая в виде файла необходимого формата.

Основная составляющая программной части разрабатываемого комплекса реализована в виде проекта в системе IC-CAP. Структурно-функциональная схема проекта приведена на рис. .

Разработанный фрагмент взаимодействует со встроенными компонентами IC-CAP при выполнении схемотехнического моделирования. При задании команды на схемотехническое моделирование встроенными средствами формируется входной файл для программы моделирования, содержащий информацию об электрической схеме моделируемого фрагмента, текущем наборе параметров моделей компонентов. Результаты моделирования передаются в массив данных моделирования (см. рис.).

Результаты использования комплекса для построения SPICE-модели МОП-транзистора

Разработанный комплекс был использован для построения SPICE-модели реального дискретного МОП-транзистора с параметрами, приведёнными в таблице .

Измеренные сток-затворные характеристики исследуемого МОП-транзистора в диапазоне дозы от 0 до 30 кГр в линейном и логарифмическом масштабе, загруженные в проект IC-CAP, отмечены символами на рисунке .



Рис.2. Структурно-функциональная схема программной части комплекса

Макромодель для данного набора экспериментальных данных была построена на основе стандартной модели BSIM3.

После экстракции параметров SPICE-модели для каждой дозы в отдельности были получены табличные функции зависимости сдвига параметров модели от дозы. Для параметров VTH0, VOFF и CITмодели BSIM3 рассчитывался абсолютный сдвиг, для параметров U0, UA, UBрассчитывался относительный сдвиг. Для аппроксимации зависимостей сдвига параметров от дозы были использованы аналитические функции вида $a_1 \cdot \exp(-a_2 \cdot D) - a_3$. Графики табличных и аппроксимирующих функций приведены на рисунке .Коэффициенты аппроксимирующих функций приведены в таблице .

Таблица 1.

Электрические параметры исследуемого МОП-транзистора

Максимальное напряжение сток–исток	25 В
Максимальное напряжение сток–затвор	30 В
Максимальный ток стока	50 мА
Максимальная рассеиваемая мощность при T = 25 °C	360 мВт
Максимальная температура корпуса	300 °C

Таблица 2. Радиационные коэффициенты функций сдвига параметров модели от дозы

Параметр	*Коэффициенты*		
	a_1	a_2	a_3
VTH0	1,00	$0{,}10 \cdot 10^{-3}$	1,05
U0	0,80	$1{,}18 \cdot 10^{-3}$	–0,18
UA	0,75	$0{,}08 \cdot 10^{-3}$	–0,25
UB	0,47	$0{,}22 \cdot 10^{-3}$	–0,52
CIT	–0,02	$0{,}02 \cdot 10^{-3}$	–0,02
VOFF	1,85	$0{,}02 \cdot 10^{-3}$	1,82

Полученные зависимости были встроены в SPICE-модель, и с её помощью были промоделированы сток-затворные характеристики исследуемого МОП-транзистора в том же диапазоне изменения напряжений и поглощённой дозы. Сравнение измеренных и смоделированных характеристик приведено на рисунке . Погрешность моделирования статических вольт-амперных характеристик составила 7,5%, что заметно меньше, чем в случае, когда используется значительно меньший уровень автоматизации (10–15% [1, 2]).

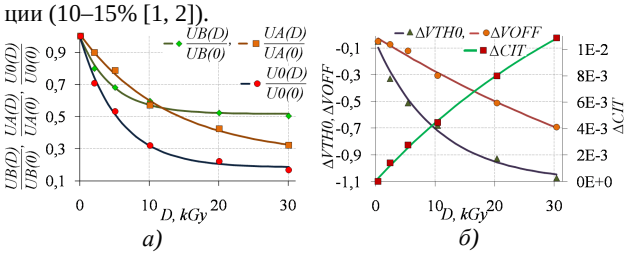


Рис.3. Графики табличных и аппроксимирующих функций зависимости сдвига параметров модели от дозы: а) UB(D), UA(D), U0(D); б) VTH0(D), VOFF(D), CIT(D)

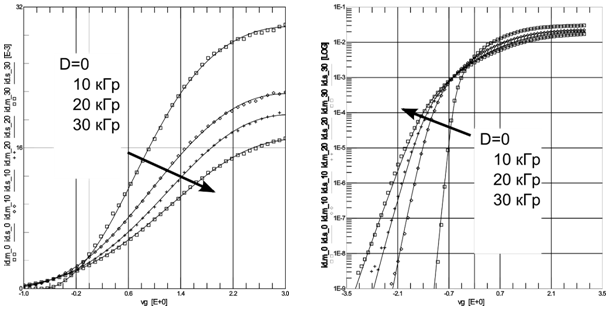


Рис.4. Измеренные и смоделированные сток-затворные характеристики исследуемого МОП-транзистора в линейном (а) и логарифмическом (б) масштабе при величине дозы 0; 10; 20; 30 кГр

Заключение

В процессе выполнения работы получены следующие результаты:

1. разработана структура программно-аппаратного комплекса для экстракции параметров SPICE-моделей МОП-транзисторов с учётом воздействия стационарного радиационного излучения;
2. разработана структура программной части комплекса;
3. реализована в виде программного кода автоматизированная процедура экстракции параметров SPICE-моделей МОП-транзисторов с учётом воздействия стационарного радиационного излучения на основе промышленного комплекса экстракции IC-CAP (фирмы Agilent);
4. с использованием разработанного комплекса построена SPICE-модель тестового МОП-транзистора с учётом воздействия стационарного радиационного излучения;
5. произведена оценка погрешности моделирования статических вольт-амперных характеристик с использованием построенной модели: 7,5%.
6. использование разработанного комплекса позволило сократить затраты времени на экстракцию более чем в два раза по сравнению с ручным методом, а также снизить погрешность моделирования ВАХ более чем на 25%.

Список литературы:

1. K. O. Petrosyants, et al, *Russian Microelectronics*, vol. 40, is. 7, Dec. 2011, pp. 457-462.
2. K. O. Petrosyants, et al., *Advanced Materials Research*, 2013, vol. 718-720, pp. 750-755.
3. Simoen E., et al.,*ECS Trans.*, 2010, vol. 31, no. 1, pp. 43-50;
4. Li M., et al.,*IEEE Trans.Nucl. Sc.*, 2011, vol. 58, no. 6, pp. 2876-2882.

КОНСТРУКЦИЯ ТРУБОПРОВОДА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ

Р.Н. Ризаханов[1], М.Н. Полянский.[1], А.А. Бармин[1], Р.И. Рудштейн[1,2]
[1]ГНЦ ФГУП «Центр Келдыша»
[2] НИУ ВШЭ, Департамент электронной инженерии

Аннотация

Предложена схема конструктивного исполнения трубопроводного узла, предназначенного для передачи высокотемпературного газообразного теплоносителя в космических аппаратах на основе ядерной энерго-двигательной установки. Представлено подробное описание функциональных слоев трубопровода, проведены оценки основных характеризующих их параметров.

1 Введение

Транспортировка теплоносителя из рабочей зоны ядерного реактора к турбине является важной составляющей обеспечения работоспособности транспортно-энергетического модуля (ТЭМ) на основе ядерной энерго-двигательной установки. Высокие значения температуры (1500 К) и давления (до 100 атм) рабочего газа (гелий-ксеноновой смеси) предъявляют повышенные требования к материалам и конструкции трубопровода, эксплуатируемого в условиях космического пространства[1]. Применяемые в составе трубопровода материалы должны обеспечить ему достаточную конструкционную прочность при высоких температурах и малые энергетические потери теплоносителя. Кроме того, следует добиться существенного снижения массогабаритных параметров всей конструкции, а также обеспечить защиту оборудования, функционирующего на борту космического аппарата, от воздействия тепловой энергии, сбрасываемой с наружной поверхности трубопровода.

2 Конструктивная схема трубопровода

Широко используемые в настоящее время конструкционные материалы (металлы и сплавы) не способны сохранить необходимую конструкционную прочность при указанной температуре.

В качестве решения предлагается использование конструктивной схемы трубопровода, представляющей собой структуру, состоящую из нескольких функциональных слоев (рис. 1).

Слой *1* обеспечивает теплоизоляцию газообразного теплоносителя от стенки трубопровода. На слое *1* должен реализоваться основной перепад температуры – от 1500 К со стороны теплоносителя *6* до 1000 К со стороны стенки трубопровода *2*.

Несущая стенка*2* является конструктивным элементом, обеспечивающим механическую прочность и герметичность всего трубопровода.

Важная роль отводится слою *3*, который выполняет функцию армирования несущей стенки *2*, обеспечивает сохранение ее высоких механических характеристик при повышенных температурах и повышает надежность всего трубопроводного узла.

Слой *4* обеспечивает снижение энергетических потерь теплоносителя, на нем реализуется перепад температуры с 1000 К до 450÷500 К. Он содержит углубления 5, которые способствуют перераспределению теплового потока от КА в сторону окружающего космического пространства.

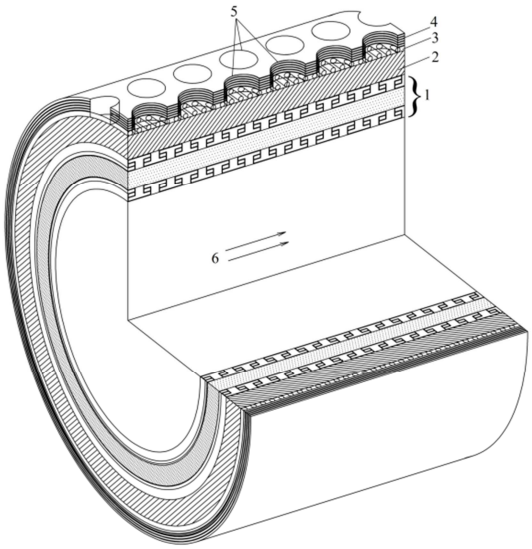


Рис.1. Конструкция трубопровода:1 – слой внутренней теплоизоляции; 2 – несущаястенка трубопровода; 3 – армирующий слой;4 – слой экранно-вакуумнойизоляции;5 – углубления в слое 4; 6 – теплоноситель

Рассмотрим характеристики функциональных слоев подробнее.

3 Слой внутренней теплоизоляции

Конструктивно данный слой образован двумя коаксиальными гофрированными цилиндрами, пространство между которыми заполнено термоизолирующей ватой (рис. 2).

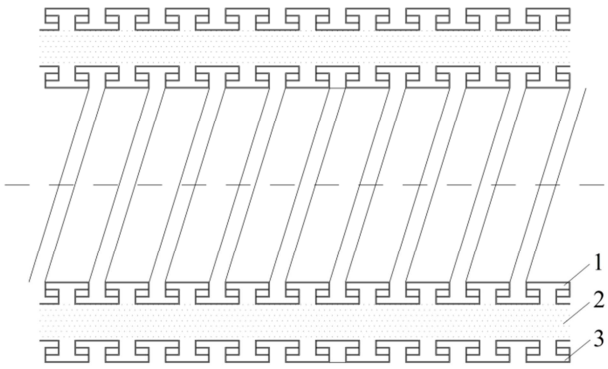


Рис.2. Теплоизоляционный слой 1: 1 – внутренний цилиндр,2 – теплоизоляция (вата), 3 – наружный цилиндр

Относительная подвижность ячеек цилиндров позволяет им принимать форму трубопровода. Это дает возможность устанавливать слой теплоизоляции в уже готовый теплопровод, причем последний может иметь непрямолинейную ось. Основным требованием, предъявляемым к трубопроводу, является постоянный (по длине) диаметр. Однако и это требование не является жестким – при соответствующей доработке конструкции допускается использование и конической формы трубопровода.

Если температура наружной излучающей поверхности трубопровода составляет T_n=500 К, то при коэффициенте черноты $\varepsilon = 1$, плотность излучения составит $q_0=\sigma T^4$=3,5 кВт/м^2. Для обеспечения перепада температур ΔT=500 К на толщине $\Delta x=10^{-2}$ м материал теплоизоляции должен иметь теплопроводность

$$\lambda=\frac{q\cdot\Delta x}{\Delta T}= 0{,}07\ \text{Вт/м}\cdot\text{К}. \qquad (1)$$

На сегодняшний день таких материалов не создано. Самым низкопроводящим материалом является соединение ZrO_2 (оксид циркония) с коэффициентом теплопро-

водности λ = 2 Вт/м·К. Путем создания пористых структурна основе оксида циркония возможно снижение значения данной величины на порядок при комнатной температуре. Однако при высоких температурах, когда роль радиационной составляющей теплопередачи становится определяющей, эффективная теплопроводность материала возрастает в несколько раз, достигая (0,5÷0,8) Вт/м·К. Кроме того, получаемые на сегодняшний день пористые материалы на основе ZrO_2 пока не обладают достаточной степенью технологичности, необходимой для применения в составе трубопроводного узла.

Перспективным представляется класс теплоизоляционных материалов с волокнистой структурой (вата). Так, вата LYTX-1427T имеет коэффициент теплопроводности на уровне (0,15÷0,2) Вт/(м·К) при 1100 К и (0,3÷0,35)Вт/(м·К) при 1500 К. Кроме того, ваты имеют способность к деформации вместе с теплоизоляционным слоем.

Однако, согласно оценке (1),коэффициент теплопроводности ваты в 5 раз превышает требуемое значение. Это означает, что для создания необходимого термического сопротивления слой теплоизоляции должен иметь толщину около 5 см, что существенно усложняет конструкцию, делая ее громоздкой и тяжелой.

Данную проблему возможно решить путем создания углублений5 (рис. 1) в наружной оболочке трубопровода до слоев, имеющих высокую температуру (например, 1000 К).Тогда плотность мощности излучения из этих углублений составитq̃= σT^4 = 56,7 кВт/м^2. Подобные углубления необходимо сделать в той части трубопровода, которая обращена в окружающее пространство (т.е. от КА), что предотвратит перегрев бортового оборудования.

Если площадь отверстий составит 25% от площади поверхности трубопровода, то эффективная удельнаямощность теплосброса составит:

$$q_{эф} = \frac{1}{4}\tilde{q} + \frac{3}{4}q_0 = 18{,}6 \text{ кВт/м}^2.$$

Тогда при той же геометрической конфигурации теплоизолирующегослоя требуемый эффективный коэффициент теплопроводности согласно (1) составит

λ = 0,37 Вт/м·К,

что соответствует возможностям ваты LYTX-1427T.

При этом следует отметить, что эффективная площадь излучающей поверхности трубопроводов составляет 1,5 м^2,и в отсутствие углублений в наружной изоляции потери на излучение составляют

1,5·3,5 = 5,25 кВт,

а при наличии углублений –

1,5·18,6 = 27,9 кВт.

Разница теплопотерь, приведенная для двух случаев, является не столь существенной на фоне общего энергобаланса КА. Мощность теплового потока, направленного в сторону КА, в обоих случаях находится примерно на одном уровне.

4 Несущая стенка трубопровода

Несущая стенка предназначена для обеспечения механической прочности и герметичности трубопровода, является несущей конструкцией. Для выполнения указанных требований при рабочей температуре 1000 К следовало бы выбрать тугоплавкие материалы (Mo, Nb, W, Ta и т.п.). Однако к настоящему времени не налажен выпуск труб требуемого типоразмера из указанных материалов. Кроме того, для тугоплавких металлов характерны высокая хрупкость, удельная масса и стоимость.

Из существующих освоенных материалов хорошими характеристиками обладают жаропрочные никелевые сплавы, которые при 1050÷1150 К демонстрируют следующие значения длительной прочности σ_{100} (табл. 1) [2].

Таблица 1

Марка сплава	σ_{100}, МПа	
	Т = 1050 К	Т = 1150 К
ХН55ВМТФКЮ	440	200
ХН62МВКЮ	450	200
ЖС3	300	100
ЖС6	500	280
ЖСК6	520	320

Формально, для того чтобы выдержать давление в 10 МПа со стороны теплоносителя при указанных значениях σ_{100} достаточно толщины стенки трубопровода на уровне

$$h = \frac{PD}{2\sigma_{100}} \approx \frac{10 \cdot 112}{2 \cdot 300} = 1{,}8 \text{ мм}.$$

Однако необходимость повышения запаса прочности (как по давлению, так и по температуре), а также обеспечения устойчивости конструкции делает целесообразным увеличение указанного значения толщины стенки в 4-6 раз и доведения до 8-10 мм.

Таким образом, внутренний диаметр трубопровода составит 112 мм, а наружный – до 132 мм.

5 Армирующий слой

В случае, если удастся изготовить трубопровод из материалов, приведенных в табл. 1, с соответствующими геометрическими параметрами ив сочетании с подходящими фланцами, и при этом удастсяподтвердить достоверность приведенных справочных данных, то необходимость в использовании армирующего слоя отпадает.

Однако, как показывает практика, поставленная продукция не всегда удовлетворяет справочным данным. Отклонение параметров в ряде случаев приводит к нештатным ситуациям. Поэтому армирующий слой должен способствовать повышению надежности конструкции. Его изготовление из материала с меньшим коэффициентом теплового линейного расширения, чем у самого трубопровода, приводит к появлению сжимающих усилий в самом трубопроводе, образующих запас прочности конструкции.

Наиболее перспективной для создания армирующего слоя является неотожженная холоднокатаная молибденовая проволока, которая при температуре 1180 К имеет $\sigma_{0,2}$ = 392 МПа. Данный факт указывает на допустимость перегрева трубопровода на 100 – 150 К.

Наличие армирующего слоя дает возможность изготовления трубопровода из менее жаростойких сплавов (например, сталей 10Х12Н20Т3Р (σ_{100} = 280 МПа при 1100 К), 10Х14Н35ВТЮ (σ_{100} = 230 МПа при 1070 К) и др.). В этом случае происходит перераспределение основных функций слоев: несущая стенка обеспечивает, в основном, герметичность, в то время как армирующий слой – конструкционную прочность.

При подборе диаметра проволоки следует учесть, так называемый, деформационный эффект – чем выше деформация материала (т.е. чем до меньшего диаметра прокатана проволока), тем выше временное сопротивление $\sigma_в$. Так, если при диаметре неотожженной проволоки 1,5 мм $\sigma_в$= 784 МПа, то при уменьшении диаметра до 0,8 мм $\sigma_в$ = 1030 МПа, а при диаметре 0,3 мм $\sigma_в$ = 1177 МПа. Однако, если ту же проволоку диаметром 0,8 мм нагреть до 1177 ^oC в течение 1 часа ее значение $\sigma_в$ при комнатной температуре станет равным 618 МПа.

Различие в значениях коэффициента термического линейного расширения разных материалов ($14 \div 15 \cdot 10^{-6}$) $К^{-1}$– для сплавов, ($6 \div 7 \cdot 10^{-6}$) $К^{-1}$– для молибдена) предъявляет определенные требования к процессу намотки проволоки, который необходимо отработать.

Толщина армирующего слоя в (1,8÷2) мм практически удвоит надежность конструкции.

Следует обратить внимание, что результатом взаимной диффузии молибдена в никеле может стать снижение обжимающих усилий со стороны армирующего слоя. Коэффициент диффузии составляет 10^{-10} см^2/с при температуре 1000 К, т.е. в течение временного периода продолжительностью в несколько лет глубина диффузии составит около 1 мм. Это означает, что данный эффект не играет существенной роли. Его можно полностью устранить путем нанесения тонкого покрытия борсодержащего соединения на наружную поверхность несущей стенки.

6 Слой экранно-вакуумной термоизоляции

Слой экранно-вакуумной термоизоляции (ЭВТИ) предназначен для обеспечения перепада температур от 1000 К на стенке трубопровода (или армирующего слоя) до 500 К на наружной поверхности (рис. 3). Он представляет собой *n* разделенных в пространстве пластин из молибденовой фольги (толщиной 30÷50 мкм). Расчетная физико-математическая модель, описывающая теплопередачу в слое ЭВТИ, подробно рассмотрена ранее в работе [3].

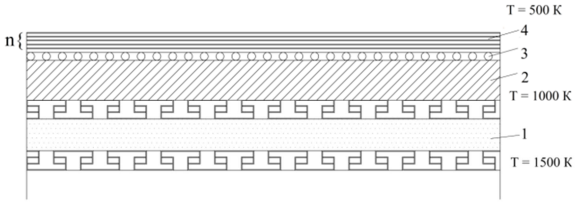


Рис.3. Распределение температуры по слоям. Обозначения соответствуют рис.1

Если коэффициент черноты поверхности экранов ε = 1, т.е. когда излучение максимально, необходимое количество экранов составляет *n* = 15. При расстояниях между экранами(0,3÷0,4) мм толщина ЭВТИ составит около (5÷6) мм.

Реальные молибденовые экраны имеют ε ≈ (0,2÷0,3), т.е. достаточным оказывается использование всего двух экранов. Однако со временем происходит загрязнение поверхности, что приводит к возрастанию значения коэффициента ε. Поэтому целесообразно выбрать *n* = 15.

Оценка массы всего трубопровода, приходящейся на 1 м его длины, с учетом всех составляющих его функциональных слоев дает значение (30÷35) кг.

Список литературы:

1.Коротеев А.С. Новый этап космической энергетики // Вестник РАН. 2012. Т. 82. №4. С. 317-322.

2. Физические величины: Справочник; А. П. Бабичев, Н. А. Бабушкина, А. М. Братковский и др.; Под.ред. И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова. — М.; Энергоатомиздат, 1991. — 1232 с.

3. Ризаханов Р.Н., Полянский М.Н., Бармин А.А., Рудштейн Р.И. Функциональные материалы для трубопроводов ядерных энергодвигательных установок. Перспективные материалы, 2013, № 9, с. 14 – 18.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДИОДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ ISE TCAD

А.Б. Александрова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Моделирование тепловых процессов при испытаниях диодов на воздействие импульсных перегрузок позволяет оценить их надежность. В работе представлены результаты моделирования испытаний на устойчивость к перегрузкам по прямому току. Представлены результаты разогрева структуры при подаче серии импульсов

Введение

Выпрямительные диоды имеют широкое применение в различных устройствах специального назначения. Важным фактором для использования диодов в схемах является учет особенностей теплового режима диодов. Нарушение теплового режима приводит к перегреву диода, что может негативно повлиять на его устойчивость к перегрузкам по прямому току.

Целью работы является исследование устойчивости диода к импульсным перегрузкам при предельно-нормативных тепловых режимах эксплуатации. Исследовать импульсную устойчивость диода можно при помощи теоретических расчетов и моделирования в ISE TCAD на основании модели диода с использованием SPICE моделирования.

Тепловая модель диода

При воздействии импульсной перегрузки в p-n-переходе выделяется мощность P [1]. Тепловое сопротивление Rthja состоит равно:

$$Rthja = Rthjk + Rthkc + Rthct + Rthta, \quad (1)$$

где Rthjk – постоянное тепловое сопротивление p-n-переход – кристалл;

Rthkc – постоянное тепловое сопротивление кристалл – теплоотвод;

Rthct – постоянное тепловое сопротивление теплоотвод – корпус;

Rthta – постоянное тепловое сопротивление корпус – окружающая среда.

В связи с тем, что система (рис.1) кристалл – теплоотвод соединены пайкой, считаем систему единой. Поэтому сумму сопротивлений Rthjk+Rthkc заменим на тепловое сопротивление системы p-n-переход – теплоотвод Rthjc.

Корпусом диода является герметизирующий компаунд. Так как тепловое сопротивление Rthct<< Rthjc, то пренебрегаем Rthct.

Площадь сечения выводов много меньше площади теплоотвода, поэтому пренебрегаем тепловым сопротивлением Rthta. Для оценки теплового сопротивления диода рассматриваем тепловое сопротивление системы кристалл – теплоотвод.

Моделирование тепловых процессов

При выделение мощности тепло выделяется в бесконечно-тонком слое p-n-перехода. Система кристалл – теплоотвод делится на три области. Тепло из бесконечно тонкой области переходит в области I и II. Из области II тепловой поток уходит в теплоотвод III. Тепловое сопротивление рассчитывается по методике, приведенной в [2]. Рассчитанное тепловое сопротивление диода 0,046 °С/Вт.

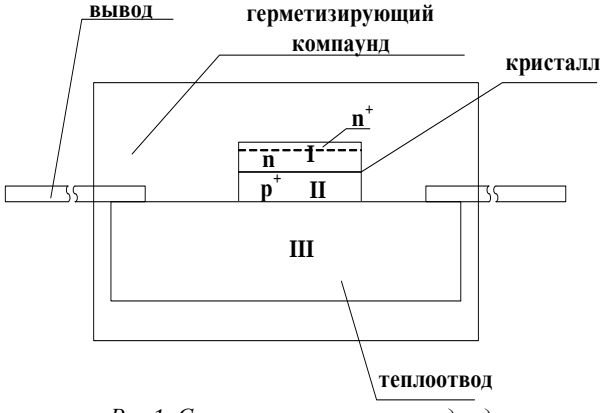


Рис.1. Схематичная структура диода.

Разогрев диода рассчитывается по формуле:

$\Delta T = P \cdot Rt,$ (2)

где Rt – тепловое сопротивление.

На основании работы [3] созданную модель диода исследовали на воздействие рабочих импульсов прямого тока. На рис. 2 представлен результат моделирования разогрева структуры при подаче серии импульсов с длительностью 50 мкс и периодом 0,5 мс.

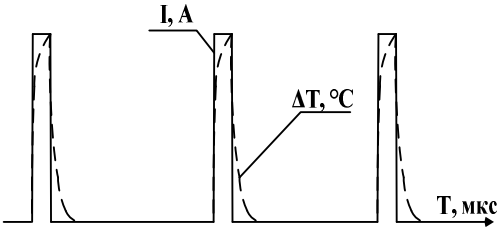


Рис.2. Диаграмма разогрева кристалла диода при воздействии импульсной нагрузки.

На рис. 3 представлены результаты расчета и моделирования разогрева диода.

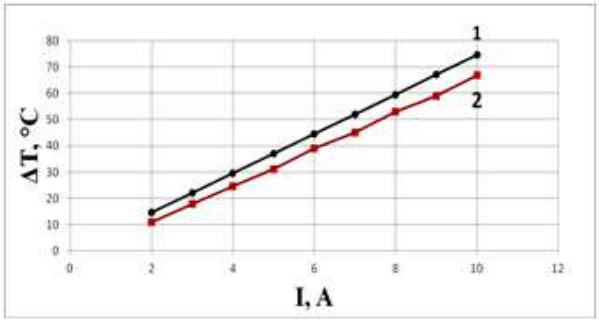


Рис.3. Зависимость разогрева диода ΔT от амплитуды тока: 1 – теоретический расчет ΔT; 2 – значение ΔT при моделировании в ICE TCAD.

Тепловое сопротивление модели диода 0,039 °С/Вт.

Заключение

Результаты моделирования и расчета величины ΔT близки. Результатом работы является виртуальное моделирование, которое позволяет:

- на основе модели диода моделировать различные импульсные перегрузки и режимы испытаний, оптимизировать процесс производственных испытаний диодов;
- оценивать надежность и работоспособность разрабатываемых полупроводниковых приборов.

Список литературы:

1. В.И. Ванин Зависимость импульсной электрической прочности полупроводниковых приборов от длительности и формы одиночного импульса напряжения, воздействующего на них//ВАНТ.-2009.-вып.2-с.23-27.

2. Беляев А.Е., Басанец В.В., Болтовец Н.С., Зоренко А.В., Капитанчук Л.М., Кладько Л.Н., Конакова Р.В., Колесник Н.В., Коростинская Т.В., Критская Т.В., Кудрик Я.Я., Кучук А.В., Миленин В.В., Атаубаева А.Б. Влияние перегрева p-n-перехода на деградацию мощных импульсных кремниевых лавинно-пролетных диодов// Физика и техника полупроводников.-2011.- Т. 45, вып. 2- с. 256-262.

3. Александрова А.Б. Исследование параметров диодов с использованием программы ICE TCAD// 17.02.2014–28.02.2014 г. – Московский институт электроники и математики «МИЭМ НИУ ВШЭ» - Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ НИУ ВШЭ – М.: Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», 2014 – с. 190-191.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ПОВЕРКИ И КАЛИБРОВКИ ФОРМ И ДЛИТЕЛЬНОСТИ СИГНАЛОВ АНАЛОГОВЫХ И ЦИФРОВЫХ ОСЦИЛЛОГРАФОВ

С.А. Валетин
НИУ ВШЭ, Департамент электронной инженерии

В настоящее время, когда в сферу деятельности метрологов входит задача калибровки всё большего количества средств измерений за минимальное время, то рационально будет применять универсальный многофункциональный калибратор Fluke 9500B.

Калибратор осциллографов Fluke 9500B обеспечивает возможность проведения полностью автоматизированной поверки осциллографов с такой производительностью, которая способна удовлетворять самым жестким требованиям и позволяет “вписаться” в любой бюджет.

Использование калибратора 9500B позволяет сократить количество традиционно используемых для поверки средств измерений калибраторов различного назначения и другого образцового оборудования (магазины сопротивлений, емкости и т.д.). Сравнивая возможные замены (таб.1) отечественного оборудования на калибратор 9500B, значительным преимуществом модели 9500B является уникальный в своем роде режим выполнения калибровки, “направляющий” оператора шаг за шагом по всей процедуре. Такой подход не только облегчает работу, но и существенно повышает производительность.

Модель 9500B предполагает в качестве поверяемых средств измерений аналоговые и цифровые осциллографы с шириной полосы до 6000 МГц, а с активной головкой типа 9550 и до 14000 МГц. Любая из выпускаемых версий, начиная от минимальной, рассчитанной на осциллографы с полосой до 600 МГц, может быть модернизирована до максимальной. Уникальная технология активных головок позволяет подать испытательный сигнал нужной формы непосредственно на вход осциллографа через один единственный выходной разъём, а возможность подключить до 5 активных головок в любой комбинации типов одновременно делает ненужной смену подводящих кабелей в ходе калибровки даже многоканальных осциллографов.

Будучи наиболее гибким калибратором на рынке, модель 9500B в то же время является и наиболее точным. Точность по амплитуде сигнала постоянного тока или прямоугольной формы составляет ±0,025% (практически на порядок лучше, чем у любого другого калибратора осциллографов).

Таблица. 1. Область замены оборудования

Тип	Область замены
В1-8 В1-9 В1-13 В1-28 В1-27 П320 Н4-6	- Формирование постоянных напряжений до 190В. - Формирование переменных напряжений до 60В и частотой до 50 кГц.
И1-9 И1-11 И1-14 И1-15 И1-17 И1-18	- Формирование калиброванных амплитудных меток для поверки каналов вертикального отклонения осциллографов. - Формирование калибровочных временных меток для поверки каналов горизонтального отклонения осциллографов. - Формирование импульсов с временем нарастания 1нс, для определения соб-

	ственного времени нарастания импульсов осциллографа и полосы пропускания.
Г3-112/1 Г4-153 Г4-154 Г4-151	- Формирование синусоидального сигнала частотой от 10Гц до 600МГц, для определения полосы пропускания осциллографа, проверки работоспособности схемы синхронизации.
Г5-72 Г5-89	- Выдача импульсных сигналов до 10МГц, с регулируемой скважностью и периодом.

Метрологический объект, рассмотренный в работе – калибратор Fluke 9500B, представляющий собой многофункциональный цифровой портативный прибор.

В работе описан принцип действия данного прибора, рассмотрены его функциональные возможности и технические характеристики.

На сегодняшний день работы по исследованию методов и средств поверки, а также исследования по возможным модернизациям процесса с использованием различных модификаций калибраторов продолжаются. Так же в 2014 году была утверждена методика поверки на осциллографы цифровые запоминающие серии RTE, которая устанавливает порядок и объем их первичной и периодической поверки.

Список литературы:

1. Закон «Об обеспечении единства измерений». 27 апреля 1993 г. N 4871-1 Редакция на 10.01.2003

2. Руководство по эксплуатации прибора Fluke 9500B, 2001.

3. ГОСТ 8.311-78 «Осциллографы электронно-лучевые универсальные. Методы и средства поверки». Государственный комитет СССР по стандартам, 1978.

4. ГОСТ 22737-77 «Осциллографы электронно-лучевые. Номенклатура параметров и общие технические требования». Государственный комитет стандартов совета министров, Москва, 1977.

5. Н.И. Тюрин «Введение в метрологию». Издательство стандартов, Москва, 1973.

6. Артемьев Б.Г., Юрин А.И. Стандартизация и сертификация. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2013.

РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЬЕЗОАКТЮАТОРОВ

В.А. Шеламов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматривается программное обеспечение для создания математических моделей и исследования различных пьезоустройств.

Введение

Работа выполнена в ФГБНУ «НИИ ПМТ» в рамках НИР по теме: «Экспертная система синтеза мехатронных пьезоэлектрических микроустройств».

На сегодняшний день создание единой системы, объединяющей синтез и расчет различных моделей современных пьезоэлектрических актюаторов для технологий наноэлектроники, составляет актуальную задачу.

В первом разделе рассматривается состав компьютерной системы, взаимодействие элементов между собой.

Во втором разделе описываются подпрограммы и приводятся примеры моделирования.

Для разработки компьютерной программы используется язык программирования C++.

Описание системы

Данная компьютерная система позволяет создавать математические модели различных пьезоэлектрических устройств. В первую очередь пользователь выбирает вид преобразования в зависимости от требуемой задачи: «электричество-механика», «механика-электричество», «электричество-электричество», «механика-механика». В зависимости от выбранного типа задачи предлагается список устройств, отвечающих заданным требованиям. Для преобразования электрической энергии в механическую, используются такие устройства, как: трубчатые манипуляторы, пакетные актюаторы, пьезонасосы и т.д. Пьезоэлектрические трубчатые конструкции позволяют производить высокоточные перемещения в нано- и микрометровом диапазонах при относительно невысоких управляющих напряжениях.

На рис. 1 приведена блок-схема функционирования компьютерной системы.

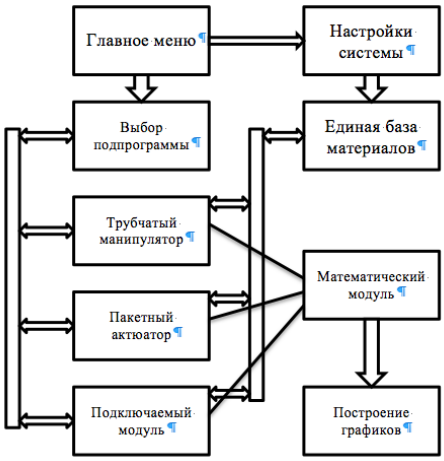


Рис.1. Блок-схема компьютерной системы

Обращение к подпрограммам происходит через главное меню путём выбора необходимого устройства из списка возможных. Все подпрограммы взаимосвязаны одним вычислительным математическим ядром и взаимодействием с базой данных материалов. Список материалов и их характеристики можно редактировать в настройках системы с помощью любой подпрограммы (модуля), а также простым текстовым редактором. В систему можно подключать дополнительные модули для построения новых математических моделей пьезоустройств.

Построение моделей и расчет их характеристик основывается на уравнениях обратного пьезоэффекта, которые в матричной форме с учётом температуры имеют вид:

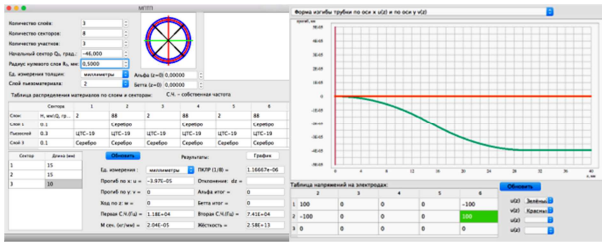
$$\{\varepsilon\} = [s]^E \cdot \{\sigma\} + [d]^t \cdot \{E\} + \{\alpha\}\Delta T, \qquad (1)$$

где $\{\varepsilon\}$ и $\{\sigma\}$ – векторы относительных деформаций и механических напряжений соответственно; $[s]^E$ – матрица податливости пьезоэлемента при постоянном электрическом поле, $[d]^t$ – транспонированная матрица пьезомодулей, $\{E\}$ – вектор напряжённости электрического поля, $\{\alpha\}$ – вектор температурных коэффициентов линейного расширения, ΔT – изменение температуры. Первое слагаемое в (1) – упругая деформация (закон Гука), второе – деформация от пьезоэффекта, третье – деформация от воздействия температуры.

Примеры моделирования

Трубчатые пьезоманипуляторы

Трубчатые пьезоманипуляторы могут совершать изгиб в двух поперечных плоскостях, благодаря чему получили распространение в сканирующей зондовой микроскопии (СЗМ) и в микроробототехнике [1]. На рис. 2 показан пример моделирования трубчатого манипулятора с четырьмя внешними электродами и тремя продольными участками (последний участок – зонд микроскопа). Приведённая модель имеет возможность плоскопараллельного перемещения зонда над сканируемой поверхностью благодаря своему строению и уникальному управлению.



а) *б*)

Рис.2. Интерфейс подпрограммы «Манипулятор»
а) – окно создания модели и результатов моделирования,
б) – окно графиков и ввода дополнительных параметров

Подробное описание уравнений для вычисления параметров изгиба трубчатого манипулятора приведено в материалах конференции 2013 года [5].

В программе имеется возможность построения следующих графиков:

- зависимости изгиба в двух плоскостях (x,z) и (y,z) от продольной координаты z (рис. 2, б),
- зависимость величины перемещений от толщины пьезотрубки,
- зависимость значения резонансной частоты от толщины пьезотрубки.

Поскольку пьезоманипулятор – протяжённое вдоль одной оси z тело, то для расчёта собственных частот используются уравнения поперечных и продольных колебаний балки с неоднородным поперечным сечением в форме многослойного кольца.

Уравнения свободных поперечных колебаний [3]

$$d^4y/dz^4 + (m/D)\, d^2y/dt^2 = 0$$

имеет решение вида:

$$y = Z(z)\sin(\omega t). \qquad (2)$$

Здесь m – погонная масса, D – обобщенная жёсткость сечения, $Z(z)$ – амплитудная функция, ω – частота.

Исходя из того, что один конец трубчатого актюатора жёстко закреплён, а второй свободен, принимаются следующие граничные условия: при $z = 0$ имеем: $Z = 0$, угол наклона касательной $\varphi = dZ/dz = 0$; на другом конце при $z = l$, (l – длина пьезотрубки), $d^2Z/dz^2 = 0$, $d^3Z/dz^3 = 0$.

В результате приходим к частотному уравнению:

$$\mathrm{ch}(\alpha l)\cdot\cos(\alpha l) + 1 = 0, \qquad (3)$$

Собственные частоты ω вычисляются по формуле:

$$\omega = \alpha^2 (D/m)^{0,5} \qquad (4)$$

где α – корень частотного уравнения (3), его наименьшее значение равно $\alpha_1 = 1{,}875/l$.

При совпадении собственной частоты трубчатого манипулятора с частотой внешней вибрации возникает резонанс, что оказывает негативное влияние на исследования поверхности в сканирующей зондовой микроскопии. Поэтому необходимо знать эти частоты и принять меры по недопустимости возникновения резонанса.

Моделирование пакетного актюатора

Пакетный актюатор представляет собой многослойную конструкцию, состоящую из большого количества слоёв пьезокерамических пластин (колец, дисков) с нанесёнными на них электродами таким образом, что электроды пьезоэлеменов соединены параллельно (рис. 3).

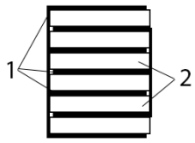


Рис.3. Схема пакетного актюатора:
1 – электроды, 2 – пьезопластины

Пакетные пьезоактюаторы применяется в задачах, где требуется генерация усилий порядка 100 кН. Максимальный ход актюатора не превышает 500 мкм. Для защиты пьезокерамического пакета они выполняются в металлических корпусах со встроенной системой предварительного механического напряжения [2].

На рис. 4 приведено окно программы для моделирования пакетного актюатора. Входными параметрами являются свойства материалов электродов и пьезопластин (выбираются из базы данных), толщины электродов, напряжение на электродах, количество пьезопластин, их геометрические размеры, напряжение, подаваемое на пластины. Выходные параметры – максимальный ход свободного пьезоактюатора и блокирующая сила.

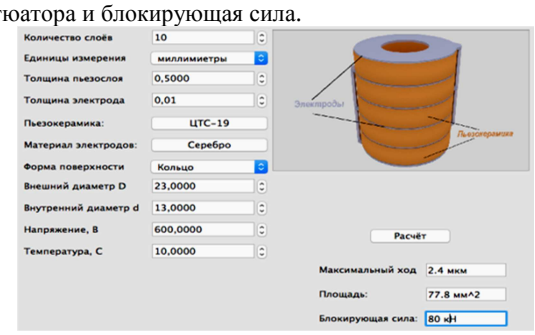


Рис.4. Окно создания модели пакетного актюатора

Основные уравнения

Абсолютная деформация одной пьезопластины под действием электрического поля:

$$\Delta h = d_{33}E^{\Э}h = d_{33}U, \qquad (5)$$

где d_{33} – продольный пьезомодуль, h – толщина пластины, $E^{\Э}$ – напряжённость электрического поля, U – напряжение на электродах каждого слоя.

Суммарная абсолютная деформация свободного пакета, состоящего из n пьезопластин будет:

$$\Delta H = nd_{33}U, \qquad (6)$$

При наличии продольной силы N_b из закона Гука следует, что упругая деформация пакета составляет:

$$\Delta H_y = N_b S, \qquad (7)$$

где S – податливость пакета.

Податливость i-ого слоя равна:

$$S_i = h_i/(E_i A_i) \qquad (8)$$

Просуммировав податливость всех $m = 2n+1$ слоёв (пьезокерамики и электродов), получаем податливость конструкции:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m} S_i \cdot \qquad (9)$$

Из равенства свободной пьезодеформации ΔH (6) и упругой ΔH_y (при закрепленных торцах пьезопаекета) с учетом уравнения (9) находится блокирующая сила N_b:

$$N_b = nd_{33}U / S_{\Sigma} \qquad (10)$$

В отличие от известных решений аналогичных задач [2, 4] в данной формуле, заложенной в программу, учитывается влияние упругих свойств электродов на жёсткость пакета и на величину блокирующей силы.

Заключение

Разрабатываемая компьютерная система позволяет создавать математические модели пьезоэлектрических устройств, визуализировать их основные характеристики (по выбору пользователя) и рассчитывать их оптимальные параметры. Развитием системы является учет температурных деформаций, которые существенны по сравнению с пьезоэлектрическими.

Список литературы:

1. С.И. Пугачев, Е.Ю.Рытов, А.Б. Смирнов, П.Ю. Гедько. Ультразвуковое формообразование пьезоэлектрических трубчатых актюаторов для микророботов. XXV сессия Российского акустического общества, Сессия Научного совета по акустике РАН. Ультразвук и ультразвуковая технология, 2012 – С. 106-109.

2. Панич А.Е. Пьезокерамические актюаторы. Ростов-на-Дону, ЮФУ, 2008. – 153 с.

3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. М: Наука, 1970 г. – 544 с.

4. Афонин С.М. Характеристики многослойных пьезоактюаторов нано- и микропермещений с параллельным и кодовым управлением. Нано- и микросистемная техника №4 2012. – С. 32-42.

5. Матвеев Е.В, Шеламов В.А. Моделирование пьезоманипуляторов для микроэлектроники. Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. – С. 237-238.

6. Виноградов А.В. Шеламов В.А., Механика и пьезомеханика. Методические указания к выполнению лабораторных работ на ЭВМ. МИЭМ НИУ ВШЭ, 2014 – 32 с.

РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОРОДА И ДЕЙТЕРИЯ В ФОЛЬГАХ ИЗ ВОЛЬФРАМА И ТАНТАЛА, ОБЛУЧЕННЫХ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМОЙ АРГОНА В ЗАПОЛНЕННОЙ D_2O ГЕРМЕТИЧНОЙ КАМЕРЕ

А.А. Ерискин
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Методом регистрации упруго рассеянных ядер отдачи водорода и дейтерия (ERD) изучен процесс накопления и перераспределения дейтерия и водорода при воздействии 10 импульсов высокотемпературной плазмы аргона на установке «Плазменный фокус» (ПФ-4) на две внешних вольфрамовую и танталовые фольги, являющихся составными элементами двух герметичных камер, заполненных дистиллированной или тяжелой водой и одну внутреннюю, помещенную в водную среду вольфрамовую фольгу с толщиной 100 мкм,. Установлено, что при воздействии импульсной плазмы аргона (ИПА) на камеру, заполненную тяжелой водой, происходит перераспределение дейтерия из тяжелой воды, а также присутствующего в вольфрамовой и танталовой фольг водорода на всю толщину всех фольг. Максимальная концентрация и дейтерия и водорода наблюдается на внутренней поверхности второй танталовой фольги.

Введение

В разделе «Методика эксперимента» описаны экспериментальная установка ПФ-4 и условия проведения эксперимента. Далее, в разделе «Описание сборок исследуемых образцов» объясняется конструкция и расположение исследуемых образцов в сборках. И в заключительном разделе «Результаты» описываются основные методики, которые будут использованы для исследования облученных образцов.

Методика эксперимента

Что представляет из себя экспериментальная установка ПФ-4? Она изображена на рис.1: камера 1 откачивается до давления ~1-2 мТорр, затем в нее напускается газ, в данном случае это аргон (Ar^+), давлением ~1.1 Торр.

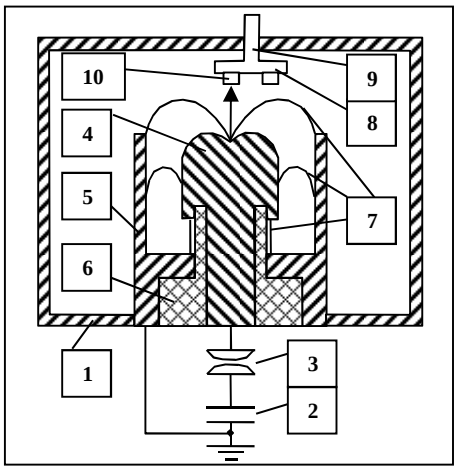


Рис.1. Установка «Плазменный фокус» (ПФ-4): 1-камера, 2-конденсаторная батарея, 3-разрядники, 4-анод, 5-катод, 6-керамический изолятор, 7-токоплазменная оболочка (ТПО), 8-держатель образцов, 9-шток, 10-сборки образцов

Конденсаторная батарея 2 заряжается до ~15 кВ, с помощью малоиндуктивных разрядников 3 осуществляется разряд конденсаторов, электрический пробой возникает между коаксиальными анодом 4 и катодом 5 установки вдоль керамического изолятора 6, возникающая дуга (пробой) имеет кольцевую форму и называется токоплазменной оболочкой 7 (ТПО), магнитное давление отталкивает ТПО от оси камеры и ТПО движется вдоль анода и катода вверх, где изгибается в виде воронки и схлопывается, образовывая пинч, таким образом возникает направленный вверх поток плазмы.

На пути полета плазмы вверху камеры (рис.1) установлен поворотный эксцентрический держатель образцов 8, закрепленный на штоке 9. В качестве образцов использовались сборки 10, описанные ниже.

Описание сборок исследуемых образцов

Образцы представляют из себя сборку, представленную на рис.2: передняя пластинка вольфрама 1 (W) и задняя пластинка тантала 2 (Ta) разделены герметичной емкостью с дейтерированной (тяжелой) водой 3, в которую помещена W-фольга 4, толщиной 100 мкм.

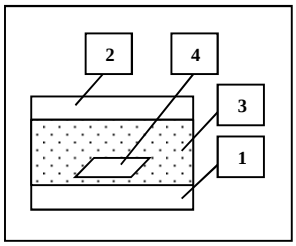


Рис.2. Сборка образцов: 1-передняя W-пластинка, 2-задняя Та-пластинка, 3-тяжелая вода, 4-W-фольга, толщиной 100 мкм

Также в качестве передней пластинки во второй сборке использовалась Та-пластинка

Результаты

Для изучения облученных на ПФ-4 образцов будут задействованы методики обратного рентгеновского рассеяния (RBS - Rutherford backscattering spectrometry), упругого рассеяния ядер отдачи (водорода и дейтерия) (ERDA - Elastic Recoil Detection Analysis). Данные методики дадут представление о распределении химических элементов в приповерхностном слое по глубине образцов. Для исследования топологии поверхности задействуется растровая электронная микроскопия

Список литературы:

1. Фортов В.Е. Экстремальные состояния вещества. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2010. 304 с.

2. Энциклопедия низкотемпературной плазмы. Сер. Б. Т. IX-3. / Под редакций Грибкова В.А.. М.: ЯНУС-К. 2007. 591 с.

3. Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П. Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. М.: Физматлит. 1963. 632 с.

4. Великович А.Л., Либерман М.А. Физика ударных волн в газах и плазме. М.: Наука. 1987. 295с.

ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ МОЩНЫМИ ИМПУЛЬСНЫМИ ПОТОКАМИ ИОНОВ, ПЛАЗМЫ И ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

П.А. Ромахин
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Представлены результаты облучения керамики на основе Al_2O_3, импульсными потоками ионов и высокотемпературной плазмы с использованием установки Плазменный фокус (ПФ), а также лазерного излучения (ЛИ). Исследованы особенности повреждаемости поверхностного слоя керамики. Показано, что совместное использование ПФ и импульсного лазерного воздействия перспективно для имитации экстремальных процессов повреждаемости материалов, происходящих в установках термоядерного синтеза, с целью изучения и прогнозирования их поведения в рассматриваемых условиях.

Введение

Целью настоящей работы было изучение воздействия мощных импульсных потоков энергии (быстрых ионов дейтерия и высокотемпературной дейтериевой плазмы, генерируемых в установке ПФ-5М, а также лазерного излучения, генерируемого в режиме свободной генерации) на образцы керамики α-Al2O3, приготовленные методом порошковой металлургии. Основное внимание в исследованиях было направлено на оценку стойкости материала к импульсным радиационно-термическим воздействиям. Одновременно оценивалась перспективность использования импульсного воздействия на материалы мощных ионных и плазменных пучков с одной стороны и потоков лазерного излучения – с другой, действующих на образцы отдельно друг от друга.

Материал, условия облучения и методы исследования

В качестве исследуемого материала использовалась керамика оксида алюминия со структурой корунда (α-Al_2O_3), приготовленной методом порошковой металлургии. Порошок получали методом ультразвукового распылительного пиролиза [1]. Образцы материала формовали одноосным прессованием с использованием органического связующего на основе поливинилового спирта при давлении 100 МПа с последующим спеканием на воздухе в течение 2 часов.

Облучение образцов импульсными потоками плазмы и ЛИ проводили в лаб. «Воздействие излучений на металлы» ИМЕТ РАН в установках плазменный фокус ПФ-5М [2] (с использованием азота и воздуха в качестве рабочих газов) и на установке ГОС-1001 в режиме свободной генерации в воздушной среде.

Повреждаемость поверхностного слоя

После воздействия на мишень быстрых ионов рабочего газа и высокотемпературной плазмы в ПС наблюдается образование структурных дефектов типа пор, раковин и микротрещин, образующих «ячеистую сетку», ячейки которой расположены вдоль всей облученной поверхности. Ячейки имеют преимущественно равноосную форму, а их характерный размер лежит в пределах Ф ≈ (4-20) мкм и практически не зависит от числа импульсов облучения.

Присутствие пор, которые, как правило, являются концентраторами напряжений, в объеме ПС после кристаллизации расплава способствовало наблюдаемому растрескиванию материала и образованию микроструктуры, с характерным расположением пор на линиях микротрещин (по границам ячеек). Это явление особенно заметно в центральной зоне облучения образцов, при максимальном воздействии энергетических потоков.

Анализ показал, что облучение керамики Al_2O_3 в установке ПФ импульсными потоками ионов и плазмы приводит к образованию волнообразной поверхности с большей, чем в исходном состоянии, амплитудой колебаний поверхностного рельефа.

Картина наблюдаемых структурных дефектов на поверхностном слое (ПС) после воздействия импульсного ЛИ близка к соответствующей картине после облучения образцов керамики в установке ПФ. Однако существенным отличием сопоставляемых микроструктур является то, что с увеличением числа импульсов лазерного облучения наблюдается заметный (в несколько раз) рост среднего размера пор, отсутствующий в экспериментах на ПФ.

Заключение

Обнаружено, что характер повреждаемости исследуемой керамики в сопоставляемых условиях облучения потоками плазмы, быстрых ионов и лазерного излучения примерно одинаков и проявляется в образовании в облученном поверхностном слое ячеистой сетки микротрещин и пор, расположенных, главным образом, по границам ячеек. При лазерной обработке, в отличие от экспериментов с использованием ПФ, наблюдается увеличение среднего размера пор с ростом числа импульсных воздействий и плотности мощности облучения.

Показана перспективность использования импульсного воздействия мощных ионных и плазменных пучков, с одной стороны, и потоков лазерного излучения – с другой, действующих на образцы независимо друг от друга, для имитации экстремальных повреждаемости материалов,

происходящих в установках термоядерного синтеза с магнитным и инерциальным удержанием плазмы.

Автор выражает благодарность Г.Г. Бондаренко и В.Н. Пименову за помощь в экспериментах и исследованиях.

Список литературы:

1.Antipov V.I., Vinogradov L.V. et al. New technology for nanostructured microsphere powders // Book of articles «Deformation & Fracture of Materials and Nanomaterials – DFMN 2007» ed. by O.A. Bannykh et. al. - Moscow: Interkontakt Nauka, (2007) 252.

2.Dubrovsky A.V., Gribkov V.A. et al. Comparative Characteristics of Four Small Dense Plasma Focus Devices, Plasma and Fusion Science, 17th IAEA Technical Meeting on Research Using Small Fusion Devices, Lisbon, Portugal, 22 -24 October 2007, ed. by C. Varandas, C. Silva, AIP Conference Proceedings (2008) 103-107.

УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОКСИДНО-НИКЕЛЕВЫХ КАТОДОВ

Е.Г. Горелова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрен способ улучшения характеристик оксидно-никелевых катодов путем поиска подходящей фракции порошка никеля.

Введение

Оксидный катод является распространенным типом катодов. Он представляет собой полупроводник n-типа. В качестве эмиссионно-активного вещества в таких катодах используется окисел металла, в котором, благодаря различным процессам, появляется избыток атомов металла, обеспечивающий необходимую электропроводность слоя и термоэлектронную эмиссию.

Строго говоря, эти катоды представляют собой спрессованную смесь карбонатов ЩЗМ и никелевого порошка. В основном катоды выполнены в виде плоских таблеток, изготовленных прессованием. Однако оксидные катоды характеризуются довольно низкой электропроводностью оксидного слоя, что приводит к его перегреву при повышенных плотностях токоотбора [1].

Оксидные катоды нашли широкое применение в различных типах электровакуумных приборов, в частности, в магнетронах импульсного действия, которые отличаются друг от друга как мощностью и частотой генерируемых колебаний, так и габаритными размерами.

В настоящее время на ряде предприятий при выпуске электровакуумных приборов используются перспективные технологические процессы изготовления оксидных катодов. Технология изготовления оксидных катодов довольно трудоемкая (состоит из более чем 60 основных и дополнительных операций). Она включает в себя такие стадии, как:

- изготовление компонентов;
- синтеровка и формирование губчатого тела;
- спекание;
- отжиг;
- монтаж катодно-подогревательного узла и др.

Основными недостатками технологии являются:

- неравномерная пористость губчатого тела катода;
-сложность конструкции и трудоемкость изготовления керна катода;
-необходимость использования химически-активных, токсичных и взрывоопасных соединений при изготовлении связующих веществ;
-ограниченный срок хранения оксидной суспензии.

С целью повышения эффективности и качества производства оксидно-никелевых катодов, необходимо модернизировать технологию изготовления. В связи с этим в данной работе использовался один из вариантов изготовления оксидных катодов - метод прессования.

Технология процесса

Процесс прессования представляет собой формование порошка в стальных пресс-формах на гидравлическом прессе с целью придания механической прочности и получения заготовки с заданными размерами, формой и плотностью. Для улучшения технологии изготовления оксидно-никелевых катодов необходимо выявить наиболее пригодную для прессования катодов фракцию порошка никеля. Исследовался порошок никеля со следующими размерами частиц: (5÷7) мкм, (10÷25) мкм, (45÷71) мкм, (71÷100) мкм. Прессование никелевых заготовок производилось на гидравлическом прессе, затем заготовки спекались. Спекание представляет собой нагрев и выдержку порошковой формовки в атмосфере водорода или в вакууме при температуре ниже точки плавления основного компонента ($T_{пл\ Ni}$ = 1728 К). Производится данный вид обработки с целью обеспечения заданных механических и физико-химических свойств.

В результате исследования никелевых заготовок, было выявлено, что заготовки, спрессованные из порошка размером (5÷7) мкм, ведут себя неоднозначно после прессования и спекания. Изготовленные образцы не сохраняли своих геометрических размеров, происходило их «распухание». Порошки с размерами (10÷25) мкм, (45÷71) мкм, (71÷100) мкм, частицы которых имеют шарообразную форму, являются наиболее подходящими для использования в производстве. Сферическая форма обеспечивает более высокую плотность спрессованного спеченного порошка и хорошие свойства текучести.

Для получения губки с равномерной пористостью, обладающей наименьшей скоростью испарения активного вещества и большей однородностью эмиссии по поверхности катода, необходимо использование зерен, по форме близких к шарообразным, и незначительно отличающихся друг от друга по размеру. Поэтому при изготовлении пористых заготовок для оксидно-никелевых катодов следует использовать мелкозернистый порошок никеля (Ni) со строго регламентируемым фракционным составом и средним размером частиц (45÷71) мкм с округлой, близкой к сферической, формой.

Сравнительное исследование электропроводности разных типов оксидных катодов при температуре 1120К (850^oC) показало, что металлизация оксидного слоя никелем повышает электропроводность в два-три раза соответственно, с $(3 \div 5)\cdot 10^{-3}$ до 10^{-2} $Ом^{-1}\cdot см^{-1}$. Срок службы прессованных оксидно-никелевых катодов при плотности тока $J_{пост.} \sim (0{,}5 \div 3{,}0)$ А/см^2 составляет 3000 - 5000 час, а в импульсном режиме при $J_{имп.} \sim 10$ А/см^2 – не превышает 1000 часов. Следует отметить, что по мере уменьшения плотности тока эмиссии срок службы прессованных катодов возрастает и может достигнуть нескольких десятков тысяч часов.

Исследования эмиссионных свойств металлизированных карбонатов показали, что работа выхода электронов с увеличением содержания никеля до 9 % монотонно возрастает и одновременно растет ее температурный коэффициент. При этом увеличивается и эмиссионная неоднородность катода. Как показано в ряде экспериментальных работ [2,3], оптимальное содержание никеля в металлизированном карбонате составляет (2 ÷ 2,5) %. Работа выхода электронов у катодов, пропитанных таким составом металлизированного карбоната ЩЗМ, находится в пределах (1,63 ÷ 1,67) эВ при температуре ~ 1120 К.

Заключение

В работе проведена модернизация технологии изготовления оксидно-никелевых катодов. В процессе изготовления катода методом прессования, с целью улучшения его электрофизических характеристик, предложено использование порошка никеля со строго регламентируемым фракционным составом и средним размером частиц (45÷71) мкм сферической формы.

Список литературы:

1. Ли.И.П. Магнетроны импульсного действия – всё дело в катоде // Электроника. Наука, технология, бизнес.2012.№5 (119).С. 84-88.

2. Ли.И.П., Поливникова О.В. Пресованный катод // Электронная техника. Сер. 1. СВЧ-техника. 2012.№1. С. 21-24.

3. Ли.И.П., Рухляда Н.Я. Создание поверхностных структур с заданными свойствами с помощью концентрированных потоков частиц // Физика и химия обработки материалов. 2005.№1.С. 61-65.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА САМОРАЗОГРЕВА В SiGe ГЕТЕРОПЕРЕХОДНЫХ И Si БИПОЛЯРНЫХ ТРАНЗИСТОРАХ

М.В. Кожухов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Проведено электро-тепловое моделирование современных Si и SiGeструктур биполярных транзисторов (БТ) с помощью САПР SentaurusSynopsys. Показано, что для SiGeГБТ, работающих на высоких плотностях тока, наблюдается более высокая рабочая температура по сравнению с идентичнымиSiБТпри одинаковой рассеиваемой мощности, что приводит к более сильной деградации электрофизических параметров прибора и его электрических характеристик.

Введение

Современные кремний-германиевые гетеропереходные биполярные транзисторы (SiGe ГБТ) широко используются в СВЧ СБИС и БиКМОП технологии. Одним из основных ограничивающих факторов дляSiGe ГБТ является эффект саморазогревапри работе прибора на высоких плотностях тока. Так как теплопроводность SiGe материла в несколько раз меньше теплопроводности Simатериала, топри одной и той же рассеиваемой мощности рабочая температура SiGe ГБТ оказывается больше. В известных работах [1-3] проведен анализ влияния мелкой (STI) и глубокой (DTI) щелевой SiO_2изоляции на рабочую температуру прибора.

Целью настоящей работы является проведение исследования влияния SiGeслоя базы ГБТ на его рабочую температуру с учетом эффекта саморазогрева.

Раздел I. Учет эффекта саморазогрева

В Sentaurus Synopsys для описания физических процессов в полупроводниковой структуре SiGe ГБТ использовалась термодинамическая модель, которая помимо трех фундаментальных уравнений физики полупроводников ФСУ (n, p, j_n, j_p, φ) для электронов n, дырок p и электростатического потенциала φ, дополнительно включает в себя уравнение теплопроводности, учитывающее эффект саморазогрева за счет высокой удельной рассеиваемой мощности H:

$$\nabla(\lambda\nabla T) - H(j_n, j_p, \varphi, T) = \rho C\frac{\partial T}{\partial t}, \qquad (1)$$

где: $\nabla = \frac{\partial}{\partial x}\bar{i} + \frac{\partial}{\partial y}\bar{j}$;

- λ, ρ, C – теплопроводность, плотность и теплоёмкость полупроводника;
- T(x, y), j_n(xy), j_p(x, y) – распределения температуры, плотностей токов электронов и дырок в структуре прибора.

Базовая физическая модель прибора ФСУ (n, p, j_n, j_p, φ) учитывает все основные эффекты, характерные для современных SiGe ГБТ: зависимость ширины запрещенной зоны ΔEg, плотности состояний N_{CSiGe} и N_{VSiGe} и диэлектрической проницаемости ε_{SiGe} от концентрации германия в кремнии [5].

Параметры теплопроводности для разных материалов при моделировании электро-тепловых характеристик биполярных структур представлены в таблице 1.

В системе TCADтакже используются параметры поверхностной тепловодности для учета отвода тепла с верхних металлических контактов. При моделировании эффекта саморазогрева для Si и SiGeструктур для поверхностной тепловодности было взято значение 1500 Вт/(см^2·К)[4].

Таблица 1.

Параметры теплопроводности для разных материалов

Материал	λ_a, Вт/(см·К)
Моно-Si	1,5
Поли-Si	1,5
SiGe	0,085
SiO_2	0,014

Раздел II. Структура приборов

В настоящей работе исследоваласьвысокочастотная структура $Si_{0,8}Ge_{0,2}$ ГБТ с размерами эмиттера 0,2 х 1,0 мкм^2, изготовленная по технологии с селективно имплантированным коллектором [2], обеспечивающая следующие предельные электрические параметры: β_{max} = 413, f_T = 93 ГГц, f_{max} = 160 ГГц, BV_{CEO} = 5,7 В. Концентрация легирующей примеси борав базовой области достигает $5\cdot10^{18}$ см$^{-3}$, доля германия в базе x=0,2.

С помощью САПР SentaurusSynopsys были рассчитаны электро-тепловые характеристикиSi БТ и SiGe ГБТ структуры без щелевой изоляции (рис. 1).

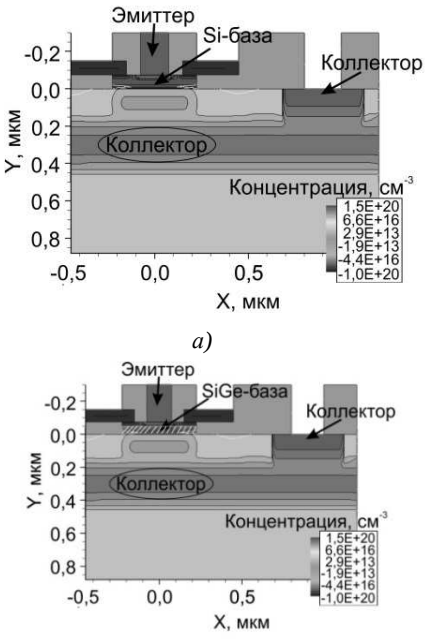
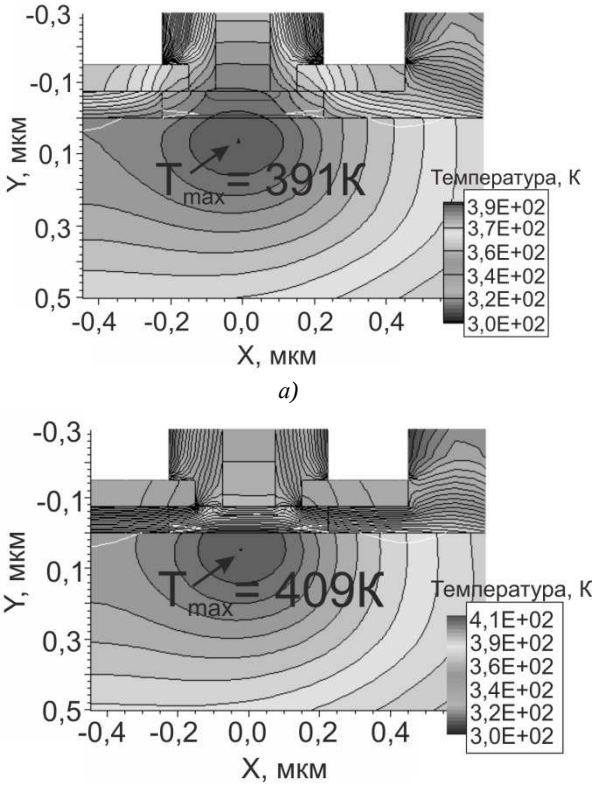


Рис.5. Структура Si БТ(а) и SiGe ГБТ(б) без щелевой изоляции

Раздел III. Результаты моделирования

В настоящей работе с помощью Sentaurus Synopsys были рассчитаны двумерные физические структурыSiБТи SiGeГБТ, 2Dраспределения температуры, а также статические ВАХ для представленных структур. На рис. 2приведены 2Dраспределения температуры для SiБТи SiGeГБТ при одинаковой рассеиваемой мощностиP=0,01 Вт.

Как видно из представленных на рис. 1 – 3данных,рабочая температура в SiGe структуре в области коллектора на ~18 К больше, чем в аналогичной Siструктуре, максимальная температура для SiGe ГБТ достигает 409 К, а для Si БТ – 391 К. Однако температура эмиттерной области в SiGeструктуре меньше, чем в Si структуре (см. рис. 3).



а)

б)

Рис.6. Температурные поля в структурах Si БТ(а) и SiGe ГБТ(б)

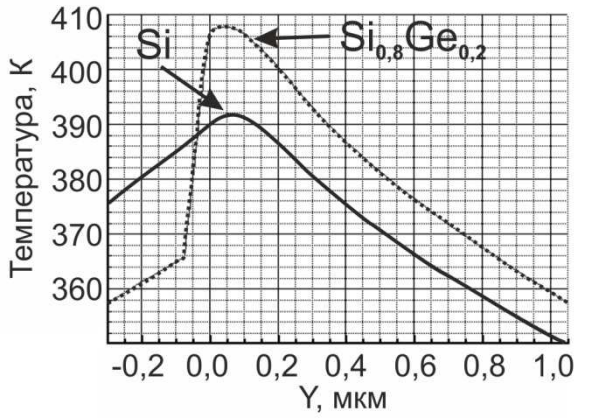


Рис.7. Распределение температуры по центру эмиттера (X = 0,0 мкм)в глубь структурыSi БТ(а) и SiGe ГБТ(б)

На рис. 4 представлены статические ВАХ для SiGe ГБТ и Si БТ с учетом и без учета эффекта саморазогрева.

Из рис. 4 видно, что для SiGe ГБТ наблюдается более сильная деградация напряжения Эрли (V_a) с 34 В (без саморазогрева) до 11 В (с саморазогревом), чем для Si БТ, где параметр V_a уменьшился с 13 В до 8 В.

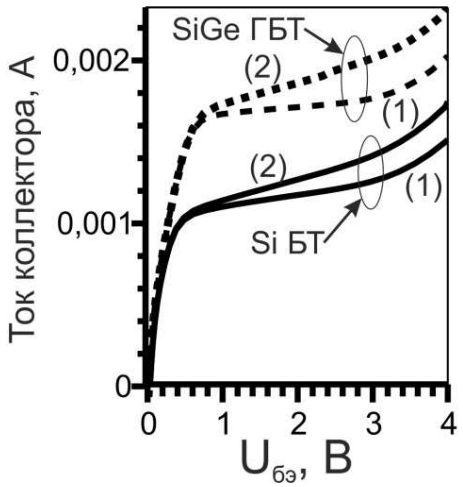


Рис.8. Статические ВАХ для SiGe ГБТ (пунктирные линии) и Si БТ (сплошные линии)с учетом (2) и без учета (1) эффекта саморазогрева

Заключение

В результате исследования эффекта саморазогрева в SiGe гетеропереходных транзисторах было выявлено, что максимальная температура SiGe структуры в области коллектора на ~18 К больше, чем в аналогичной Si структуре, но при этом температура эмиттерной области в SiGeструктуре меньше, чем в Siструктуре. Из-за большей температуры в коллекторной области $Si_{0,8}Ge_{0,2}$ структурынаблюдается деградация напряжения Эрли более чем на 65 %. При схожих условиях напряжение Эрли Si БТ уменьшилось на 38%.

Работа выполнена в рамках грантов РФФИ № 15-07-99680и № 14-29-09145.

Список литературы:

1.Yang-Hua Chang ; Jia-Shiou Cai; Simulation of self-heating effects on heterojunction bipolar transistors // IEEE 2nd International Symposium on Next-Generation Electronics (ISNE) -2013 , Kaohsiung , Taiwan, pp. 383-385.

2.P. Chevalier, C. Fellous, Z. Rubaldo et al., 230 GHz Self-Aligned SiGeC HBT for Optical and Millimeter-Wave Applications // IEEE J. of Solid-State Circuits, Vol. 40, № 10, 2005, pp. 2025 – 2034.

3.К.О. Петросянц, Р.А. Торговников, Моделирование структуры SiGe гетероперехoдного транзистора с учетом эффекта саморазогрева // «Электроника, микро- и наноэлектроника», сб. научн. Трудов / Под. Ред. В.Я. Стенина. – М.: НИЯУ МИФИ, 2011, с. 267 – 273.

4.Chhandak Mukherjee, C. K. Maiti. Simulation and Modeling of Self-Heating Effects in Heterojunction Bipolar Transistors // Journal of Basic and Applied Physics Feb 2014, Vol. 3 Iss. 1, PP. 16-25

5.D.L. Harame, J.H. Comfort, J.D. Cressler, et al., Si/SiGe epitaxial-base transistors—Part I:Materials, physics, and circuits // IEEE Trans. Electron Dev. Vol. 42 pp.455–468, 1995.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ НАНОСТРУКТУР НА ОСНОВЕ MgO ДЛЯ УСТРОЙСТВ СПИНТРОНИКИ

А.Д. Нуждин[1], Ю.О. Волков[2]
[1] НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии,
[2]Институт кристаллографии РАН

Аннотация

В работе представлены результаты исследования тонкопленочных наноструктур GaAs/MgO/Fe методами рентгеновской рефлектометрии и просвечивающей электронной микроскопии. Образцы данных наноструктур исследовались как тестовые для отработки технологии создания транзисторов, работающих на спин-поляризованных электронах.

Введение

Основной принцип работы электронных устройств заключается вконтроле потоков заряда. В электронной промышленности постоянно совершенствуется производительность устройств за счет уменьшения физического размера элементов. Одним из принципиально новых путей развития представляется использование для получения цифровых сигналов спинового момента носителей заряда. Это позволит позволяет избежать ограничений, связанных с ёмкостной постоянной времени, снизить резистивные напряжения и накопления тепла, которые сопровождают движение заряда[1]. Исследования в этой области позволят получить устройства с высокой производительностью с более низкой потребляемой мощностью и тепловыделением. В работе представлены результаты международного проекта[2], в рамках которого проводилось моделирование тонкопленочных систем (Технологический университет г. Ржежов, Польша) изготовление тестовых наноструктур (Физический факультет Гамбургского университа, Германия), рентгеновские и электронно-микроскопические исследования (Институт кристаллографии РАН).

Применение MgOв спинтронике

На данный момент одной из существенных проблем в создании транзисторов на спин-поляризованых электронах является малая эффективность инжекции электронов из металла в полупроводник, что обуславливается несовершенством границ раздела и несоответствия проводимостей. При исследовании электронных параметров наноструктур GaAs/Fe получена эффективность инжекции порядка 1%. Из данных дифракции быстрых электронов во время молекулярно-лучевой эпитаксии по параметрам постоянной решетки выявлено, что железные пленки испытывают деформацию, образуется фаза Fe3GaAs, и в дальнейшем обнаружено окисление поверхности железной пленки, что оказывает влияние на электрические и магнитные свойства. Применение туннельного барьера MgO между Feи GaAs может устранить проблему несоответствия проводимости и кристаллических решеток, а также изменения ориентации спинов [3]. Моделирование показало увеличение эффективности инжекции.

Исследование структур с MgO

Рентгеновская рефлектометрия широко используется для контроля параметров наносимых тонких слоев, таких как электронная плотность и толщина. Метод основан на анализе угловой зависимости коэффициента отражения рентгеновских лучей от исследуемой структуры [4].

При исследовании образцов GaAs/MgO методом рефлектометрии обнаружено что под воздействием атмосферы с течением времени слой MgO постепенно деградирует. При этом атомно-силовая микроскопия показывает существенное изменение топологии. Данное обстоятельство было учтено при изготовлении следующей серии образцов– принято решение покрывать нанесенный оксид магния защитными слоями металлов.

При исследовании образцов GaAs/MgO/Fe с толщиной слоя MgO:0.5; 1; 2; 2.5 нм была отмечена их стабильность. Для образца с толщиной слоя оксида магния 2,5 нм по данным рентгеновской рефлектометрии было восстановлено распределение действительной части диэлектрической проницаемости по глубине, которая прямо пропорциональна плотности. Сравнение полученной зависимости с данными просвечивающей электронной микроскопии представлены на рис. 1.

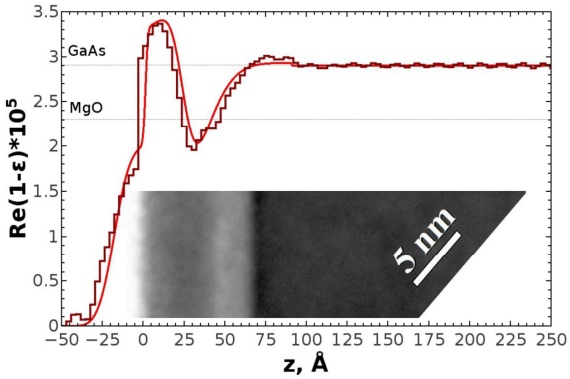


Рис.1. Распределение действительной части диэлектрической проницаемости по глубине, восстановленное из данных рентгеновской рефлектомтерии. На вставке изображение наноструктуры, полученное на просвечивающем электронном микроскопе.

Заключение

Установлена нестабильность нанослоев MgO при воздействии атмосферы, показана эффективность применения защитных металлических покрытий. Исследованы параметры тонкопленочных наноструктур с барьерными слоями MgO, технологию получения которых планируется применять для изготовления прототипов спинтронных транзисторов.

Список литературы:

1. O. van'tErveet. al. Spie Newsroom 01 (2010).
2. http://iap.physnet.uni-hamburg.de/group_w/?n= SpinBarrier.HomePage
3. M. K.Niranjan et. al. Applied Physics Letters, 96(2010), 222504.
4. I.V. Kozhevnikov. NIM A 508 (2003), 519.

Работа выполнена при поддержке международной инициативы ERA.NETRus, проект №221.

ПОВЕРКА АНАЛИЗАТОРА РАЗМЕРА ЧАСТИЦ MALVERN ZETASIZER NANO ZS В ДИАПАЗОНЕ ДО 10НМ

К.Н. Миньков
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Производится работа по обеспечению метрологическими анализатора размера частиц MalvernZetasizerNano ZS, данный прибор имеет средства для поверкив диапазоне до 15 нм. Необходимо получить образец, который будет позволять производить калибровку прибора в диапазоне до 15 нм.

Данный прибор позволяет выполнять измерения с очень большой скоростью, обеспечивает высокую степень автоматизации. Принцип действия основан на методе динамического рассеивания света. Анализатор применяется для исследования свойств ультра дисперсионных сред, наночастиц и объектов нанобиотехнологий.

В настоящее время рассматривается несколько вариантов калибровки прибора:

- сахароза;
- нафталин;
- фуллерены.

В данной работе будет рассмотрена попытка калибровки прибора с помощью коллоидного растворананоалмазов детонационного синтеза.

Процедура будет состоять из нескольких ступеней, первая - процесс проба подготовки. Подготовка образца будет заключаться в процессе сепарирования исходного раствора. В качестве растворителя будет использоваться вода. В процессе сепарирования будет учувствовать 20 мл растворителя и 1 мл коллоидного раствора.Процесс будет происходитьв течение48 часов.

Далее с помощью дозатора был взят образец из верхней части колбы сепарированного образца. Образец был помещен в кювету.

На втором этапе образец прошел исследования на анализаторе размера частиц MalvernZetasizerNano ZS. Это необходимо для оценки размеров объектов, с которым мы будем иметь дело. При отрицательном результате, слишком большом размере необходимо будет внести изменения в подготовку пробы.

На рисунке 2 показана зависимость функции корреляции от размера частиц.

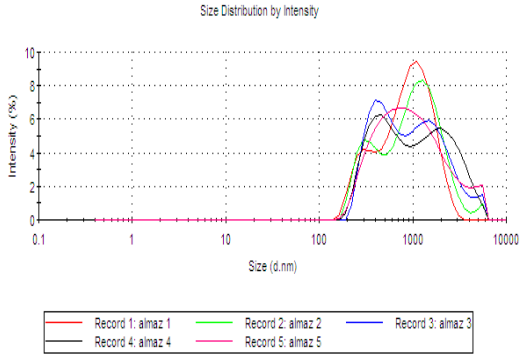


Рис.1. Размер частиц полученные с помощью анализатора размера частиц

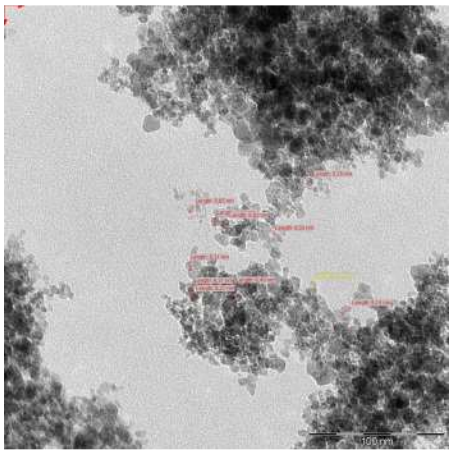


Рис.2. Размер частиц полученные с помощью просвечивающего электронного микроскопа

Зная размер отдельных частиц алмаза мы можем сделать вывод, что молекулы в растворе находятся в кластерах. Для подтверждения исследований мы рассмотрели полученные результаты на просвечивающем электронном микроскопе Libra 120. Полученные результаты представлены на рис. 2. Диапазон размеров частиц в растворе составляет 7-9 нм.

Выводы

Использование алмазов для калибровки MalvernZetasizerNano ZS при существующей методике не пригодно, необходимо использовать другие технологии подготовки проб. Например, погружение молекул образца в специальные вещества, такие как меркаптоундекановая кислота и цестин позволит измерять размер молекул по одной, но необходимо будет учитывать, что на молекуле будет образовываться защитный слой, который будет мешать молекулам кластеризовываться.

Список литературы:

1.Michael Kaszuba, David McKnight, Malcolm T. Ulf Nobbmann. Measuring sub nanometer size using dynamic lightscattering. Springer Netherlands. Vol.10, № 5 2007. P 823-829.

2.Pecora R. (1968) Spectral distribution of light scattered by monodisperse rigid rods. Journal of Chemical Physics 1968. Vol. 48.

3.http://www.malvern.com/ru/products/product-range/zetasizer-range/zetasizer-nano-range/zetasizer-nano-zs/default.aspx

4.Карцев Е. А., Юрин А. И. Основы нанометрологии. М. : Московский государственный институт электроники и математики, 2012.

МЕТОД ДЕКОМПОЗИЦИИ В ЗАДАЧЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАНООБЪЕКТОВ

В.О. Яговцев
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрен метод декомпозиции в задаче формирования нанообъектов. Введена мера близости или подобия множества из M объектов, которые принадлежат одному классу. Минимизация меры близости осуществлена с помощью метода множителей Лагранжа.

Введение

Понятие нанообъекта, например, квантовой точки, рассматривается как точечное изменение энергии на поверхности подложки. Для применения метода декомпозиции каждая квантовая точка представляется точкой с координатами в пространстве, каждая числовая ось которой представляет собой значение какого-то признака объекта. За признаки можно выбрать любые удобные для применения физические или химические характеристики, описывающие объект. Нам необходимо определить, какие объекты мы можем принять за квантовые точки, что приводит к задаче классификации, которую можно переформулировать как задачу оптимизации. Для решения данного типа задач применяется метод декомпозиции. Для задачи формирования квантовых точек метод декомпозиции использован таким образом, чтобы итеративно приближаться к решению, переходя от задачи оптимизации первого уровня к задаче оптимизации второго уровня и обратно. Каждая итерация приближает нас к решению первоначальной задачи оптимизации. После того, как решение найдено,

можно полагать, что задача классификации нанообъектов решена.

Мера близости объектов как критерий принадлежности объекта множеству

Вводится мера близости или подобия J, которая мала в случае M подобных друг другу объектов.

$$J=K\sum_{i,j=1}^{M} d^2(x^i, x^j).$$

Мера близости связана с нормализующей постоянной K и мерой расстояния между двумя объектами множества d. То есть мера близости представляет собой среднее расстояние между объектами, принадлежащими одному и тому же классу. d представляет собой обобщенное евклидово расстояние, связанное с матрицей A, которая позволяет вычислить меру близости J.

$$J = M^2 \mathrm{tr} A^T A X.$$

На эту матрицу A накладываются ограничения.

Рассмотрен один из возможных случаев данных ограничений.

$$\sum_{i=1}^{N} \left\| a^i \right\|^2 = 1.$$

С помощью метода множителей Лагранжа решена задача минимизации меры близости J для данного объектаa^i, представленного вектор-строкой матрицы A.В результате решения задачи найдено уравнение, собственными векторами которого являются все вектор-строки, удовлетворяющие условию минимизации меры близости.

$$|X - \lambda_i I_N| = 0,$$

где a^i является собственным вектором, соответствующим λ_i

По известной функции φ($\bar{d}$), где $\bar{d}$ — среднее расстояние между неклассифицированным объектом x и множеством $\{x_i,\ i = 1,2,\ldots,M\}$, может быть принято решение о том, принадлежит ли точка x этому множеству. Показан пример переформулировки задачи выбора функции, называемой решающим правилом, при помощи решения некоторого векторного неравенства. В результате сформулирована задача оптимизации: минимизировать относительно *k*, *l* целевую функцию

$$J\,(k,\, l) = \|\Phi k - l\|^2,$$

при условии

$$l \geq 0,\ l \in R^{N_1+N_2}.$$

Рассмотрение метода декомпозиции

Для иллюстрации метода декомпозиции рассмотрено решение задачи минимизации целевой функции при заданных ограничениях. Проведено разбиение задачи на две подзадачи разных уровней, позволяющее освободиться от связей между переменными, которые усложняли решение задачи оптимизации.

Задачи первого уровня:

$$\min_{x^i \in X^i} f_i(x^i),\ g(x^i) \leq y_i,$$

при заданномуy_i, $1 \leq i \leq N$.

Задачи второго уровня:

$$\min_{y_1,\ldots,y_N} \sum_{i=1}^{N} v_i\,(y_i),$$

при условии

$$\sum_{i=1}^{N} y_i \leq b.$$

Описан алгоритм решения первоначальной задачи при помощи последовательного перехода от подзадачи первого уровня к подзадаче второго уровня, позволяющей уточнить входные данные для подзадачи первого уровняс целью достижения итеративного приближения к решению задачи.

В результате проведенной работы показана теоретическая обоснованность метода декомпозиции в задаче формирования нанообъектов, а так же продемонстрирован алгоритм решения данных задач в случае, если выбраны признаки нанообъектов, по которым необходимо их классифицировать. Рассмотрены два устройствананотехнологий: устройство формирования квантовых ям и устройство флэш-памяти на квантовых точках.

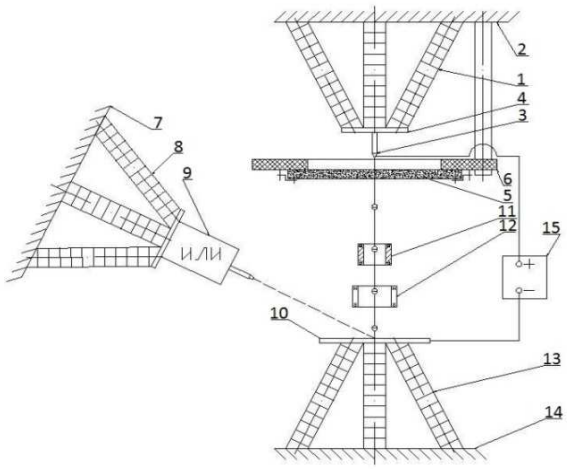


Рис.1. Устройство формирования квантовых ям на подложке

Список литературы:

1. Михайлов Г.А. Оптимизация весовых методов Монте-Карло - М.: Наука, 1987. - 240с.

2. Аоки М. Введение в методы оптимизации - М.: Наука, 1977. - 344с.

3. Ивашов Е. Н., Князева М. П. Алгоритмы последовательных и параллельных вычислений на основе квантовых точек с изомерными ядрами // Автоматизация и современные технологии. 2014. № 1. С. 26-30.

АГЛОМЕРАТЫ НИКЕЛЯ И ТРОЙНОГО КАРБОНАТА (Ba, Ca, Sr) В ПРОИЗВОДСТВЕ ПРЕССОВАННЫХ ОКСИДНО-НИКЕЛЕВЫХ КАТОДОВ ДЛЯ МАГНЕТРОНОВ САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН

[1,2]Н.Е. Леденцова, [2]И.П. Ли
[1]НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии
[2]ОАО Плутон
г. Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, д. 11
Email: NEKharitonova@mail.ru

Несмотря на большое количество проведённых теоретических и экспериментальных работ, касающихся исследования физико-химических основ, принципов работы и технологии изготовления оксидных катодов для магнетронов, существует ряд недостатков, которые по настоящее время остаются не решёнными.

А именно,

- после обжимки губчатого тела происходит деформация экранов керна катода;
- при неправильном хранении оксидная суспензия приходит в негодность, в связи с этим условия и срок её хранения строго регламентированы;
- трудоёмкость и малоэффективность вследствие использования ручного труда, обуславливающего невоспроизводимость геометрических и эмиссионных параметров катодов (рис. 1).

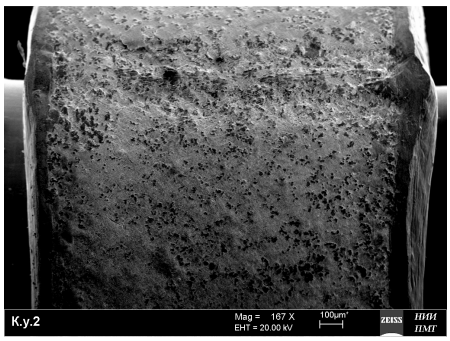


Рис.1. Оксидный катод, изготовленный по традиционной технологии

В ОАО «Плутон» в настоящее время проводится работа по модернизации технологии изготовления оксидных катодов для магнетронов с использованием методов порошковой технологии.

В ранее опубликованных работах было установлено оптимальное усилие прессования заготовок, составляющее величину ~ 6 - 7 т/см^2 и определено предпочтительное количественное соотношение компонентов «никель - тройной карбонат». Заготовки представляли собой спрессованную смесь порошков никеля и тройного карбоната (Ba, Ca, Sr). Содержание последнего в смеси варьировалось от 5 до 15 % в зависимости от условий работы катода. При концентрации карбоната от 15% и выше было отмечено значительное снижение механической прочности, которое приводило к возникновению искрений, ухудшению спектра и уменьшению мощности генерируемых колебаний в процессе тренировки прибора.

Новым перспективным направлением работ Отдела разработки катодов ОАО Плутон является создание прессованного оксидно-никелевого катода с однородным фракционным и гранулометрическим составом входящих в него компонентов – никеля и тройного карбоната (Ba, Ca, Sr).

Для этого была предпринята попытка создания агломератов никеля и тройного карбоната (Ba, Ca, Sr) – как эмиссионно-активной части прессованного оксидно-никелевого катода.

Экспериментальная часть

Были изготовлены смеси порошков, состоящие из никеля с размерами частиц, выбранных из интервалов 10-20 мкм, 20-30 мкм, 30-45 мкм, 45-70 мкм и тройного карбоната (Ba, Ca, Sr), фракцией 1-3 мкм. Содержание последнего варьировалось от 20 до 50 % (вес.).

Спекание полученных смесей производили в среде осушенного водорода при температуре 800-1000˚С в течение 10-20 мин, и последующего восстановления окислов щелочноземельных металлов до химически-устойчивых соединений карбонатов (Ba, Ca, Sr) в атмосфере углекислого газа при температуре 200-300˚С в течение 1-2 ч.

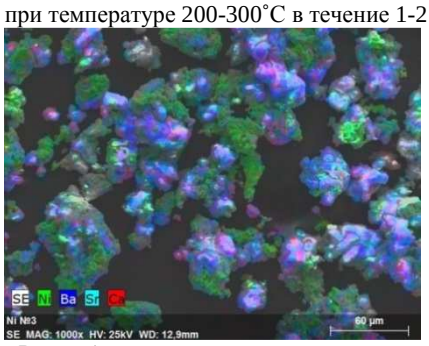


Рис.2. Агломераты никеля и тройного карбоната (Ba, Ca, Sr)

Далее полученные смеси агломератов растирались и просеивались через сита с размерами ячеек, соответствующими размерам зёрен никелевой матрицы.

Получив агломераты с требуемым фракционным составом и, используя никель с тем же размером зёрен, были изготовлены пресс-порошки, спрессованы оксидно-никелевые эмиттеры и собраны катодно-подогревательные узлы.

Заключение

Магнетроны, работающие в 3 - сантиметровом диапазоне длин волн, с такими катодами характеризовались устойчивой и бесперебойной работой во время динамических испытаний.

Установлено, что данный метод изготовления прессованных оксидно-никелевых катодов не только прост в применении на практике, но и позволяет добиться однородности по фракционному и гранулометрическому составам как в объёме катода, так и на его поверхности. А также благодаря возможности варьирования составом, режимами прессования и спекания мы можем получать катоды с заданными свойствами и требуемыми параметрами.

В настоящее время работы по усовершенствованию типовой технологии изготовления оксидных катодов, принятой в ОАО Плутон, продолжаются с дальнейшим прогнозируемым внедрением в производство серийно-выпускаемых малогабаритных магнетронов.

Список литературы

1. Никонов Б.П. Оксидный катод. – М.: Энергия, 1979. – 238 с.

2. О.Ю. Масленников, А.Б. Ушаков. Эффективные термокатоды (конструкции и технологии). Ч.2: Учебное пособие. – МФТИ, 2003. – 129 с.

3. Л.А. Ашкинази. Результаты в области термо- и вторичноэлектронных катодов за 1990-2009 годы.

4. Соколов А.М. // Наукоемкие технологии, 2003. Т. 4. 2. С. 47.

5. Оксидный катод. Сборник трудов Международного Конгресса, посвящённого пятидесятилетию открытия оксидного катода. Под редакцией проф. Б.М. Царёва. Изд-во Иностранной литературы. М, 1957.

6. Оксидный катод. Сборник переводов статей под редакцией Л.Н. Добрецова. Государственное энергетическое издательство. М.-Л., 1957.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ СМК ДЛЯ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ИНСТИТУТОВ

Т.А. Теплова
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Как известно, система менеджмента качества (СМК) в жизни каждого уважающего себя производства играет не последнюю роль.

В советские времена производство использовало Комплексную систему управления качеством продукции (КСУКП), которая включала в себя все аспекты деятельности предприятия по выпуску высококачественной продукции. С течением времени система устарела. Одновременно с этим, в связи с вступлением России во всемирную торговую организацию, стала актуальной задача о выходе на международный уровень. Для решения этой задачи потребовалось разработка и внедрение СМК.

СМК – это совокупность организационной структуры, методик, процессов и ресурсов, необходимых для общего

руководства качеством. Она предназначена для постоянного улучшения деятельности, для повышения конкурентоспособности организации на отечественном и мировом рынках и определяет конкурентоспособность любой организации [1].

Аналогичная ситуация складывается и с метрологическими институтами.

Национальные метрологические институты (НМИ) - это организации (учреждения), которые хранят, поддерживают и совершенствуют национальные (государственные) эталоны наивысшей для данной страны точности, обеспечивают их сличения, передают единицу величины средствам измерения калибровочных и измерительных лабораторий, в том числе и других стран [2].

Национальные эталоны - первичный эталон, признанный решением уполномоченного на то государственного органа в качестве исходного на территории государства.

Существуют системы качества, в состав которых входит одна из центральных составляющих – метрологическое обеспечение систем качества [3]. Схематично ее состав представлен на рис. 1.



Рис.1. Метрологическое обеспечение систем качества

На рис. 1 показаны основные составляющие метрологического обеспечения систем качества. Поскольку в процессе производства на каждой измерительной позиции осуществляется измерение одного параметра, которое может осуществляться не одним типом средств измерений, а рядом альтернативных, то одной из важнейших составляющих метрологического обеспечения является выбор средства измерений (СИ), обеспечивающего максимальную точность измерений при минимуме затрат на его приобретение, установку и эксплуатацию в процессе производства.

Оценить СМК с помощью российских органов по сертификации для работы на внутреннем рынке, гораздо проще, чем на международном пространстве.

При международной оценке следует учитывать множество факторов для непредвзятого отношения к НМИ. Для этого создаётся комиссия, в которую не должны входить члены проверяемого НМИ [4].

Вся процедура оценки занимает около 3-х дней, но является очень трудоёмкой работой, поэтому, актуальной является задача упрощения и коррекции этой процедуры, учёте внешних факторов и изменении сопроводительной документации.

Список литературы:

1. Артемьев Б.Г., Юрин А.И. Стандартизация и сертификация. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2013.

2. Документ форума качества КООМЕТ «Рекомендация по оценке Систем менеджмента качества национальных метрологических институтов» COOMET R/AQ/9:2013

3. Карцев Е. А., Климантович А. А., Юрин А. И. Разработка методики выбора оптимального средства измерений из числа альтернативных // Датчики и системы. 2013. №5. с. 24-29.

4. Документ форума качества КООМЕТ «порядок и процедура оценки Систем менеджмента качества национальных метрологических институтов» COOMET R/AQ/13:2013

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ 45НМ МОПТ С РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИЕЙ ПОДЗАТВОРНОГО ДИЭЛЕКТРИКА С ПОМОЩЬЮ САПР TCAD

Д.А. Попов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Аннотация

Проведен расчет субмикронного 45нм МОПТ с четырьмя конфигурациями подзатворного оксида: SiO_2 диэлектрик, high-k диэлектрик, двухслойный (stack) и двойной (dual). Результаты TCAD моделирования показали, что изменение конфигурации подзатворного диэлектрика оказывает существенное влияние на основные параметры МОПТ.

Введение

В современных процессорах (Intel, AMD, Apple, Samsung, NEC Electronics и т.д.) широко используются субмикронные МОПТ с high-k подзатворным оксидом. Такой интерес к high-k технологии обусловлен физическим ограничением подзатворных диэлектриков на основе оксида кремния. При толщине оксида кремния менее 1 нм резко возрастает ток утечки затвора, что приводит к нарушению функциональности схем на основе таких МОПТ. Наиболее подходящими решением для данной проблемы является технологии с использованием диэлектрика на основе оксида гафния [1]. Применение данных технологий в современных процессорах позволило уменьшить энергопотребление и увеличить производительность по сравнению с процессорами прошлого поколения [2, 3].

С целью оптимизации работы 45нм МОПТ с high-k диэлектриком с помощью САПР TCAD исследованы структуры с различной конфигурацией подзатворного оксида.

Раздел I. Рассматриваемые виды конфигураций

Основой для рассматриваемых конфигураций является 45нм МОПТ [4]. Степень легирования областей истока и стока $1 \cdot 10^{20}$ см$^{-3}$; LDD-областей – $5 \cdot 10^{19}$ см$^{-3}$; максимальное значение легирования активной области n-канала $1 \cdot 10^{18}$ см$^{-3}$; уровень легирования p-подложки $1 \cdot 10^{17}$ см$^{-3}$.

Для первой (SiO_2) и второй (HfO_2) конфигурации подзатворный диэлектрик полностью выполнен из оксида одного материала. Стоит отметить, что во второй конфигурации утечка затвора меньше, однако это сопровождается деградацией других параметров [5].

В третьей конфигурации (stack) подзатворный оксид представлял собой двухслойную структуру, где нижний слой SiO_2, а верхний – HfO_2 [1]. (рис.1,а)

В четвертой конфигурации (dual) подзатворный оксид представляет собой двойную структуру, в которой материал с высокой диэлектрической проницаемостью (HfO_2) расположен в области рядом со стоком, материал с меньшей диэлектрической проницаемость (SiO_2) расположен в области рядом с истоком. Такая структура имеет ряд особенностей [6]. (рис.1,б)

Раздел II. TCAD моделирование 45нм МОПТ с различной конфигурацией подзатворного диэлектрика

При помощи САПР TCAD проанализировано как изменение конструкции подзатворного диэлектрика повлияет на основные параметры 45нм МОПТ.

При моделировании помимо основных физических моделей, использовались ряд встроенных моделей для структур с high-k материалами [7].

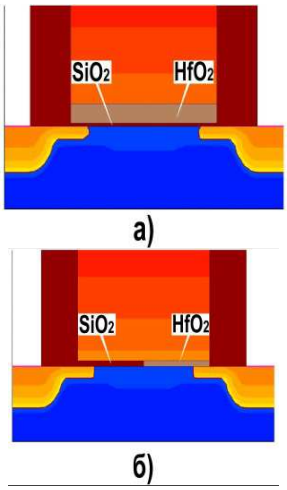


Рис.1. Схематическое изображение структуры МОПТ со stack (а) и dual (б) диэлектриком

Результаты моделирования представлены в таблице 1. На основании полученных параметров можно сделать вывод, что stack конфигурация эффективно уменьшает ток утечки при минимально допустимой деградации параметров, однако технически сложно изготовиться слой SiO_2 толщиной менее 1 нм; dual конфигурация показывает улучшение параметра I_{on} и минимально допустимую деградацию остальных параметров, однако ток утечки затвора остается на уровне близком к току утечки структуры с SiO_2 диэлектриком.

Таблица 1. Параметры 45нм МОПТ с различной конфигурацией подзатворного оксида

	SiO_2 1,5 нм	HfO_2 9 нм	Stack $t(SiO_2)$=0,75 нм $t(HfO_2)$=4,7 нм	Dual 1:1
$I_з$, А	2,82E-10	2,10E-17	3,26E-16	3,4E-11
$V_{пор}$, В	0,42	0,37	0,38	0,36
I_{off}, А	3,35E-10	2,72E-09	1,53E-09	1,55E-09
$I_{оп}$, мА	1,12	0,84	1,00	1,16
μ, м/(В·с)	168	125	133	132
S, $1{\cdot}10^{-4}$А/В	18,4	15	13	18,2

Заключение

При помощи САПР TCAD было произведено моделирование 45нм МОПТ с различной конфигурацией подзатворного диэлектрика. Показано, что изменение конфигурации подзатворного диэлектрика оказывает существенное влияние на основные параметры 45нм МОПТ, значительно уменьшая ток утечки затвора и немного ухудшая остальные параметры.

Исследования осуществлены при поддержке грантов РФФИ №14-29-09145 и №15-07-99680.

Список литературы:

1. Chau R.; Datta S.; Doczy M.; Doyle B.; Kavalieros J.; & Metz M. (2004). High-k/Metal– Gate Stack and Its MOSFET Characteristics, vol. 25, pp. 408-410, IEEE Electron Device Lett.

2. Intel's Revolutionary 22 nm Transistor Technology // Intel presentation on May, 2011.

3. http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/foundry/process-technology/32-28nm

4. A. K. Rana, N. Chand, V. Kapoor, TCAD Based Analysis of Gate Leakage Current for High-k Gate Stack MOSFET, ACEEE Int. J. on Communication, Vol. 02, No. 01, Mar 2011, pp. 5-8.

5. N. Shashank, S. Basak, R.K. Nahar. Design and Simulation of Nano Scale High- K Based MOSFETs with Poly Silicon and Metal Gate Electrodes // Int. Jour. of Advanc. in Technology, Vol 1, No 2 (2010), pp. 252-261.

6. S. Yadav A. Srivastava, J. Rahul, K. Kishor Jha. TCAD Assessment of Nonconventional Dual Insulator Double Gate MOSFET // ICDCS 2012, pp.462-465

7. TCAD Sentaurus User Manual, Synopsys.

Секция «Информационные технологии в экономике, бизнесе и инновационной деятельности»

СОГЛАСОВАННОСТЬ РАЗРАБАТЫВАЕМОГО АЛГОРИТМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ СО СТАНДАРТОМ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

А.К. Красавина
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматривается подход к построению алгоритма распределения задач между исполнителями на основании согласованности его со стандартами управления проектами, в частности со стандартом PMI.Цель этого исследования – определить область применения алгоритма.

Введение

В предыдущих своих работах автор исследовал методы, подходы к решению задачи о назначении исполнителя, а также оценивал вычислительную сложность. (1) (2) (3) В некотором роде решаемая задача является частным приложением задачи о составлении расписаний. Для корректной разработки алгоритма необходимо определить область его применения, за этим следует обратиться к стандартам управления проектами, которые определяют разновидности процессов и способы их решения.

Цели и задачи

Таким образом, целью данной работы можно называть определениеили сужение области применения алгоритма.

Стандарт PMI

Согласно стандарту PMI 99-001-2004 (4) для успешного завершения проекта команда должна:

•выбрать из групп процессов управления проектом подходящие процессы, необходимые для достижения целей проекта;

•использовать определенный подход для согласования планов и спецификаций продукта с требованиями к продукту и проекту;

•исполнять требования, чтобы соответствовать нуждам, желаниям и ожиданиям участников проекта;

•уравновешивать противоречащие требования по объему, времени, стоимости качеству, ресурсам и рискам, чтобы произвести качественный продукт.

Все четыре пункта могут быть подвергнуты определенной степени автоматизации.

В первом случае возможна автоматизация распределения задач между исполнителями, она бы позволила сократить время, которое требуется для назначения задачи на нужного исполнителя, а также автоматизация вычисления ключевых показателей эффективности. В таком случае, путем автоматизации процессов, с точки зрения проектирования и реализации системы, можно сократить число групп процессов, но тогда процессы станут более тесно связанными и более сложными и трудноотделимыми. Но при грамотном проектировании системы, с точки зрения пользователя все группы процессов будут присутствовать в системе. О группах процессов будет написано ниже.

Во втором и третьем случае подходом для согласования планов и инструментом управления сроками может служить хранение регламента и автоматическая обработка атрибутов задачи для определения сложности, с целью дальнейшего вычисления показателя эффективности для сотрудника, принимавшего участие в завершенной задаче.

ектами позволило бы исключить некоторые противоречащие требования по ресурсам и времени (четвертый случай). Кроме того, в четвертом случае возможна автоматизация отслеживания противоречий при распределении задач между исполнителями. Планируется автоматизировать отслеживание противоречий по срокам выполнения задач (чтобы в списке задач любого исполнителя, задачи, имеющие наивысший приоритет не превалировали над задачами более низкого приоритета). А также вычисление загруженности исполнителя (отслеживание границы нормального исполнения задач, об этом ниже), а также обработка задач и получение показателей эффективности согласно различным версиям регламента с целью сравнения работы с различными версиями регламента в моменты его корректировки.

Процесс – это ряд взаимосвязанных действий и операций, выполняемых для достижения заранее определенных продуктов, результатов или услуг. Процессы управления проектом выполняются командой проекта и обычно бывают двух типов:

•Процессы управления проектом, общие для большинства проектов, связаны между собой тем, что они нацелены на выполнение общей задачи. Такой задачей может быть инициация, планирование, исполнение, мониторинг и управление, а затем и закрытие проекта. Взаимодействие процессов может также затрагивать содержание, стоимость, расписание проекта и т. д. Эти элементы называются областями знаний.

•Процессы, ориентированные на продукт, определяют и создают продукт проекта. Процессы, ориентированные на продукт, обычно определяются через жизненный цикл проекта и меняются в зависимости от области приложения. Процессы управления проектами и процессы, ориентированные на продукт, накладываются друг на друга и взаимодействуют в ходе выполнения проекта. Например, содержание проекта не может быть определено без понимания основ того, как производить указанный продукт.

Управление процессами планируется организовать при помощи стадий выполнения задачи. На каждой стадии существует зависимость от предыдущих стадий и строгий переход к следующим стадиям. Таким образом, задача должна пройти все определенные стадии для ее успешного завершения. Если для исполнения задачи требуется несколько исполнителей, то задачу требуется разбить на подзадачи и выстроить их в том порядке, какой требуется для ее завершения, назначение произойдет автоматически (при том условии, что система обучена и имеет для назначения исполнителя достаточно данных).

Некоторые процессы требуют согласования с людьми, находящимися вне проекта или задачи, но присутствующими в организации. Этот процесс планируется автоматизировать через регламент. Задачи будут кластеризованы для определения их тематики, и это планируется автоматизировать, исходя из предположения, о том, что похожие задачи должно подтверждать определенное множество людей. Для организации процесса подтверждения планируется спроектировать, реализовать и обучить классификатор, который бы предполагал должность подтверждающей персоны для задач, входящих в один кластер, полученный в результате обработки кластеризатором по тексту задачи.

Системы управления проектами применяются группами людей различной численности и уровня владения подобными системами. С развитием малого, среднего бизне-

са, а также такого направления как фриланс, потребность в системах автоматизированного управления проектами возросла. Однако, ниша систем управления проектами для небольших предприятий практически не занята, кроме того не занята и ниша социальных систем управления проектами (совмещение социальной сети и системы управления проектами позволило бы людям легко объединяться для совместной работы, особенно это актуально для развивающихся малых предприятий, которые всегда нуждаются в качественных кадрах). Большинство систем управления проектами ориентированы на крупные компании и требуют определенного обучения.

Автоматизация групп процессов

Согласно стандарту PMI 99-001-2004 (1) пять групп процессов таковы:

•Группа процессов инициации. Определяет и авторизует проект или фазу проекта.

•Группа процессов планирования. Определяет и уточняет цели и планирует действия, необходимые для достижения целей и содержания, ради которых был предпринят проект.

•Группа процессов исполнения. Объединяет человеческие и другие ресурсы для выполнения плана управления проектом данного проекта.

•Группа процессов мониторинга и управления. Регулярно оценивает прогресс проекта и осуществляет мониторинг, чтобы обнаружить отклонения от плана управления проектом, и, в случае необходимости, провести корректирующие действия для достижения целей проекта.

•Группа завершающих процессов. Формализует приемку продукта, услуги или результата и подводит проект или фазу проекта к правильному завершению.

Среди пяти этих групп - первая и третья группы полностью автоматизированы в системах управления проектами, также автоматизирована частично четвертая и пятая группа. В рамках последующей работы планируется построить математический аппарат, при помощи которого представлялось бы возможным автоматизировать также вторую, четвертую и пятую группу процессов на столько, насколько это возможно.

Первая группа процессов: отвечает за определение проекта или его фазы, в настоящее время она автоматизирована в системах управления проектами, в ходе последующей работы планируется дополнить эту фазу определением регламента, который будет использоваться для дальнейшей автоматической обработки завершенных задач.

Вторая группа процессов: отвечает за планирование процессов, происходящих в проекте, автоматизацию этой группы процессов предполагается осуществить при помощи разрабатываемого математического аппарата. Такого, который включал бы в себя набор алгоритмов для первичной обработки задач, это такие алгоритмы как: алгоритм определения сложности задачи, алгоритм определения тематической группы задачи. Также математический аппарат этой группы должен включать алгоритмы вторичной обработки задач с целью планирования. К этим алгоритмам относятся: алгоритм вычисления KPI, как базового показателя в системе, так и показателей определенных пользователем, прогноз показателей KPI. При построении алгоритмов должно быть выполнено требование, повторного вычисления показателей с изменением регламента, но также должно быть выполнено требование сохранения и возможности повторного вычисления и прогнозирования показателей KPI с устаревшим регламентом. Также к алгоритму вычисления показателей KPI планируется применить такое требование как независимость от состава проектной команды. Такое требование должно быть соблюдено для адаптации процесса вычисления KPI к процессам, происходящим в проектной команде, таким как увольнение, добавление новых участников, изменение должностей участников проекта. Также в рамках математического аппарата данной группы процессов планируется разработать базовый показатель KPI, который был бы единственным на момент установки системы, до пользовательских настроек, а также алгоритм прогноза показателей KPI.

Третья группа процессов: отвечает за исполнение задач, для этой группы процессов планируется построить алгоритм поиска и назначения исполнителя задачи. Этот алгоритм должен назначать исполнителя в соответствии с регламентом, а также с тем условием, что задача должна быть выполнена в кратчайший срок, но при этом не конкурировать по срокам исполнения с другими задачами исполнителя. Например, если у одного исполнителя назначено несколько задач особой важности, то не следует назначать на него еще одну, если у другого исполнителя такого приоритета задач меньше. Также алгоритм должен вычислять границу, когда исполнитель делает допустимое число ошибок и просрочек, и границу, качественного исполнения критических задач, что может быть количеством и временем исполнения задач без ошибок и опозданий.

Четвертая группа процессов: отвечает за мониторинг и управление, процессы, проистекающие в этой группе, описаны выше в третьей и второй группах, как сложные процессы назначения исполнителя.

Пятая группа процессов: отвечает за приемку задачи, эта группа автоматизирована в большинстве систем управления проектами, однако из-за отсутствия регламента, хранимого в самой информационной системе, проявляется наличие человеческого фактора при приемке задачи (например, неспособности принять решение при групповом исполнении одной сложной задачи, или неверный подсчет времени исполнения). Таких проявлений человеческого фактора в проекте в определенной мере можно избежать при хранении регламента в виде формализованных правил и автоматизированной обработке завершаемых задач системой управления проектами, которая бы имела ссылку на этот регламент.

Заключение

Автором был рассмотрен стандарт управления проектами PMI, определены группы процессов и возможность их автоматизации. Были представлены выводы, полученные в результате исследования. Значимость проведенного исследования состоит в определении границ применимости алгоритма, которые следует соблюсти при разработке. Результат данного исследования будет применен при построении системы управления проектами с автоматическим распределением задач.

Список литературы:

1. Исследование и анализ методов распределения задач между исполнителями в системах управления проектами. А.К., Красавина. 9, Москва : б.н., 2013 г., Т. Качество. Инновации. Образование.

2. "Исследование методов и алгоритмов распределения задач между исполнителями в системах управления проектами" International Scientific – Practical Conference «INNOVATIVE INFORMATION TECHNOLOGIES». А.К., Красавина. Прага, Чехия : б.н., 2013.

3. Красавина, А.К. Вычислительная сложность разрабатываемого алгоритма распределения задач между исполнителями. Сборник научных трудов - МИЭМ-2014. 2014 г.

4. Project Management Institute, Inc.Руководство к своду знаний по управлению проектами третье издание (Руководство PMBOK®). Ньютаун сквер, Пенсильвания, Соединённые Штаты Америки : Project Management Institute, Inc., 2004. ISBN: 1-930699-77-8.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ВИРТУАЛИЗАЦИИ

Р.В. Шибаев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В докладе рассматривается применение систем виртуализации в различных сферах деятельности. Приводятся основные преимущества использования виртуализации в основных областях ее применения.

Введение

Виртуализация — предоставление набора вычислительных ресурсов или их логического объединения, абстрагированное от аппаратной реализации, и обеспечивающее при этом логическую изоляцию вычислительных процессов, выполняемых на одном физическом ресурсе[1]. Системы виртуализации условно можно разделить на две разные категории: **виртуализация платформ и виртуализация ресурсов.**

Виртуализация платформ - под этим видом понимают создание программных систем на основе существующих аппаратно-программных комплексов, зависящих или независящих от них.

Виртуализация ресурсов – под этим видом виртуализации понимается организация нескольких физических или логических объектов в группы ресурсов, представляющих удобные интерфейсы пользователю.

Актуальность данной темы обусловлена, тем что, на сегодняшний день сервис виртуализации активно внедряется и применяется в различных сферах и областях компьютерных технологий, причем не только в технологическом, но и в рыночном (маркетинговом) смысле.

Объектом исследования является система виртуализации.

Цель работы: анализ основных областей применения систем виртуализации.

Основной задачей является рассмотрение систем виртуализации в следующих областях ее применения:

- Информационно-коммуникационные технологии;
- Образование;
- Частное использования.

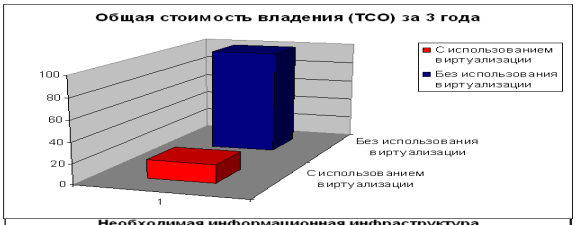
Информационно-коммуникационные технологии

В ИТ структурах различных уровней активно используется серверную виртуализацию, которая использует один физических сервер для того чтобы запустить несколько виртуальных серверов**.** Суть данной технологии заключается в консолидации серверов. Один виртуальный сервер, на котором устанавливается платформа виртуализации, заменяет несколько физических серверов. Причем, созданные виртуальные машины ни как не связаны друг с другом, они имеют собственные настройки и оборудование и на них может быть установлена любая поддерживаемая ОС.

Одним из видов серверной виртуализации является виртуализация операционных систем. Она также предназначена для виртуализации серверов. Но подразумевает под собой виртуализацию пользовательского окружения ОС, а не виртуализацию компьютера и операционной системы.

Возможность виртуализировать на одном сервере несколько систем, позволяет компаниям: снизить расходы на: рабочем месте (серверные комнаты), электричестве, администрировании.

Экономия от применения технологии виртуализация достигает до 85%.[2] Например, компании IBS Platformix представила результаты анализа при расчете экономической эффективности использования серверной виртуализации.



Необходимая информационная инфраструктура

	Степень консолидации серверов (10%)						Инфраструктура для систем хранения данных			ЛВС	
	Срок расчета TCO, лет	Количество серверов	2CPU	4CPU	Прирост новых серверов в год	Новые физические хосты	Host Bus Adapters	Fiber Channel Controllers	Рост объемов хранения, ГБ	Network Interface Cards	LAN Switches
Без использования виртуализации	3	100	80	20	30	90	200	10	0	200	20
С использованием виртуализации		10	8	2	0	9	20	1	2000	30	2

Рис.1. «Экономия от применения технологии виртуализация»

Образование

Применение виртуальных технологий позволяет значительно улучшить процессы образования.

1.Организация комплекса «виртуальных лабораторий», с дальнейшим формированием на его базе «интернет университета» (методические пособия, электронные учебники, списки заданий)[3].

2.Организация доступа к инфраструктуре виртуальных персональных компьютеров через сеть, что дает возможность выполнять домашние задания за пределами аудитории. Появляются возможности организации процесса удаленного обучения.

3.В совокупности с компьютерным тестированием знаний позволяют совершенствовать процесс проверки домашних заданий и проведение самостоятельных работ.

Частное использование

Благодаря тому, что системы виртуализации становятся более доступными, любой пользователь ПК имеет возможность в ознакомительных целях использовать несколько операционных систем. Так же можно использовать безопасные пользовательские окружения для сети Интернет. Хранение информационных данных (создание резервных копий).

Заключение

Преимущества виртуализации:

- безопасность систем;
- объединение ресурсов и служб;
- экономия затрат на приобретение и эксплуатацию оборудования;
- простота в обслуживании;
- клонирование и резервирование.

К недостаткам системы виртуализации относятся высокая стоимость платформ и необходимость дополнительных аппаратных ресурсов.

За последние несколько лет технологии виртуализации активно развиваются, компании начали применять виртуализацию «в облаках», а также используют виртуальные машины для хранения и обработки конфиденциальных данных.

Список литературы:

1. Википедия Виртуализация //ru.wikipedia.org: электронная энциклопедия. 2014. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Виртуализация
2. IBS Platformix, 2006–2014.URL:http://www.platformix.ru/IT-Infrastructure/components-IT/computing/ser-virt
3. Еремеев А.П. Куриленко И.Е. Применение технологии виртуализации в образовательном процессе // – М.:ООО "Арт-Флэш", 2011. - С.120-123.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ КОМАНД ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

И.И. Савин
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе рассматривается возможность разработки системы автоматизированного составления команд специалистов для решения задач в системах управлеиня проектами на основе алгоритмов рекомендации пользователей, используемых в социальных сетях.

Введение

Современные исследования работы с системами управления проектами установили, что коллективная работа над задачей намного эффективнее, чем параллельная работа над несколькими задачами по одиночке. Такие элементы работы как парное программирование и ревью кода позволяют экономить затраты при разработке ПО. Однако, успех команды в решении задачи зависит от множества факторов, опирающихся на личные качества каждого члена и на сбалансированность получаемой группы в целом.

Цели и задачи

В рамках данной задачи исследуется возможность применения алгоритмов рекомендации людей, используемых в социальных сетях, при решении задач в системах управления проектами, где составлены профили пользователей на основе поведения при решении задач в прошлом. Результатом работы является метод построения графа пользователей и задач и выделение в нем команд, эффективных в работе с определенными задачами.

Профили и связи пользователей

Поставленная задача сводится к аналогичным задачам социальных сетей. В качестве профиля пользователя, на основе которого, стоится рекомендация, используется построенный автоматически профиль интересов пользователя, разработка которого рассмотрена в предыдущей работе. Эти данные являются аналогами интересов в социальных сетях и имеют схожий вес. В системах управления проектами информация об интересах пользователя имеется в большом объеме.

Другим, более важным источником данных является совместная работа над задачами в прошлом. Этих данных может быть немного, если ранее в системе практиковались индивидуальные решения задач. Однако, эти данные можно сравнить с участием в группах по интересам и событиях в социальных сетях. Связи пользователей через эти данные коррелируют с интересами из профиля, но демонстрируют более сильную связь пользователей. В контексте систем управления проектами, каждый проект рассматривается как узел, связывающий большое количество пользователей слабой связью, а задачи — как узлы связывающие малое количество пользователей сильной связью.

Следующим шагом необходимым для применения алгоритмов социальных сетей в системах управления задачами, является использование профилей задач аналогичным профилям пользователей, которые можно использовать для составления рекомендаций пользователям, о которых пока недостаточно данных о взаимодействии с другими пользователями в решении задач.

Таким образом, при построении графа используются:

1.профили интересов пользователей

2.профили тематик задач

3.связи пользователей через проекты и задачи, решенные в прошлом

Алгоритмы выделения команд

В построенном графе необходимо выделить небольшие по размеру группы, в которые входят пользователи и задачи. Для этой цели были рассмотрены следующие алгоритмы:

1.Метод перколяции кликов (Clique percolation method)

2.Louvain method

3.PageRank

Первые два метода являются известными алгоритмами по выделению групп в больших графах. PageRank используется для слабосвязных узлов как альтернатива случайным рекомендациям.

В основе метода перколяции кликов попарное вычисление близости для всех узлов. Данный алгоритм допускает пересечение групп, что может быть использовано в контексте данной задачи для определения многопрофильных специалистов и потенциальных руководителей проектов.

Метод Louvain является развитием предыдущего и использует модульную оптимизацию для сокращения попарных вычислений.

Несмотря на нелинейную вычислительную сложность, данные алгоритмы могут работать в параллельных процессах, что ускоряет получение рекомендаций и повзоляет оперативно реагировать на поступающие новые данные.

Описание эксперимента

В качестве тестовых данных были рассмотрены задачи, решенные в системе управления проектами компании разработки и поддержки ПО. Для определения эффективности решения задач использовались затраченные человекочасы и астрономическое время выполнения задачи. В системах, где человекочасы данные не логируются, в некотором приближении можно использовать только астрономическое время.

В качестве метрики оценки эффективности алгоритмов использовалось расстояние редактирования, которое нужно произвести, чтобы получить эффективные команды специалистов, размеченные вручную исходя из установленных выше критериев успеха.

Результаты эксперимента показали порядка 84% верно установленных связей в группах.

Заключение

В данной работе рассмотрено применение алгоритмов нахождения групп в больших графах для автоматизированного формирования команд для решения задач в системах управления проектами. Данный подход может быть использован для автоматизации формирования команд, исходя из истории взаимодействия людей с задачами как индивидуально так и коллективно.

Список литературы:

1.Савин И.И. "Методы и средства персонализации информации в системах управления проектами и процессами" Сборник научных трудов - МИЭМ-2014. 2014 г.

2. G. Palla, I. Derényi, I. Farkas, and T. Vicsek. Uncovering the overlapping community structure of complex networks in nature and society: Nature 435, 814–818 (2005)

3. Pasquale De Meo, Emilio Ferrara, Giacomo Fiumara,"Generalized Louvain Method for Community Detection in Large Networks" Alessandro Provetti, Proceedings of the 11th International Conference On Intelligent Systems Design And Applications, pp. 88-93, 2011.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ТРЕНДОВ НА РЫНКЕ ЦЕННЫХ БУМАГ

А.А. Власова
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе описывается разработка программы, которая анализирует цены акций и выявляет благоприятные моменты для открытия и закрытия позиций с целью получения максимальной прибыли.

Введение

Биржевая торговля для одних – это способ сохранить свои сбережения в условиях нестабильной экономической ситуации, для других – способ заработать. И те, и другие пытаются определить наиболее благоприятные моменты для вступления в позиции.

Для максимизации прибыли трейдеры постоянно создают новые и совершенствуют старые торговые системы, сочетая различные способы анализа рынка.

В век информационных технологий наиболее успешными становятся трейдеры, использующие программы (биржевые роботы), так как именно они, порой, могут просчитать и быстро отреагировать на изменения, которые человек может не заметить, или просто не суметь проанализировать такой поток данных.

Мы поставили себе цель: разработать программу отличную от существующих, которая анализирует цены акций и выявляет благоприятные моменты для открытия и закрытия позиций с целью получения максимальной прибыли.

Разработка алгоритма торговли

Для осуществления поставленной цели была использована торговая система TSLab [4]. Созданная нами программа, при помощи TSLabAPI [4] получает данные (цены открытия, закрытия, максимума, минимума и даты). Результатом работы программы являются заявки, которые так же выставляются при помощи TSLabAPI [4].

Существуют фундаментальный и технический анализ рынка ценных бумаг. Фундаментальный анализ – метод прогнозирования рыночной стоимости компании, основанный на анализе финансовых и производственных показателей её деятельности. Технический анализ – метод прогнозирования изменений цен в будущем на основе анализа изменений цен в прошлом [1]. Для разработки нашего алгоритма нами был выбран технический анализ.

При анализе исторических данных используются различные индикаторы, определяющие направление движения рынка, осцилляторы, позволяющие предугадать поворот рынка и другие средства технического анализа. Также рассматриваются разные временные промежутки, т. к. например, на дневном графике цена может падать, а на недельном – расти.

В нашей работе используется система “Тройной выбор”, разработанная Александром Элдером [3]. Мы рассматриваем три временных промежутка. На каждом промежутке, для анализа мы используем различные средства технического анализа. На длинном промежутке мы применяем индикатор “Гистограмма MACD”, на среднем – осциллятор “Биржевой рентген”, а на коротком – метод “скользящего стоп-приказа”. Посредством оптимизации и анализа большого количества исторических данных, нами были выбраны оптимальные параметры работы данных средств технического анализа.

Тем не менее, каждый трейдер хочет застраховать себя от больших потерь, поэтому в нашей работе мы используем “Параболическую систему”[3] движения стоп-приказов. Стоп-приказ движется за ценой на определенном расстоянии, и, как только цена его пересекает, он срабатывает.

Трейдер хочет не просто сохранить свой капитал, но и приумножить. Для достижения максимальной прибыли, мы увеличиваем количество позиций, если они держатся больше четырех дней. Это количество дней было выбрано путем наблюдения, которое показало, что случайные и ошибочные позиции, чаще всего, держатся открытыми меньше четырех дней.

Результаты работы программы

Нашу систему мы тестировали на разноотраслевых акциях, на максимальных промежутках времени, которые нам удалось найти в формате txt. В Таблице 1. представлено количество прибыли, которое может приносить наша система в год.

Таблица 1

Год	Разноотраслевые акции, %			
	Газпром	РусГидро	Аэрофлот	Сбербанк
2013	228,5	75,29	240,9	88,44
2012	43,49	158,2	-36,45	3,63
2011	82,01	-4,1	-4,5	-12,21
2010	97,59	-27,15	99,4	
2009	178,03	350,89	235,07	
2008	-18,05			
2007	19,4			

На втором этапе программа была протестирована на разноотраслевых акциях в период с 01.01.2014 по 20.12.2014. Данные представлены в Таблице 2.

Таблица 2

Разноотраслевые акции	Прибыль, %
Газпром	266,08
РусГидро	4,7
Сбербанк	63,74
Норильский Никель	189,48
Аэрофлот	7,82
Лукойл	41,51
Роснефть	88,37

Успешной считается система, в которой хотя бы 20% тестов прибыльны [2]. Однако, чем больше прибыльных тестов, тем выше вероятность того, что система стабильна.

Заключение

В результате проделанной работы нам удалось создать программу, которая в большинстве случаев правильно определяет направление тенденций на рынке ценных бумаг. Результаты работы нашей программы мы сравнили с результатами уже существующих аналогичных программ, выложенных на сайте TSLab [4] в качестве примеров. Тесты проводились на таких же данных. Они показали, что наша программа точнее определяет направление движения тренда и места входа в позиции.

Список литературы:

1.Нидерхоффер, В., Кеннер, Л. Практика биржевых спекуляций / В. Нидерхоффер, Л. Кеннер. – Альпина Паблишер, 2012.

2.Пардо, Р. Разработка тестирование оптимизация торговых систем для биржевого трейдера / Р.Пардо. – М: Минакс, 2002.

3.Элдер, А. Как играть и выигрывать на бирже / А.Элдер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.

4.Лаборатория торговых систем [Электронный ресурс] // www.tslab.ru, М., 2008. URL: http://tslab.ru/

СИНТЕЗ ФАЙЛОВ ТРЕХМЕРНЫХ ФРАКТАЛОВ ДЛЯ 3D ПРИНТЕРОВ

Д.А. Смусева
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В данной работе проводится анализ одного из способов синтеза фрактальных моделей для печати на 3d принтерах с использованием четырех программ: Mundelbulb, Fiji, Meshlab и Cura. Были выбраны именно эти программы, так как они бесплатные, общедоступные в просторах интернета, а также у них удобный интерфейс. Со стороны пользователя такой способ перевода фрактальной модели в 3d печать очень неудобен[1]. Следует заметить, что и остальные способы синтеза файлов фрактальных изображений достаточно объемны. В связи с этим, актуально создание программы, которая могла бы объединить в себе функции некоторых программ для экономии времени и простоты использования.

Введение

С появлением мощных компьютеров, многие люди стали увлекаться фракталами. Область их применения очень широка: от создания интересных картинок, до использования фрактальных моделей в научных целях [2]. «Многие начинают видеть фрактальность самого мира» [3, 4]. Сравнительно недавно стало возможным воплощать фрактальные фантазии в реальность, благодаря 3d принтерам. Были созданы различные программы, для печати 3d изображений, например: Cura, Repetier-Host, MakerWare, и др. В свою очередь, для проектирования фрактальных фигур также существует множество программ. В нашем анализе будет использоваться программа Mandelbulb версии *1.8.9*. Синтез же файлов трехмерных фракталов не может обойтись использованием одной программы.

Постановка эксперимента

В программе Mundelbulb после создания модели, пользователю необходимо разрезать исходную фигуру на слайсы для последующей работы с ними. От этого этапа зависит точность построения фигуры в последующих программах, а значит и качество печати. Если фигура не сложна в построении, то ее нарезка не займет много времени. Черно-белые изображения порезанной на части модели (рис.1.) сохраняются в указанной папке в формате PNG, количество изображений равно количеству слайсов, определенных пользователем, исходя из сложности фигуры.

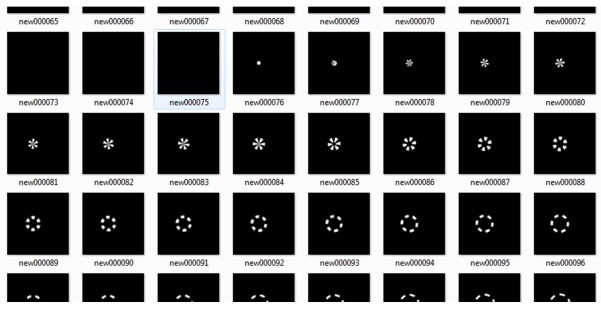


Рис.1. Разбиение на слайсы

Далее следует воспользоваться программой Fiji, которая по точкам выстраивает фигуру на основе полученных слайсов. Данная программа имеет достаточно бедный интерфейс, в связи с небольшим выбором функций, поддерживающихся в ней. Для дальнейшей работы, файл лучше сохранить в формате OBJ. Он открывается в программе Meshlab, где есть возможность преобразить исходную фигуру, выровнять ее и избавиться от лишних элементов. На выходе снова получаем файл форматом OBJ или STL. Его можно открыть в любой программе для 3d печати, в данном случае это Cura. Объект готов к печати (рис.2.).

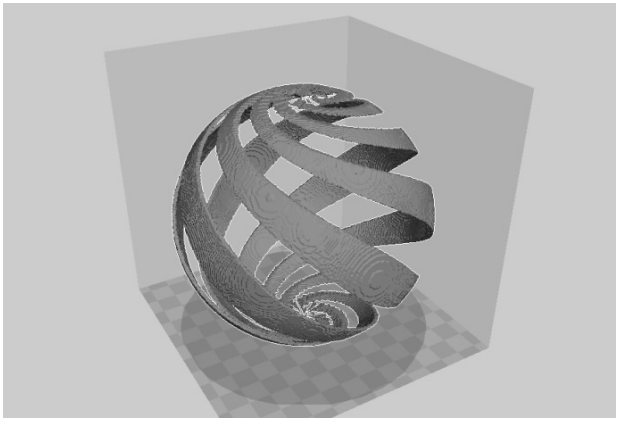


Рис.2. Готовая к 3d печати фигура в программе Cura

Наряду с вышеуказанными программами существует небольшой ряд их аналогов. Например, вместо программы Meshlab можно использовать Zbrush. Здесь пользователю дается возможность не только увеличить плавность фигуры, но и профессионально раскрасить ее.

Анализ результатов

Вышеописанный способ 3d печати фрактальной модели достаточно долгий и емкий, однако он позволяет совершать большое количество преобразований над продуктом, что, несомненно, необходимо в связи с быстрым развитием 3d моделирования.

Заключение

В дальнейшем может быть создана программа, которая упростит задачу пользователю. Главной ее идеей может стать объединение ключевых функций программ Fiji и Meshlab. Так же эта программа могла бы сразу поддерживать функцию печати на различных 3d принтерах. Несомненно, создание такой программы приведет к продуктивному ее использованию.

Список литературы:

1. http://www.fractalforums.com/
2. Трубочкина Н.К. Новый промышленный дизайн и технологии как результат математико-компьютерных фрактальных исследований // Качество. Инновации. Образование. – 2012. – С.
3. Трубочкина Н.К. Прекрасная фрактальная математика и ее приложения // XXI Международная студенческая школа-семинар «Новые Информационные технологии». Тезисы докладов. – 2013. - С.58
4. M.F. Barnsley. Fractals Everywhere. New edition. - 2012.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КУРСОВ ВАЛЮТ

Д.С. Звездов, И.Б. Зиязтдинов
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В докладе рассмотрены основные показатели, необходимые для создания математической модели прогнозирования курсов валют. Преимущественно описываются экономические данные.

Введение

В сложившейся рыночной модели экономики, не смотря на обилие индикаторов и большой объем данных, существует возможность анализа и краткосрочного прогнозирования курсов разных валют.

В качестве исследуемой валюты, в докладе принимается российский рубль. Он является частично-конвертируемой валютой, что сужает спектр влияющих индикаторов. В связи с недавним отказом Центрально Банка Российской Федерации от валютного коридора, курс рубля перешел в полную зависимость от рынка и полностью определяется желанием игроков рынка покупать или продавать валюту.[1] Это формируется не столько из потребности покупателей в денежных средствах, сколько из стремления к получению прибыли путем спекуляции. Целью доклада является выявление показателей, влияющих на поведение игроков рынка, их подробное описание, способы использования в математической модели.

Для приблизительной оценки ситуации анализируется курс валюты в некоторых временных промежутках. Особый интерес представляют периоды финансовых и экономических кризисов: кризис 1998 года, кризис 2007—2008 годов, кризис 2014 года

В это время наиболее ярко проявляется зависимость цены на рубль от тех или иных экономических, политических или социальных факторов.

Мы же, в свою очередь, на основе этих показателей может выявить зависимость и, используя математические методы, составить модель дальнейшего поведения цены.

Анализ рынка и выявление показателей

Определить факторы, влияющие на курс валюты можно с помощью анализа графика курса за определенный период времени. Для этого выделяются критические точки (даты) и оцениваются события, происходящие на тот момент. Именно эти события влияют на игроков рынка и определяют: будет ли цена на рубль расти или снижаться

К примеру, в графике за период с 30.10.2014 по 18.12.2014 выделяются 6 критических точек, в которых ценовая тенденция меняет свое направление. Каждой из них соответствует событие или группа событий, имеющих серьезное влияние на рынок.

31.10.2014 – Прекращение крупных валютных интервенций ЦБ РФ. [2]

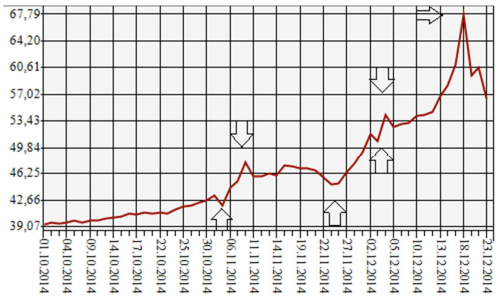
08.11.2014 – Меры ЦБ РФ по урегулированию курса рубля [4]

26-28.11.2014 – Падение цены на нефть [5]

02.12.2014 – Валютные интервенции ЦБ РФ (700млн. долл.) [2]

04.12.2014 – Валютные интервенции ЦБ РФ (2 млрд. долл.) [2]

18.12.2014 – Пресс-конференция Президента РФ [6]



Основные показатели, влияющие на рынок -

- Валютные интервенции ЦБ РФ
- Изменения ключевой ставки ЦБ РФ
- Изменения цен на ресурсы (нефть, газ)
- Выступления политиков
- Финансовые сделки в банковском секторе
- Изменения в законодательстве и т. д.

Оценка влияния показателей и их обработка

В разделе детально описываются все показатели и определяется степень их воздействия на игроков рынка. В зависимости от политической и экономической ситуации в стране, одно и то же изменение по какому-либо критерию может нести абсолютно разный результат.

С помощью программного обеспечения возможно получать данные по показателям из новостных лент информационных ресурсов. Современные технологии позволяют проводить анализ не только числовых данных, но и текстовых документов (по ключевым словам) а так же файлов, содержащих видео- и аудио-контент. В разделе описываются способы обработки показателей для их использования в математической модели. Установлены требования к программным средствам обработки информации.

Заключение

В статье проводится исследование валютного рынка выявляются экономические показатели, влияющие на рынок. Определяются их основные характеристики и степень воздействия на курс рубля. Составлены рекомендации и требования для программного обеспечения, осуществляющего обработку данных.

Результаты исследования позволят в дальнейшем создать полноценную математическую модель для оценки текущей ситуации на рынке валют и прогнозирования тенденций ценообразования.

Список литературы:

1.«Основные направления денежно-кредитной политики» Академик РАН С.Ю.Глазьев

2.Материалы ресурса http://www.cbr.ru/

3.Процентная политика как средство управления курсом рубля Уткина Н.В., Касимова Д.Г.

4.http://ria.ru/economy/20141107/1032203847.html

5.http://news.yandex.ru/quotes/1006.html

6.http://lenta.ru/news/2014/11/25/bigputin/

ВСЕЛЕНСКИЙ МОНЕТАРНЫЙ ОБМАН: ПОСТРОЕНИЕ ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СПРАВЕДЛИВОГО КУРСА BITCOIN

Н.А. Добролюбов
НИУ ВШЭ-НН
Факультет экономики НИУ ВШЭ-НН

Аннотация

В работе рассматриваются ключевые предпосылки формирования и прогнозирования рыночного курса Bitcoin, на основе чего предлагается к применению многофакторная эконометрическая модель расчёта справедливого курса Bitcoin на базе доступных статистических инструментов.

Введение

Глобальная экономическая система – это некая информационная среда, скорость перемещения информации в которой существенно возросла вместе с появлением первого компьютера современного вида и сети Интернет.

Вместе с развитием информационной среды мировая экономика смогла вдохнуть в себя новую жизнь через появление первых производных финансовых инструментов и гибридных денег. Это породило новый виток качественного прорыва в мировой финансовой системе. Одним из таких революционных компонент явился Bitcoin как криптовалюта.

По утверждению прародителя Bitcoin, Сатоши Накамото, «Bitcoin обладает всеми признаками свободных от политической воли денег» [1]. Система генерация валюты основана на схеме Peer-to-Peer, при этом владельцем (чаще всего - анонимным) Bitcoin благодаря её открытому программному коду может стать любой житель Земли, имеющий современный компьютер и доступ к Интернет. Валюта легко перемещается между продавцом и покупателем посредством операций по взаиморасчётам при помощи программных продуктов корпорации «Bitcoin Foundation» [2]. Кроме того, валюта свободна ещё и потому, что, в отличие от классических денег, у неё нет ни эмиссионного центра, ни независимого регулятора, ни единой нормативно-правовой базы, а самое главное у Bitcoin нет границ – это мировые деньги [3]!

Однако на фоне безусловных преимуществ по сравнению с любой другой национальной валютой у Bitcoin есть ложка дёгтя – на сегодняшний день валюта является основным платёжным средством теневого («чёрного») рынка [4].

Вскоре после возникновения, Bitcoin начала набирать неистовую популярность у агентов «чёрного» рынка: это было и есть до сих пор незаконный оборот наркотиков и психотропных веществ, нелегального алкоголя и медицинских препаратов, оружия, контрабанда, работорговля, контрафакт, финансирование терроризма и экстремизма [5]. Всё это и многое другое сегодня активно процветает в странах Западной Африки, на Ближнем Востоке, Восточной Азии вследствие трёх ключевых свойств Bitcoin – анонимность, лёгкая конвертируемость и правовая независимость [6].

Тем не менее, Bitcoin, хотя и является криптовалютой, всё же валюта, а потому имеет обменный курс. Этот курс основатель Bitcoin, С. Накамото, для простоты обращения и конвертации привязал к доллару США и не прогадал – большинство не только стран, но и частных и институциональных инвесторов предпочитают держать свои фонды в долларах [7]. К тому же доллар является национальной валютой «Законодателя финансовой моды», то есть США, хозяйствующим субъектам которых не нужно лишний раз повторять слово «инновации», а ведь Bitcoin по праву инновационное творение. И, как и следовало ожидать, первыми пользователями криптовалюты оказались американцы, которые охотно стали применять валюту в своих онлайн расчётах [8].

Однако, несмотря на свою хоть и небольшую, но 10-летнюю историю, валюта до сих пор является объектом широкой экономической полемики в лице консервативных государств и монетарных регуляторов. В то же время одной из центральных проблем Bitcoin является её чрезмерно волатильный и «несправедливый» рыночный курс.

Именно этот вопрос – проблема объективного рыночного курсообразования Bitcoin – и является предметом нашей работы.

Таким образом, актуальность данного исследования описывается потребностью существующих и перспективных пользователей криптовалюты в адекватном формировании курса Bitcoin с целью принятия адекватного рыночным рискам потребительского или инвестиционного решения.

Цель своей работы автор видит в расчёте справедливого курса Bitcoin через построение многофакторной эконометрической модели благодаря анализу и обобщению инструментальных переменных, коррелирующих с волатильностью курса криптовалюты.

Основными задачами работы являются изучение исторической волатильности курса Bitcoin, рынка и его агентов-пользователей криптовалюты, глобальных экономических процессов, относящихся к конечному курсообразованию криптовалюты, проверка на конвергенцию и эндогенность доступных переменных и отбор пригодных для эконометрического моделирования инструментов.

Предпосылки к построению модели и её структура

Мы видим свою основную рабочую задачу в построении эконометрической многофакторной модели расчёта справедливого курса Bitcoin, «очищенного» от спекулятивных операций и сделок «чёрного рынка». И, опираясь на переменные этой модели, определим факторы, вносящие наибольший вклад в отклонение существующего курса Bitcoin от справедливого. Также, вычислив этот справедливый курс, мы построим прогноз его движения на 2015-2016 гг. и сделаем вывод о целесообразности применения Bitcoin как инвестиционного инструмента.

Для достижения этой цели мы привлечём лишь те известные переменные, которые оказывают значительное влияние на динамику курса Bitcoin и которые поддаются количественным оценкам.

Таким образом, мы считаем необходимым включить в предлагаемую модель следующие инструментальные переменные:

- Мировой ВВП;
- Инвестиции в мировую экономику;
- Инвестиции в «теневую» экономику;
- Спрос и предложение на Bitcoin;
- Волатильность курса $;
- Волатильность котировок нефти марки WTI и Brent;
- Мировой индекс потребительских цен;
- Абсолютное число зарегистрированных террористических актов и прецедентов экстремизма;
- Официальные данные об изготовлении и продаже нелегальных наркотических средств и оружия;
- Активность боевиков на Ближнем Востоке в абсолютном выражении;
- Различия в доходах между странами Ближнего Востока и Западной Африки и странами I-эшелона;
- Коэффициент энтропии.

Линеаризация модели

В результате объединения перечисленных количественных показателей мы построим следующую эконометрическую модель.

$$|B\hat{}1| = B\hat{}0 * \beta * \sqrt{(\Delta ВВП * \Delta IW * (-\Delta IS) * (\Delta S + \Delta D) * \Delta\$ * \Delta CPI * \Delta WTI * \Delta Brent * \Delta AT\&Ex * \Delta D\&W * \Delta MA * \Delta DI)}$$

где:

- B^1 – рыночный курс Bitcoin, «очищенный» от «теневых» операций, взятый по модулю, $;
- B^0 - текущий рыночный курс Bitcoin, $;
- β - коэффициент энтропии;
- $\Delta ВВП$ – коэффициент относительного прироста мирового ВВП, 2014/2013;
- ΔIW – коэффициент относительного прироста консолидированных глобальных инвестиций, 2014/2013;
- $(-\Delta IS)$ - коэффициент относительного прироста консолидированных инвестиций в «теневую» глобальную экономику, 2014/2013;
- $(\Delta S + \Delta D)$ - аддитивный коэффициент относительного прироста спроса и предложения на Bitcoin, 2014/2013;
- $\Delta\$$ - коэффициент относительного прироста курса доллара США по отношению к мировым валютам, 2014/2013;
- ΔCPI - коэффициент относительного прироста мирового индекса потребительских цен, 2014/2013;
- ΔWTI - коэффициент относительного прироста котировок нефти марки WTI, 2014/2013;
- $\Delta Brent$ - коэффициент относительного прироста котировок нефти марки Brent, 2014/2013;
- $\Delta AT\&Ex$ – коэффициент относительного прироста числа зарегистрированных террористических актов и экстремистских прецедентов в мире, 2014/2013;
- $\Delta D\&W$ - коэффициент относительного прироста официально зарегистрированного глобального оборота нелегальных наркотических веществ и оружия, 2014/2013;
- ΔMA – коэффициент относительного прироста зарегистрированных случаев активности боевиков в странах Ближнего Востока, 2014/2013;
- ΔDI - коэффициент относительного прироста показателя различия в доходах между странами III мира и I эшелона, 2014/2013.

В конечном счёте, под математическим корнем мы получим выражение, близко описывающее влияние произведения корней отклонений экзогенных переменных на результирующий курс криптовалюты.

Следует заметить, что предлагаемая модель действительно включает все возможные глобальные индикаторы экономики, которые имеют большой вклад в формирование рыночного курса Bitcoin. К тому же, детально рассматривая каждую переменную модели, мы можем выявить наиболее и наименее «сильные» инструменты, а также вычислить их вклад в образование курса криптовалюты.

Заключение

Подводя итог нашим рассуждениям о необходимости факторного расчёта справедливого рыночного курса Bitcoin для его пользователей, в особенности – инвесторов, мы делаем акцент на том, что предлагаемая модель открыта для любых модификаций составляющих и/или поиска принципиального метода расчёта объективного рыночного курса криптовалюты. В своей работе мы делаем лишь попытку скорректировать существующий курс Bitcoin с учётом рыночной конъюнктуры. Однако оставляем полной простор для творчества нашим коллегам.

Список литературы:

1. Satoshi Nakamoto, «Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System», 2009
2. «Secure Wallet Generation&Safekeeping», Bitcoin Foundation, 2014
3. Nicolas van Saberhagen, «CryptoNote V 2.0», 2013
4. Stephanie Lo, J. Christina Wang, «Bitcoin as Money?», 2014
5. «Silk Road and Bitcoin», Swansea University Prifysgol Abertawe, GDPO Situation Analysis, 2013
6. Eli ben-Sasson, Alessandro Chiesa, Christina Gartman, Matthew Green, Ian Miers, Eran Tromer, Madars Virza, «Zerocash: Decentralized Anonymous Payments from Bitcoin», 2014
7. David Yermack, «Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal», 2014
8. Matthew Friend, James Burroughs, Robert Mulhall, Tim Summers, «May Pay. My Way. How Consumer Choice will Shape the Future of Payments?», North America Consumer Payments Survey, 2014

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛЕЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ BPMS И МЕТОДОЛОГИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ

Д.О. Прокофьев
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В ходе исследования рассмотрены основные проблемы автоматизации процессов в системе образования с помощью BPMS, вопросы моделирования образовательных процессов, интеграции процессных и аналитических систем для построения образовательной инфраструктуры.

Введение

В настоящий момент для автоматизации образовательных организаций применяется целый ряд различных типов информационных систем. Это корпоративные системы управленческого характера (в том числе учетные системы и ERP-решения), системы дистанционного образования, специализированные системы сбора данных, мониторинга и планирования, а также системы построения отчетов и другие. Однако существует еще один тип систем, которому уделяется недостаточное внимание при построении информационной образовательной инфраструктуры. Речь идет о системах управления процессами (Business process management system, BPMS). Основные BPM-процессы включают операционное планирование, отчетность, ситуационное моделирование, а также формирование, анализ и мониторинг ключевых показателей эффективности. Такими показателями могут быть индивидуальные и комплексные рейтинги, показатели оценки качества образования учитывающие, в том числе, достижения учащихся. Сегодня процесс в сфере образования может охватывать как одну образовательную организацию, так и множество органов управления образованием и образовательных организаций различного типа на уровне муниципалитета, региона или всей страны как, например, процесс подготовки, проведения и анализа результатов государственной итоговой аттестации выпускников общеобразовательных организаций.

Моделирование образовательных процессов средствами BPMS

Применяемые в BPMS средства являются универсальными относительно построения интерактивных сред, так

как имеют возможности для описания бизнес-логики и метамоделей, а также могут служить для интеграции различных систем. Эта особенность является несомненным плюсом при внедрении большого количества сопряженных информационных систем, которое в случае построения информационно-образовательной инфраструктуры носит непрерывный характер. Идея о построении гомогенного универсального средства, выполняющего все задачи организации, как правило, оказывается нежизнеспособной. Это приводит к увеличению количества различных информационных систем, работающих в одной инфраструктурной области, но выполняющих различные задачи. Современные BPM системы имеют возможности гибкого сквозного управления процессами в различных системах организации, имеющих соответствующие программные интерфейсы, однако по определению не имеют средств управления данными. К основным процессам информационно-образовательной инфраструктуры можно отнести специализированные процедуры: административные функции, договорные отношения, формирование расписаний, планирование загрузки, ведение журнала, использования помещений, учет личных данных и многое другое. Эти процессы требуют методологического сопровождения: полного, разнообразного, стандартизированного, обновляемого. Эти процессы можно и нужно описывать как модели, используя преимущества процессного подхода. Модели могут стать основой нового подхода к быстрой разработке сложных информационных систем, объединяющих инфоориентированный и процессный подходы, применительно к определенному классу задач автоматизации.

Мониторинг образовательных процессов и построение моделей с обратной связью

Также в современной образовательной организации постоянно растет роль мониторинга, который чаще всего ведется с использованием систем построения отчетов, либо с применением систем бизнес-анализа — приложений, включающие графики, таблицы и отчеты для удобного операционного и стратегического анализа. Такие системы включают все инструменты, связанные с принятием решений на основе фактических данных. Таким образом, туда входят инструменты интеграции и очистки данных (ETL), аналитические хранилища данных и средства Data Mining. BI-технологии позволяют анализировать большие объемы информации, заостряя внимание пользователей на ключевых факторах эффективности, моделируя исход различных вариантов действий, отслеживая результаты принятия тех или иных решений. Поддержка решений фактами всегда являлась основной целью традиционных BI-технологий. Однако во многих случаях это может и не приносить ожидаемых результатов или широкого применения этих результатов в образовательной организации. В том числе, это может быть вызвано трудностями, связанными с измерением ценности полученных результатов. Ценность выявляется исключительно в момент применения в контексте поддержки принятия решений, как автоматизированного, так и традиционного. Именно действия, выполняемые на основании информации, являются источником дополнительной ценности. В результате проведенного анализа отмечается несогласованность между современной бизнес-аналитикой как проявлением подхода, ориентированного на данные и процессного подхода в целом. Традиционные BI-технологии, строго говоря, не предназначены для построения процессов и не отслеживают зависимости между процессами и данными, использующимися в этих процессах.

Другой характерной особенностью управленческих решений, построенных с использованием BI-компонентов является отсутствие обратной связи. Довольно часто отмечается необходимость своеобразного «повторного использования» информации в рамках организационных процессов принятия решений· и определяются сложности построения систем закрытого цикла. В том случае, если собираются необходимые факты, по заданному событию применяется только необходимая информация, а затем результаты принятых решений обогащают исходные факты, возможно достижение более значительной ценности информации по сравнению с использованием традиционных моделей. Задача построения обратной связи носит процессный характер. Именно отсутствие оперативных аспектов применения бизнес-анализа может сдерживать дальнейшую интеграцию информационных систем. Для моделирования таких проблем следует учитывать некоторые особенности управления процессами. Как правило, бизнес-процесс выполняется в течении длительного периода времени, который фактически не ограничен – неделя, месяц, год и более. Особенно важным с точки зрения объединения подходов является то, что бизнес-процесс может оперировать большими объемами данных, потеря которых нежелательна. Эти аспекты необходимо учитывать при описании и проектировании современной системы управления процессами.

Исследование проблем организации данных в образовательных процессах

Современные системы предоставляют возможности управлять процессами в разнородных организациях и строить кластеры управляющих сервисов. Однако моделирование процессов все еще затруднено в том случае, если процесс проходит через несколько территориально удаленных подразделений, каждое из которых использует свои регламенты. Это усложняет использование процессного подхода для построения систем, моделирующих глобальные процессы, которые в настоящий момент набирают популярность (например, системы, предоставляющие государственные услуги в сфере образования или системы межведомственного электронного взаимодействия).

Основными проблемами в этом случае являются проблемы защиты информации на разных уровнях прохождения процесса, проблемы синхронизации и обмена в распределенной среде, построение пиринговых одноранговых сетей для использование при обработке операций процесса.

Кроме того, отсюда можно вывести и более общее положение — в подобной среде невозможно управление информацией в современном ее понимании. Управление информацией на протяжении всего жизненного цикла, включая ее создание, хранение, предоставление доступа, потерю актуальности и архивирование, в гетерогенных средах до сих пор является сложной задачей.

Многие исследователи в данном контексте обращают внимание на рост интереса к технологиям класса Big Data, связанный с постоянным увеличением объемов данных, которыми приходится оперировать образовательным организациям. Большие данные обеспечивают прозрачность, связанную с четким пониманием того, какие данные используются для получения результатов и какими алгоритмами, в том числе статистическими, эти данные обрабатываются. Современный опыт внедрения больших данных показывает, что организации, применяющие эти технологии, часто обнаруживают «неожиданные» полезные корреляции в данных различных назначений. Такие результаты невозможны в традиционной закрытой модели бизнес-анализа.

Наиболее важным с выбранной точки зрения преимуществом больших данных является выход за рамки традиционной бизнес-аналитики с приобретением возможности контролировать и автоматизировать процессы. С их помо-

щью можно получать и анализировать не только результаты процесса, но и сведения о непосредственном ходе процесса. Накопленная таким образом информация для многих организаций является важным активом, содержащим в том числе и сведения о рабочих операциях.

Заключение

Результатами исследования являются: методология построения образовательных процессов и модели некоторых из них, применяющиеся в разработанной инфоориентированной системе управления. В настоящий момент данная система применяется режиме опытной эксплуатации для автоматизации процессов в ГУО Псковской области, а также в некоторых других регионах Российской Федерации.

Список литературы:

1. Драгунов А. В. О некоторых подходах к быстрой разработке систем облачных приложений // Информатика и образование. 2013. № 7.

2. Емельянова В. В., Драгунов А. В. Влияние трансформации управления на использование ИКТ в системе образования // Информатика и образование. 2013. № 8.

3. Barlow M. Real-Time Big Data Analytics: Emerging Architecture. 1st edition. O'Reilly Media, 2013.

4. Belikov J., Petelenkov E., Vassiljeva K., Nomm S. Computational Intelligence Methods Based Design of Closed-Loop System // Neural Information Processing / ed. Lee M. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2013. Vol. 8226.

5. Howson C. Successful Business Intelligence: Unlock the Value of BI & Big Data. McGraw-Hill Osborne Media; 2nd edition, 2013.

6. Hull R., Su J., Vaculin R. Data management perspectives on business process management // Proceedings of SIGMOD '13: ACM SIGMOD International Conference on Management of Data.

7. Lim E.-P., Chen H., Chen G. Business Intelligence and Analytics // ACM Transactions on Management Information Systems. ACM, 2013. Vol. 3. № 4.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕНЕДЖЕРА РЕСУРСОВ ОС QNX NEUTRINO ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ МЕЖПРОЦЕССНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ МНОГОКОНВЕЙЕРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Н.А. Полойко, Д.П. Вершковский
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Одной из основных задач программной вычислительной среды L-net[1] является организация распределенных конвейерных вычислений. Вычислительный конвейер формируется на основе описания мультипрограммной смеси, то есть множества одновременно выполняемых на разных узлах сети задач, с учетом топологии связей. Соответственно, для корректной обработки информации и получения требуемого поведения конвейера необходимо организовать условия межпроцессного взаимодействия (IPC). Так как система L-netизначально разрабатывалась для ОС QNX 6, то предполагалось использование базовых механизмов IPC, предоставляемых ОС QNX 6, а именно: обмен сообщениями и концепцию менеджера ресурсов.

При всех достоинствах механизма обмена сообщениями существует два недостатка, которые не позволяют использовать его в качестве базового механизма для организации IPCвнутри вычислительного конвейера. Этими недостатками являются: 1) крайне затруднительно организовать механизм присоединения процесса, который выполняется на одном узле, к созданному на другом узле каналу обмена сообщениями; 2) для расширения функциональных возможностей межпроцессного взаимодействия необходимо создавать собственные механизмы типизации сообщений и контекстные структуры описания состояния соединения.

Использование менеджера ресурса в качестве базы для организации межпроцессного взаимодействия позволяет нивелировать вышеописанные недостатки механизма обмена сообщениями благодаря следующим его возможностям: 1) сопоставление путевого имени, доступного извне процесса, с созданным внутри него каналом обмена сообщениями, что позволяет легко устанавливать соединение с процессом, зная только его имя. 2)типизация входящих сообщений с передачей управления соответствующим функциям из модифицируемой пользователем таблицы3) сопровождение каждого подключения расширяемым контекстом соединения.

Однако, даже при однофункциональной направленности менеджера ресурса, сильно усложняется процесс инициализации межпроцессного взаимодействия, многие из стадий которого являются излишними для его реализации в рамках вычислительного конвейера.

Для организации IPCв системе L-netпредлагается лишенное вышеописанных недостатков решение, расширяющее возможности базовых механизмов IPCQNXNeutrino и значительно упрощающее организацию межпроцессного взаимодействия, при помощи которого можно легко организовывать вычислительные конвейеры многофункциональных ступеней с любой топологией связей. С программной точки зрения, решение основано на объектно-ориентированной парадигме программирования и концепции многопоточного менеджера ресурсов ОС QNXи представляет собой механизм динамической ассоциации ресурса с экземпляром класса с возможностью обращения к нему в процессе многопоточной обработки внешних запросов.

Реализация обработки группы динамически присоединяемых ресурсов внутри одного процесса позволяет создавать многофункциональные вычислительные ступени с возможностью организации непосредственного внутреннего взаимодействия между ресурсами (в рамках адресного пространства процесса) при сохранении их поведения в процессе обработки внешних запросов, что позволяет минимизировать затраты времени на взаимодействие между тесно связанными ресурсами. Для описания такой обработки необходимо из всех структур данных, позволяющих инициализировать ресурс и организовать дальнейшую обработку запросов к нему, выделить только связанные с уникальным именем в файловой системе данные. Полагая уникальность имени ресурса, к ним относятся: имя ресурса, идентификатор ресурса, получаемый при его регистрации, структура атрибутов ресурса и таблица обработчиков, определяющая внешнее поведение ресурса.

Выделенные данные без определения обработчиков объединяются в абстрактный класс, в дальнейшем именуемый как класс-ресурс. При этом содержащаяся в классе структура атрибутов ресурса, передаваемая обработчикам запросов, дополняется информацией об ассоциированном с ней классе-ресурсе, обращение к экземпляру которого предполагается при выполнении обработки запроса, т.е. через расширенную структуру атрибутов устанавливается дуплексная связь между обработчиками запросов и экземпляром класса-ресурса. Сами же обработчики определяются в классах потомках абстрактного класса-ресурса как: 1) статические функции-члены, что позволяет им иметь непосредственный доступ к защищенным полям класса-

ресурса; 2) внешние функции, что позволяет определять общую модель поведения для группы классов-ресурсов; 3) внешние дружественные функции, которые объединяют в себе достоинства функций членов и внешних функций.

Для полного описания класса-ресурса, готового к регистрации в системе, обработке внешних запросов и межпроцессному взаимодействию в рамках многоконвейерных вычислений, необходимо, в отличие от стандартного описания ресурса, определить лишь его имя и поведение (таблицу обработчиков), которое в свою очередь может быть частично или полностью унаследовано от другого класса-ресурса, в том числе и базового, предоставляющего поведение ресурса «dev/null». Такую модель описания ресурса будем называть функционально-ориентированной моделью.

С целью уменьшения задержек при получении запросов и повышения производительности их обработки благодаря использованию возможностей современного аппаратного обеспечения и ОС QNX 6 необходимо использовать механизм, предоставляющий многопоточную обработку запросов к ресурсу, именуемый пулом потоков. Пул потоков является одной из основных компонент менеджера ресурсов и представляет собой набор потоков, ожидающих появления сообщения (запроса) в ассоциированном с группой классов-ресурсов канале, с динамическим изменением их количества в данном наборе в конфигурируемой зависимости от количества простаивающих в ожидании запроса потоков [3].

Пул потоков изначально имеет возможность производить обработку запросов для множества ресурсов, но при этом не предоставляет для этого специализированные механизмы, и возникает необходимость адаптировать его для эффективного взаимодействия с объектами классов-ресурсов, что позволяет сохранить достоинства функционально-ориентированной модели. Это достигается выделением связанных с пулом потоков данных и функций в отдельный класс, именуемый диспетчером классов-ресурсов. Диспетчер предоставляет упрощенный, но достаточный в рамках вычислительных конвейеров алгоритм инициализации пула потоков и функции взаимодействия с классами-ресурсами. Данный алгоритм сводит процедуры присоединения ресурсов к файловой системе, а также процедуры страта обработки запросов к вызову единственного метода, так как все необходимые параметры уже определены в классе-ресурсе и самом диспетчере при их инициализации.

Процедура взаимодействия между выполняющимися на разных узлах сети процессами и находящимися под их управлением классами-ресурсами разделяется на две составляющие: установку и разрыв соединения, а также передачу команд или данных.

Процедура установки соединения сводится к системному вызову типаconnect, адресованному к имени, ассоциированному с необходимым классом-ресурсом, находящемуся на удаленной файловой системе, доступ к которой обеспечивается через сеть Qnet. При этом отпадает необходимость предварительного получения информации о канале для подключения к нему и получения идентификатора соединения.Передача команд или данных блокам-ресурсам реализуется как через системные вызовы типа io, так и через непосредственное использование механизма обмена сообщения с включением в передаваемые данные одного из IOзаголовков.

К системным вызовам типа connectотносятся такие POSIXвызовы как open(), mount(), mknode(), link() и другие. К системным вызовам типа ioотносятся POSIXвызовы read(), write(), devctl() и другие.

Обработка процедур соединения и обмена даннымипри межпроцессном взаимодействии производится принявшим запрос потоком, принадлежащим процессу-владельцу ресурса, ожидавшим запроса в пуле потоков диспетчера ресурса, путем выполнения функций-обработчиков класса-ресурса, ассоциированного с конкретным именем, с возможностью вызова его методов через расширенную структуру атрибутов. Данный подход является многофункциональным объектно-ориентированным способом организации межпроцессного взаимодействия в рамках вычислительного конвейера.

Список литературы:

1.Потомский С. Ю., Полойко Н. А. Архитектура распределенной системы управления на основе реконфигурируемой многоконвейерной вычислительной среды L-Net // Системный администратор. 2014. № 10. С. 92-95

2.Горошко Е., Цирюлик О. QNX/UNIX. Анатомия параллелизма – Символ-Плюс, 2006.

3.Зыль С. QNXMomentics: основы применения. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

4.Кртен Р. Введение в QNXNeutrino. Руководство для разработки приложений реального времени. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

ИНТЕГРАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ В ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС “ОБЩЕСТВЕННАЯ РОЗЕТКА”

И.Г. Лыжин, А.Ю. Ролич
НИУ ВШЭ,
Департамент компьютерной инженерии

Аннотация

В работе рассматриваются технологии беспроводной передачи энергии. Исследуется возможность интеграции данной технологии в программно-аппаратный комплекс “Общественная розетка”.

Данное научное исследование (исследовательский проект № 14-05-0064) выполняется при поддержке Программы «Научный фонд НИУ ВШЭ» в 2014г.

Введение

Под беспроводной передачей энергии, в первую очередь понимается беспроводная передача электричества (передача электроэнергии без использования твердых и металлических проводников (проводов) или электролитов). Возможность передачи электричества без проводов исследовал Никола Тесла ещё в 1899 году. На основание трансформатора были намотаны витки первичной обмотки, вторичная обмотка же соединялась со шпилем длинной 60 метров, который завершался медной сферой. При пропускании через первичную обмотку переменного тока напряжением в несколько тысяч вольт во вторичной катушке начинал протекать ток с напряжением в несколько миллионов вольт и частотой до 150 тысяч герц. При проведении эксперимента Никола Тесла зафиксировал грозоподобные разряды длинной около 4,5 метров, исходящие от металлической сферы[1]. В настоящее время экспериментально подтверждена возможность передачи электричества с помощью электромагнитного поля (в 1997 в GrandBassin на острове Реюньон (дальность порядка километра, исследования в области энергоснабжения посёлка без прокладки кабельной электросети)).

В настоящее время известно несколько методов беспроводной передачи электричества:

1.Ультразвуковой метод
2.Метод электромагнитной индукции
3.Электростатическая индукция
4.Микроволновое излучение
5.Лазерный метод
6.Электропроводность

При использовании метода электромагнитной индукции существует возможность повышения дальности передачи с помощью резонанса, т.е. настройки передатчика и приемника на одну частоту. Резонансная индукция в настоящее время используется для питания устройств, не имеющих собственного источника питания, например, RFID-метки и бесконтактные смарт-карты. В проекте “Общественная розетка” используются как RFID-метки, так и бесконтактные смарт-карты (NFC), поэтому исследуем решения, основанные на данном методе более подробно.

Решения

“Общественная розетка” – программно-аппаратный комплекс, позволяющий пользователям заряжать мобильные устройства в общественных местах за определенную плату. В данный момент в проекте реализовано прямое подключение пользователей к электросети. В виду широкого распространения устройств, обеспечивающих беспроводную зарядку мобильных устройств, мы решили исследовать возможность по интеграции данной технологии в существующую систему. По оценкам экспертов из IHS-Technology [2] рынок беспроводных зарядных устройств к 2018 году вырастет до $8,5 млрд., что составит около 800% от нынешнего объема рынка.

Согласно бизнес-плану проекта интеграция технологии беспроводной передачи данных является одной из приоритетных задач по доработке системы. Данное мероприятие позволит системе приобрести новые конкурентные преимущества над конкурентными решениями и занять большую долю рынка систем зарядки мобильных устройств в общественных местах [3].

Руководствуясь данными, приведенными в [4], можно утверждать, что интеграция устройства контроля доступа к сети на основе технологии беспроводной передачи энергии не будет являться критичным и затратным мероприятием для системы в целом. Архитектура программной части комплекса не потерпит изменений. Основная работа заключается в конструировании устройства удалённого контроля доступа к сети на основе технологии беспроводной передачи энергии с функцией беспроводной передачи управляющих сигналов.

Задачами дальнейшей работы является обзор и анализ решений, использующих технологии беспроводной передачи энергии для зарядки мобильных устройств, формулирование требований к разрабатываемому устройству на основе технологии беспроводной передачи энергии, с функцией удаленного контроля по беспроводному каналу связи, проведение опытно-конструкторских работ.

Заключение

В работе рассмотрены технологии беспроводной передачи энергии. Рассмотрена возможность интеграции настоящей технологии в программно-аппаратный комплекс “Общественная розетка”. Сформулированы задачи дальнейшей работы над проектом. Проанализирована архитектура програмно-аппаратного комплекса и сделан вывод, о том, что интеграция технологии беспроводной передачи энергии не приведет к необходимости изменения программной архитектуры системы. Выявлено, что использование данной технологии в системе приведет к увеличению доли рынка, занимаемой системой “Общественная розетка”.

Список литературы:

1.ExperimentswithAlternatingCurrentsofVeryHighFrequency and Their Application to Methods of Artificial Illumination, AIEE, Columbia College, N.Y., May 20, 1891

2.Jessica Lipsky Wireless Charging Revenue to Rise 40-Fold in 4 Years [Электронныйресурс]. URL: http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1321437 (дата обращения: 06.01.2015).

3.Ролич А.Ю. Программно-аппаратный комплекс “Общественная розетка” // В кн.: Научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов МИЭМ НИУ ВШЭ. Тезисы докладов. - М. ~: МИЭМ НИУ ВШЭ, 2013. - 316. / С. 126-127.

4.Ролич А.Ю. Анализ рынка автоматизированных систем для обеспечения пользователей доступом к электроэнергии в общественных местах// Качество. Инновации. Образование. 2014. № 6. С. 50-58.

СПОСОБЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОНВЕЙЕРОВ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ L-NET

Е.Б. Иванов, В.Л. Колосков, И.Ю. Павлов
НИУ ВШЭ,
Департамент электронной инженерии

Программная вычислительная среда L-net[1] предназначена для организации распределенных конвейерных вычислений. Вычислительный конвейер формируется на основе описания мультипрограммной смеси, то есть множества одновременно выполняющихся на разных узлах сети задач, с учетом топологии связей. Так как среда L-Net функционирует под управлением ОС QNX 6 Neutrino, то при ее разработке учитывались все особенности этой ОС, в том числе организация сетевого взаимодействия с использованием базового сетевого протокола Qnet.

Протокол Qnet поддерживает передачу по нескольким сетям. Для этого предусмотрены следующие политики качества обслуживания, которые определяют, каким образом протокол Qnet должен выбирать сетевой протокол для передачи:

1) loadbalance (по умолчанию) — протокол Qnet позволяет использовать любые доступные сетевые каналы связи и может распределять передачу данных между ними;

2) preferred — позволяет использовать только один канал связи и игнорировать все остальные сети (кроме случаев, когда выбранный канал оказывается недоступен);

3) exclusive — при этой политике качества обслуживания используется только заданный канал связи и игнорируются все остальные, даже если выбранный канал оказывается недоступен.

Благодаря возможности использовать символьные ссылки на путевые имена, получается множество серверов в сети, предоставляющих одну и ту же службу. Если один сервер отказывает, абстрактное путевое имя может быть "переназначено" на путевое имя другого сервера.

С точки зрения физического уровня многохостовая вычислительная сеть строится по топологии “Звезда”. С точки зрения протокола Qnet сеть представляет собой набор хостов, которые соединены по принципу “все-со-всеми”. Таким образом, Qnet позволяет организовать прозрачные отказоустойчивые связи между узлами сети.

Для корректного поведения вычислительного конвейера необходимо правильно распределить вычислительную нагрузку на узлы, входящие в состав сети. Решение этой задачи основывается на построении вычислительных кон-

вейеров. Для этого строится граф задачи, который отображается на граф сети.

Граф задачи представляет собой мультипрограммную смесь, которую необходимо распределить по хостам с учетом производительности хостов и требований компонентов входящих в состав мультипрограммной смеси к производительности хостов.

Так как сеть L-Net используется для организации распределенных систем управления в режиме реального времени, то должны соблюдаться основные требования к таким системам.

Критерием эффективности в этом случае является способность выдерживать заранее заданные интервалы времени между запуском программы и получением результата. Это время называется временем реакции системы, а соответствующее свойство – реактивностью. Требования ко времени реакции зависят от специфики управляемого объекта или процесса. В системах реального времени мультипрограммная смесь представляет собой фиксированный набор заранее разработанных программ решения функциональных задач управления объектом или процессом. В системе реального времени обычно закладывается запас вычислительной мощности на случай пиковой нагрузки, а также принимаются меры обеспечения высокой надежности работы системы (резервирование, дублирование и др.).

Пакет заданий формируется так, чтобы получившаяся мультипрограммная смесь сбалансировано загружала все хосты сети. При этом должен оставаться запас вычислительной мощности каждого хоста в районе 30% от максимальной производительности.

В среде L-Net данная задача решается с использованием эвристического алгоритма, основанного на предположении, что в сети имеются N хостов, каждый из которых характеризуется двумя параметрами: Pmax – максимальная производительность, Vmax – максимальный объем оперативной памяти. На эти хосты требуется распределить компоненты мультипрограммной смеси, которая представляется в виде графа задачи. Каждый компонент, входящий в состав мультипрограммной смеси характеризуется требованием к вычислительной мощности хоста и объему оперативной памяти, которая требуется для запуска этого компонента на хосте, с учетом его полного размещения в оперативной памяти (без использования свопинга).

Алгоритм распределения задач по хостам включает в себя следующие этапы:

1) Проверка на соотношение суммы производительности всех хостов и суммы требований процессов к производительности.

2) Сортировка хостов в порядке убывания по производительности. Это делается с целью определения хостов с максимальной и минимальной производительностью.

3) Сортировка процессов в порядке убывания требований к вычислительной мощности

4) Распределение процессов по хостам с учетом их требований к вычислительной мощности и оперативной памяти.

5) Проверка результата распределения

Если в результате распределения выясняется, что существуют процессы, для которых не было найдено подходящих хостов, то возникает ситуация получившая название “тревога”. Тревога свидетельствует о том, что необходимо увеличивать либо вычислительную мощность хоста, либо объем оперативной памяти.

При инициализации сети тревоги не возникает, так как заранее известно, что соотношение общей производительности сети и всех конвейеров, выполняющихся в этой сети, соответствует требованиям, которые предъявляются к системам реального времени. Другое дело, когда происходит составление сценария реконфигурации (перераспределения вычислительных задач в случае отказа хоста), система может столкнуться с ситуацией, в которой на оставшихся хостах в сети нельзя будет запустить процессы для восстановления вычислительного конвейера по причине нехватки как вычислительной мощности так и объема оперативной памяти. В случае, если ситуация тревоги предсказана, то заранее необходимо предпринять меры, а именно включить в состав сети хост с необходимыми параметрами, чтобы в случае отказа одного из хостов на которых выполняются процессы, реконфигурация завершилась удачно, т.е. чтобы были запущены все процессы входящие в состав вычислительного конвейера и были восстановлены все логические связи между этими процессами в рамках графа задачи.

Список литературы:

1.Потомский С. Ю., Полойко Н. А. Архитектура распределенной системы управления на основе реконфигурируемой многоконвейерной вычислительной среды L-Net // Системный администратор. 2014. № 10. С. 92-95

2.Зыль С. QNX Momentics: основы применения. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

3.Кртен Р. Введение в QNX Neutrino. Руководство для разработки приложений реального времени. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011.

Секция
«Современные технологии в дизайне»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ПРИ ЧТЕНИИ ЭЛЕКТРОННЫХ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ: ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ

А.С. Кузьмичев
НИУ ВШЭ,
Факультет коммуникации, медиа и дизайна

В контексте тенденций все большее количество приложений и электронных источников информации появляются в мире. Исследование данного вопроса обусловлено малой изученностью воздействий внешних факторов среды при использовании мобильных платформ и устройств. Тема работы рассматривает влияние внешней среды и других факторов, воздействующих на пользователя, в процессе чтения цифровых многополосных периодических изданий. Рассматриваются наиболее частые сценарии пользовательского поведения, определенные статистикой использования. Проводится исследование с целью определения неблагоприятных условий в процессе взаимодействия с устройством. Также даются рекомендации по изменению структуры разрабатываемого издания, в рамках увеличения эффективности взаимодействия с пользователем.

Цель исследования – доказать необходимость подстройки контента, основанное на изученных ограничениях условий внешней среды. Задача – опираясь на данные поэтапных исследований установить обстоятельства и сценарии взаимодействия, определить ограничения и сформулировать рекомендации по нивелированию воздействия условий внешней среды.

Для начала необходимо было определить внешние обстоятельства при которых в большинстве случаев происходит чтение цифровых многостраничных изданий. Поэтому первое исследование включало в себя изучение существующей статистики использования электронных изданий в половозрастных группах, разбитых по месту и времени. Согласно проведенной работе, по убывающей представлены наиболее распространенные места чтения электронных газет и журналов – дом, работа, общественный транспорт, кафе и рестораны.

Второе исследование проводилось методом непосредственного скрытого не включенного выборочного кратковременного полевого наблюдения за участниками половозрастных групп, по определенным ранее сценариям.

Были установлены причины, которые могут влиять на выбор использования того или иного контента. Ограниченность времени, ограничение необходимого минимального пространства для чтения (изменяется в зависимости от устройства), недостаточное количество внимания в следствии различных факторов, недостаток освещения, нестабильность положения при передвижении общественного транспорта

Дом. Относительно спокойное, хорошо освещенное и удобное место для чтения. Ограничения для интерактивных взаимодействий не наблюдается. Внимание, по большей, части направлено на контент.

Широкие возможности для интерактива и длинных информационных сообщений. В данных условиях необходимость в компенсации отсутствует.

Работа. Хорошо освещенное, удобное место. Накладываются проблемы ограничения времени.

Необходимо ограничивать разовые порции информации. Они должны быть разбиты на небольшие логические завершенные части.

Общественный транспорт. Проблемы сезонности – летом больше пространства, легче происходит взаимодействие с устройством, зимой меньше личного пространства, для использования мобильного устройства, вследствие зимнего увеличения пассажиропотока. Положение нестабильное в следствии поддержания баланса, в следствии ограниченные возможности удержания устройства. Наблюдается недостаток внимания и концентрации. Не всегда хорошая освещенность.

Это означает упрощение интерфейса и сведение интерактивных возможностей до определенного минимума. Возможная диктовка части материалов. Увеличение кеглей основного текста и подписей. Увеличение иллюстрационного материала.

Кафе и рестораны. Спокойное состояние, достаточно места. Удобное положение. Уровень освещенности иногда ниже достаточного, особенно в вечернее время. Играет музыка и бывает шумно, вследствие чего внимание уменьшается и остается только визуальный канал.

При проектировании многополосного цифровых изданий необходимо производить контент не только из расчета потребностей и интересов, но и обстоятельств использования. При доступности воспроизведения всех видов контента, необходимо выбирать тот, который будет удобен целевому потребителю. В настоящее время, в цифровом мире стоимость производства контента упала и сейчас по большей части не производство определяет характер контента, а контент характер производства.

Заключение

При проектировании цифровых многостраничных изданий необходимо знать целевую группу и их основные места чттения, что позволит судить о возможных ограничениях.

Определение наиболее часто встречающихся обстоятельств просмотра электронных журналов, разделенное по группам и времени, выявило ограничения и специфику использования, с которыми сталкивается пользователь в обозначенных обстоятельствах. Данные обстоятельства позволили точнее исследовать взаимодействие с электронным журналом.

Для определения наиболее правильного представления информации необходимо готовить контент в зависимости от условий его использования.

Список литературы:

1. Тимати Самар. Эволюция дизайна. От теории к практике. – М: РИП-холдинг, 2011г
2. Майк В.Лин. Современный дизайн – пошаговое руководство. – М.: АСТ: Астрель - 2010
3. Водчис С.С. Эстетика пропорций в дизайне. Система книжных пропорций. —М., 2005.
4. Ян Чихольд. Облик книги: избранные статьи о книжном оформлении. М.: ИЗДАЛ, 2008; 2009.
5. Лаптев В. В. Модульные сетки. Проектирование многополосных изданий. М.: РИП-холдинг, 2007.
6. Феличи Д. Типографика: шрифт, вёрстка, дизайн. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008
7. Ellen Lupton. Type on Screen, 2014
8. Ellen Lupton. Thinking with Type, Second, Revised, Expanded Edition, 2010

ЭВОЛЮЦИЯ СОЗДАНИЯ АНИМАЦИИ

К.А. Росинская
НИУ ВШЭ
Факультет коммуникаций, медиа и дизайна

Аннотация

Термин "анимация" происходит от латинского слова animare, что означает «оживление». И это полностью описывает процесс, который творит анимация со статичными рисунками: она оживляет их, заставляет нас поверить в волшебные миры за той стороной экрана. Современная культура во многом построена на анимации. С детства мы помним многих мультипликационных героев, связывая с ними положительные воспоминания. Анимация стала частью нашей жизни, ее технологии используются в самых разных областях деятельности.

Введение

В современном кинематографе встречаются мультипликационные ленты, широкоформатные или серийные, выполненные посредством компьютерных технологий. Ниже проследим эволюцию ее развития.

Истоки

Точную дату зарождения анимации, по мнению современных исследователей, назвать сложно. Есть мнение, что даже в первобытных наскальных изображениях можно проследить первые робкие попытки изобразить движение. Такие же попытки можно проследить на древнегреческих вазах и рельефах древнеегипетских гробниц. Так же не стоит забывать о театре теней, зародившемся в Азии, по своему внешнему эффекту напоминающем мультфильмы.

Диковинные аппараты.

Первым изобретением, позволяющим статичным картинкам двигаться, считается зоотроп, который изобрёл китайский изобретатель Дин Хуань ещё во II веке до нашей эры. Повторно зоотроп изобрёл в 1833 году английский математик Уильям Джордж Хорнер. В это же время, в 1831 году, бельгийский физик Жозеф Плато изобрёл еще более сложный прибор - фенакистископ.

В 1868 году английский художник Джон Барнс Линнетт запатентовал кинеограф, прибор, используемый до настоящего времени. 30 августа 1877 года француз Эмиль Рейно запатентовал праксиноскоп — устройство, совмещавшее в себе принципы работы зоотропа и фенакистископа. Благодаря этому изобретению и его последующему улучшению, 28 октября 1892 года в музее Гревен состоялся первый показ мультфильмов «Бедный Пьеро», «Клоун и его собаки» и «Отличная кружечка пива». Именно Рейно заложил фундамент мультипликации в современном понимании этого слова и дал толчок её бурному развитию в начале XX века.

Первые шаги

"Humorous Phases of Funny Faces" считается первым мультфильмом, снятым на киноплёнку. Его режиссёром был Стюарт Бэктон, которого называют теперь «Отцом американской анимации». Премьера мультфильма, продолжительность которого составляла всего три минуты, состоялась 6 апреля 1906 года.

Так же в 1906 году был снят кукольный фильм-балет «Пьеро и Коломбина», автором которого был российский балетмейстер и танцор Александр Ширяев. Однако его работы были обнаружены лишь в конце XX века. Путёвку в жизнь кукольной анимации дал другой мультипликатор, так же российский, — Владислав Старевич. Его картина "Lucanus Cervus" увидела свет в 1910 году. Не смотря на то, что многие зрители посчитали, что режиссёр снимал выдрессированных живых насекомых, на самом деле для съёмок использовались чучела жуков рогачей. К сожалению, ни одной копии мультфильма до наших дней не сохранилось. В 1914 году Макс Флейшер стал первым аниматором, применившим технику ротоскопирования, при которой художник обрисовывает кадры с живыми актёрами и реальными декорациями.

В 1917 году вышел первый полнометражный анимационный фильм — El Apostol, снятый аргентинским режиссёром Квирино Кристиани. К сожалению, этот мультфильм также считается утраченным.

Персонажи

Первый анимационный персонаж, завоевавший широкую известность и популярность, — Кот Феликс — появился на экранах в 1919 году. Он стал первым доказательством того, что рисованные персонажи тоже могу быть «звёздами». 16 октября 1923 года братья Уолт и Рой Диснеи основали студию Disney Brothers Cartoon Studio. Стремительный взлёт популярности студии начался в 1928 году, когда на экране впервые появился Микки Маус, которого на первых порах озвучивал сам Уолт Дисней. Со временем интересы корпорации The Walt Disney Company вышли далеко за рамки анимации.

Первые крупные работы студий

В 1932 году Disney выпускает первый полностью цветной мультфильм — «Цветы и деревья». Он же стал первым обладателем премии «Оскар» в номинации «Лучший анимационный короткометражный фильм».

10 июня нынешнего года отметила 75 годовщину старейшая отечественная анимационная студия — «Союзмультфильм». В 1936 году вышла её первая работа, мультипликационный фильм «В Африке жарко». Всего за время существования студии в её стенах снято порядка двух тысяч мультфильмов.

Японская анимация

В Стране восходящего солнца, Японии, к искусству мультипликации приобщились в самом начале XX века, однако становление самобытной японской анимации началось лишь во второй половине столетия. Родоначальником аниме принято называть The Tale of the White Serpent — первый цветной полнометражный мультфильм, снятый в Японии и созданный под сильным влиянием продукции Disney. Этот мультфильм имеет мало общего с современными образцами этого жанра в японской анимации..

Эра 3D

22 ноября 1995 года состоялась премьера первого в истории мультипликационного фильма, который был полностью создан с помощью компьютерной графики. При бюджете в 30 миллионов долларов «История игрушек» собрала в прокате более 360 миллионов и, благодаря столь оглушительному успеху, открыла новую эру в истории анимационного кино. Третья часть «Истории игрушек», вышедшая на экраны в 2010 году, на сегодняшний день удерживает за собой первую строчку в списке самых кассовых мультфильмов — пока только ей удалось преодолеть рубеж кассовых сборов в миллиард долларов.

Летом 2001 года состоялась премьера «Последней фантазии: Духи внутри нас» — первого полнометражного фильма, созданного с помощью фотореалистичной компьютерной анимации. При бюджете в 137 миллионов долларов в прокате он собрал всего 85. Эта ситуация сказалась на скорости распространения анимации и поставила вопрос о совершенствовании ее технологий.

Заключение

Есть много способов создать мультфильм, но самое главное, будь то 3D или выполненная в уникальном стиле песком по стеклу лента, это вложить в неё душу.

Современные анимационные фильмы значительно более технологичные, чем их предшественники, с успехом

шествуют по экранам кинотеатров и телевизоров. Анимация, как технология, вышла за рамки кинопроизводства: интерактивность стала частью нашей жизни, а анимация органично стала ее основным компонентом.

Список литературы:

1. Журнал «Мир Фантастики» №100.

СТРИТ-АРТ, КАК ИНСТРУМЕНТ ГОРОДСКОГО ДИЗАЙНА

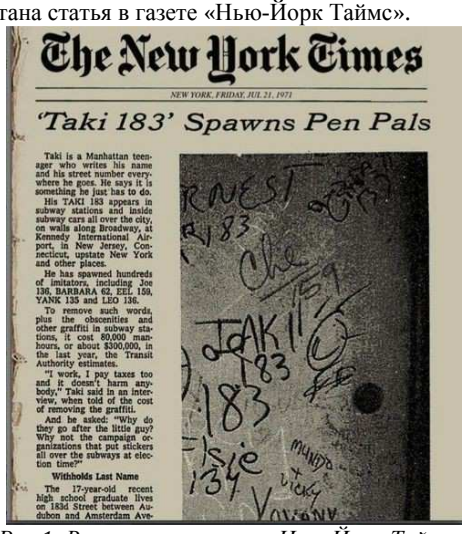
Р.А. Денисов
НИУ ВШЭ
Факультет коммуникации, медиа и дизайна

Аннотация

В докладе рассматривается применение технологий граффити и стрит-арта для оформительских, информационных и рекламных целей в городской среде.

Введение

В начале 70-х граффити начало менять облик Нью-Йорка. «Taki183» первый в истории граффити, кто начал писать свой Ник на стенах города и поездах метро. Taki – это кличка, а 183 название улицы, на которой он жил. В скоре про Деметревиса(настоящее имя Taki183) была напечатана статья в газете «Нью-Йорк Таймс».



The New York Times

NEW YORK, FRIDAY, JUL 21, 1971

'Taki 183' Spawns Pen Pals

Taki is a Manhattan teenager who writes his name and his street number everywhere he goes. He says it is something he just has to do.

His TAKI 183 appears in subway stations and inside subway cars all over the city, on walls along Broadway, at Kennedy International Airport, in New Jersey, Connecticut, upstate New York and other places.

He has spawned hundreds of imitators, including Joe 136, BARBARA 62, EEL 159, YANK 135 and LEO 136.

To remove such words, plus the obscenities and other graffiti in subway stations, it cost 80,000 manhours, or about $300,000, in the last year, the Transit Authority estimates.

"I work, I pay taxes too and it doesn't harm anybody," Taki said in an interview, when told of the cost of removing the graffiti.

And he asked: "Why do they go after the little guy? Why not the campaign organizations that put stickers all over the subways at election time?"

Withholds Last Name

The 17-year-old recent high school graduate lives on 183d Street between Audubon and Amsterdam Ave.

Рис.1. Вырезка из газеты «Нью-Йорк Таймс».

В последующие года стрит-арт в значительной степени повлиял на облик города в разных странах мира.

Развитие граффити культуры

В 1980 году в технологии граффити уже выделялось огромное количество разообразных стилей и техник нанесения рисунка на различные плоскости. В том же году власти начали масштабную кампанию против «вандализма». Сами работы райтеров стали уничтожаться, а самих же уличных художников ждали представители власти. Из-за жестких мер многие отказались от бомбинга и занялись легальным граффити. Большинство талантливых райтеров ушло во всевозможные студии такие, как ESSES studio, Stephan Eins' Fashion Moda и Patti Astor's Fun Gallery. Именно такие галереи помогли распространиться граффити по всему миру.

Из-за популярности граффити, начали появляться идеи несения его в массы. Социолог Hugo Martinez из одного городского колледжа занялся легализацией творчества так называемых райтеров, организовав United Graffiti Artists. Так были собраны самые талантливые и известные райтеры метрополитена и представлено их творчество в виде картинной галереи Razor. Галерея при содействии талантливых райтеров стала очень популярной, что подтверждает статья «Хит-парад граффити» опубликованная в журнале «New York» в 1973 году.

Бэнкси (Banksy) с момента своего появления на сцене, стал одним из самых обсуждаемых художников нашего поколения. Именно его творчество показало, что стрит-арт может быть не только вандализмом, но и полноценным искусством.

Стрит-арт в городской среде

Бэнкси - британский уличный художник, личность которого до сих пор не установлена. Его граффити стали появляться на улицах с начала 1990-х годов. В настоящее время работы Бэнкси оцениваются в миллионы долларов и значительно увеличивает стоимость недвижимости, на которых размещены, поэтому их порча квалифицируется как «вандализм».

Другой художник из Милана Раорао создает свои работы, используя объекты уличной инфраструктуры. Творчество Рао, называющего себя Раорао, является попыткой привнести искусство в городскую среду путём его интеграции в различные объекты стандартной уличной инфраструктуры. К примеру, там где мы видим обычный распределительный щиток, итальянец видит Губку Боба — персонажа американского мультсериала. Точно также с помощью своей богатой фантазии он мастерски трансформирует торчащие тут и там трубы, ящики, бетонные разделители и всё остальное, что так знакомо любому городскому жителю.



Рис.2. Работа Раорао на одной из улиц Милана.

Мэтт Мур (Matt W. Moor) – бывший уличный художник из Бостона, а сейчас основатель дизайнерской студии MWM Graphics, Портленд, США, специализируется в широком спектре направлений дизайна. Работы художника похожи на красочные калейдоскопы, они совмещают в себе линии, формы и цвета таким образом, что каждый кусочек композиции вызывает ощущения движения и действия.

Это человек, который объединил в своем творчестве дизайн, искусство и улицу.



Рис.3. Работа Matt'a Moor'a.

Заключение

Используя различные технологии и техники стрит-арта, как инструмент для изменения облика города, можно добиться значительных визуальных улучшений. Так же можно применять его не только для оформительских работ, но и для навигационных систем, тем самым создавая легкую и понятную навигацию по городу.

Уличное искусство уже используется крупными торговыми брендами в рекламных целях, создавая тем самым новый формат рекламы. Развивая данный формат, можно создать систему, которая будет максимально заметной и информативной, но при этом значительно не нарушая облик города.

Список литературы

1. http://urbanroots.ru
2. http://dailylife.su
3. http://www.bugaga.ru
4. http://www.dvorec.ru

ПОЛИЭКРАН КАК ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ И КАК ХУДОЖЕСТВЕННЫЙ ПРИЕМ В ВИДЕОАРТЕ

А.Д. Старусева-Першеева
НИУ ВШЭ
Факультет коммуникации, медиа и дизайна

Аннотация:

Большинство произведенийсовременного видеоарта являются многоканальными проекциями, и это не только техническое, но и художественное решение. С технологической и с эстетической точки зрения, феномен полиэкранной инсталляции неоднороден. В данном исследовании производится классификация многоканальных видео и прослеживается взаимосвязь формы и содержания в разных типах полиэкранных произведений.

Введение:

Термином «полиэкран» принято называть две разные технологии:

1) симультанное проецирование нескольких изображений на один экран;

2) метод одновременного показа тематически связанных изображений на нескольких экранах.

Явление первого типа правильнее будет назвать «поликадр», оно возникло в кинематографе 1910-х годов как один из способов применения двойной экспозиции и существует по сей день, этот прием широко применяется на телевидении для показа одновременно происходящих событий. Явление же второго типа и есть полиэкран в собственном смысле слова. Этот прием впервые был использован в фильме Абеля Ганса «Наполеон» (1927), где финальные эпизоды триумфа полководца показывались одновременно на трех экранах, благодаря чему создавалось впечатление необычайной монументальности. Однако зрители оказались не в состоянии обнять взглядом все три экрана одновременно и с трудом воспринимали столь мощном информационный поток. По этим соображениям, а также по причине технической сложности и дороговизны полиэкрана, этот прием не используется в кино. Однако он получил развитие в искусстве видеоарта, где полиэкранные инсталляции создавались уже пионерами видео, такими как Нам ДжунПайк. Но тогда, в конце 1960-х, полиэкран представлял собой несколько телевизоров, поставленных вместе, а сегодня, в эпоху цифровых технологий, полиэкранные инсталляции становятся все более масштабными и технически изощренными, лучшим примером чего явилось 18-канальное видео Питера Гринуэя «Золотой век русского авангарда», занявшее собой 5000 квадратных метров на экспозиции в Манеже.

Многоканальное видео интересно с художественной точки зрения тем, что нарушает «зрительские привычки», воспитанные классическим экранным искусством и открывает возможности для восприятия сложной полифонической, конструкции, где пространство становится многомерным, а время – нелинейным.

Задачей данного исследования было проанализировать различные виды полиэкрана (исключая поликадр) и показать, какой художественный потенциал они в себе несут.

Нами было выявлено три вида полиэкранной инсталляции:

a) на нескольких экранах демонстрируется одно и то же изображение;

b) на экранах демонстрируются разные кадры, относящиеся к одному событию;

c) изображения на экранах принципиально различны и не имеют пространственно-временной связи.

В искусстве видеоарта техническое решение тесно связано с художественным, и потому каждый из видов полиэкрана обуславливает определенный образный строй.

Множество экранов – одно изображение

В случае, когда экраны дублируют друг друга, умножая число одних и тех же кадров, время воспринимается как линейная последовательность изменений, происходящих в одном кадре, а количество повторений просто усиливает воздействие на органы чувств. Примером может служить видеоинсталляция Брюса Наумана «Антро-Социо» (1992), где на девяти экранах синхронно отображалась одна и та же кружащаяся и кричащая голова. В данном случае, несмотря на полиэкран, видео воспринималось как единое целое, просто многократно повторенное, и потому экранное время здесь линейно, а экранное пространство подобно отражению в разбитом зеркале. Здесь полиэкран служит не для создания полифонии, а для усиления воздействия одного-единственного изображения.

Множество экранов – одно событие

в случае, когда полиэкранным способом изображается одно и то же событие, снятое с разных ракурсов, время в восприятии зрителя тяготеет к дискретности. Интересным примером такого типа полиэкрана является видео Яна Фудзуна «Пятая ночь» (2010), где художник показывает процесс съемки кинофильма: семь камер снимают сцену, мы видим семь экранов, на которые синхронно проецируется «точка зрения» каждой из семи камер. Дабы подчеркнуть одновременность происходящего во всех кадрах, режиссер оставляет в начале «хлопушки», сигнализирующие о единомоментном пуске камер, и этот прием усиливает когнитивное противоречие: на интеллектуальном уровне зритель осознает, что действие на всех экранах происходит синхронно, но на чувственном уровне он воспринимает несколько повествований, принадлежащих разным хронотопам. Это происходит из-за того, что устройство человеческого глаза («размеры поля зрения») и механизм процесса восприятия не позволяют сосредоточить внимание более чем на одном экране единомоментно. В итоге получается, что даже в случае, когда художник подчеркивает одновременность происходящих на его полиптихе событий (как это сделал Фудзун), в сознании зрителя все равно формируется дискретная картина.

Множество экранов – различные изображения

в случае, когда на нескольких экранах отображаются принципиально отличные друг от друга картины, сцены, явно относящиеся к разным моментам времени и суще-

ствующие независимо, зритель начинает складывать эти фрагменты воедино. Переводя взгляд с экрана на экран и каждый раз ухватывая частичку истории, зритель совершает что-то наподобие параллельного монтажа в своем сознании.

Законы восприятия требуют, искать связь между элементами, находящимися в одном поле зрения. И получается, что полиэкран становится визуальным аналогом концепции параллельных миров.

Примером здесь может служить видеоарт Эйи-Лиизы Ахтилы «Благовещение» (2010), где на трех экранах рассказывается о том, как артисты готовились сыграть библейскую сцену. Здесь полиэкран позволяет создать ощущение чуда, которое возникает от соприкосновения обычного мира и мира мистического, когда, скажем, на одном экране мы видим актрису в ее обычном состоянии, а на другом – в виде летящего ангела. Изображения не соприкасаются напрямую, но разворачиваются на трех экранах в один и тот же момент, и сознание зрителя «монтирует» из этих временных потоков один, и в этом едином времени объединяются и содержания видеоканалов. Здесь полифонические возможности полиэкрана используются для создания многогранного и порой противоречивого образа.

Заключение

В данном исследовании мы классифицировали виды полиэкранов в зависимости от содержания изображения иубедились в разнообразии художественных решений, которые предоставляет технология полиэкрана. Залогом осуществления этих «алхимических» возможностей является работа с визуальным восприятием зрителя, которое подчиняется определенным законам, связанным с работой мозга. Художники, зная об этих особенностях восприятия, намеренно нарушают привычные правила «смотрения фильма» и с помощью полиэкрана погружают зрителя в чрезмерно концентрированный поток информации, с помощью чего достигаются художественные эффекты, недоступные одноканальному видео.

Список литературы:

1. Вайбель П. Расширенный кинематограф, видео и виртуальная // Расширенное кино./ под ред. А. Литвиновой. – М.: Издание Центра культуры и искусств «МедиаАртЛаб», Московского музея современного искусства и Центра современной культуры «Гараж», 2011, с. 76-91

2. Гельмгольц Г. О восприятиях вообще //Общая психология. Тексты: в 3 т. Т. 3: Субъект познания./ Отв. ред. В. В. Петухов. – М.: УМК «Психология»; Московский психолого-социальный институт, 2004

3. Ермолаева А. Художественное высказывание. “AdOculos”. ГЦСИ: 2009, стр.12

4. Косенкова Н.Г. Влияние новейших аудиовизуальных технологий на восприятие зрителя // Вестник ВГИК-2011-№7. С. 80-88.

5. Уразова С.Л. О противостоянии медиумов и новых формах экранного продукта // Вестник ВГИК-2013-№4 (18). С. 138-144.

6. Campany D. The cinematic: documents of contemporary art. – London: The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 2007.

7. Christian Metz, The Imaginary Signifier: Psychoanalysis and the Cinema. – London and Basingstoke: Macmillan, 1982; and Bloomington: Indiana University Press, 1982.

8. GrauO. Virtual Art: From Illusion to Immersion. – MIT Press/Leonardo Books, 2003.

КАК ПРИМЕНЕНИЕ НОВЕЙШИХ МЕТОДОВ ВЛИЯЕТ НА РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННОЙ КИНОИНДУСТРИИ

О.И. Гусева
НИУ ВШЭ
Факультет коммуникации, медиа и дизайна

Аннотация

Современные кинопроизведения представляют из себя симбиоз всех возможных видов искусства и технологических новшеств. Существуют различные методы, которые со временем неплохо развиваются и позволяют добиться прорыва в тех или иных аспектах, будь то кино или анимационный фильм. Хотелось бы уделить особое внимание технологии «Motion Capture», название которой переводится как "захват движения".

Введение

«Motion Capture» (MoCap) - технология для записи движений актера, которые впоследствии используются в компьютерной графике. Рассмотрим ряд вопросов ее применения: в чем заключается работа этого метода, что обеспечило технологии популярность, а также какие плюсы и минусы имеет данный способ визуализации.

Целью работы является проследить влияние MoCap технологий на развитие современной киноиндустрии.

Что это такое MoCap технологии

В начале 70-х годов XX века знаменитый мультипликатор Уолт Дисней вместе со своими коллегами использовали ручной метод ротоскопинг - перерисовывали героев с реальных актёров на плёнке и вставляли в фрагменты мультфильма. Следующий шаг в развитии и освоении этой технологии сделало медицинское сообщество в начале 80-х годов, конкретно *врачи-кинестезиологи,* изучающие динамику движения человеческого тела. Затем последовали ряд шагов в освоении технологии motion capture: был создан трехмерный персонаж "Майк-говорящая голова" (*Silicon Graphics*, 1988) и специальный костюм «exoskeleton» (Pacific Data Images). В кино motion capture в впервые использовали в 1990 году в фильме «Вспомнить все», но эра применения этого метода визуализации начинает полноценно функционировать только в 1993, когда выходит технология *Mortal Kombat.*

Рассмотрим как работает MoCap. Как правило все действия происходят на специально оборудованной съемочной площадке, где устанавливается свет, камеры, которые считывают движения, надевают на актера чудо-костюм, с маркерами и тот выполняет свою работу. В результате получается потрясающее, реалистичное движение, которое впоследствии накладывается на трехмерную модель и та "оживает". Это начало процесса. Дальше работа отдается в руки опытным аниматорам, которые проводят долгие часы кропотливой работы над передачей правдоподобности перемещения героя, плавности его движений. Таким образом при помощи технологии MoCap аниматор претворяет в жизнь замысел режисера.

Разновидностью систем для передачи захвата движения сегодня известно достаточно много. Самые популярные - это маркерные. Они бывают пассивные, когда маркер отражает посланный на них свет, обратно в камеру. Есть активные, где вместо светоотражающих маркеров используются светодиоды, снабженные собственными процессорами и радиосинхронизацией. Еще есть магнитные, механические и пр.

К сожалению, нет идеального способа передачи захвата движения. Каждая система имеет не только преимущество, но и недостатки. Пассивные, например, точны, но если маркер чем-нибудь перекрывается от объектива камеры — сигнал не засчитывается, а для магнитных любые помехи скажутся на качестве захвата.

Лень - двигатель прогресса

Рассмотрим с чем сталкивается сегодня современное кино.

Как бы странно не звучал этот заголовок, он очень хорошо характеризует данный метод. Если задуматься, то многие изобретения были придуманы, чтобы облегчить нам жизнь. Так и Motion Capture создан, чтобы облегчить жизнь аниматорам, режиссерам, которые мечтают поскорее выпустить продукт в свет и получить за него приличные деньги. Но насколько опасно увлекаться данной технологией и к чему все это приведет, никто не знает.

В 2004 году на экраны вышел «Полярный экспресс» Роберта Земекиса, в котором MoCap использовался для всех без исключения персонажей. Это спровоцировало море разговоров о смерти традиционного кинематографа и переходе от него к цифровому. Американская киноакадемия до сих пор отрицательно относится к созданию фильмов, полностью основанных на этой технологии. Рассмотрим подробнее недостатки и плюсы этого метода.

Преимущество использования технологии MoCap состоит в том, что очень сильно экономит время и можно работать с одним актером. Кроме того, она позволяет захватывать самое сложное физическое движение, над передачей которого аниматоры бились бы долгое время. При этом это очень дорого и сложно применить данную технологию для анимации животных, мистических существ.

Самая главная проблема применения этой технологии - это отсутствие разнообразия, поскольку Motion Capture - движение персонажа ограничена законами физики, а ручная анимация, более гибкая в этом плане, ведь нарисованные персонажи могут выполнять гораздо больше движений, поскольку они гипертрофированные, поэтому наиболее интересны и выразительны.

Заключение

Поскольку целью работы было выявить роль Motion Capture в киноиндустрии, можно сделать следующие выводы. Сам метод такой визуализации, хоть и дорогостоящий, но действительно очень облегчает жизнь режиссера, несмотря на критику, технологии “захвата движения” совершенствуются с каждым фильмом. Они влияют как на развитие современной киноиндустрии, так и на искусство, и на воплощение идей, поэтому роль MoCap технологий очень важная составляющая часть кино, именно кино, а не анимации, поскольку на данный момент Motion capture не способен выразить то, что может изобразить художник-мультипликатор своим карандашом. Однако и в кино, не стоит забывать, что потенциальный зритель ценит, когда он может видеть открытую игру актера, создавать и отождествлять себя с героем экрана, поэтому стоит применять эту технологию с умом, а не замещать все важные элементы компьютерной графикой и технологическими новшествами.

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ПОСТРОЕНИЯ ПАТТЕРНА НА ОСНОВЕ ОРНАМЕНТАЛЬНЫХ МОТИВОВ

А.Р. Гайнуллина
НИУ ВШЭ,
Школа дизайна НИУ ВШЭ

Аннотация

В докладе рассмотрены различные технологии к работе над построением паттерна в зависимости от его вида.

Введение

Изображения, составляющие основу патерна, являющегося шаблоном для построения изображений в графическом дизайне, могут быть четырех видов: геометрические, растительные, зооморфные и антропоморфные. Рассмотрим ниже различные технологии, в которых выполняются паттерны.

Геометрический орнамент.

Геометрический орнамент состоит из точек, линий и геометрических фигур.

На начальном этапе работы существуют различные походы к поиску:

- эскизы карандашом на бумаге
- коллажи - конструирование различных соотношений фигур, располагающихся на однородной плоскости листа.
- фотосъемка

После того как элемент паттерна готов, следует выбрать цвета. Следует обращать внимание на общий ритм паттернов. Определить тип композиции:

- динамичная
- статичная
- симметричная
- асимметричная

В начале, параллельно или после мозгового штурма можно перенести свою идею в векторный графический редактор Adobe Illustrator – разработанный и распространяемый фирмой Adobe Systems. Уже в самом редакторе необходимо доработать цвета и композицию.

Растительный паттерн

Растительный паттерн составляется из стилизованных листьев, цветов, плодов, веток и т.д.

Прежде чем приступить к работе над эскизами, надо изучить изображения растительного мира во всем его разнообразии и подобрать изображения на мудборде – исследовательской доске. Существует достаточно много подходов, позволяющих грамотно подобрать элементы для паттерна и затем скомпоновать их:

1. Сбор реальных растений, изучение их строения под лупой с целью выявления их структуры.

Все это нужно для последующего этапа — стилизации. Любой орнамент состоит из стилизованных элементов. Но она не возможна без знания подробностей, умения их обобщать и расставлять акценты. Детальное изучение растений позволит воображению заработать.

2. Изучение уже имеющихся иллюстраций, фотографий, различных изображений как стилизованных, так и орнаментальных, с целью выявления принципов работы других художников и поиска своих решений.

После подробного изучения уже имеющихся образцов, реальных растений наступает этап выполнения эскизов.

На этом этапе важно уделять внимание композиции. При помощи цветовых контрастов, масштаба и планов композиции надо правильно расставлять акценты.

Нельзя забывать про то, что паттерн — это повторяющееся изображение, которое в конце должно быть цельным.

3.Собрав растения, дизайнер фотографирует их как по

отдельности, так и в композиции, постоянно перемещая элементы, находясь в постоянном поиске.

Завершив процесс фотосъемки, дизайнер переносит изображения на компьютер, где обрабатывает их в графическом редакторе Adobe Photoshop. Здесь он может поменять контрастность и цвета, изменить расстояния или вовсе убрать ненужный элемент. Эскиз принимает форму коллажа, с которым теперь можно делать все что угодно. При последующих этапах обработки изображения, границы между элементами стираются и изображение превращается в цельное и реалистичное. Можно использовать ее как паттерн. А можно, как и в предыдущих этапах работы с поиском и эскизами перевести полученный готовый эскиз в векторную графику, используя для этого векторный графический редактор Adobe Illustrator.

Зооморфный паттерн

Зооморфный паттерн включает стилизованные изображения реальных или фантастических животных.

В начале работы над этим орнаментом нужно изучить:

- мифологию и мифические существа
- символику
- персонажей комиксов и мультиков, героев фильмов и книг.
- животных
- анатомию животных

После, сложится общий замысел, состоящий из отдельных элементов, образующих единое целое.

Играя с этими кусочками мозаики, дизайнер может составить не один паттерн с нужным ему характером.

Паттерн может содержать

- сильно масштабированные части животных,
- реальные изображения отдельно взятых животных.

После длительного исследования дизайнер рисует собственный эскиз на бумаге или на компьютере, обрабатывает его и переводит в вектор при помощи программ Adobe Photoshop и Adobe Illustrator соответственно.

Антропоморфный паттерн

Антропоморфный паттерн в качестве мотивов использует мужские и женские стилизованные фигуры или отдельные части тела человека.

Необходимо изучить:

- этнологию
- антропологию
- анатомию человеческого тела
- историю искусства.

Повторение отдельных элементов или фигуры, мимика, жесты, эмоция — все играет важное значение. К какой этнической группе принадлежит человек? Он в движении или полностью статичен? Мы видимо его лицо? Или только одно лицо? А может быть только кисти рук. Ответ на эти вопросы находит дизайнер в ходе работы.

Заключение

Таким образом, дизайнеру необходимо последовательно изучить реальные объекты и визуальные образы, которые лежат в основе его разработки. Решить, как эта тематика будет работать на идею. Нужна концепция и поиск визуальных образцов. Только изучив и переработав пласт материала по этой теме, можно создать что-то свое, что-то уникальное, разработать свою стилистику. Для того, чтобы то, чему служит паттерн привлекало внимание и имело спрос.

С технологической точки зрения необходимо использовать следующие технологии и специализированные программы: Adobe Photoshop (многофункциональный графический редактор, разработанный и распространяемый фирмой Adobe Systems), Adobe Illustrator (векторный графический редактор, разработанный и распространяемый фирмой Adobe Systems).

Соединение ручных технологий, таких как эскизирование, коллажирование, фотосъемка с компьютерными технологиями, позволят получить результат, соответствующий требованиям рынка.

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МАКРОСРЕД

Р.Б. Шестков
НИУ ВШЭ
Факультет коммуникаций, медиа и дизайна

Аннотация

Данное исследование рассматривает основные варианты создания больших (от нескольких сотен квадратных метров до нескольких десятков километров) трехмерных сред. В данной работе рассмотрены основные этапы создания сред, а также инструментарии и технологии, применяемые при их создании.

Введение

В настоящее время одной из основных проблем при создании трехмерной графики является создание больших ландшафтов и иных сред, занимающих сотни и тысячи квадратных метров, поскольку такие пространства в подавляющем большинстве случаев включают в себя большое количество различных объектов, что в условиях ограниченных программно-аппаратных ресурсов создает множество трудноразрешимых проблем. Целью данного исследования является выявление алгоритмов и методик создания подобных сред.

Этапы создания макросред

Этапы создания типичной макросреды можно разделить на следующие этапы:

1. Создание базовой геометрии ландшафта
2. Текстурирование базовой геометрии ландшафта
3. Первичная детализация ландшафта посредством макрообъектов
4. Вторичная детализация ландшафта посредством микрообъектов

Рассмотрим эти этапы более подробно.

1. Создание базовой геометрии ландшафта.

В настоящий момент существует два основных подхода к созданию ландшафтов – генерация ландшафта при помощи специализированных программ и ручная обработка геометрии методами трехмерной лепки (sculpting). Каждый из вышеуказанных способов имеет свои преимущества и недостатки и используется в зависимости от конкретной задачи. Зачастую оба метода комбинируются для получения необходимого результата. Основным выходным объектом на данном этапе является геометрический примитив или набор геометрических примитивов, содержащих в себе основной ландшафт.

Создание ландшафта методом процедурной генерации представляет собой генерацию карты высот (height map) на основе некоторых данных, в качестве входных данных могут быть использованы данные топографических карт, процедурные алгоритмы либо карты, подготовленные методами ручной обработки геометрии. Самыми распространенными программными пакетами для создания и редактирования процедурных ландшафтов являются Terragen и World Machine, помимо них существуют программы, позволяющие получать карты высот из любых растровых изображений. Современные инструментарии для создания игр CryEngine, Unreal Development Kit и Unity также име-

ют собственные наборы инструментов для создания макросред.

2. Текстурирование базовой геометрии ландшафта

Текстурирование ландшафта является одним из самых основных и вместе с тем одним из самых сложных этапов производства, поскольку в большинстве случаев макросреда должна одинаково хорошо выглядеть как с большого расстояния (несколько сотен метров от поверхности), так и с малого расстояния (несколько метров от поверхности). Ввиду огромной площади поверхности детальное текстурирование каждого квадратного метра не может производиться вручную, кроме того, текстурирование не может быть произведено посредством одной текстуры, так как разрешение текстуры не позволит добиться приемлемой детализации без чрезмерной нагрузки на системные ресурсы. Таким образом, текстурирование макросреды производится посредством использования слоев с маскированием и процедурных карт, а также при помощи повторяющихся бесшовных текстур. В качестве слоев с маскированием в большинстве случаев применяются три основные технологии: маскирование при помощи черно-белых растровых карт высокого разрешения, маскирование при помощи покраски вершин (vertex painting), маскирование при помощи карты RGBA, где каждый из каналов используется в качестве самостоятельной маски. Независимо от выбранного способа текстурирования одной из основных проблем на данном этапе является видимое повторение бесшовных текстур при отдалении от поверхности на большое расстояние; для устранения данного эффекта применяются процедурные карты, генерируемые в зависимости от глобальных пространственных координат (World XYZ), различные методы наложения нескольких схожих текстур с перекрытием, а также удаление макродеталей на бесшовных текстурах посредством различных техник и фильтров.

3. Первичная детализация ландшафта посредством макрообъектов.

Поскольку создание всех необходимых деталей ландшафта непосредственно на базовой сетке является нецелесообразным, необходимая детализация достигается за счет использования отдельных макродеталей (гор, рек, уникальных элементов ландшафта). Этапы производства макродеталей фактически соответствуют этапам производства базового ландшафта, но меньший размер самих деталей позволяет выполнять их более подробную детализацию, а также их комбинирование и размножение.

4. Вторичная детализация ландшафта посредством микрообъектов.

Детализация ландшафта посредством микрообъектов (деревьев, травы, отдельных камней, дорог, мостов и других элементов, сопоставимых по размерам с размерами человека) является вторым по сложности этапом в производстве макросреды, поскольку сотни квадратных метров пространства могут включать в себя сотни тысяч и миллионы вышеуказанных объектов. В условиях ограниченных программно-аппаратных ресурсов реализовать подобные объемы в большинстве случаев оказывается невозможным, кроме того, невозможным представляется также расположение подобных объемов вручную. В связи с этим при создании гигантских массивов объектов (от десятков тысяч до десятков миллионов) применяются техники и алгоритмы, направленные на уменьшение нагрузки на программно-аппаратные ресурсы с сохранением максимально возможной визуальной детализации. К таким алгоритмам относятся использование замещающих объектов-клонов (proxy objects), создание массивов объектов по картам распределения (distribution maps), при помощи систем частиц (particle systems), использование плоскостей, направленных на зрителя (billboards) с наложенным на них изображением объекта, использование объектов переменного разрешения (LOD).

Заключение

В результате проведенного исследования были рассмотрены основные этапы создания макросред, изучены методы и технологии, применяемые при создании макросред, выявлены проблемы и ограничения, накладываемые как ограниченными программно-аппаратными ресурсами, так и объемами данных, подлежащих обработке.

Список литературы:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Fractal_landscape
2. http://udn.epicgames.com/Three/Landscape.html
3. http://www.evermotion.org/tutorials/show/7954/particleflow-treeproxies-by-anselm-von-seherr

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛИСТИЧНОГО, ОГРАНИЧЕННО ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ИНТЕРФЕЙСА ГРАФИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

А.А. Козлов
НИУ ВШЭ,
Факультет коммуникации, медиа и дизайна

Аннотация

Проблема подачи большого количества информации в виде интерфейса с возможностью пользовательского взаимодействия появилась вместе с цифровым пространством. Предлагается рассмотреть существующие решения, и новые течения, и объединить наиболее удачные элементы в единую систему.

Введение

В данной работе пойдет речь о шаблонах пользовательского поведения, развитие графических интерфейсов, так же составлен прогноз на будущее развитие интерфейсов и описан минималистично последовательный интерфейс. В качестве примеров взяты графические редакторы с большим количеством функций.

Когда речь идет о минимализме, стоит рассматривать этап, когда появились первые экраны вывода графической информации. И метод общения с системой производилось через консоль, набором текстовых символов, стоит отметить что консольный метод общения до сих пор популярен в среде программистов.

Консоль

Рассмотрим консольный интерфейс подробнее. За основу взята BASH консоль. Интуитивно понятным интерфейсом консоль назвать нельзя, так как необходимо знание четко описанных команд - слов и предложений. Высокий уровень вхождения нового пользователя, так как необходимы знания команд, и нет возможности освоить его методом проб и ошибок. Присутствует история прошлых команд вместе с выведенными результатами - логами. Существует структура команд, позволяющая универсально взаимодействовать с множеством систем. Неоспоримым преимуществом является небольшие трудозатраты для создания подобного интерфейса, общение идет напрямую с программным кодом.

Минусы:

- Сложен для новых пользователей
- Не интуитивный

Плюсы:

- История взаимодействия
- Универсальность
- Простота создания

Основные интерфейсные решения продиктованы потребностью разместить чрезмерно много информации, которая либо не помещается на экран, либо невозможна для цельного восприятия пользователем.

Классические решения.

Интерфейс с полным набором функционала (Photoshop и 3dmax первых версий). Основной подход состоит в размещении большей части инструментов на главной панели или в рабочей области. Подходит для систем с небольшим количеством функций. За пример можно взять историю развития adobe photoshop, в первых версиях функционал был довольно прост, и пользователи могли без особых сложностей использовать все инструменты, несмотря на это к 2015 году программа photoshop выросла во множество раз, инструментов стало очень много, и новые пользователи вынуждены изучать инструкции по работе с системой, в то время как большое количество пользователей в работе не используют весь функционал одновременно. Один из вариантов решения данной проблемы в последовательном интерфейсе, который минимизировал единовременный доступ к количеству инструментов.

Плюсы:

- Метод проб и ошибок допустим (при малых системах)
- Интуитивно понятный за счет графического отображения и пользовательского кодирования.
- Доступ в минимальное количество кликов.

Минусы:

- Сложен для новых пользователей (при больших системах)
- Размывает внимание пользователя (при больших системах)
- Забирает рабочее пространство программы.

Выпадающие списки и раскрываемые панели. Подобный интерфейсный ход направлен на скрытие большого количества команд через пользовательское взаимодействие. За основу взят MS-DOS интерфейс и верхняя панель инструментов в программах Windows.

Плюсы:

- Последовательная подача информации
- Выстраивание вложенности функционала

Минусы:

- Отсутствие акцентов между элементами
- Усложненная навигация, затрудняющая поиск необходимого

Интуитивно понятный интерфейс.

Шаблоны пользовательского поведения (кодирование пользователя).

Интуитивно понятный интерфейс основан на создании ассоциативного ряда между элементом и пользователем. Например идеология скевоморфных интерфейсов была направлена на внешнюю имитацию реальных объектов и материалов. Так пользователь умеющий использовать объект в материальном мире, мог догадаться о взаимодействии с ним в цифровом. Переход от скевоморфных интерфейсов к плоским — можно считать доказательством того, что дизайнеры смогли обучить новому поведения пользователей, адаптировать их, и убрать лишние визуальные элементы, мешающие расставлять акценты. Так же выявлено что процесс использование одного и того же интерфейса разными пользователями, происходит в разной последовательности, а построить для любой программы интуитивно понятный интерфейс часто нет возможности, в таком случае прибегают к методу обучения пользователя, где пользователю задают определенную модель поведения на основе уже привычной ему, постепенно меняя взаимодействия до необходимого результата.

Текущий эталон интерфейсов.

На основе анализа современных трендов, можно выделить параметры которым должны соответствовать интерфейсы:

- Минимальное количество взаимодействий для результата.
- Реакция интерфейса на действия пользователя.
- Отсутствие лишних или отключенных элементов.
- Интуитивно понятные элементы
- Возможность быстрого обучения
- Сохранение истории взаимодействия

Текущая проблема интерфейсов

На основе отзывов потребителей, можно сделать вывод, что на данный момент у них возникают трудности по двум составляющим. Первая из них - смена шаблона поведения, когда пользователь привык к одной модели поведения, а ему предлагают другую, но данный процесс естественный и идет вместе с техническим прогрессом, однако вторая проблема сложнее, поиск новых маркетинговых ходов, приводит к игнорированию пользовательских шаблонов поведения и их потребностям. Поспешность производства программ, зачастую исключают исследования на пользователях, и приводят к не проработанным и не обдуманным интерфейсам.

Возможное решение

Когда на рынок стали выходить новые производители программ, не обладающие сложившимися традициями интерфейсостроения, и не обладающие большим количеством пользователей, которые привыкли к перегруженным интерфейсам, они предложили новые варианты интерфейсов решающие описанные проблемы. Один из таких вариантов - Ограниченный интерфейс — где убраны все взаимодействия которые не могут быть произведены в текущем режиме. Таким образом работы разделены на режимы работы, в качестве примера можно рассмотреть программы Blender и Sketch. Blender разделил работы с 3д моделью на различные режимы, а Sketch отключил отображение недоступных элементов и инструментов, добавив строгую последовательность работы с элементом.

Так же в последних продуктах появляется последовательный интерфейс (Substance designer, Unity3D Mechanim Animation, Motion), представляющий из себя историю манипуляций с объектом связанные в единую систему. У пользователя нет истории последний 10 действий которые он может отменить, а скорее 10 настроенных фильтров, которые он может изменить.

Вывод

Объедение минималистичного течения, с ограниченными свойствами, последовательностью работ, сохранением и возможной настройкой проделанной работы, настройкой элементов под пользователя — приведут к созданию новых интерфейсов.

Список литературы:

1. Почему современные интерфейсы плохие. 13 марта 2013. Автор Pasha4ur. http://habrahabr.ru/post/172641/

2. Финансовая статистика об интерфейсах. 18 октября 2012. Автор limmm. http://habrahabr.ru/post/155117/

3. Don’t Make Me Think 2nd Edition. Steve Krug.

4. Macintosh Human Interface Guidelines, Second Edition, ISBN 0-201-62216-5.

5. The Microsoft Windows User Experience, ISBN 1-55615-679-0

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ПОВСЕДНЕВНОЙ ЖИЗНИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

П.В. Щукина
НИУ ВШЭ,
факультет коммуникаций, медиа и дизайна

Данное исследование проводится с целью определения возможной области применения технологий поддерживающих работу с дополненной реальностью, а так же с целью определить востребованность развития данного направления и возможность внедрения виртуального пространства в повседневную жизнь пользователя.

Культура поколения Z формируется в неразрывной связи с цифровыми технологиями. В отличие от своих родителей, они не знают мира без гаджетов и интернета, поэтому воспринимают виртуальное пространство так же естественно, как и пространство вокруг себя. В отличие от поколения Милениум или Y, представители которого являются цифровыми мигрантами, поколение Z очень трепетно относится к личному «пространству» в цифровой среде. Будучи цифровыми аборигенами, они задают основные тенденции развития виртуального пространства. В то время как люди поколения Y лишь учатся работать с виртуальной средой и адаптирует её под более привычный для себя вид, представители поколения Z легко воспринимают любые проявления виртуальной среды в своей повседневной жизни.

Потребность в дополненной реальности появляется в тот момент, когда реальный мир и виртуальная среда входят в идеологический конфликт между собой. Пользователь, присутствующий в обеих сферах сразу, регулярно сталкивается с отсутствием связи между своей физической жизнью и виртуальным присутствием. Исток данного конфликта заключается в чужеродной для человека сущности виртуального пространства и формах его проявления. В сложившейся концепции развития технологий, возможность использования виртуальных «благ» сопровождается рядом ограничений, под которые пользователь адаптируется. Если рассматривать дополненную реальность с этой позиции, то идея её заключается в необходимости адаптировать технологии, используемые в повседневной жизни пользователя для работы с виртуальной средой, под более естественный для человека образ действия.

На сегодняшний день понимание дополненной реальности сформировано у пользователей от решений представленных в фантастических фильмах и дизайн-концептах, большинство из которых не стоит рассматривать серьёзно, так как они предназначены для предоставления идеи, но не могу позиционироваться как прототип к продукту, предназначенного для массового использования. Подавляющее число подобных концептов является очень простым переложением виртуальной среды на реальные объекты, что является тупиковым вариантом развития данного направления. Как пример стоит рассмотреть завершённый прототип от Google, который так и не получил должного признания, ввиду того, что подобное решение не может удовлетворить потребности пользователя в полной мере не только со стороны технических возможностей устройства, но и в способе его использования, а так же в функционале, который оно представляет.

В данный момент работа с дополненной реальностью неразрывно связана с экранами наших устройств, что подводит нас к стремлению расположить экран перед глазами пользователя и, при нынешнем развитии технологий, очки стали наиболее простым и понятным решением этого условия. Однако, при подобном подходе, очки дополненной реальности ничем не отличаются от обычных мониторов, а способы работы с ними больше напоминают привычный образ использования технологий работающих с виртуальной средой и отсылают нас на шаг назад в области развития интерфейсов взаимодействия.

Взаимодействие с дополненной реальностью предполагает под собой использование жестовых интерфейсов, как минимум, а так же требует развития новых способов ввода информации, что означает изменение подхода в развитии интерфейсов взаимодействия, где построение концепции должно идти от возможностей и ограничений человеческого тела, а не от самого очевидного по реализации способа.

В связи с отсутствием понимания принципов работы дополненной реальности, а так же с отсутствием сколько-нибудь сформировавшейся культуры вокруг этой сферы и крайне слабым представлением как именно можно использовать данный инструмент, сегодня дополненная реальность остаётся «игрушкой» для разработчиков и развлечением для потенциального пользователя. Представления о том, что дополненная реальность появится в жизни каждого человека «завтра», является ошибочным мнением, так как в ближайшее время возможно появление и развитие лишь технологий для работы с дополненной реальностью, но не устоявшаяся область использования.

Заключение. Данное научное исследование выявило необходимость в развитии устройств и интерфейсов, а так же новых способов ввода информации, предназначенных для работы с дополненной реальностью, а так же востребованность в развитии культуры использования нового способа подачи информации и работы с ней.

Список литературы и интернет-ресурсов:

1. Moverio smart glasses
http://www.epson.com/cgi-bin/Store/jsp/Landing/moverio-bt-200-smart-glasses.do
2. Google glassGoogle glass
https://www.google.com/glass/start/
3. Вижу город, которого нет
http://urbanurban.ru/blog/technology/315/Vizhu-gorod-kotorogo-net
4. Qualcomm Vuforia
https://www.qualcomm.com/products/vuforia
5. Metaio. http://www.metaio.com/

КИНО АТТРАКЦИОНОВ: ИСТОРИЧЕСКАЯ ПЕРСПЕКТИВА И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЗРИТЕЛЬСКОЕ ВОСПРИЯТИЕ

Т.В. Бакина
НИУ ВШЭ,
Факультет коммуникаций, медиа и дизайна

Данное исследование посвящено перспективе развития кинематографических систем, конструирующих особую стратегию зрительского восприятия фильмов посредством технических спецэффектов.

Исследования, посвященные современным техническим системам в кинематографе, как правило, проводятся в рамках изучения маркетинговых стратегий кинопроката, либо в социологической перспективе изучения воздействия подобных спецэффектов на зрительскую аудиторию. Тем не менее, феномен современных киноаттрак-

ционов имеет определенную историческую эволюцию, в контексте которой такая тенденция развития кинематографа является продолжением гораздо более архаичной традиции, известной с момента появления экранного искусства в его изначальной форме – как сугубо технического новшества и ярмарочного развлечения.

Тем самым, распространение современных 4D и 5D кинотеатров является продолжением концепции «кино аттракционов». Данный термин был представлен в исследовании Тома Ганнинга «The Cinema of Attraction: Early Film, Its Spectator, and the Avant-Garde». «Кино аттракционов» - это первый этап развития кинематографа (с момента появления первых кинолент Томаса Эдисона и братьев Люмьер до начала становления кинобизнеса в начале 1910-х годов), в рамках которого новое изобретение еще не получило серьезного статуса и воспринималось зрительской аудиторией как техническое развлечение, способное удивлять за счет сильной визуальной составляющей, почти родственной иллюзионистической традиции. Действительно, вне зависимости от того, какой характер носили первые киноленты – будь то 50-секундные документальные зарисовки братьев Люмьер или 13-минутные декоративные феерии Жоржа Мельеса – раннее кино было для зрителей аттракционом, ненарративным развлечением, которое и демонстрировалось соответствующим образом до возникновения первых специализированных кинозалов.

Проблема подобного киноформата состоит в том, что такое развлечение интересно аудитории в силу своего статуса технологической новинки. Превзойдя эту стадию своего развития, в ходе постепенной эволюции нарративной структуры и визуальной стилистики кинокартин, кинематограф со временем переходит в совершенно иную плоскость, все более приближающую его к статусу искусства. Тем не менее, в критические моменты своей истории, кино вновь испытывает тягу к техническим эффектам, к потребности удивлять зрителя, но уже внекинематографическими приемами.

К таким критическим моментам, к примеру, относится период 1950-1960-х годов, когда серьезную конкуренцию кино составило телевидение. В попытках вернуть зрительскую аудиторию от экранов телевизоров в кинотеатры, создатели фильмов обращались к целому ряду технических новинок, призванных внести разнообразие в уже привычную схему зрительского восприятия. Среди этих приемов были широкоэкранные системы, приближающие размеры изображения к полю зрения человека (CinemaScope, VistaVision и др.); панорамный кинематограф, демонстрировавший фильмы на сильно изогнутом экране, за счет чего границы экрана становились визуально менее заметными и, соответственно, продуцировали иллюзию присутствия (Cinerama); стереоскопический кинематограф и анаглифическое изображение (первые примеры реализации 3D); ароматические системы, сопровождающие экранное действие запахами, распространяемыми в пространстве кинозала (Aroma-Rama, Smell-O-Vision), звуковые эффекты, расширяющие низкочастотные звуки (Sensurround). Целью применения каждой из этих кинематографических систем было конструирование иллюзии сближения зрителя с происходящим на экране путем воздействия на его органы чувств различными техническими эффектами.

Подобными средствами пользовались не только крупные голливудские студии, но и независимые кинематографисты. Наиболее характерным примером здесь является творчество режиссера Уильяма Касла, получившего известность как автор низкобюджетных, но успешных триллеров 1950-1960-х годов, для продвижения которых он использовал разнообразные технические уловки. Исполнительная команда Касла специально устанавливала перед киносеансами необходимый реквизит, который приводился в действие в ключевые моменты киноповествования. В рекламных целях такие технические уловки получали привлекательные для аудитории названия: Emergo (над головами зрителей запускали пролетающий муляж человеческого скелета с горящими глазницами), Percepto (в кресла зрителей встраивались вибромоторы, срабатывавшие в ключевые сюжетные моменты), Illusion-O (зрителям выдавались специальные фильтрационные очки, с помощью которых они могли увидеть «призраков» на экране). С помощью этих незамысловатых трюков, режиссеру удалось вызвать ажиотаж вокруг своих кинокартин, что в свою очередь свидетельствует об успехе применения стратегий, вновь сближающих кинематограф с аттракционом.

Концепция Тома Ганнинга была позднее переосмыслена рядом теоретиков кино в книге «The Cinema of Attractions Reloaded», где, в том числе, раскрывается и родство все возрастающего с 1970-х годов числа блокбастеров, чей успех во многом основан на мощной визуальной составляющей экшн-кинокартин, с ранним кино, также призванным в свое время удивлять зрителей либо «спецэффектами», либо самим фактом демонстрации движущихся изображений. Однако в этой перспективе гораздо интереснее рассмотреть новый визуальный аттракцион XXI века – это стереокинематограф в маркетинговых форматах 4D, 5D, 7D и т.д.

Для демонстрации данных стереофильмов необходимо специальное помещение, оборудованное подвижными креслами и системой эффектов, воздействующих как на зрительский зал в целом, так и на каждого присутствующего индивидуально. К ним относится уже известный набор спецэффектов, которые оказывают физическое или виртуальное воздействие на человека: направленные потоки воздуха и воды создают иллюзию ветра или дождя, а в особых случаях – конструируют эффект движения объектов (животных, насекомых и т.д.) в непосредственной близости от зрителя; подвижные кресла имитируют действия экранного героя, стереокинематограф воссоздает иллюзию реальности происходящего на экране, а в некоторых залах также устанавливаются изогнутые экраны. Примечательно, что демонстрируются в подобных кинотеатрах не фильмы основного проката, а специальные видеоролики, как правило снятые при помощи субъективной камеры (кинематографического приема, в рамках которого происходящее на экране зритель видит не с позиции третьего лица, а будто бы глазами действующего героя), и имеющие большее сходство с визуальным рядом видеоигры, нежели с кинофильмом. Хронометраж этих роликов редко превышает 15-20 минут, а сюжеты воспроизводят либо простейшие схемы основных жанровых моделей кинематографа (триллер, фильм ужасов, вестерн и т.д.), либо игровые ситуации – к примеру, поездку на «американских горках» или погружение в подводный мир. Суть этого киносеанса, соответственно, заключается не столько в просмотре киноленты, сколько в иллюзии участия, что полностью возвращает подобный опыт к посещению кинотеатра как аттракциона. Об этом свидетельствует и то, что устанавливаются такие кинозалы чаще всего в торгово-развлекательных центрах, парках развлечений и крупных выставочных пространствах.

Таким образом, современные кинематографические аттракционы в лице стереоскопических кинотеатров со спецэффектами выполняют схожие функции с архаиче-

ским феноменом раннего кино как ярмарочного развлечения. Подобная тяга кинематографа к разнообразным техническим уловкам как одной из стратегий продвижения фильмов прослеживается на протяжении всей истории кино, однако пример кинотеатров 4D-5D-7D, который совмещает в себе большинство технических приемов и стратегий прошлых лет, является практически прямым наследником «кинематографа аттракционов».

Список литературы:

1.*Gunning T.* (1990) The Cinema of Attraction: Early Film, Its Spectator, and the Avant-Garde // *Elsaesser T., Barker A.* (Eds.) Early Cinema: Space, Frame, Narrative / eds. L.: British Film Institute. P. 56–62.

2.*McGee M. T.* (2001) Beyond Ballyhoo: Motion Picture Promotion and Gimmicks. Jefferson: McFarland & Co.

3.*Strauven W.* (ed.) (2006) The Cinema of Attractions Reloaded. Amsterdam: Amsterdam University Press.

4.*Verrier R.* (2012) Are 4D movies the next big thing? // The Sydney Morning Herald. 12 July (http://www.smh.com.au/entertainment/movies/are-4d-movies-the-next-big-thing-20120712-21xjs.html)

5.*Waters J.* (1983) Whatever Happened to Showmanship?. Crackpot: The Obsessions of John Waters. New York: Macmillan Publishing Company.

6.*Zone R.* (2007) Stereoscopic Cinema and the Origins of 3-D Film, 1838-1952. Lexington: University Press of Kentucky.

РЕЛЯЦИОННЫЕ И ДОКУМЕНТООРИЕНТИРОВАННЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ В WEB-РАЗРАБОТКЕ ПРИЛОЖЕНИЙ

Е.А. Семенов
НИУ ВШЭ,
Факультет коммуникаций, медиа и дизайна

Целью данной работы является изучение разницы двух популярных моделей данных для использования в качестве базы данных web-приложения.

Реляционная база данных

В задачах разработки web-сайтов и приложений в течении последних30 лет для хранения информации наиболее часто применяются реляционные базы данных (БД). Теория реляционных БД была предложена в 1970 году доктором наук Эдгаром Коддом, когда он работал в IBM. Она отлично решила проблему подхода к хранению и манипуляции данными в задачах программирования.

Основу реляционной БД составляет реляционная модель данных - логическая модель данных, представляющая информацию в виде набора отношений (relations) над множеством доменов (типов данных) базы данных. Чтобы упростить теорию и рассмотреть прикладную составляющую, можно представить базу данных как таблицу. Например, таблицу возрастов участников некоего коллектива с тремя столбцами: id (порядковый номер участника), name (имя участника), age (возраст участника).

	People	
id	Name	age
1	Иван	16
2	Ольга	32
3	Роман	64
4	Иван	64

Тогда можно сказать, что столбцы id, name, age есть домены таблицы, кортежи (наборы атрибутов *<1,Иван,16>*, *<2,Ольга,32>*, *<3,Роман,64>*) есть записи в таблице, а совокупность всех записей есть отношение над таблицей People. Каждой записи в реляционной БД соответствует какой-то первичный ключ - атрибут или набор атрибутов, по которому можно однозначно определить запись. Двух наборов с одинаковым первичным ключом в таблице существовать не может. В нашем случае атрибут id однозначно определяет любую запись. Однако, если мы уберем столбец id из таблицы, первичный ключ будет состоять уже из двух столбцов (name, age), поскольку по оставшимся атрибутам по одному нельзя будет, например, различить двух пользователей по имени Иван или Ивана и Романа по возрасту.

В прикладных задачах БД обычно состоят более чем из одной таблицы. В реляционных БД существуют также отношения (связи) между таблицами. Например, представим наш коллектив как оркестр и рассмотрим инструменты каждого артиста.

	Instruments	
Id	name	person
1	Тромбон	3
2	Клавесин	2
3	Флейта	3

Таблица Instruments связана с таблицей People с помощью столбца person, атрибуты в котором соответствуют атрибутам id в таблице People. Т.е., исходя из записей в таблице Instruments, у Ольги есть клавесин, а у Романа - тромбон и флейта. У обоих Иванов инструментов нет.

Таким образом, реляционная модель данных позволяет строить БД сложной конфигурации (с множеством связей), при этом в случае изменения какого-либо атрибута какой-либо записи (например, Роману исполняется 65 лет) - никаких действий, помимо изменения значения атрибута в одной этой записи, не нужно для сохранения целостности данных, т.к. в нормальной (лишенной избыточных данных) форме реляционной БД повторений данных нет.

Документоориентированная база данных

С 2010 года в web-проектах начала приобретать популярность другая модель хранения данных - документоориентированные БД. Подобные БД представляют собой набор документов (записей), ассоциирующихся в объектно-ориентированной программе с объектом. При этом все связанные данные хранятся внутри документа. Например, нас интересует, какие инструменты есть в оркестре, и кто их хозяин. В БД это может выглядеть следующим образом.

instruments: [
{ name: Тромбон, person: { name: Роман, age: 64 } },
{ name: Клавесин, person: { name: Ольга, age: 32 } },
{ name: Флейта, person: { name: Роман, age: 64 } }
]

В качестве источника данных такое представление вполне удобно. Однако при изменении информации появляется проблема повторений участков данных. Например, в случае такого построения БД, если Роману исполняется 65, нам нужно будет изменить его возраст уже в двух местах. А перед этим еще и пройти по всей базе, находя эти места. Таким образом, стоимость изменения связанных записей возрастает.

Язык запросов и плюсы нереляционного подхода

В прикладном программировании общение с реляционными БД почти всегда строится через язык запросов

SQL. Фактически, SQL реализует реляционную алгебру - систему операций над данными в реляционной БД. SQL структурирует общение с БД, давая возможность совершать любые операции над данными максимально продуктивно. Кроме того, структурированный и общепринятый язык запросов резко понижает порог вхождения в программирование баз данных. Однако, т.к. обработчик SQL находится в СУБД между пользователем и данными, он конечно требует времени на работу, что в случае частых запросов при большом объеме информации замедляет работу реляционной БД.

С прикладной точки зрения можно выделить несколько плюсов документоориентированные системы управления БД относительно реляционной:

1.лучшая интеграция с объектно-ориентированными языками программирования;

2.возможность хранить огромные объемы информации в одном документе без снижения скорости работы БД, поскольку фактически данные хранятся в формате JSON;

3.в среднем более высокая скорость работы, т.к. между программой и базой нет прослойки в виде общения через язык запросов (SQL);

Документоориентированные БД стоит использовать в случае объемных и/или чрезмерно частых запросов к БД, структура которой может быть реализована плоско без связей, либо в случае критического значения скорости ответа на простой запрос (например, в задаче кэширования данных). Если задача подразумевает хранение и манипулирование сложносвязными данными - без реляционной БД обойтись сложно. Если же это необходимо - в таком случае следует менять структуру БД в сторону бессвязности, либо использовать комбинированный подход, внося в нереляционную БД искусственный аналог отношений.

Список литературы и интернет-русурсов:

1. Эдгар Кодд, A RelationalModelofDataforLargeSharedDataBanks, 1970
2. Основы реляционной алгебры http://habrahabr.ru/post/145381/
3. WhyNoSQL? http://www.couchbase.com/nosql-resources/what-is-no-sql

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ В ПЕРИОД РЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИИ

И.К. Хорова
НИУ ВШЭ
Факультет коммуникаций, медиа и дизайна

В современном обществе постепенно наступает понимание процесса творчества, не только как формы самовыражения человека, но и как части любой профессии. Для раскрытия творческого потенциала человека необходима постоянная внутренняя работа, способствующая развитию личности человека. Специалисты пытаются создать триггеры для людей, которые призваны помочь им вылезти из скорлупы, расширить угол зрения, научиться мыслить в разных парадигмах. Для этой цели эффективно используются арт-терапия, проект «активный гражданин», детский лагерь «Камчатка» и др.

В промышленной сфере мы наблюдаем сегодня процесс реиндустриализации – переход к новым технико-технологическим основаниям производства, на более прогрессивный путь развития с использованием "высоких" технологий, информатики, биотехнологий, новых материалов и источников энергии.

Процесс реиндустриализации влияет на многие сферы человеческой жизнедеятельности. Естественным образом реиндустриализация меняет мышление людей и соответственно влияет на социально-психологическое устройство общества. Постиндустриальное или информационное общество уже зародилось, но пока находится лишь на начальной фазе становления, поэтому его характер не изучен в достаточной мере: не выявлены основные проблемы, не раскрыт потенциал. Более того, новые технологии способствуют появлению и постоянному росту новых связей как между отдельными индивидами, так и между научными и профессиональными средами, которым чтобы избежать стагнации и двигаться вместе с прогрессом необходимо осваивать дополнительные области познания. Уже недостаточно знать одну узкую сферу, чтобы продвинуться вперед. Это объясняется тем, что, во-первых, эти сферы сузились и многократно увеличились в количестве, стали тесно взаимосвязанными. Во-вторых, благодаря технологическим изобретениям появляются инновационные, ранее не существовавшие, области деятельности. И в-третьих, постоянный симбиоз технологий, индустрий и профессий рождает огромное количество смежных сфер, что влияет на появление смежных специалистов. Все это полностью укладывается в теорию сетевого общества, изложенную М. Кастельсом[1]. Согласно данной теории общество с наступлением информационной эры представляет собой сеть коммуникаций. Элементами сети могут выступать люди, каждый по отдельности, профессиональные сообщества, круги общения, бизнес-организации, правительства и проч. Это лишь вопрос уровня игры и включения точек сети в разные множества и подмножества. Элементы сети постоянно коммуницируют друг с другом, передавая информацию в том или ином виде. В процессе постоянного сообщения сетевые элементы могут претерпевать трансформации разного уровня – от внешнего, поверхностного до качественного. Таким образом, в сети постоянно происходят трансформации информации. При постоянном действии информационных потоков, главную роль теперь играют направления этих потоков и центры их скопления/пересечения – именно там происходит самое интенсивное развитие. Подобные центры не всегда оказываются внутри глобальных городов, например, они скорее соответствуют сферам влияния областей познания и наиболее комфортным условиям прогресса основных сетевых элементов.

На мой взгляд, дизайн занимает уникальную стратегическую позицию, находясь на пересечении многих сфер. Данное утверждение обусловлено тем, что в дизайне происходит синтез широкой гуманитарной базы и технических компонентов. Математические методы, такие как программирование, моделирование и др. используются на творческом основании. Идеальные цели дизайна тоже в отличие от большинства сфер более многолики: на выходе необходимо получить в любом объекте дизайна сочетание функциональности, эргономических требований с эстетических началом. Анализ и исследование присутствуют безусловно во всех науках, но не все исследования предполагают необходимость осуществления здесь и сейчас. В основном, конец одного исследования предполагает начало последующего, основанного на по-

[1] Castells, Manuel and Cardoso, Gustavo, eds., The Network Society: From Knowledge to Polic.y. Washington, DC: Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations, 2005

лученных выводах. В дизайне аналитическая часть проектирования обязывает, как минимум, к созданию проекта, «пилотника». Таким образом, можно говорить, что дизайн является точкой схода и пересечения различных инновационных технологий и техник работы с людьми, с продуктами их жизнедеятельности, с сознанием людей. Дизайн имеет возможность работать на контрастах, что играет ключевую роль с точки зрения прогресса. Ведь двигателем общества является «креативный класс», одно из определений которого, исходя из научных трудов создателя этого понятия Р.Флориды, - разнообразие и открытость[2]. Креативный класс стремится к свободе в собственной деятельности, то есть к отсутствию формальных границ между профессиональными сферами. Данная необходимость обусловлена разумно – ростом позитивных результатов труда в сетевых взаимоотношений, по сравнению с линейными, например. Дизайн как поле деятельности наравне с другими передовыми областями может дать эту самую многофункциональность вкупе с высокотехнологичностью производства, что обеспечивает развитие не на порядок, а в разы выше. Подобное положение естественным образом привлекает носителей (сознательных или нет) «креативной» идеологии, что способствует еще большему прогрессу.

Среди множества технологий, применяемых сегодня в дизайне в ходе процесса реиндустриализации, можно выделить следующие технологии:

- Проектные, в которые входят компьютерное проектирование, интеллектуальные технологии художественно-образного мышления и проч. Практически любая инновация находит применение в творческом процессе, так как дизайнеры сегодня работают в разнообразных условиях – географических, экономических, геополитических.
- Технологии получения инновационного проекта (дизайн-мышление).
- Технологии производства.

Одной из самых перспективных технологий получения инновационного проекта, на мой взгляд, является дизайн-мышление. Дизайн-мышление открывает для дизайнера новый подход к решениям разнообразных проблем. Научно-выверенные способы постановки проблемы в дизайне дают возможность собрать наиболее эргономичный и эстетичный вариант продукта, проверив его эффективность до выхода на производство. Вместо интуитивных сугубо индивидуальных методов, дизайн-мышление предлагает отработанный процесс производства идей. Рассмотрим данный процесс поэтапно:

- Первый этап – исследование. Проводится работа с целевой аудиторией с помощью глубинных интервью, а также кабинетных исследований – поиска информации по нужной проблематики в доступных источниках. Затем происходит обработка всех собранных сведений и составляется несколько графиков. График карты эмпатий – диаграммы, показывающие соотношение влияние сторонних факторов на лицо, принимающее решение по интересующей нас проблеме. График customer's journey (в переводе с англ. «путешествие пользователя») дает понять на уровне пространственного мышления, как именно устроен процесс принятия решения по интересующей нас проблеме. И, наконец, составляется карта проблем, на которой видны глобальные и локальные взаимосвязи различных факторов внутри интересующей проблематики.
- Следующий этап – разработка прототипа. На данном этапе осуществляется инжиниринг продукта, который должен разрешить интересующую нас проблему пользователя (целевой аудитории). Собирая прототип продукта, мы также рассчитываем приблизительную реальную стоимость создания и выпуска на рынок.
- Третий этап – тестирование. Собранный прототип продукта тестируется на целевой аудитории, собираются реальные впечатления и отзывы с целью честного ответа на вопрос: решает ли продукт поставленную задачу? Если ответ отрицательный, то совершается возврат на стадию исследований: заново ставится вопрос, уточняется целевая аудитория, собираются и обрабатываются данные и т.д.

Таким образом, процесс проектирования самого продукта может продолжаться ровно до тех пор, пока результат на выходе не будет эффективно решать поставленную задачу. Метафорически этот процесс можно назвать конвейеризацией генератора идей.

Разберем на конкретном кейсе, как дизайн-мышление помогает решать реально существующие проблемы. Мы взяли целевую аудиторию студентов и провели с ними глубинные интервью и кабинетные исследования. Составив карты эмпатии, график customer's journey, а также карту проблем, мы установили, что студенты, являясь очень разношерстной и широкой аудиторией, сталкиваются с большим количеством совершенно разных проблем, и невозможно предложить одного решения для всего. Мы решили сконцентрироваться на той области, которая показалась нам наиболее интересной и посильной для решения в установленные сроки. Выбор пал на проблемы с time-менеджментом, и еще более узкий ракурс – забывчивость. Частой проблемой оказалась потеря информационных данных пользователя за счет забывания носителя информации (флешки) в том или ином месте. Рабочее место студента не закреплено фактически где-либо кроме дома, в отличие, например, от сотрудников офиса. Таким образом, постоянно перемещаясь с места на место, от компьютера к компьютеру – нетрудно в очередной раз за день забыть при уходе из помещения забрать флешку с важной и неподлежащей восстановлению информацией. Мы разработали прототип флешки с маячком, находящимся внутри крышки устройства, который начинает сигналить при отдалении крышки от флешки на более чем 50 метров. Мы подумали, что важно, чтобы довольно сильный сигнал можно было отключить в случае надобности, чтобы не мешать рабочему процессу после выполнения своего основного предназначения. В крышку встроен специальный браслет, который можно надеть на руку или прицепить к одежде. Был продуман также механизм с помощью мигающих лампочек на флешке напомнить пользователю в момент соединения флешки с компьютером о крышке-маячке, которую необходимо взять с собой. Мы пришли к выводу, что разумнее и выгоднее будет применить технологию радио-маячка, а не Bluetooth, так как радио-маяк может работать от батареек, его не нужно заряжать и он дешевле – наценка к стоимости обыкновенной флешки всего 100-150 рублей. Возможно, в дальнейшем с выходом Bluetooth-маяков на рынок массово, также с появлением быстрых и долгоиграющих способов их зарядки, можно будет сменить радио-маячки на Bluetooth-маячки. Остались вопросы насчет технической части: как уместить батарейки, радио-маячок и звуковой динамик в утсройстве флешки, не превратив ее из крупной в громоздкую. Это вполне решаемо, учитывая сейчас минимальные существующие размеры самих носителей информации, но на улучшение эргономики требуется проведение дополнительных исследовнаий. Также дополнительные исследования нужны в области дизайна, ведь

[2] Флорида Р. Креативный класс: люди, которые меняют будущее. — Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Классика-XXI», 2005. — 421с.

эстетически приятный вид флешки в данном случае выполняет абсолютно функциональную задачу: чтобы пользователь не забывал взять с собой/надеть браслет с крышкой флешки, этот браслет и эта крышка должны выглядеть действительно стильно, чтобы их, прежде всего, чисто на эмоциональном уровне хотелось взять. Иначе весь процесс превратится в бесконечную чехарду: напомнить пользователю взять крышку, которая напомнит ему не забыть флешку. Мы же отталкиваемся от технической, интеллектуальной составляющей, но делаем ставку и на немаловажную роль психологических факторов. Затем было проведено тестирование разработанного устройства на целевой аудитории. Был получен положительный отклик – устройство оказалось востребованным и соответствовало предпочтениям пользователей. Таким же образом с помощью технологии дизайн-мышления можно решать любые задачи на стыке разных областей и получать всегда эффективный и валидный результат.

В заключение, хочется отметить, что суть дизайна – процесс проектирования. Проектирование может осуществляться как глобально, так и локально. Развитие инноваций и современные технологии в дизайне позволяют дизайнеру не только разрабатывать, но и влиять на функционал продукта, а также в коллаборации со специалистами из других областей решать задачи улучшения условий жизнедеятельности, создавать полноценный и продуманный со всех точек зрения продукт. Все это в совокупности позволит выйти на новый качественный уровень общего производства.

Список литературы:

1. Castells, Manuel and Cardoso, Gustavo, eds., The Network Society: From Knowledge to Polic.y. Washington, DC: Johns Hopkins Center for Transatlantic Relations, 2005
2. Браун Т. Дизайн-мышление в бизнесе. От разработки новых продуктов до проектирования бизнес-моделей. – Пер. С англ. – М.: Издательство Манн, Иванов и Фербер, 2012. – 256 с.
3. Гульфен В.Ф. Запускаем инновации. Иллюстрированный путеводитель по методике FORTH – Пер. с англ. – М.: Издательство Манн, Иванов и Фербер, 2014. – 256 с.
4. Флорида Р. Креативный класс: люди, которые меняют будущее. — Пер. с англ. — М.: Издательский дом «Классика-XXI», 2005. — 421с.
5. Форд М. Технологии, которые изменят мир. – Пер. с англ. – М.: Издательство Манн, Иванов и Фербер, 2013. – 272 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1 "Прикладная математика" 7-36

Выборный Е.В. Операторный метод вычисления туннельного расщепления энергий 7

Шумилин Н.В. Шумилин В.П. Зависимость ионного тока от рабочего напряжения холловского двигателя 8-9

Шумилин А.В. Шумилин В.П. Влияние температуры анода на протяженность анодной плазмы газового разряда 10-11

Артюшкин В.И. Орбитальная ориентация космических аппаратов с помощью сферических солнечных парусов 12

Преснова А.П. Построение гарантирующих управлений с помощью теории дифференциальных игр и SDRE- метода в задаче применения антивирусных препаратов 13-14

Бугрова А.Д. Полякова Т.В. Модель сегмента поясничного отдела позвоночника человека 15-16

Варивода В.И. Система управления обучением 17

Пузино Ю.А. Определение параметров модели стали AISI 304 из теста на одноосное сжатие 18-19

Захарьев И.Ю. Моделирование процесса свободной газовой формовки листовой заготовки 20-21

Тарасов Н.А. Тарасов И.Н. Проблема дешифровки красного шума, или о невозможности создания биржевого вечного двигателя 22-23

Ясонов Е.В. Примеры точного решения задачи об оптимальной остановке 24-25

Васильева Е.О. Полумарковская модель двухканальной системы массового обслуживания 25-26

Габышев Д.Н. О выводе неплоских электромагнитных волн в криволинейных координатах 26-27

Малахов И.Ю. Разработка проекта контроля финансов для мобильной платформы 27

Федоренко Ю.В. Аксенов С.А. Моделирование одноимпульсного перелета на орбиту вокруг точки L2 системы Солнце-Земля 28-29

Деркач А.В. Новая математическая модель дисконтной облигации 30-31

Длиннова Е.С. Анализ математической модели системы защиты информации 31-32

Семион А.А. Построение универсального автопилота для квадрокоптера 32-33

Мустари Ш. Исследование уравнений динамики манипулятора с шестью степенями свободы 34

Николаева Ю.А. Аксенов С.А. Реализация стратегии удержания космического аппарата на гало-орбите вокруг точки либрации L2 системы Солнце-Земля 34-36

Секция 2 "Информационно-коммуникационные технологии" 37-164

Бухаров О.Е. Применение интеллектуальной СППР для среднесрочного прогнозирования динамики площади морских льдов в северном полушарии 37-38

Ле Н.В. Применение медицинской экспертной системы для дистанционной предварительной диагностики 39-40

Бигарь И.И. Проектирование и реализация человеко-машинного взаимодействия на основе распознавания жестов с использованием библиотеки алгоритмов компьютерного зрения EmguCV 41-42

Черешнев Р.И. Прибор по распознаванию положения человека в видеопотоке в реальном времени 43-44

Стахи А.В. Зотов А.Н. Кулыгин В.Н. Модуль обеспечения облачного хранения данных системы расчета надежность ЭМ 45

Ковалев Д.К. Автоматизированная система управления мобильным устройством посредством геолокации 46

Паршикова Е.А. Интегрированное инструментальное средство для имитационного моделирования и управления в групповой робототехнике 47-48

Смолов С.А. Метод извлечения расширенных конечных автоматов из HDL-описаний 48-50

Семененко А.Н. Разработка программы расчёта оптимальных параметров радиаторов 50-51

Королев Д.В. Исследование отклика пользователей Twitter на новости из СМИ 52

Татарников А.Д. Инструмент автоматизации разработки генераторов тестовых программ для микропроцессоров на основе формальных спецификаций 53-54

Савин Д.А. Алгоритм слежения по дальности в условиях воздействия мешающей радиолокационной помехи в задаче самонаведения 55

Артёменко Е.А. Алгоритмы компьютерного зрения и их реализация для создания программного продукта "Фиксатор ЧС в речной акватории" 56-57

Лежнев Е.В. Американов А.А. Глухих А.Ю. Романов А.Ю. Применение генетических алгоритмов при разработке адаптивных алгоритмов передвижения робота 58

Разоренов А.А. Разработка метода управления программами на естественном языке 59-60

Поляков Н.Е. Технологическое обеспечение дистанционного образования 60-61

Рыбаков И.М. Горячев Н.В. Прошин А.А. Применение Solidworks Flosimulation при анализе печатного узла 61-62

Попова О.Р. Корнеева Т.А. ИПИ-технологии в автоматизированном проектировании радиоэлектронных средств 63

Ким В.Ю. Разработка удобного пользовательского интерфейса для мобильного приложения SeeYa 64

Труфанов С.Ю. Прошин А.А. Горячев Н.В. Практическое применение ПЛИС 65-66

Чумаченко А.А. Метод реконструкции сцен на основе недоопределенных моделей 66-68

Чумачев Н.С. Разработка компьютерной игры с использованием многопоточности 68

Азаров В.А. Технология разработки анализатора текстового файла исходных данных компьютерной модели имитации хода боевых действий с применением метода простого предшествования 69-70

Горин А.А. Интеллектуализация ИЭТР с помощью экспертных систем 70-71

Толкунова М.В. Арутюнян С.А. Проектирование информационно-управляющей системы проведения олимпиад по информатике "Инфотест" 71-72

Жадов А.Д. Разработка матядра для расчета переходных токов по поверхности космических аппаратов 72-73

Захлебин И.В. Методы семантического преобразования запросов в задаче поиска специалистов 74

Мурашев Д.А. Обзор алгоритмов кластеризации данных 75

Куриленков А.Н. Разработка инсталлятора для программного комплекса АСОНИКА-К 76

Буравцова А.О. Анализ результатов курсов КГ по массивам данных 77

Булгаков С.А. Оптимальное стохастическое восстановление квадратично интегрируемой функции по наблюдениям за ней с гауссовскими ошибками 77-79

Павлова М.В. Нейродиагностика наличия сердечных заболеваний 79-80

Золотарёв Д.С. Реализация численных методов в системе Matlab 80-81

Ибрагимова К.Р. Разработка конкурентно-оптимальной стретегии управления предприятием с использованием систем имитационного моделирования - деловой игры "Никсдорф Дельта" 81-82

Федин Н.А. Классификатор рукописных символов на основе комплекса нейронных сетей 83-84

Волкова Л.Л. Один параллельный метод поиска путей в графе для анализа тесного мира текстов 85-86

Егоров А.М. Новиков П.Г. Интерактивное электронное техническое руководство по программе АСОНИКА-К-ЗИП 87

Балахонцев А.Б. Петрова С.Б. Описание пространственно-временных отношений объектов в ОА-базе знаний 88-89

Яковлев И.П. Царенко А.В. Создание программы для интерактивного электронного технического руководства программного модуля АСОНИКА-К-ЗИП 90

Мартюкова Е.С. Особенности процесса функционального тестирования при различных методологиях разработки программного обеспечения 91

Воробьев В.В. Задача поиска в статическом рое 92-93

Голованова А.Ю. Разработка модели управления средствами ПВО в сложной помеховой обстановке 94-95

Бирюков О.Е. Родионов А.Н. Разработка программы для создания и просмотра электронных мультимедийных справочников 96-97

Тиновицкий К.Д. Петрова С.Б. Методика преобразования естественного языка в семантический ОА-граф 97-98

Белоусов А.Ю. Алгоритм информационного поиска в объектно-атрибутной вычислительной системе 98-99

Иванов Р.Н. Отслеживание положения выделенного объекта в цифровом видеопотоке 100-101

Кулыгин В.Н. Разработка программы оценки показателей долговечности РЭА 101-103

Лим С.А. Исследование эффективности работы по фреймворку "Scrum" в разработке продукта 103-104

Громов И.Ю. Метод автоматизированного синтеза систем обеспечения тепловых режимов радиоэлектронной аппаратуры 104-105

Американов А.А. Лежнев Е.В. Разработка модуля построения графиков для программы просмотра интерактивных электронных справочников и технических руководств 106

Талыгин Е.А. Методы параметрической визуализации характеристик жизненного цикла технической документации 107

Ролич А.Ю. Автоматизация проектирования пользовательских интерфейсов Интернет вещей 107-108

Репина А.А. Лопатюк Т.М. Особенности проектирования обучающих мобильных приложений для детей дошкольного возраста 109-110

Пилипенко Н.А. Интеграция разнородных интернет-вещей в рамках единой web-платформы 110-112

Овчинников А.А. Тренажёр для развития умений концептуального анализа предметных областей «Ситуация-Х» 112-114

Дворников А.А. Распределённая передача данных в системах туманных вычислений 114-115

Тюхов Р.П. Разработка облачной системы электронной поддержки проведения учебных курсов 115-116

Никулин Т.М. Разработка программы "mp3 плеер" 116-117

Хромов И.А. Разработка комплекса контроля доступа на основе технологии BodyCom 117-119

Добров Г.А. Методология ITSM (процессный и системный подход) в электронном образовании (E-learning) 119-120

Миронов П.О. Развитие операционных систем для мобильных устройств 120-121

Красовская А.Н. Концепция обучения в течение жизни и ИКТ 121-122

Мягков А.С. Реализация Mapreduce на операционной системе Plan9 122-124

Коротченко Д.О. Разработка модуля автоматизированного импорта данных в системы расчета надежности электронных средств 124-125

Лазутов А.Н. Архитектурные особенности технологической платформы интеграции облачных голосовых систем в инфраструктуру предприятия 125-126

Краюшкин В.В. Хромов И.А. Анализ и выбор программ для моделирования беспроводных сенсорных сетей 126-127

Горохова-Алексеева А.В. Метод оценки кодеков сравнением ошибки кодирования 127-129

Агапов И.И. Рекомендация по написанию дистанционно обучающих программ для мобильных устройств 129-130

Карпов И.В. Модель передачи данных в беспроводной аудио-сенсорной сети 130-132

Карпов А.В. Энергоэффективность в сенсорных сетях камер с автономными источниками питания 132-134

Шилак Е.М. Гончарук Г.Н. Расширение ОА-языка императивной парадигмой программирования 134-136

Герасименко М.А. Распределенные вычисления в беспроводных сенсорных сетях 136-137

Головина А.М. Львова И.В. Имитация навигационного поля сигналов системы ГЛОНАСС 137-138

Петухов А.А. Проблемы повышения точности мобильных систем захвата движения 138-140

Арзамасова А.И. Ролич А.Ю. Мартюкова Е.С. Интернет вещей: актуальность, решения, проблематика 140-142

Капитонов И.С. Использование комплексного эмулятора локальной сети для виртуального лабораторного практикума 142-143

Епифанов М.А. Использование персональных информационно-навигационных устройств в сетецентрических системах 143-145

Левицкая Н.И. Анализ современных web-технологий, применяемых для обучения языкам программирования, и возможности их развития 145-146

Разуваева Т.А. Методика оценки соответствия разрешающей способности возможностей каналов связи в системах дистанционного зондирования Земли 146-147

Мухамедзянов Г.И. Форензика. Свободное программное обеспечение в расследовании инцидентов информационной безопасности 148

Марков А.С. Средства удаленного доступа к рабочему столу 149

Бондаренко Д.И. Разработка системы администрирования базы данных по характеристикам надежности ЭРИ 149-150

Кудрявцева С.С. Плетнев М.А. Сервис для online-трансляции презентаций. Front-end разработка 150-151

Плетнев М.А. Кудрявцева С.С. Сервис для online-трансляции презентаций. Приложение сохранения и передачи 151-152

Ветелина Е.О. Исследование программно-конфигурируемых сетей 152-153

Гугаев М.В. Драгунов В.Ю. Разработка веб-сервиса системы облачного хранения видеоданных 153-154

Драгунов В.Ю. Гугаев М.В. Система облачного хранения данных видеопроизводства 154-155

Кольбе А.С. Применение технологий МООК для очного курса и анализ результатов 155-156

Тарасенко М.А. Глухова Е.С. Применение методов поддержки принятия решений при разработке проекта локальных вычислительных сетей 156

Горохов П.С. Подход к оценке рисков информационной безопасности. Оценка рисков по направлениям 157-158

Хромов И.А. Обзор и анализ методов защиты информации в беспроводных нательных сетях 159-160

Балмаев И.Т. Тишков М.Я. Возможные способы осуществления противоправных действий с банкоматами на основе перехвата побочной информации 161-162

Пахомова Д.А. Пресняков С.А. Использование ГСЧ в задачах кодирования информации 162-163

Колосков В.Л. Павлов И.Ю. Иванов Е.Б. Исследование протокола USB на уязвимости 163-164

Секция 3 "Электроника" 165-280

Печурихина П.А. Методика оценки качества измерительных преобразователей 165

Несмеянова М.А. Алгоритмические методы повышения качества измерительных преобразователей 166

Неборский А.Ю. Методика коррекции температурной погрешности индуктивных преобразователей 167

Осипова Т.В. Исследование волоконно-оптического датчика перемещений 168

Ракова Е.А. Расчет проекта многолучевой "прозрачной" ЛБВ Ка-диапазона 169-170

Быконя О.В. Информационно-измерительная система с волоконно-оптическим датчиком перемещений 171

Костреченкова Е.Е. Экспериментальное определение наилучшего режима работы индуктивного датчика 172

Ваничкина М.О. Разработка электронного блока поверки и калибровки бесконтактного тонометра-компаратора 173

Коростелева Е.С. Измерение фотометрических и колориметрических характеристик светодиодов на основе наногетероструктур 174

Перепелица Д.В. Роткевич А.С. Хохорин М.А. Корнеева Т.А. Предварительный анализ и выбор способа охлаждения вычислителя оптического координатора 175

Роткевич А.С. Перепелица Д.В. Хохорин М.А. Корнеева Т.А. Анализ особенностей конструкции приемно-вычислительного блока с точки зрения обеспечения тепловых и механических характеристик 176

Пугачёв Ю.И. Коробова К.В. Универсальная система управления движением роботизированных устройств 177

Коробова К.В. Пугачев Ю.И. Система датчиков для универсальной роботизированной платформы 178

Артюхова М.А. Оценка показателей надежности БА КА 179-180

Снежко К.М. Устройство для контроля геометрических параметров рельсовой колеи 181-182

Любченко Р.В. Иваникин И.А. Разработка мехатронной системы настройки вакуумного конденсатора 182-183

Харченко Ю.О. Методы автоматической коррекции погрешностей измерительных преобразователей 184

Гришунина Е.С. Исследование дополнительной температурной погрешности индуктивного датчика 185

Земскова Т.И. Информационно-измерительная система с индуктивным датчиком перемещений 186

Павлова М.В. Устройство для получения и обработки электрокардиограммы 186-187

Даныкин В.С. Терек Е.А. Исследование зависимостей ЭДС Холла от угла поворота образца в поле постоянного магнита 188-189

Бортник Б.Ю. Кузин Е.Ю. Четвериков И.А. Изучение параметров материалов с помощью засветки приконтактных областей 189-191

Шаймарданов Р.В. Проектирование медицинского электрода на основе коаксиальной ребристой линии для целей урологии 191-193

Мельникова Е.Г. Испытательный комплекс для оценки качества функционирования радиоэлектронных систем в условиях электромагнитных воздействий 193-194

Бородулина В.М. Алексеева А.В. Исследование принципов построения Государственного первичного эталона единицы оптической плотности ГЭТ 206 194-195

Шабанов Д.С. Решение характеристического уравнения 4-ой степени в полосе запирания мощных ЛБВ 195-196

Шульга А.И. Коррекция нелинейных характеристик широкополосных усилителей СВЧ 196-199

Колюбин В.А. Каперко А.Ф. Недосекин П.Г. Тюрин Е.М. Ибрагимов Р.Ф. Об особенностях построения узла сенсоров для регистрации космического излучения на основе монокристаллического алмаза 199-201

Савкин Л.В. Разработка реконфигурируемой системы функционального контроля и диагностики космического аппарата 201-202

Шапкин В.А. Оценка неопределенности передачи эталонных сигналов частоты по волоконно-оптической линии связи 203

Кокин Н.Н. Влияние переизлучения тепловой энергии в бортовой радиоэлектронной аппаратуре космических аппаратов и способ его компенсации 203-206

Пименов П.Н. Влияние последовательности сверхкоротких электромагнитных импульсов на широкополосные средства беспроводной передачи данных 206-207

Карапузов М.А. Методика оценки ресурса электронной компонентной базы 208

Седов Е.А. Разработка программы для расчёта тепловых режимов электрорадиоизделий РЭС с использованием ТЭМ Пельтье 209

Калигин Н.Н. Определение стиля вождения автомобиля по данным бортового акселерометра 210

Богачёв К.А. Конов К.И. Методика и аппаратное обеспечение для анализа индивидуальных особенностей цветовосприятия пользователей 211

Колганов А.А. Структура центрального блока управления бортового радиоохранного комплекса 212

Логинов М.А. Анализ взаимодействия встречных электронных потоков в трубе дрейфа 213

Злодеев Г.Ю. Исследование возможностей построения измерительных систем с волоконно-оптическими датчиками 214

Алексеева А.В. Бородулина В.М. Исследование характеристик средств измерений для наблюдения параметров ионосферы методом низкоорбитальной радиотомографии 215

Свиридов А.С. Метод проектирования преселекторов бортовых навигационных приемников 216

Журков А.П. Обзор российских патентов по радиопеленгации 217-218

Ракова Е.А. Разработка 4х миллиметрового световода 219-220

Капитонов И.С. Модернизация прототипа полусферического пространственного сканера 220-222

Татарченко В.Л. Методы и проблемы верификации систем на кристалле 222-223

Евстиферов М.М. Моховиков М.О. Смирнов С.Д. Общий обзор беспилотных летательных аппаратов с произвольным количеством несущих винтов 223

Панасик Д.С. Разработка тепловой модели системы электрорадиоэлемент и термопара 224-225

Королев П.С. Структура диагностического комплекса для РЭС на основе MyRIO 225-226

Моховиков М.О. Евстиферов М.М. Смирнов С.Д. Конвертоплан как универсальный беспилотный летательный аппарат 226-227

Богачёв К.А. Глухов П.А. Шинин А.А. Система автоматического освещения области за видеомонитором 227-228

Алексеева А.В. Бородулина В.М. Исследование влияния возмущений ионосферы над стендом "СУРА" на оценки позиционирования по сигналам ГЛОНАСС GPS 228-229

Алтухова В.В. Анализ взаимодействия попутных электронных потоков в гладком волноводе 229-230

Пресняков С.А. Яговцев В.О. Скуридин А.А. Пахомова Д.А. Практическая реализация генератора хаотических сигналов 230

Егоров А.М. Новиков П.Г. Разработка и моделирование электронной печатной платы и корпуса устройства датчик дождя 231

Гаврилов А.А. Моделирование и экспериментальное исследование сетевого фильтра 232

Лебедева Н.А. Методы оценки безотказности системы топливопитания самолета 233

Лушпа И.Л. Сравнительный анализ методик расчета интенсивностей отказов элементов класса "Ременные передачи" 234-235

Смирнов И.А. Методика расчета надежности РЭА 236

Яковлев И.П. Царенко А.В. Расчет характеристик и проектировка модели датчика дождя 236-238

Федотов К.Д. Устройство для нанoперемещений с системой теплоотвода и обратной связью 238-239

Казенов К.Б. Определение параметров облучения радионуклидных фармацевтических препаратов на основе изотопа лютеция-177 нейтронно-активационным методом 239-241

Кувшинов П.Е. Технологии прессования металлопористых вольфрам-алюминатных катодов 241-242

Турбина А.В. Техника измерения температуры катодов 242-243

Вавилова Е.А. Аммиачная молекулярно-лучевая эпитаксия 243-244

Азарова В.В. Перфилов Д.О. Тегин М.С. Моделирование и анализ интерференционных покрытий лазерных зеркал 244-245

Жарков М.Ю. Модуль дивертора токамака КТМ на основе литиевых технологий 245-246

Миньков К.Н. Использование установки плазменного травления в электролитографии 246

Аскаров Д.Р. Определение теплофизических свойств затвердевшего расплава материалов активной зоны реактора 247-248

Укубасов Н.Б. Исследование коррозионной стойкости хромоникелевой аустенитной стали, облученной в реакторе БН-350 249

Рогачев А.В. Пруцков Г.В. Постановка метода абсорбционной спектроскопии на синхротронной станции Ленгмюр 250

Костомаров П.С. Сравнительный анализ вариантов УИУФЛ по показателям с использованием порядковой шкалы оценок 251-252

Лашкова А.К. Влияние примеси хрома на доменную структуру кристалла ТГС 253

Терентьев А.В. Исследование композитных пленок ПФМС методом малоуглового рассеяния рентгеновских лучей 254

Гришин А.А. Лукин П.А. Самбурский Л.М. Аппаратно-программный комплекс измерения импульсных характеристик мощных полупроводниковых приборов 255-256

Титов П.А. Баженов Е.Д. Оптимизация параметров камер перистальтических пьезонасосов 257-258

Корпачев М.Ю. Стратегия развития ультрафиолетовой литографической технологии 259-260

Гриднева Д.Д. Влияние технологии на параметры откачки малогабаритного магнетрона с оксидным катодом 261

Исмаил-Заде М.Р. Самбурский Л.М. Программно-аппаратный комплекс для экстракции параметров SPICE моделей МОП транзисторов с учётом воздействия стационарного радиационного излучения 262-263

Ризаханов Р.Н. Полянский М.Н. Бармин А.А. Рудштейн Р.И. Конструкция трубопровода для транспортировки высокотемпературного теплоносителя в космических аппаратах 264-266

Александрова А.Б. Моделирование тепловых процессов диодов с использованием программы ISE TCAD 266-267

Валетин С.А. Экспериментальное исследование методов и средств поверки и калибровки форм и длительности сигналов аналоговых и цифровых осциллографов 267-268

Шеламов В.А. Разработка компьютерной системы моделирования пьезоактюаторов 268-270

Ерискин А.А. Распределения водорода и дейтерия в фольгах из вольфрама и тантала, облученных высокотемпературной плазмой аргона в заполненной D2O герметичной камере 270-271

Ромахин П.А. Повреждаемость оксида алюминия мощными импульсными потоками ионов, плазмы и лазерного излучения 271-272

Горелова Е.Г. Улучшение характеристик оксидно-никелевых катодов 272-273

Кожухов М.В. Исследование эффекта саморазогрева в SiGe гетеропереходных и Si биполярных транзисторах 273-274

Нуждин А.Д. Волков Ю.О. Исследование тонкопленочных наноструктур на основе MgO для устройств спинтроники 275

Миньков К.Н. Поверка анализатора размера частиц Malvern Zetasizer Nano ZS в диапазоне до 10 нм 275-276

Яговцев В.О. Метод декомпозиции в задаче формирования нанообъектов 276-277

Леденцова Н.Е. Ли И.П. Агломераты никеля и тройного карбоната (Ba, Ca, Sr) в производстве прессованных оксидно-никелевых катодов для магнетронов сантиметрового диапазона длин волн 277-278

Теплова Т.А. Разработка новых методов оценки СМК для метрологических институтов 278-279

Попов Д.А. Анализ основных параметров 45нм МОПТ с различной конфигурацией подзатворного диэлектрика с помощью САПР TCAD 279-280

Секция 4 " Информационные технологии в экономике, бизнесе и инновационной деятельности" 281-294

Красавина А.К. Согласованность разрабатываемого алгоритма распределения задач со стандартом управления проектами 281-282

Шибаев Р.В. Применение системы виртуализации 283

Савин И.И. Автоматизированное формирование команд для решения задач в системах управления проектами 284

Власова А.А. Разработка программы для выделения трендов на рынке ценных бумаг 285

Смусева Д.А. Синтез файлов трехмерных фракталов для 3d принтеров 286

Звездов Д.С. Зиязтдинов И.Б. Анализ показателей для математической модели прогнозирования курсов валют 287

Добролюбов Н.А. Вселенский монетарный обман: построение эконометрической модели справедливого курса Bitcoin 288-289

Прокофьев Д.О. Автоматизация моделей образовательных процессов с помощью технологии BPMS и методологии больших данных 289-291

Полойко Н.А. Вершковский Д.П. Использование менеджера ресурсов ОС QNX Neutrino для организации межпроцессного взаимодействия в распределенной многоконвейерной вычислительной среде 291-292

Лыжин И.Г. Ролич А.Ю. Интеграция технологии беспроводной передачи энергии в программно-аппаратный комплекс "Общественная розетка" 292-293

Иванов Е.Б. Колосков В.Л. Павлов И.Ю. Способы распределения компонентов вычислительных конвейеров в вычислительной среде L-NET 293-294

Секция 5 " Современные технологии дизайн проектирования" 295-309

Кузьмичев А.С. Использование мобильных устройств при чтении электронных периодических изданий: возможности и ограничения 295

Росинская К.А. Эволюция создания анимации 296-297

Денисов Р.А. Стрит-арт, как инструмент городского дизайна 297-298

Старусева-Першеева А.Д. Полиэкран как техническое решение и как художественный прием в видеоарте 298-299

Гусева О.И. Как применение новейших технологий влияют на развитие современной киноиндустрии 299-300

Гайнуллина А.Р. Выбор технологии построения паттерна на основе орнаментальных мотивов 300-301

Шестков Р.Б. Создание трехмерных макросред 301-302

Козлов А.А. Определение минималистичного, ограниченно последовательного интерфейса графических программ 302-303

Щукина П.В. Исследование возможностей использования дополненной реальности в повседневной жизни пользователя 304

Бакина Т.В. Кино аттракционов: историческая перспектива и современные технологии воздействия на зрительское восприятие 304-306

Семенов Е.А. Реляционные и документоориентированные базы данных в web-разработке приложений 306-307

Хорова И.К. Современные технологии в дизайне в период реиндустриализации 307-309

СОДЕРЖАНИЕ 310-319

ПРИЛОЖЕНИЯ 321-324

Научно-техническая конференция студентов,
аспирантов и молодых специалистов НИУ ВШЭ им.Е.В.Арменского.
Материалы конференции.

ISBN 978-5-94768-071-3

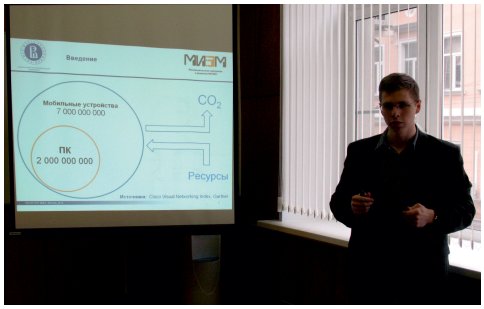
Подписано в печать 03.02.2015г. Формат 60x84/8. Бумага офсетная №2.
Печать ризография. Усл.печ.л. 40,5. Уч.-изд.л. 36,45. Тираж 100 экз.
Европейский центр по качеству
109028, Москва, Б.Трехсвятительский пер., д.3


Тема
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ РЕКОНФИГУРИРУЕМОЙ МНОГОКОНВЕЙЕРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ
Докладчик:
Полойко Никита
4-й курс, кафедра МТМиТ







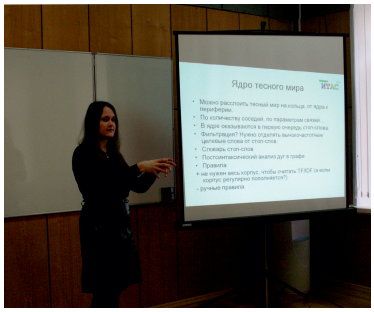

Введение
МИЭМ
Мобильные устройства
7 000 000 000
ПК
2 000 000 000
CO_2
Ресурсы










Ядро тесного мира
МИЭМ
• Можно расположить тесный мир на кольца от ядра к периферии.
• По количеству соседей, по параметрам связи.
• В ядре оказываются в первую очередь стоп-слова.
• Фильтрация? Нужно отделить высокочастотные целевые слова от стоп-слов.
• Словарь стоп-слов
• Постсинтаксический анализ дуг в графе
• Правила
и как нужен весь корпус, чтобы считать TF/IDF (и если корпус регулярно пополняется?)
• ручные правила






Новизна






SuperJob


SuperJob
www.superjob.ru




SuperJob






Общество с Ограниченной Ответственностью

«СТУДЕНЧЕСКИЙ ИННОВАЦИОННО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР»

Студенческий инновационно-научный центр (СИНЦ) образован в 2007 году на базе студенческого конструкторского бюро «Московского государственного института электроники и математики (технического университета)». Задачей Центра является выполнение широкого спектра научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ силами студентов, магистрантов и аспирантов МИЭМ.

Для руководства этими работами в СИНЦ привлекаются ведущие ученые МИЭМ, специализирующиеся в различных областях науки и техники. Такой подход позволяет СИНЦ выполнять научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по приоритетным направлениям развития науки и техники с участием победителей программы «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.), которые выполняются при финансовой поддержке государства в лице «Фонда действия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере».

СИНЦ оказывает поддержку не только МИЭМовцам, но и представителям других вузов России, среди которых ТГТУ (г. Тамбов), РГТУ (МАТИ) им. К. Э. Циолковского, РХТУ им. Д. И. Менделеева, МГУПТ (МИИТ), МГУЛ (г. Мытищи), ТПУ (г. Томск), МФТИ, ФИАН им. П. Н. Лебедева и др.

Однако деятельность СИНЦ не ограничивается только этим. Направления деятельности СИНЦ, нашедшие отражения в Уставе Общества разнообразны, среди них можно выделить следующие:

- научные исследования и разработки в области естественных и технических наук
- научные исследования и разработки в области общественных и гуманитарных наук
- проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ
- создание и использованию баз данных и информационных ресурсов
- информационно-вычислительное обслуживание
- формирование и реализация банков данных
- разработка программного обеспечения
- обработка данных
- исследование, проектирование и установка корпоративных информационных систем
- исследования, разработка, монтаж и установка аппаратно-программных комплексов
- разработка, монтаж и наладка сетевого оборудования
- разработка и реализация методик и обучающих программ и курсов
- сертификация продукции и услуг
- организация и проведение конференций и семинаров
- реклама, представительские услуги
- редакционно-издательская деятельность

По многим их этих направлений СИНЦ выполняет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по заказам ведущих предприятий и организаций России и стран СНГ. Наряду с научно-исследовательской деятельностью сотрудники СИНЦ оказывают учебно-консультационные услуги, а также сопровождение и поддержку своих разработок.

СИНЦ является постоянным участником научных форумов и выставок наукоемкой продукции в России и за рубежом, на которых, несмотря на свою молодость, его разработки неоднократно отмечались дипломами и медалями.

Подробную информацию о деятельности ООО «СИНЦ», выполненных проектах и текущих разработках можно получить на сайте: *http://skb.miem.edu.ru*.

Работа должна доставлять удовольствие!



Найдите себе работу по душе, и вам не придётся работать ни дня в своей жизни», — говорил Конфуций. Работа должна доставлять удовольствие! — именно с этой идеи в 2000 году и началась история портала Superjob.ru.

За 12 лет Superjob.ru стал самым авторитетным сайтом по поиску работы в России. Но при этом Superjob.ru — не просто рекрутинговый сайт, публикующий вакансии и резюме специалистов и предлагающий поиск работы и персонала. Superjob.ru — это место, где люди находят своё призвание, а значит, становятся счастливее.



Superjob.ru — место встречи профессионалов, для которых работа – это не только способ заработка, но и средство самовыражения. Ежедневно резюме на нашем портале оставляет более 110 000 человек. Каждый день на сайте присутствует более 170 000 вакансий. Среди наших клиентов, публикующих свои вакансии, как крупные российские и международные холдинги, так и небольшие компании с численностью персонала до 50 человек.

Superjob.ru — это работа в России и работа за рубежом, вакансии для выпускников вузов и специалистов с опытом. Это работа с полной занятостью и вакансии для тех, кто готов работать по совместительству.

Мы неустанно заботимся о репутации портала и ценим время всех тех, кто обращается к нам за помощью, поэтому каждое резюме и каждая вакансия подвергаются тщательной проверке.

Superjob.ru — это не только поиск работы. Портал приносит пользу и тем, кто уже нашёл работу своей мечты. Специалисты различного профиля могут общаться и обмениваться опытом в профессиональных Сообществах. На нашем портале можно найти полезные материалы по трудоустройству, получить помощь в составлении резюме, а также оформить подписку на горячие вакансии, что сделает поиск работы более эффективным.



Для тех, кто ищет разовую работу и подработку или специалистов по оказанию разного рода услуг, мы открыли раздел «Подработка».

Помимо резюме и вакансий на сайте ежедневно публикуются свежие опросы, проводимые специалистами нашего Исследовательского центра.

Более 8 миллионов человек уже разместили свои резюме на нашем портале. Более 600 000 компаний-работодателей, публикуя вакансии и просматривая резюме кандидатов, подбирают с нашей помощью нужных специалистов. И мы уверены, что это не предел, ведь Superjob.ru и дальше будет помогать людям найти отличную работу, а значит, стать счастливее!

Мы знаем, как помочь Вам найти работу Вашей мечты!

SuperJob