

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА



Факультет
вычислительной математики
и кибернетики



СБОРНИК ТЕЗИСОВ
ЛУЧШИХ
ДИПЛОМНЫХ РАБОТ
ФАКУЛЬТЕТА ВМК МГУ
2014 года

МОСКВА

2014

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени М.В. ЛОМОНОСОВА

Факультет вычислительной математики и кибернетики

**СБОРНИК ТЕЗИСОВ
ЛУЧШИХ
ДИПЛОМНЫХ РАБОТ
ФАКУЛЬТЕТА ВМК МГУ
2014 года**



МОСКВА – 2014

УДК 517.6 + 519.8
ББК 22
С23

*Данный сборник посвящается
светлой памяти Бориса Ивановича Березина –
инициатора Конкурса дипломных работ факультета ВМК,
заместителя декана факультета ВМК, превосходного педагога
и замечательного человека*

*Печатается по решению
Редакционно-издательского совета факультета
вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова*

Редакционный совет сборника:
Е.И. МОИСЕЕВ, С.А. ЛОЖКИН, В.Н. ЛЫКОСОВ, М.В. УЛЬЯНОВ,
А.Н. ТОМИЛИН, А.Н. СОТНИКОВ, М.В. ФЕДОТОВ, И.Г. ШЕВЦОВА

**Сборник тезисов лучших дипломных работ факультета
С23 ВМК МГУ 2014 года/** Сост.: Капалин И.В., Шевцова И.Г. – М.:
Издательский отдел Факультета ВМиК МГУ им. М.В. Ломоносова
(лицензия ИД N 05899 от 24.09.2001 г.); МАКС Пресс, 2014. –
119 с.

ISBN 978-5-89407-519-8
ISBN

В настоящий сборник вошли тезисы выпускных квалификационных работ,
выполненных студентами факультета Вычислительной математики и кибер-
нетики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
в 2014 году, представленные на конкурс лучших дипломных проектов.

УДК 517.6 + 519.8
ББК 22

Издательский отдел
Факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова
Лицензия ИД N 05899 от 24.09.01 г.

119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы,
МГУ имени М.В. Ломоносова, 2-й учебный корпус

Напечатано с готового оригинал-макета
Формат 60x90 1/16.

Издательство ООО "МАКС Пресс" Лицензия ИД N 00510 от 01.12.99 г.
119992, ГСП-2, Москва, Ленинские горы, МГУ имени М.В. Ломоносова, 2-й учебный корпус, 527 к.
Тел. 939-3890, 939-3891. Тел./Факс 939-3891.

ISBN 978-5-89407-519-8
ISBN

© Капалин И.В., Шевцова И.Г.,
составление, оформление, 2014
© Издательский отдел факультета
ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, 2014

Оглавление

КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

<i>Сунгатуллина Диана Ильдаровна</i> Метод совмещения медицинских изображений образцов тканей . . .	8
<i>Подорога Анастасия Владимировна</i> Прямые и обратные задачи для уравнений дорожного движения . . .	10
<i>Павлов Станислав Дмитриевич</i> Исследование эффекта подавления искажений в одной модели с интегральной обратной связью	12
<i>Печенко Иван Сергеевич</i> Адаптивный метод повышения качества дерматологических изображений	14
<i>Прокопенко Александр Сергеевич</i> Математическое моделирование распространения фемтосекундных импульсов в плазме в условиях двухфотонного поглощения . . .	16

КАФЕДРА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МОДЕЛИРОВАНИЯ

<i>Харюк Павел Васильевич</i> Методы обработки сигналов электроэнцефалограмм и магнитно-резонансной томографии	18
<i>Кузнецов Максим Алексеевич</i> Спектральный метод идентификации моделей со скрытыми переменными	19

КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Никишин Николай Глебович

- Разработка параллельного квантовомеханического численного кода для исследования молекулярных структур на гетерогенных вычислительных системах 21
-

КАФЕДРА НЕЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ

Сагадинова Елизавета Сергеевна

- Расширение области устойчивости для линейного объекта с запаздыванием с помощью стабилизирующей линейной обратной связи 23
-

КАФЕДРА ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ

Петровых Александр Сергеевич

- Математические модели управления риском портфелей внебиржевых производных финансовых инструментов 24

Гуров Илья Валерьевич

- Математические модели конкуренции на товарном рынке 26

Латий Владислав Витальевич

- Разработка метода решения задачи оптимизации механизма продаж потребительских товаров 27

Гайнуллова Светлана Ришатовна

- Функционалы, подчиненные рядам, и их применение к каскадному поиску решений функциональных уравнений в метрических пространствах. 29
-

КАФЕДРА СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА

Адмиральский Юрий Борисович

- Моделирование однородной ткани методом гибридных клеточных автоматов 31

Меньшиков Иван Владимирович

- Координированное управление коллективным движением прямоугольных параллелограммов при внешнем ограничении 33

Степенский Даниил Игоревич

- Экстремальные свойства фитнеса в модели эволюции видов Кроу-Кимуры 35

КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Гончаренко Мирослав Богданович

Метод пороговой обработки сигналов, основанный на порядковых статистиках, и его применение к реальным данным 36

Юрчук Максим Сергеевич

Разложения Корниша-Фишера и их применения 37

Сейфуллин Марат Тимурович

Асимптотический анализ матриц большой размерности 39

Никифоров Семен Юрьевич

Синхронизация сильно зашумленных сигналов магнитоэнцефалограмм 41

КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Потапенко Анна Александровна

Лингвистическая регуляризация вероятностных тематических моделей 42

Остапец Андрей Александрович

Анализ сигналов сенсорных устройств 44

Нижибицкий Евгений Алексеевич

Трекинг в видеопоследовательностях при помощи фильтра частиц 46

Любимцева Мария Михайловна

Логические корректоры в задачах распознавания 47

КАФЕДРА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КИБЕРНЕТИКИ

Сопин Валерий Валерьевич

Эргодические динамические системы в \mathbb{Z}_2^k 49

Носов Дмитрий Андреевич

О синтаксическом определении класса языков, распознаваемых недетерминированными программами на логарифмической памяти 52

Савостин Владислав Викторович

Криптоанализ криптосистемы Мак-Элиса-Сидельникова 53

Жукова Анна Александровна

Оценки длины тестов при инверсных неисправностях 54

КАФЕДРА АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Тимофеев Кирилл Васильевич

Разработка и реализация алгоритма имитации отжига для задачи выбора модулей встроенной вычислительной системы реального времени с учётом требований надёжности 56

Земцов Евгений Евгеньевич

Моделирование человеческого восприятия яркости объекта с использованием изображений широкого динамического диапазона . . . 58

Кириченко Владимир Владимирович

Распознавание символов на фотографиях с использованием случайных решающих лесов 60

Нападковский Вячеслав Вячеславович

Локально-адаптивный алгоритм обнаружения и устранения несоответствий по цвету между ракурсами стереоскопического видео . . 62

Никитин Михаил Юрьевич

Идентификация человека по лицу в видеопоследовательности . . . 64

Федоров Алексей Александрович

Разработка программного комплекса для автоматического измерения характеристик устройств отображения объемного видео 65

Морковник Данила Александрович

Исследование и разработка интерфейса пользователя платформы управления программно-конфигурируемыми сетями 68

КАФЕДРА АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ

Таболин Артем Викторович

Методы индексирования нотных записей для поиска 70

Широкий Роман Владимирович

Система поиска научных текстов по формулам 71

Борисов Алексей Викторович

Применение лексических моделей для статистического машинного перевода 73

Броварь Ирина Владимировна

Методы построения компьютерного словаря морфемных паронимов 75

Иванов Николай Игоревич

Разработка и реализация интеллектуального персонального помощника для мобильных устройств 77

<i>Кулагин Илья Сергеевич</i> Автоматическое перефразирование текстов на основе базы контекстов и тезауруса	79
<i>Курьшев Сергей Сергеевич</i> Разработка музыкальной рекомендательной системы	81
<i>Бельшиов Михаил Владимирович</i> Синтез схем и оценки сложности функций в некоторых моделях клеточных и планарных схем	82

КАФЕДРА СИСТЕМНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

<i>Колганов Александр Сергеевич</i> Отображение циклов с зависимостями на графический процессор .	84
<i>Устинова Евгения Сергеевна</i> Интеграция данных по свойствам веществ в специализированное пространство связанных данных	86
<i>Дудина Ирина Александровна</i> Методы обнаружения недокументированных возможностей в мобильных приложениях	88
<i>Горемыкин Олег Вячеславович</i> Разработка средств аппаратной конфигурации гостевой системы в эмуляторе QEMU	90
<i>Малахов Дмитрий Андреевич</i> Интеграция и обогащение библиографических данных	91
<i>Маллачиев Курбанмагомед Абдурагимович</i> Реализация механизмов защиты приложений от недоверенной ОС на аппаратной платформе технологии аппаратной виртуализации Advanced Micro Devices	93

Темы дипломных работ, защищенных в 2014 году (отделение специалистов)	96
---	----

Темы дипломных работ, защищенных в 2014 году (отделение магистратуры)	116
---	-----

Темы дипломных работ, защищенных выпускниками прошлых лет	118
---	-----

Именной указатель	119
-----------------------------	-----

МЕТОД СОВМЕЩЕНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ОБРАЗЦОВ ТКАНЕЙ

Работа удостоена диплома III степени

Сунгатуллина Диана Ильдаровна

Кафедра математической физики

email: diana.sungatullina@gmail.com

**Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Крылов Андрей
Сердженевич**

Совмещение изображений — фундаментальная задача в различных сферах обработки изображений, таких, как реконструирование 3-D сцены, распознавание объектов, построение карт глубины, обработка медицинских и аэрокосмических изображений, где данные, полученные с разных позиций, в различное время или с различных датчиков, должны быть выравнены или сравнены. При совмещении изображений происходит пространственное выравнивание двух изображений сцены так, что для каждой точки первого изображения (наблюдение) ищется преобразование, которое ставит в соответствие точку на втором изображении (шаблон).

В дипломной работе рассмотрена задача выравнивания гистологических срезов одной ткани. Предложено два метода совмещения: с использованием контуров изображения, общий для всех видов тканей, и с использованием дескриптора типа эллипсы, для видов тканей, содержащих железы.

В первом случае для каждой точки контура извлекается дескриптор, инвариантный к аффинным преобразованиям [1]. Задача поиска соответствий между точками шаблона и наблюдения является частным случаем задачи о назначениях, классическим методом решения которой является Венгерский алгоритм [2] с вычислительной сложностью $O(N^3)$, где N — количество точек контура шаблона или наблюдения. В дипломной работе исследована возможность существенного ускорения классического алгоритма за счет использования более простого жадного алгоритма ближайшего соседа с вычислительной сложностью $O(N \log N)$ [3] и анализа правильности совмещенных точек контуров на каждой итерации метода. Для нахождения параметров преобразования решается следующая задача минимизации:

$$\|\alpha RX - Y\|_2^2 \rightarrow \inf, R^T R = I,$$

где X, Y — матрицы центрированных координат шаблона и наблюдения, соответственно, α — коэффициент масштабирования, R — матрица поворота.

Второй метод совмещения, основанный на совмещении эллипсов изображений, состоит из трех этапов: выделение эллипсов, поиск соответствий между эллипсами шаблона и наблюдения и вычисление параметров аффинного преобразования. На первом этапе для замыкания контуров изображения используется нелинейная анизотропная диффузия [4], для чего

ищется решение следующего уравнения в частных производных в некоторый момент времени:

$$\frac{\partial u(\mathbf{r}, t)}{\partial t} = \nabla \cdot [D(u, \mathbf{r}) \nabla u(\mathbf{r}, t)],$$

где $u(\mathbf{r}, t)$ — интенсивность изображения в точке \mathbf{r} и во время t , $D(u, \mathbf{r})$ — тензор диффузии для u в точке \mathbf{r} , использующий гессиан функции u для направления диффузии ортогонально градиенту. Затем выделяются связные компоненты изображения, которые аппроксимируются эллипсами. На втором этапе для каждой пары эллипсов шаблона и наблюдения производится попытка совмещения эллипсов при помощи переноса и поворота, вычисленных по данной паре, вычисляется показатель перекрытия:

$$S = \sum_{i: 2d_i < r_i^{(t)} + R_i^{(t)}} \min(r_i^{(t)} R_i^{(t)}, r_{k_i}^{(o)} R_{k_i}^{(o)}),$$

$$d_i = d_{ik_i}, k_i = \arg \min_j d_{ij}, d_{ij} = |c_i^{(t)} - c_j^{(o)}|,$$

где $c_i^{(t)}$ и $c_j^{(o)}$ — центроиды, $r_i^{(t)}$ и $r_j^{(o)}$ — малые оси, а $R_i^{(t)}$ и $R_j^{(o)}$ — большие оси эллипсов шаблона и преобразованного наблюдения, соответственно. Для результирующего аффинного преобразования используется пара эллипсов с максимальным показателем перекрытия.

Разработанный быстрый алгоритм совмещения, основанный на поиске соответствий между точками контуров шаблона и наблюдения, не ухудшает качество совмещения классического Венгерского алгоритма, а также по коэффициенту Жакара превосходит существующие алгоритмы. Предложенный метод совмещения гистологических изображений, основанный на совмещении эллипсов, по пиковому отношению сигнала к шуму превосходит разработанный алгоритм совмещения по контурам, что свидетельствует о точном совмещении внутренних структур тканей.

Литература

1. Wang W., Jiang Y., Xiong B., and others. *Contour matching using the affine-invariant support point set*. IET Computer Vision, Vol. 8, Iss. 1, 35–44, 2014.
2. Kuhn H. W. *The Hungarian method for the assignment problem*. Naval Research Logistics Quarterly, Vol. 2, 83–97, 1955.
3. Vaidya P. M. *An $O(n \log n)$ algorithm for the all-nearest-neighbors problem*. Springer-Verlag, Discrete and Computational Geometry journal, vol. 4, No. 1, 101–115, 1989.
4. Weickert J. *Anisotropic Diffusion in Image Processing*. B.G. Teubner Stuttgart, 1998.

**ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ ЗАДАЧИ ДЛЯ УРАВНЕНИЙ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Работа удостоена диплома II степени

Подорога Анастасия Владимировна

Кафедра математической физики

email: anastasjonok@rambler.ru

**Научный руководитель: д.ф.-м.н. Тихонов Иван
Владимирович**

В последнее время внимание специалистов по математическому моделированию привлекают задачи из теории транспортных потоков. Эти задачи допускают исследование как на языке дифференциальных уравнений из механики сплошной среды, так и с помощью компьютерного моделирования. В моей дипломной работе удалось совместить оба подхода и провести численную проверку некоторых общих положений.

Для математического описания процесса дорожного движения по однополосной дороге вводятся следующие характеристики: координата x вдоль дорожного полотна, время t , скорость потока $v(x, t)$, плотность потока $\rho(x, t)$ и величина потока $q(x, t)$ (подробнее см. [1]).

Эти величины связаны соотношениями:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad q(x, t) = \rho(x, t) v(x, t), \quad (1)$$

$$v(x, t) = V(\rho(x, t)), \quad V = V(\rho) \downarrow, \quad q = Q(\rho) = \rho V(\rho). \quad (2)$$

Первое соотношение в (1) есть закон сохранения автомобилей, второе — формула потока. Специфику дорожного движения определяет первое соотношение в (2), которое называется законом безопасного движения. Оно означает, что при увеличении плотности потока, скорости уменьшаются. Отсюда следует зависимость величины потока от плотности, называемая фундаментальной диаграммой $Q(\rho)$.

Возникающие задачи разбиваются на два класса. В прямых задачах диаграмма $Q(\rho)$ считается заданной, и значения ρ , v , q находятся из соответствующих дифференциальных уравнений с помощью начальных и краевых условий. Если же фундаментальная диаграмма неизвестна, то возникает обратная задача о нахождении зависимости $Q(\rho)$ по дополнительным измерениям величин ρ и v .

На практике зависимость $Q(\rho)$ обычно неизвестна, и есть несколько конкурирующих моделей движения. Для их получения можно ввести одномерный аналог уравнения Эйлера, где роль давления играет плотность:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{k^2}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial x} = 0. \quad (3)$$

Особое значение имеет коэффициент k , называемый скоростью распространения возмущений. Знание k позволяет восстановить фундаменталь-

ную диаграмму $Q(\rho)$. В дипломной работе рассмотрены разные модели, где коэффициент k зависит от плотности ρ .

Первая модель — модель Гринберга, соответствующая постоянному значению k . Если коэффициент k прямо пропорционален ρ , то возникает модель Гриншильда. Рассмотрена также модель «с обратной зависимостью», когда коэффициент k обратно пропорционален плотности ρ .

Возникает вопрос о том, какая из моделей предпочтительнее. На практике обычно прибегают к эмпирическим замерам «в полевых условиях». В дипломе предложен иной подход. Мною была разработана компьютерная программа “Cars”, имитирующая движение группы автомобилей по однополосной дороге и позволяющая снимать основную цифровую информацию о скоростях и плотностях транспортных потоков.

Программа основана не на уравнениях (1)–(3), а на имитации процесса управления индивидуальным автомобилем с помощью соображений из кинематики. Физические параметры взяты в точном соответствии с реальными дорожными условиями. Программа “Cars” позволяет смоделировать движение больших групп автомобилей ($2 \leq N \leq 1000$) по прямолинейным и кольцевым однополосным дорогам значительной протяженности. В результате тестирования на многих режимах были подтверждены эффекты, известные ранее из общей теории.

Так, при движении автомобилей по кольцевой автодороге детально исследован механизм образования локальных пробок, перемещающихся со временем против движения потока. Возникновение таких пробок было предсказано в [2] на основе уравнений (1)–(3).

Также проведены расчеты зависимости скорости v от плотности ρ при разных дорожных ситуациях на кольце. Результаты весьма точно соответствуют теоретическому закону «с обратной зависимостью» для коэффициента $k = 1.5/\rho$. Модели Гринберга и Гриншильда плохо сочетаются с полученными данными.

В итоге решена задача о нахождении фундаментальной диаграммы, соответствующей компьютерной программе “Cars”. Получены большие объемы числовых данных, анализ которых весьма полезен для практики. Некоторые результаты коротко анонсированы в [3].

Литература

1. Гасников А. В. и др. *Введение в математическое моделирование транспортных потоков: Учебное пособие*. М.: МЦНМО, 2013.
2. Смирнов Н. Н., Киселев А. Б., Никитин В. Ф., Юмашев М. В. *Математическое моделирование автотранспортных потоков*. М.: Мехмат МГУ, 1999.
3. Подорога А. В. *Имитационные компьютерные модели в задачах однополосного дорожного движения* // Системы компьютерной мате-

матики и их приложения: материалы XV Международной научной конференции. — Смоленск: Изд-во СмолГУ, 2014. — С. 42–44.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ПОДАВЛЕНИЯ
ИСКАЖЕНИЙ В ОДНОЙ МОДЕЛИ С ИНТЕГРАЛЬНОЙ
ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ**

Работа удостоена диплома I степени

Павлов Станислав Дмитриевич

Кафедра математической физики

email: staspavlov92@gmail.com

**Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Разгулин
Александр Витальевич**

Рассматривается новый метод организации управления в системах с оптической обратной связью, где кроме управляющего сигнала пропорционального интенсивности интерференционной картины используется его интеграл по времени. Динамика фазовой модуляции $u = u(x, y, t)$, вносимой нелинейным оптическим элементом в контуре обратной связи, описывается начально-краевой задачей для нелокального по времени функционально-дифференциального уравнения диффузии

$$\tau \frac{\partial u}{\partial t} + u - d\Delta u = K \left[I_{fb} + G \int_{\theta}^t (I_{fb} - [I_{fb}]) dt \right], u|_{t=0} = u_0(x, y)$$

с периодическими граничными условиями на прямоугольной апертуре светового пучка. Здесь τ — характерное время релаксации нелинейности, $d \in (0, 1)$ — эффективный коэффициент диффузии, Δ — оператор Лапласа, $K > 0$ — коэффициент, характеризующий силу проявления нелинейных эффектов в оптической системе, $G \geq 0$ — коэффициент усиления в дополнительном интегральном по времени контуре обратной связи, θ — момент подключения дополнительного контура, $I_{fb} \equiv I_{fb}(x, y, t) = 1 + \gamma \cos(u(x, y, t) + \varphi(x, y, t))$ — распределение интенсивности на выходе из контура обратной связи, $[I_{fb}] \equiv [I_{fb}(t)]$ — его усреднение по апертуре, $0 < \gamma < 1$ — видность интерференционной картины, $\varphi(x, y, t)$ — искажение фазы входного поля.

При $G = 0$ модель описывает динамику ряда широко изученных оптических систем, например, нелинейного кольцевого резонатора в случае однопроходового приближения или нелинейного интерферометра с обратной связью [1-2]. В случае $G > 0$ ожидалось улучшение качества подавления фазовых искажений вплоть до полной компенсации в случае стационарной входной волны.

В процессе исследования был проведен математический анализ модели для случая стационарных фазовых искажений. Было выведено уравнение, позволяющее найти все состояния равновесия рассматриваемой системы,

и проведено исследование их устойчивости. Полученные результаты показывают возможность полного подавления стационарных фазовых искажений при правильном выборе начального состояния системы.

Также в данной работе приводятся результаты численного моделирования подавления двумерных фазовых искажений. Для дискретизации системы использовался конечно-разностный метод в сочетании с итерационным процессом и методом быстрого дискретного преобразования Фурье на каждом расчетном временном слое. Для оценки качества подавления искажений исследовались представляющие наибольший практический интерес классы входных световых пучков: стационарные искажения, бегущие волны, искажения с осциллирующей амплитудой и вращающиеся искажения. Продемонстрирован эффект полной самокомпенсации стационарных гармонических фазовых неоднородностей малой амплитуды, полностью согласующийся с результатами математического анализа. Показана возможность частичного подавления динамических искажений, проанализированы зависимости качества компенсации искажений от пространственно-временных параметров волн.

Результаты исследования подтверждают перспективность использования рассматриваемой схемы организации управления в высокоразрешающих адаптивных системах коррекции волнового фронта для подавления как стационарных, так и динамических искажений. Некоторые результаты работы опубликованы в [3].

Литература

1. Vorontsov M. A., Larichev A. V. *Intelligent laser systems: adaptive compensation of phase distortions in nonlinear system with two-dimensional feedback*. Proc. SPIE, 1991, Vol. 1409, pp. 260-266.
2. Vorontsov M. A., Shishakov K. V. *Phase-distortion suppression in nonlinear cavities with gain*. Journal of Optical Society of America B, 1992, Vol. 9, No. 1., pp. 71-77.
3. Ларичев А. В., Павлов С. Д., Разгулин А. В. *Моделирование компенсации искажений в нелинейной оптической системе с интегральной обратной связью*. Научная конференция «Тихоновские чтения» (Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, 29–31 октября 2012 г.). Тезисы докладов, М.: МАКС Пресс, 2012, с. 56.

АДАПТИВНЫЙ МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ДЕРМАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Работа удостоена диплома III степени

Печенко Иван Сергеевич

Кафедра математической физики

email: reizennn@mail.ru

**Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Крылов Андрей
Сердженевич**

Одной из основных проблем в обработке дерматологических изображений, в частности, изображений пятна, подозрительного на меланому, является их зашумлённость волосами, которые должны быть убраны с изображений перед тем, как эти изображения могут быть подвергнуты анализу. Большинство существующих алгоритмов удаления волос с изображений состоят из двух шагов: детектирования пикселей волос и восстановления участков изображения, покрытых волосами, с минимальным повреждением изображения. Нахождение волос обычно производится одним из стандартных детекторов контуров [1], а восстановление изображения производится с помощью одного из алгоритмов ретуширования изображений. На сегодняшний день известны методы ретуширования, основанные на использовании нелинейных уравнений в частных производных и текстурно-основанные методы.

В данной работе описывается метод решения задачи удаления волос с изображений, который добавляет третий шаг алгоритма: повышение резкости контуров для удаления ненужного размытия, возникающего после ретуширования.

Нахождение волос обычно состоит в начальном детектировании контуров, за которым следует удаление найденных мелких артефактов, восстановление разорванных контуров волос и удаление с полученного изображения границы пятна.

Мы используем для начального детектирования волос свёртки изображения с функциями Габора, повернутыми в разных направлениях и взятые с разными масштабами. Мы используем фильтры Габора в следующей форме:

$$g(x, y; \lambda; \theta; \psi; \sigma; \gamma) = \exp\left(-\frac{X^2 + \gamma^2 Y^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(\frac{2\pi X}{\lambda} + \psi\right),$$

где

$$X = x \cos \theta + y \sin \theta,$$

$$Y = -x \sin \theta + y \cos \theta.$$

После этого для получения изображения волос мы берём в каждом пикселе максимум по всем значениям данного пикселя во всех полученных свёртках. Последующие шаги детектирования волос используют эвристи-

чески подобранные алгоритмы, основанные на методах математической морфологии.

Для восстановления изображения в данной работе взят метод Борнеманна-Марца [2], основанный на использовании уравнений в частных производных. Он последовательно восстанавливает пиксели от границы неизвестной области, пока вся область не становится закрашенной. Преимуществом этого метода является сохранение локальных геометрических характеристик изображения. Значения восстановленных пикселей рассчитываются по формуле:

$$u(x) = \frac{\sum_{y \in \varepsilon(x)} w(x, y)u(y)}{\sum_{y \in \varepsilon(x)} w(x, y)},$$

где

$$w(x, y) = \frac{1}{|x - y|} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2}(c^\perp(x)(x - y))^2\right).$$

Здесь $\varepsilon(x)$ - окрестность данного пикселя, состоящая только из известных пикселей, $c^\perp(x)$ - направление, параллельное контуру, σ - параметр метода.

Новый двумерный алгоритм деформации пиксельной сетки [3] был использован в данной работе для решения задачи повышения резкости границ. Идея состоит в том, чтобы переместить пиксели из окрестности размытого контура ближе к его центру. Преимущество этого метода состоит в том, что он не требует точной информации о ядре размытия.

Предложенный алгоритм удаления волос с дерматологических изображений был реализован, опробован на наборе изображений меланомы и показал достаточно хорошие результаты.

Литература

1. Canny J. *A Computational Approach to Edge Detection* // IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 8, 1986, pp. 679-714.
2. Bornemann F., Marz T. *Fast Image inpainting based on coherence transport* // J math Imaging Vis, vol. 28, 2007, pp. 259-278.
3. Насонова А.А., Крылов А.С. «Повышение резкости изображений на основе деформации пиксельной сетки» // Тезисы конференции «Ломоносовские чтения 2014». ВМК МГУ, 2014, с. 40-41.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
РАСПРОСТРАНЕНИЯ ФЕМТОСЕКУНДНЫХ ИМПУЛЬСОВ
В ПЛАЗМЕ В УСЛОВИЯХ ДВУХФОТОННОГО
ПОГЛОЩЕНИЯ**

Работа удостоена диплома III степени

Прокопенко Александр Сергеевич

Кафедра математической физики

email: sanchell1239@rambler.ru

**Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Федотов Михаил
Валентинович**

Как известно, в настоящее время все большее применение в различных областях науки находят фемтосекундные лазерные импульсы. Это обусловлено их свойствами: сверхкороткой длительностью, позволяющей исследовать быстро протекающие процессы, и высокой интенсивностью, которая может существенно превосходить интенсивность внутриатомного поля. Широкое применение такие импульсы находят в задачах передачи информации по оптическим волокнам.

В литературе разностные схемы для решения похожих задач уже строились. Например, А.Г.Волков и В.А.Трофимов[3] построили консервативную разностную схему для задачи распространения фемтосекундного лазерного импульса с аксиально-симметричным профилем в среде с кубической нелинейностью

В дипломной работе рассмотрено математическое моделирование распространения фемтосекундных импульсов в плазме в условиях двухфотонного поглощения. С помощью методов нелинейной оптики импульсы с длительностью порядка 700 фемтосекунд приводятся к импульсам порядка 10 фемтосекунд. Для этого используется система уравнений с нелинейным нестационарным уравнением Шредингера

$$\begin{cases} \frac{\partial u}{\partial z} + iD \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + i\alpha \rho u + \delta |u|^2 u = 0 \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\rho}{\tau} = q |u|^4 \\ u|_{z=0} = u_0(t) \\ \rho|_{t=0} = 0 \end{cases}$$

Были разработаны адаптивные граничные условия

$$\frac{\partial u}{\partial z} \mp 2D\Omega \frac{\partial u}{\partial t} + iD\Omega^2 u + i\alpha \rho u + \delta |u|^2 u = 0$$

в которых знак минус соответствует левому граничному условию, плюс - правому. Отмечу, что в данном случае локальное волновое число Ω зависит от вычисляемого слоя. Ранее в литературе были исследованы лишь

неотражающие граничные условия, где данный параметр был постоянной величиной.

Для численного решения задачи была построена разностная схема для уравнения Шредингера, вычисляемая методом прогонки с использованием метода простой итерации. Также была разработана программа в среде программирования MatLab, представляющая собой интерфейс для вычисления разностной схемы, внедрен модуль для вычисления солитонного решения, которым можно приблизить соответствующую построенную функцию.

Проведены вычисления, показывающие, что керровская нелинейность при отрицательном параметре может быть приближена солитоном при условии наличия двухфотонного поглощения.

Результаты дипломной работы были доложены на международной конференции [4], по результатам которой была написана статья [5], а также готовится материал для статьи [6].

Литература

1. Самарский А. А. *Введение в численные методы*. М.: Наука, 1987.
2. Самарский А. А. *Теория разностных схем*. -3-е изд., испр.-М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989.
3. Трофимов В. А., Волков А. Г. *Консервативная разностная схема для задачи распространения фемтосекундного лазерного импульса с аксиально-симметричным профилем в среде с кубической нелинейностью*. Журнал вычислительной математики и математической физики, 2007, том 47, № 10.
4. Трофимов В. А., Денисов А. Д., Федотов М. В., Прокопенко А. С. *Adaptive artificial boundary conditions for Schrodinger equation with non-instantaneous nonlinearity*. PIERS, Stockholm, Sweden, 12-15 августа 2013 года.
5. Trofimov V. A., Denisov A. D., Fedotov M. V., Prokopenko A. S. *Adaptive artificial boundary conditions for Schrodinger equation with non-instantaneous nonlinearity*. в сборнике PIERS 2013 Stockholm, место издания Stockholm, SWEDEN, с. 648-652.
6. Trofimov V. A., Lysak T. M., Fedotov M. V., Prokopenko A. S. *Self-similar Shape Mode of Optical Pulse Propagation in Medium with non-stationary Absorption*. в сборнике Laser Physics Workshop 2014.

**МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ
ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ И
МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ**

Работа удостоена диплома II степени

Харюк Павел Васильевич

Кафедра вычислительных технологий и моделирования

email: hariyuki.pavel@gmail.com

**Научный руководитель: д.ф.-м.н., в.н.с. Оселедец Иван
Валерьевич**

С развитием новых методов медицинского исследования появилась возможность изучать работу человеческого мозга неинвазивно, что открыло новый этап в развитии нейрофизиологии как науки, изучающей деятельность нервной системы.

Регистрация активности мозга проводится разными способами. Среди прочих методов используют запись электрических потенциалов (электроэнцефалография, или ЭЭГ) и измерения гемодинамических реакций мозга (функциональная магнитно-резонансная томография, фМРТ). При этом в последние годы развивается т.н. *мультимодальный анализ*, основанный на сопоставлении данных, полученных несколькими различными методами, и одним из подходов к изучению мозговой активности является анализ совместной ЭЭГ-фМРТ записи [1].

Однако, при этом возникают дополнительные проблемы, связанные с интеграцией оборудования для обеспечения возможности одновременного сбора данных, т.к. нет никакой гарантии того, что события, происходящие в мозге, будут точно повторяться при последовательном проведении одного эксперимента для каждой изучаемой модальности. Одновременный сбор данных осложняется ещё и тем, что возникают различные артефакты записи, вызванные взаимодействием оборудования. В случае ЭЭГ-фМРТ экспериментов на сигнал, соответствующий нейронной активности, накладывается артефакт, вызванный последовательным сбором фМРТ данных, и баллистикадиограммный артефакт, вызванный движением крови в магнитном поле томографа. В силу того, что указанные артефакты вносят ощутимые искажения в ЭЭГ запись, необходима предварительная очистка записи от дефектов. В первой части данной работы рассмотрены характерные особенности указанных артефактов и реализован метод очистки на основе AAS/OBS подхода [2].

Во второй части рассмотрено применение вейвлет-тензорного преобразования (WTT, [3,4]) для сжатия фМРТ данных, которые представляют собой набор послойно считанной информации с объёма головы. Так как в результате мы имеем набор однородных трёхмерных данных, можем интерпретировать их как тензор и применять тензорные разложения для компактного хранения. В работе рассмотрено применение WTT разложения для двух случаев: 3D-подход, при котором каждый объём сжимается

отдельно от остальных, и 4D-подход - сжатие всего набора данных.

Литература

1. Mulert C., Lemieux L. *EEG - fMRI: Physiological Basis, Technique, and Applications*. Springer, 2009.
2. Niazy R. K., Beckmann C. F., Iannetti G. D., Brady J. M., Smith S. M. *Removal of fMRI environment artifacts from EEG data using optimal basis sets*. Neuroimage, 28(3):720–37, 2005.
3. Oseledets I. V., Tyrtushnikov E. E. *Algebraic wavelet transform via quantum tensor train decomposition*. SIAM J. Sci. Comput., 33(3):1315–1328, 2011.
4. Kazeev V. A., Oseledets I. V. *The tensor structure of a class of adaptive algebraic wavelet transforms*. Preprint 2013-28, ETH SAM, Zürich, 2013.
5. Sanei S., Chambers J.A. *EEG Signal Processing*. Wiley, 2007.

СПЕКТРАЛЬНЫЙ МЕТОД ИДЕНТИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ СО СКРЫТЫМИ ПЕРЕМЕННЫМИ

Работа удостоена диплома I степени

Кузнецов Максим Алексеевич

Кафедра вычислительных технологий и моделирования

email: earendilllock@ya.ru

**Научный руководитель: д. ф. - м. н., доц. Оселедец Иван
Валерьевич**

Скрытые марковские цепи (Hidden Markov models, HMM) являются важным инструментом в различных приложениях. Они используются в задаче распознавания речи [2], обработке естественного языка [3] и геномных последовательностей и множестве других. Состояние наблюдений скрытой марковской цепи x_k зависит от скрытого состояния h_k , где h_1, \dots, h_k образуют классическую цепь Маркова. Дискретная скрытая цепь полностью определяется начальным распределением $\vec{\pi} \in \mathbb{R}^r$, матрицей перехода $T \in \mathbb{R}^{r \times r}$ для скрытых состояний и матрицей вероятностей наблюдений $O \in \mathbb{R}^{n \times r}$, где n количество наблюдаемых состояний, а r количество скрытых состояний. Основной задачей является оценка совместного распределения вероятностей

$$P[i_1, \dots, i_t] = Pr(x_1 = i_1, \dots, x_t = i_t), \quad (1)$$

при условии, что известны только последовательные наблюдения x_1, \dots, x_N скрытой марковской цепи. Классический способ сделать это — оценить параметры $T, O, \vec{\pi}$ по данным используя, например, алгоритм

наибольшего правдоподобия (Expectation Maximization algorithm, EM-algorithm), который является методом локальной оптимизации и может сойтись к локальному максимуму.

Другой способ оценивать совместное распределение вероятности (1) напрямую, не оценивая параметры. В таком случае эффективно использовать спектральные алгоритмы (например [1]). В данной работе предложен новый метод построения совместного распределения вероятности скрытой цепи с помощью последовательности наблюдений на основе применения *разложения в тензорный поезд* (tensor-train decomposition, TT-decomposition) как малопараметрической модели. Основным преимуществом такого метода является то, что он не требует никаких обращений а также ограничений на количество скрытых параметров. Мы можем переоценить количество скрытых параметров r , но алгоритм все равно будет производить вполне осмысленные оценки.

Мы формулируем проблему отыскания оценки для совместного распределения вероятности, как задачу тензорной аппроксимации. Тензорные методы уже были успешно применены к задаче идентификации моделей со скрытыми параметрами. В данной работе использовалось ТТ-разложение [4, 5] в качестве основного инструмента, так как такое разложение наиболее соответствует структуре скрытой цепи. Алгоритм построения тензорной аппроксимации в ТТ-формате основывается на алгоритме переменных направлений, сходимость которого установлена.

В работе предложен эффективный алгоритм изучения скрытых цепей, использующий ТТ-формат, имеющий полиномиальную сложность относительно n и r , подходящий для оценки совместного распределения вероятности. Было проведено сравнение эффективности предложенного алгоритма и спектрального алгоритма [1] в смысле точности оценки совместного распределения, которое показало, что в случае точного выбора количества скрытых состояний r оба алгоритма дают сравнимые оценки, однако, в случае если r переоценено, ТТ-алгоритм дает существенно лучшие оценки.

Литература

1. Daniel Hsu, Sham M Kakade, and Tong Zhang. *A spectral algorithm for learning hidden Markov models*. J. Comput. Syst. Sci., 78(5):1460–1480, 2012.
2. Xuedong D. Huang, Yasuo Ariki, and Mervyn A. Jack. *Hidden Markov models for speech recognition*, volume 2004. Edinburgh university press Edinburgh, 1990.
3. Lawrence Rabiner. *A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition*. Proc. IEEE, 77(2):257–286, 1989.

4. I. V. Oseledets and E. E. Tyrtyshnikov. *Breaking the curse of dimensionality, or how to use SVD in many dimensions*. SIAM J. Sci. Comput., 31(5):3744–3759, 2009.
5. I. V. Oseledets. *Tensor-train decomposition*. SIAM J. Sci. Comput., 33(5):2295–2317, 2011.

**РАЗРАБОТКА ПАРАЛЛЕЛЬНОГО
КВАНТОВОМЕХАНИЧЕСКОГО ЧИСЛЕННОГО КОДА ДЛЯ
ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СТРУКТУР НА
ГЕТЕРОГЕННЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ**

Работа удостоена диплома I степени

Никшин Николай Глебович

Кафедра автоматизации научных исследований

email: mail@nikishinng.ru

**Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Попов Александр
Михайлович**

Одним из важнейших направлений в наноэлектронике являются исследования, направленные на создание новой универсальной энергонезависимой памяти компьютера. В качестве основы для создания такой памяти предполагается использование ячеек из материалов, меняющих под действием внешних полей и температуры свою структуру [1-2].

В этом ключе в последнее время уделяется много внимания различным формам углерода. Легко включаемый в матричную структуру аморфный углерод (а-С) особенно интересен и перспективен в данной области. Эксперименты, выполненные в исследовательской лаборатории IBM в Цюрихе, показали, что свойства переключения сопротивления в тонких плёнках аморфного углерода аналогичны теллуридным сплавам [3]. Существенное переключение проводимости углеродных наноточек происходит благодаря структурному фазовому переходу второго рода.

В работе [4] использовалась математическая модель молекулярной динамики Кара — Паринелло на основе приближения Борна — Оппенгеймера [5]. Были проведены расчёты фазового перехода на суперкомпьютере IBM Blue Gene/P, установленном на факультете ВМК МГУ имени М.В. Ломоносова, при помощи кода CPMD (Car — Parrinello Molecular Dynamics).

С их помощью было показано переключение структуры ионов а-С в графитовую слоистую структуру под действием температуры и был найден обобщенный структурный параметр такой перестройки. Однако, время релаксации электронов и быструю эволюцию электронной системы через возбужденные состояния, определяющие проводимость наноточки невозможно определить в приближении Борна — Оппенгеймера.

В настоящей работе используется концепция разделения медленной эволюции структурной перестройки ионов, полученной в [4] с найденными структурными параметрами и решается система уравнений Шредингера для электронной системы. При этом используется набор возбужденных орбиталей Кона — Шэма, и энергии орбиталей, найденные в [4].

Такое моделирование требует больших вычислительных ресурсов. В работе [4] было смоделировано 192 атома с периодическими граничными условиями. Однако моделирование проводящей наноточки из эксперимента целиком требует рассмотрения на порядки большего числа атомов и учёта непроводящих границ. Одним из распространённых подходов увеличения производительности вычислительных систем является использование ускорителей на вычислительных узлах. Архитектуры таких систем называют гетерогенными. С развитием программного и аппаратного обеспечения, позволяющего использовать графические ускорители (GPU) для вычислений общего назначения, встаёт вопрос об эффективности их использования для моделирования больших молекулярных структур.

Целями данной работы служат:

- Формулировка многомасштабной модели фазового перехода, основанной на молекулярной динамике CPMD и редуцированной молекулярной динамике Эренфеста.
- Выделение структурного параметра, характеризующего переход структуры от аморфного состояния к кристаллическому, на основе данных, полученных в ходе расчётов на CPMD.
- Расчёт перестройки в ходе эволюции электронной подсистемы на основе редуцированной молекулярной динамики Эренфеста с использованием найденного структурного параметра.
- Создание программ для расчётов на системах с гетерогенной архитектурой.
- Проведение расчётов на вычислительных системах с гетерогенной архитектурой, в том числе на суперкомпьютере «Ломоносов» НИВЦ МГУ, где имеется возможность использования гибридных вычислительных узлов с CPU и GPU.

Литература

1. Standley B., Bao W., Zhang H., et al. *Graphene-based atomic-scale switches* // Nano Lett. 2008. 8, N 10. 3345–3349.
2. Попов А.М. *Вычислительные нанотехнологии*. М.: КноРус, 2014. 312 с.

3. Sebastian A., Pauza A., Rossel C., Shelby R.M., Rodriguez A.F., Pozidis H., Eleftheriou E. *Resistance switching at the nanometer scale in amorphous carbon* // New Journal of Physics, 2011, V. 13, P. 013020.
4. Шумкин Г. Н., Попов А. М. *Моделирование из первых принципов фазового перехода в аморфном углероде* // Математическое моделирование. 2012. 24, № 10. 65–79.
5. Car R., Parrinello M. *Unified approach for molecular dynamics and density-functional theory* // Phys. Rev. Lett. 1985. 55. 2471–2474.

**РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ
ЛИНЕЙНОГО ОБЪЕКТА С ЗАПАЗДЫВАНИЕМ С
ПОМОЩЬЮ СТАБИЛИЗИРУЮЩЕЙ ЛИНЕЙНОЙ
ОБРАТНОЙ СВЯЗИ**

*Работа удостоена диплома II степени
Сагадинова Елизавета Сергеевна*

*Кафедра нелинейных динамических систем и процессов управления
email: elizaveta-sagadinova@yandex.ru*

**Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Фурсов Андрей
Серафимович**

В данной работе рассматривается следующая задача.

Для линейного объекта с неопределенным запаздыванием

$$\dot{x}(t) = Ax + Dx(t - \tau) + bu,$$
$$A, D \in \mathbb{R}^{2 \times 2}, b \in \mathbb{R}^{2 \times 1}, \tau > 0;$$

требуется найти обратную связь вида $u = -kx$, $k \in \mathbb{R}^{1 \times 2}$ такую, чтобы объект был устойчив для $\forall \tau \in [0, \tilde{\tau}]$, обеспечивающую при этом максимально возможное значение $\tilde{\tau}$ (обозначим его через τ_{max}).

Предполагается, что вектор $k \in \mathfrak{D}$, множество \mathfrak{D} — ограниченное и замкнутое.

В двух частных случаях:

1. $\det D = 0$, $d_{11} = -d_{22}$,
2. $\det D = 0$,

было получено аналитическое решение поставленной задачи.

В общем случае предложен конструктивный численный алгоритм, позволяющий получить нижнюю оценку значения τ_{max} , а также найти линейную обратную связь, при которой достигается эта оценка.

Кроме того, в данной работе получен интересный результат: приведены условия, при которых значение τ_{max} может быть бесконечным, т. е. исследуемый объект с неопределенным запаздыванием, удовлетворяющий

определенным условиям, будет устойчив для любого сколь угодно большого значения запаздывания. Также был подобран пример, иллюстрирующий подобное свойство.

Литература

1. Gouaisbaut F. Perruquetti W. J.-P. Richard *Sliding mode control for systems with time delay // Sliding mode control in engineering* New York: Marcel Dekker, 2002.
2. Wim M., Niculescu S.-I. *Stability regions in delay parameter-space // Stability and Stabilization of Time-Delay Systems* Philadelphia: SIAM, 2007.
3. Эльсгольц Л. Э., Норкин С. Б. *Введение в теорию дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом* М.: Наука, 1971.
4. Филимонов А. Б. *Спектральная декомпозиция систем с запаздыванием. Компенсация запаздываний* М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.
5. Yuanqing Xia, Mengyin Fu, Peng Shi *Lecture Notes in Control and Information Sciences* Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ПОРТФЕЛЕЙ ВНЕБИРЖЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ФИНАНСОВЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Петровых Александр Сергеевич

Кафедра исследования операций

email: alexpetrovuykh@mail.ru

*Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Денисов Дмитрий
Витальевич*

Управление рисками — неотъемлемый компонент деятельности любого банка, а в настоящее время, когда после финансово-экономического кризиса 2008–2010 годов банкам со стороны регуляторов предъявляются все большие и большие требования в области риск-менеджмента, данная проблема актуальна как никогда.

Наиболее распространенным и важным способом управления банковскими рисками является лимитирование концентрации риска. Очень важно правильно оценить величину риска, связанного с теми или иными финансовыми операциями. Так как, с одной стороны, устанавливая слишком высокие лимиты на «сомнительные» операции, банк увеличивает значение потенциальных потерь, связанных с возникновением неблагоприятных событий, и подвергает себя чрезмерному риску. С другой стороны, занижая лимиты, риск-менеджеры банка ограничивают возможности инвестиционной деятельности компании.

В рамках данной работы разработана и применена на практике математическая модель, позволяющая численно оценить три вида банковских рисков (кредитный, рыночный и риск ликвидности), связанных с торговлей валютными внебиржевыми производными финансовыми инструментами (далее ПФИ).

Предложенная методика оценки соответствующих видов рисков, основана на методе Монте-Карло, в рамках которого вычисляются максимальные потери, которые может понести портфель ПФИ в течение определенного интервала времени с заранее заданной вероятностью (например, 95% или 99%). Так как, в отличие от биржевых контрактов, для внебиржевых ПФИ не предусмотрены ежедневные расчеты и выплаты по вариационной марже, а срок действия рассматриваемых инструментов может достигать нескольких лет, то целесообразно моделировать достаточно большее количество сценариев на длительные периоды времени вперед.

В стандартных моделях ценообразования, основанных на принципе отсутствия арбитражных возможностей, стоимости рассматриваемых валютных ПФИ главным образом зависят от обменных курсов валют, кривых доходности и поверхностей подразумеваемой волатильности.

Так как на практике кривые доходности и поверхности волатильности доступны лишь в виде наборов отдельных точек, то для достаточно больших портфелей ПФИ количество исходных факторов неопределенности может достигать нескольких сотен и даже тысяч переменных. Адекватное реальности моделирование случайного процесса такой размерности неосуществимо. Если же моделировать каждый фактор отдельно, то, во-первых, не будет учтена взаимная корреляция факторов неопределенности, во-вторых, симуляция большого количества сценариев для каждого из исходных факторов займет слишком много времени. С учетом вышесказанного, важнейшей задачей данной работы является задача значительного снижения размерности исходной модели путем выделения новых (ведущих) факторов неопределенности. Выделенные факторы должны максимально точно объяснять вариабельность исходных (так как с точки зрения риска интересен именно разброс ожидаемых в будущем цен ПФИ), а также хранить в себе информацию о взаимной корреляции исходных факторов. Для решения данной задачи предлагается использовать метод главных компонент. После моделирования динамики выделенных факторов производится обратный переход к исходным факторам.

Для моделирования будущей динамики выделенных ведущих факторов неопределенности предлагается использовать модель, сочетающую модель нестационарных временных рядов ARIMA и модель GARCH, которая позволяет описать эффект кластеризации волатильности, характерный для реальных валютных рынков. В рамках данной модели для моделирования случайных ошибок используется семейство распределений «Johnson S_u », позволяющее получить более точную аппроксимацию эмпирического распределения ошибок. Идентификацию модели ARIMA-GARCH предла-

гается производить на основе метода максимального правдоподобия.

Описанный подход позволяет учесть взаимную корреляцию исходных факторов неопределенности, а как следствие и стоимостей самих инструментов внутри рассматриваемого портфеля. Использование метода Монте-Карло совместно с выделением ведущих факторов неопределенности позволяет существенно сократить временные затраты на моделирование сценариев (в особенности для валютных опционов).

В рамках данной работы была реализована программная система для оценки соответствующих видов банковского риска, а также проведены эксперименты, подтверждающие корректность модели.

Литература

1. Hull J. C. *Options, Futures and Other Derivative Securities*, 8 ed. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall, 2011.
2. Айвазян С. А., Мхитарян В. С. *Теория вероятностей и прикладная статистика, том 1*. М.: Юнити-Дана, 2001
3. Айвазян С. А. *Основы эконометрики, том 2*. М.: Юнити-Дана, 2001
4. Галиц Л. *Финансовая инженерия*. М.: ТВП.,1988

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ КОНКУРЕНЦИИ НА ТОВАРНОМ РЫНКЕ

Работа удостоена диплома III степени

Гуров Илья Валерьевич

Кафедра исследования операций

email: igurov@bmail.ru

**Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Васин Александр
Алексеевич**

Проблемой многих существующих моделей конкуренции (таких, например, как модели Курно, Бертрана, условных вариаций) является отсутствие реакции игроков на действия противников. Поскольку на реальном товарном рынке это не так, актуальна задача исследования моделей, которые учитывали бы возможность игроков реагировать на наблюдаемую ими ситуацию. В данной работе исследуются две динамические модели дуополии, в которых фирмы могут реагировать на действия соперника.

Рассмотрена модель конкуренции двух фирм, реагирующих на изменение стратегии противника с некоторым временным лагом, при этом ведущих себя подобно лидеру и последователю модели Штакельберга. Для конкуренции объемов и ценовой конкуренции показана сходимость стратегий фирм к пределу, который в зависимости от соотношения параметров фирм может совпадать как с равновесными объемами по Курно, так и с равновесными объемами по Штакельбергу.

Обобщена для несимметричных фирм пошаговая модель дуополии, предложенная в работе [2]. Для случая бесконечного горизонта выведены дифференциальные уравнения для равновесных марковских функций реакции. Численно найдены решения этих уравнений в классе линейных функций для различных значений параметров модели. Показано, что при увеличении времени реакции одного из игроков относительно другого их оптимальные стратегии приближаются к паре стратегий, для которых устойчивой точкой является равновесие Штакельберга. Таким образом, игроки в данной модели могут самостоятельно разделиться на лидера и последователя из соображений оптимальности. Для случая конечного горизонта выведены рекуррентные формулы для нахождения совершенного подыгрового равновесия методом динамического программирования. Путем численного моделирования показано, что это СПР согласуется с полученным решением для бесконечного горизонта: на достаточном отдалении от конечного момента времени функции реакции, составляющие СПР, приближаются к равновесным линейным марковским функциям реакции игры с бесконечным горизонтом.

Литература

1. Васин А. А., Краснощеков П. С., Морозов В. В. *Исследование операций*. М.: Издательский центр «Академия», 2008.
2. Maskin E., Tirole J. *A theory of dynamic oligopoly, III: Cournot competition*. European Economic Review, 31, 947-968, 1987.
3. Cyert R., DeGroot M. *Multiperiod decision models with alternating choice as the solution of the duopoly problem*. Quarterly Journal of Economics, 84, 419-429, 1970.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ МЕХАНИЗМА ПРОДАЖ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ТОВАРОВ

Латий Владислав Витальевич

Кафедра исследования операций

email: latiy_v@mail.ru

*Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Денисов Дмитрий
Витальевич*

Трудно представить себе общество, в котором нет специализированных мест, где люди могли бы приобрести необходимые им товары. Роль таких мест в современном мире выполняют рынки, магазины розничных продаж, интернет-магазины и т.д. Обычно каждый пункт продажи принадлежит некоторой негосударственной организации, основным интересом которой является получение как можно большей прибыли. Для достижения этого организации могут использовать различные механизмы,

одним из которых является воздействие на спрос для магазинов своей сети. Такое воздействие может происходить в основном за счет влияния на привлекательность сети в глазах покупателей, а также за счет мероприятий, направленных на продвижение некоторого товара или группы товаров. Примерами этого являются повышение качества обслуживания клиентов, реклама в СМИ, различные маркетинговые акции и др.

Увеличение спроса такого рода происходит за счет двух аспектов: 1) расширение рынка и охват большего количества людей и 2) смена предпочтений существующих покупателей. Первое происходит, обычно, когда люди под влиянием маркетинговых акций начинают пользоваться новыми для себя товарами, второе — в случае, когда часть людей предпочитавших совершать покупки в одной сети магазинов, меняет свои предпочтения и начинает покупать товары в другой сети.

Проведение подобных мероприятий требует достаточно больших затрат, особенно, если они проводятся на регулярной основе. Эти затраты могут быть по величине сравнимы с доходами от продаж, а значит, не всякое увеличение спроса будет выгодно фирме-продавцу с точки зрения максимизации прибыли. Таким образом возникает вопрос, как фирме необходимо организовать мероприятия по увеличению спроса, чтобы прибыль от продаж была наибольшей.

Основными задачами данной дипломной работы являются

- построение математической модели продаж фирм на рынке одного товара, при условии, что они имеют возможность влиять на спрос этого товара
- нахождение оптимальных затрат на это влияние для получения наибольшей прибыли
- исследование условий, при которых, с учетом оптимальных действий фирм, рынок товара растет.

В работе была построена общая модель продаж, которая основана на механизме увеличения спроса, и были рассмотрены три ее реализации:

1. Модель, при которой на рынке действует единственная фирма.
2. Модель нескольких фирм на рынке при условии, что возможность увеличения спроса каждой фирмой ограничена только ее платежеспособностью.
3. Модель нескольких фирм на рынке, общая возможность увеличения спроса которых ограничена.

Для решения поставленных задач к построенным моделям применяются методы теории игр [1], динамического программирования [2], теории

обобщенного равновесия Нэша [3-4], а также численные методы оптимизации [5].

Литература

1. Васин А. А., Морозов В. В. *Теория игр и модели математической экономики (учебное пособие)* М.: МАКС Пресс, 2005.
2. R. E. Bellman *Dynamic Programming* Princeton University Press, Princeton, NJ. Republished 2003.
3. A. von Heusinger, C. Kanzow *Optimization reformulations of the generalized Nash equilibrium problem using Nikaido–Isoda-type functions* Technical Report, Institute of Mathematics, University of Wurzburg, Wurzburg, 2006.
4. E. Cavazzuti, M. Pappalardo, M. Passacantando *Nash equilibria, variational inequalities, and dynamical systems* J Optim Theory Appl 114:491–506, 2002.
5. J. Barzilai, J. M. Borwein *Two point step size gradient method* IMA Journal on Numerical Analysis 8, 1988, pp. 141–148.

ФУНКЦИОНАЛЫ, ПОДЧИНЕННЫЕ РЯДАМ, И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ К КАСКАДНОМУ ПОИСКУ РЕШЕНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ В МЕТРИЧЕСКИХ ПРОСТРАНСТВАХ.

Работа удостоена диплома III степени

Гайнуллова Светлана Ришатовна

Кафедра исследования операций

email: gajnullova-sr@yandex.ru

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Фоменко Татьяна Николаевна

В магистерской диссертации введено понятие функционалов, подчинённых сходящимся рядам, обобщающее понятие (α, β) -поисковых функционалов (см. [1]), а также предложен метод поиска и аппроксимации нулей таких функционалов.

ТЕОРЕМА 1 (Гайнуллова С.Р., Фоменко Т.Н., см. [2]) Пусть неотрицательный функционал $\varphi : X \rightarrow \mathbb{R}_+$ подчинен сходящемуся ряду (1), а также выполнено одно из следующих условий:

1) $Graph(\varphi)$ является θ -полным.

2) Пространство X полно и $Graph(\varphi)$ θ -замкнуто.

Тогда на X определен мультикаскад с генератором \mathbb{G} , где $\mathbb{G}(x) = \{x' | \rho(x, x') \leq \varphi(x), I_\varphi(x') > I_\varphi(x)\}$, где $I_\varphi(x)$ - индекс точки $x \in X$ относительно пары $(\varphi, \text{ряд } (1))$. Предельное множество этого мультикаскада совпадает с нуль-подпространством $\text{Nil}(\varphi) := \{x_0 \in X | \varphi(x_0) = 0\} \subseteq X$. \square

Получен ряд применений Теоремы 1 для поиска и аппроксимации общих неподвижных точек, точек совпадений, общих прообразов замкнутого подпространства при действии конечного набора отображений метрических пространств (их формулировки здесь не приводятся).

Также в диссертации рассматривается параметрическая задача о поиске и аппроксимации семейств точек совпадений семейства пар отображений метрических пространств, параметризованного элементами некоторого топологического пространства (см. [3]). Решение этой задачи обобщает некоторые результаты [5] и представлено в терминах поиска и аппроксимации сечений (как непрерывных, так и обобщенных), на которых совпадают два заданных шар-морфизма метрических отображений (соответствующие определения см. в [4,5]). Ниже приведем полученный результат для случая непрерывных сечений.

ТЕОРЕМА 2. Пусть даны непрерывные сюръективные метрические отображения $A : X \rightarrow W$ и $B : Y \rightarrow W$, и отображение A и по-слобно полно. Пусть, кроме того, даны два непрерывных шар-морфизма $F : A \rightarrow B$ и $G : A \rightarrow B$. Пусть метрическая часть \bar{M}_A множества $\text{Sec}(A)$ и метрическая часть \bar{M}_B множества $\text{Sec}(B)$ непусты и таковы, что $F(\bar{M}_A) \subset \bar{M}_B$ и $G(\bar{M}_A) \subset \bar{M}_B$. Пусть также функционал $\psi : X \rightarrow \mathbb{R}_+$, где $\psi(q) = \rho(F(q), G(q))$, является по-слобно подчиненным ряду (1). И пусть для любого $q \in \bar{M}_A$ найдется такое непрерывное сечение $q' \in \bar{M}_A$, что $q' \subseteq K_\psi(q)$. Тогда для любого непрерывного сечения $q^0 \in \bar{M}_A$ существует непрерывное сечение $\xi \in \bar{M}_A$ такое, что $\psi(\xi) = 0$, то есть $F(\xi) = G(\xi)$, причем верно неравенство

$$d(q^0, \xi) \leq S_{I_0} = S_\psi(q_0). \quad \square$$

Кроме того, в диссертации предлагаются схемы применения Теоремы 1 к решению некоторых задач в области экономики и теории игр.

Литература

1. Fomenko Т. N. 'Cascade search principle and its applications to the coincidence problems of n one-valued or multi-valued mappings Topology and its Applications, 2010, №157, стр. 760-773.
2. Гайнуллова С. Р., Фоменко Т. Н. 'Функционалы, подчиненные сходящимся рядам, и каскадный поиск особенностей отображений' Математические Заметки, 2014, том 96 №.2, стр. 314-317.

3. Гайнуллова С. Р. ' *О совпадениях сечений метрических отображений* International Journal of Open Information Technologies, 2014, том 2, №5, стр. 10-16.
4. Пасынков Б.А. *О метрических отображениях* Вестник Московского Университета, 1999, Сер. 1, Математика. Механика. №3, стр. 29-32.
5. Нгуен Тхи Хонг Ван *Метрические и метризуемые отображения* Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, Москва, МГУ, 2013.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОДНОРОДНОЙ ТКАНИ МЕТОДОМ ГИБРИДНЫХ КЛЕТОЧНЫХ АВТОМАТОВ

Работа удостоена диплома I степени

Адмиральский Юрий Борисович

Кафедра системного анализа

email: yadmiralsky@gmail.com

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Братусь Александр Сергеевич

На сегодняшний день существует множество моделей здоровых и опухолевых тканей. Существующие непрерывные модели хорошо описывают некоторые типы рака. Однако, попытка моделирования роста опухоли с четкими границами и учетом ангиогенеза (явление прорастания сосудов внутрь опухоли) приводят к нелинейной краевой задаче со свободной границей [2]. Одним из способов преодоления этой трудности является построение дискретной модели опухоли. Гибридный клеточный автомат (ГКА) — дискретная модель, которая позволяет совместить клеточный автомат (КА) с некоторым числовым полем [4]. Это дает возможность связать достижения непрерывных моделей с методом клеточных автоматов, который хорошо подходит для моделирования опухолей с четкими границами.

Основной целью дипломной работы было соединение КА с уравнением в частных производных, подготовив математически обоснованную модель для дальнейшего развития. Результатом такого соединения стал двумерный ГКА, описывающий поведение небольших участков ткани (порядка 1–5 мм²). В таких масштабах ткань может быть приближена однородной структурой клеток. Основным источником энергии для клеток предполагается процесс клеточного дыхания, который, являясь наиболее выгодным, протекает только при наличии кислорода. Моделью описываются два основополагающих явления:

- диффузия кислорода в тканях, процессы его выделения из капилляров и поглощения клетками;

- изменение состояний клеток.

Описание математических принципов построения ГКА позволило указать преимущества, которые возникают при добавлении КА. Показано, что нелинейность поведения опухоли можно целиком заложить в автомат и использовать простую линейную модель диффузии для описания кислорода. Подобный шаг был сделан и потому, что линейная модель используется в ряде биологических статей для оценки результатов экспериментов [3]. При этом в модель заложена возможность описания сложной капиллярной сети, которая присутствует в настоящей клеточной ткани.

При моделировании была выявлена возможность самоорганизации системы и существование стабильных решений, для которых выделение и потребление кислорода сбалансированы. Стабильное решение может использоваться как приближение настоящей биологической ткани, а также в качестве начальных данных для более совершенных моделей.

Представленная в работе модель проста и не учитывает многие процессы, происходящие при росте опухоли. Дальнейшее ее развитие заключается в добавлении новых полей, доработке модели капиллярной сети, а также модификации правил КА. Это позволит более точно описывать моделируемые явления, расширив их круг, и существенно улучшить предсказательные возможности модели. Приведенный в работе процесс построения ГКА может быть также использован при построении трехмерной модели опухоли и тканей.

Литература

1. Alarcon T., Byrne H. M., Maini P. K. *Towards whole-organ modelling of tumour growth.* // Progress in Biophysics and Molecular Biology, 2004, Vol. 85, Issue 2-3, p. 451-472.
2. Byrne H. M., Chaplain M. A. J. *Free boundary value problems associated with the growth and development of multicellular spheroids.* // European Journal of Applied Mathematics, 1997, Vol. 8, Issue 6, p. 639-658.
3. Grimes D. R., Kelly C., Bloch K., Partridge M. *A method for estimating the oxygen consumption rate in multicellular tumour spheroids.* // Journal of the Royal Society Interface, 2014, Vol. 11, Issue 92, p. 20131124.
4. Tovar A., Patel N. M., Niebur G. L., Sen M., Renaud J. E. *Topology Optimization Using a Hybrid Cellular Automaton Method With Local Control Rules.* // Journal of Mechanical Design, 2006, Vol. 128, Issue 6, p. 1205-1216.
5. Зорич В. А. *Математический анализ: Учебник. Ч. II.* М.: Наука, 1984.

**КООРДИНИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ
КОЛЛЕКТИВНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ
ПАРАЛЛЕЛОТОПОВ ПРИ ВНЕШНЕМ ОГРАНИЧЕНИИ**

Работа удостоена диплома II степени

Меньшиков Иван Владимирович

Кафедра системного анализа

email: ivan.v.menshikov@gmail.com

**Научные руководители: д.ф.-м.н., академик, профессор
А. Б. Куржанский, к.ф.-м.н., ассистент П. А. Точилин**

В данной работе рассматривается математическая модель динамического (инерционного) движения группы из N объектов, зоны безопасности вокруг которых описываются прямоугольными параллелотопами. В рамках этой модели ставится задача о перемещении всех объектов в некоторое заданное конечное положение, причём в процессе движения для них должны выполняться условия нестолкновения с внешними препятствиями, а также друг с другом. Данная задача является актуальной в связи активным развитием в последнее время теория целевого управления групповым движением.

Для решения задачи и абстрагирования от внешних ограничений используется подход [1], разделяющий поставленную задачу на две части: построение траектории виртуального контейнера, обходящего в процессе движения все препятствия, и движение группы внутри этого контейнера без столкновений.

Прямоугольный параллелотоп $\mathcal{P}(p, P, \pi)$ параметризуется (см. [2]) при помощи вектора $p \in \mathbb{R}^n$, являющегося центром параллелотопа, ортогональной матрицы $P \in \mathbb{R}^{n \times n}$, задающей ориентацию в пространстве, а также вектора полудлин сторон $\pi \in \mathbb{R}_+^n$. Чтобы избавиться от возникающего при решении задачи ограничения, связанного с ортогональностью матрицы P , в работе предлагается альтернативная параметризация прямоугольного параллелотопа, основанная на том факте, что логарифм ортогональной матрицы всегда существует, и является кососимметричной матрицей (вообще говоря, комплексной). Инвариантность множества $\mathcal{P}(p, P, \pi)$ относительно замены знаков произвольных столбцов матрицы P на противоположные позволяет доказать теорему о том, что ориентацию любого прямоугольного параллелотопа можно задать при помощи матрицы, имеющей вещественный матричный логарифм.

Траектория виртуального контейнера, огибающая внешние препятствия, строится по частям. Для этого на каждом участке формулируется вспомогательная линейно-квадратичная задача оптимального управления, которая решается при помощи метода динамического программирования [3].

Для избежания столкновений элементов группы друг с другом предлагается подход, заключающийся в разделении виртуального контейне-

ра на непересекающиеся подконтейнеры, содержащие в себе не более чем по одному представителю. Таким образом, задаётся взаимное расположение объектов друг относительно друга, называемое конфигурацией. Для контейнера, имеющего форму прямоугольного параллелепипеда, естественным образом возникает способ определения конфигурации в виде сетки из непересекающихся прямоугольных параллелепипедов, имеющих одинаковую ориентацию.

Движение i -го объекта $\mathcal{P}_i = \mathcal{P}(p_i, P_i, \pi_i)$ происходит в соответствии с уравнениями

$$\begin{aligned} \ddot{p}_i &= u_i, & \ddot{P}_i &= U_i, & \pi_i &= const, \\ P_i^T P_i &= P_i P_i^T = I, \\ t &\in [t_0; t_1] \end{aligned}$$

при заданных начальных условиях на переменные p_i , P_i и π_i , а также на первые производные переменных p_i и P_i . Здесь u_i и U_i имеют смысл управляющих параметров.

Для синтеза управлений u_i и U_i формулируется еще одна вспомогательная линейно–квадратичная задача оптимального управления со штрафующими слагаемыми в интегральной части функционала, которые обеспечивают удержание объекта внутри своего подконтейнера.

Поскольку на различных этапах движения могут быть удобны различные конфигурации объектов группы, в работе также предлагается подход, позволяющий изменять эту конфигурацию в процессе движения, то есть производить реконфигурацию группы.

Итоговым результатом работы являются явные формулы для вычисления законов управления как параллелепипедным контейнером (программное управление), так и объектами внутри этого контейнера (управление по принципу обратной связи), а так же написанная программа, моделирующая движение объектов в пространствах размерностей 2 и 3, и позволяющая производить визуализацию полученного решения.

Литература

1. Kurzhanski A. B., Varaiya P. *On synthesizing team target controls under obstacles and collision avoidance*. Journal of the Franklin Institute, Vol. 347. № 1, 2009.
2. Костоусова Е. К. *Внешнее и внутреннее оценивание областей достижимости при помощи параллелепипедов*. Вычислительные технологии, Том 3, № 2, 1998.
3. Kurzhanski A. B., Varaiya P. *Optimization of Output Feedback Control Under Set-Membership Uncertainty*. Journal of Optimization Theory and Applications, Vol. 151, № 1, 2011.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ФИТНЕСА В МОДЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ ВИДОВ КРОУ–КИМУРЫ

Степенский Даниил Игоревич

Кафедра системного анализа

email: reinkarn@gmail.com

*Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Братусь Александр
Сергеевич*

Модель Кроу–Кимуры приближённо описывает эволюционное развитие неточно воспроизводящихся информационных последовательностей одинаковой длины N , предполагая параллельность процессов репликации и мутации. Одним из её применений является анализ развития макромолекул РНК вирусов, которые не имеют собственной цепочки ДНК.

В предположении неотличимости некоторых видов последовательностей и равновероятности мутации любых их символов независимо от позиции динамика модели описывается системой дифференциальных уравнений специального вида. В результате эволюции возможно выделение устойчивого распределения видов, соответствующего стационарной точке системы — квазивида. Теорема Фробениуса–Перрона гарантирует существование и единственность такой точки. Была рассмотрена задача поиска приспособленностей отдельных видов, в сумме не превосходящих некоторого заданного значения R , таких, чтобы средняя приспособленность соответствующего им квазивида была максимальна.

В работе были получены необходимые условия экстремальности приспособленности квазивида в терминах сопряжённой задачи. Также было получено достаточное условие для проверки типа экстремума, достигающегося в экстремальной точке.

С помощью теоремы, доказанной в статье [1], была показана выпуклость функции средней приспособленности квазивида относительно набора приспособленностей конкретных видов, а число наборов, в которых квазивид подозрителен на экстремум, было сокращено до N вариантов, в которых вся приспособленность сконцентрирована в одной координате.

Был построен и реализован параллельный алгоритм, который за квадратичное относительно N время решает задачу поиска квазивида с наибольшей приспособленностью. В работе приведены результаты работы алгоритма: экспериментально было обнаружено, что наиболее приспособленный квазивид соответствует однопиковому набору приспособленностей с пиком в центральной координате.

Литература

1. Братусь А. С., Новожилов А. С., Платонов А. П. *Динамические системы и модели биологии*. М.: «Физматлит», 2011.
2. Crow J. F., Kimura M. *An introduction to population genetics theory*. Burgess Pub. Co., 1970.

3. Cohen J. E. *Convexity of the dominant eigenvalue of an essentially nonnegative matrix* // Proceedings of the American Mathematical Society, 1981, vol. 81, no. 4, pp. 657–658.

**МЕТОД ПОРОГОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ,
ОСНОВАННЫЙ НА ПОРЯДКОВЫХ СТАТИСТИКАХ, И
ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ К РЕАЛЬНЫМ ДАННЫМ**

Работа удостоена диплома III степени

Гончаренко Мирослав Богданович

Кафедра математической статистики

email: goncharenko.mir@yandex.ru

**Научный руководитель: к.ф.-м.н., Захарова Татьяна
Валерьевна**

В данной дипломной работе описывается один из подходов к решению задачи автоматического выделения локальных особенностей в сигналах различной природы. В его основе лежит адаптивная пороговая обработка, при которой значения порога вычисляются исходя из статистических характеристик участка сигнала. Так же в дипломе подробно описано применение такого подхода для решения различных обширных задач, и применительно к сигналам разной природы.

Пороговая обработка на основе порядковых статистик стала ядром алгоритма решающего задачу синхронизации сигналов в нейрофизиологическом эксперименте. Были использованы реальные данные эксперимента по локализации сенсомоторного комплекса человека при движении пальцев рук. Данные эксперимента были любезно предоставлены центром нейрокognитивных исследований при МГППУ. На вход алгоритм принимает сигналы магнитоэнцефалографа (МЭГ), а так же данные актограммы (миограмма, данные акселерометров). Используя эту информацию, необходимо найти участки, на которых испытуемый начинал движение. Далее эти результаты использовались для усреднения данных МЭГ и решения обратной задачи по картированию активности. Сложность в поиске источника составляет низкое отношение сигнал/шум, а так же неустойчивость решения обратной задачи.

Пороговая обработка применялась рекурсивно к неперекрывающимся участкам выборочной оконной дисперсии сигнала. Реперные точки определялись в два этапа. На первом из них применялась пороговая обработка с большим значением, равным выборочной квантили уровня 0.99. На втором точки из первого этапа корректировались «опусканием» до уровня шума конкретной эпохи (участка сигнала, содержащего одно движение). Для более подробной информации о работе алгоритма, постановке задачи и методах МЭГ можно обратиться к статье [1].

Второй задачей, рассмотренной в данной работе, является построение системы позиционирования космических кораблей при стыковке с МКС по

видеосигналу (для больших подробностей можно ознакомиться с [2]). Не смотря на различную природу сигналов, алгоритм применения пороговой обработки, и выделения особенностей в самих сигналов очень похож.

С помощью пороговой обработки выделяется зона в поле видимости камеры, содержащая корпус станции (пороговая обработка применяется к значениям яркости пикселей в скользящем окне).

На основе положения станции были рассчитаны значения скорости корабля и расстояния до стыковочного люка. Далее становится возможным установить все параметры относительного движения, при соотношении видимых размеров и узлов станции с задокументированными. Демо-ролик работы алгоритма можно увидеть по адресу <http://www.youtube.com/watch?v=bt8sfHS5dzg>.

Литература

1. Захарова Т. В., Никифоров С. Ю., Гончаренко М. Б., Драницына М. А., Климов Г. А., Хазиахметов М. С., Чайанов Н. В. *Методы обработки сигналов для локализации невосполнимых областей головного мозга*. Системы и средства информатики, 2012, ч. 22, №2, с. 157–176.
2. Богуславский А. А., Сазонов В. В., Соколов С. М., Смирнов А. И., Сайгираев Х. У. *Автоматический мониторинг стыковки космического корабля с орбитальной станцией по видеоинформации*. 2004, ИПМ им. М.В.Келдыша РАН.

РАЗЛОЖЕНИЯ КОРНИША-ФИШЕРА И ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Работа удостоена диплома II степени

Юрчук Максим Сергеевич

Кафедра математической статистики

email: maxim.yurchuk@gmail.com

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Ульянов Владимир Васильевич

В статистическом анализе важно знать распределение самих статистик. В прикладных задачах распределения случайных величин редко бывают хорошо изученными, такими как, например нормальное распределение или экспоненциальное. Вместе с тем, зачастую достаточно найти лишь приближение для распределения исходной статистики или квантилей. Эти аппроксимационные задачи могут быть решены с помощью разложения Эджворта-Чебышева и разложения Корниша-Фишера.

Пусть имеется последовательность функций распределений F_n , таких, что $F_n \rightarrow G$ при $n \rightarrow \infty$, кроме того, предполагается, что распределение

G — известно и хорошо изучено. Примеров таких F_n , которые стремятся к какому-то известному распределению много: достаточно вспомнить центральную предельную теорему, распределение Стьюдента.

Предположим, что функции распределения F_n допускает разложения вида:

$$F_n(x) = G_{k,n}(x) + O(\varepsilon^k),$$

где

$$G_{k,n}(x) = G(x) + \left(\varepsilon a_1(x) + \dots + \varepsilon^{k-1} a_{k-1}(x) \right) g(x),$$

$\varepsilon = n^{-1/2}$ или n^{-1} , а $g(x)$ — плотность предельной функции, а $a_i(x)$ — некоторые многочлены от x . Тогда $G_{k,n}$ называется разложением Эджворта порядка k . Зачастую предполагается, что предельное распределение G является нормальным.

Пусть x и u — квантили одинакового уровня распределений F_n и G соответственно. Тогда выполняется равенство $F_n(x) = G(u)$, откуда можно получить зависимость между квантилями x и u . Используя разложения Эджворта и равенство $x(u) = F_n^{-1}(G(u))$ можно получить следующий вид данной зависимости:

$$x(u) = u + \varepsilon b_1(u) + \varepsilon^2 b_2(u) + \dots,$$

где $b_i(x)$ — многочлены от x . Такое разложение называется разложением Корниша-Фишера. Впервые подобные разложения были получены в [1].

Пусть $X = (X_1, \dots, X_n)^T$ и $Y = (Y_1, \dots, Y_n)^T$ — два вектора, имеющих n -мерное нормальное распределение $N(0, I_n)$ с нулевым средним и единичной ковариационной матрицей I_n . Выборочный коэффициент корреляции имеет вид

$$R = R(X, Y) = \frac{\sum_{k=1}^n X_k Y_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^n X_k^2 \sum_{k=1}^n Y_k^2}}$$

Можно показать, что статистика $R\sqrt{n-2.5}$ слабо стремится к стандартному нормальному распределению:

$$R\sqrt{n-2.5} \rightarrow N(0, 1)$$

Для вычисления квантилей $x(u)$ этой статистики в дипломной работе получено разложения Корниша-Фишера первого порядка вида:

$$x(u) = u - \frac{u^3}{4}\varepsilon + o(\varepsilon),$$

где $\varepsilon = 1/(n-2.5)$, а u — соответствующий квантиль нормального распределения.

Данное приближение можно использовать для построения доверительных интервалов для выборочного коэффициента корреляции. Также было

выполнено сравнение предложенного подхода с методом, описанным в статье Akahira, Torigoe [2]. Сравнение показало, что предложенный подход не уступает в точности и значительно проще для вычисления. Согласно методу Akahira, Torigoe оценка $x(u)$ получена в неявном виде, поэтому для нахождения $x(u)$ необходимо численно решать некоторое уравнение. В то время как в дипломной работе для приближения квантилей используется простое выражение: $x(u) = u - \frac{u^3}{4(n-2.5)} + o(\frac{1}{n})$

Литература

1. Cornish E.A., Fisher R.A. *Moments and cumulants in the specification of distributions*. Rev. Inst. Internat. Statist., 4, 307-320., 1937.
2. Akahira M., Torigoe N. *A new higher order approximation to a percentage point of the distribution of the sample correlation coefficient*. J. Japan Statist. Soc. Vol. 28 No. 1 45-47, 1998.
3. Ulyanov V.V., Christoph G., Fujikoshi Y. *On approximations of transformed chi-squared distributions in statistical applications*. Siberian Mathematical Journal 47, no.6, 1154-1166, 2006.
4. Jaschke S.R. *The Cornish-Fisher-Expansion in the Context of Delta-Gamma-Normal Approximations*. J. Risk, 4 (4), pp. 33-52, 2001.

АСИМПТОТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МАТРИЦ БОЛЬШОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Сейфуллин Марат Тимурович

Кафедра математической статистики

email: seifullin.m@gmail.com

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Ульянов Владимир Васильевич

Рассмотрим треугольный массив действительных или комплексных случайных величин X_{jk} , $1 \leq j \leq k < \infty$, таких что $\mathbb{E}X_{jk} = 0$, $\mathbb{E}|X_{jk}|^2 = 1$. Сформируем случайную матрицу $\mathbf{X}_n = \{X_{jk}\}$, где $X_{kj} = \overline{X_{jk}}$. Обозначим через $\lambda_1, \dots, \lambda_n$ собственные значения матрицы \mathbf{X}_n/\sqrt{n} . Определим ожидаемую эмпирическую спектральную функцию распределения

$$F_n(x) = \frac{1}{n} \mathbb{E} \sum_{i=1}^n I(\lambda_i \leq x).$$

В работе [1] Вигнер рассмотрел случай, когда X_{jk} , $1 \leq j \leq k \leq n$, являются независимыми симметричными бернуллиевскими случайными величинами, и доказал, что $F_n(x)$ слабо сходится к функции распределения $G(x)$ при $n \rightarrow \infty$, где

$$G(x) = \int_{-\infty}^x g(u) du, \quad g(u) = \frac{1}{2\pi} \sqrt{4 - u^2}.$$

Этот результат был назван «Полукруговым законом Вигнера» и обобщен в ряде работ (см., например, работу Пастура [2]).

Большой интерес представляют оценки скорости сходимости к полукруговому закону Вигнера. При условии, что X_{jk} , $1 \leq j \leq k \leq n$, являются независимыми и $\max_{j,k} \mathbb{E}|X_{jk}|^4 < M$, Гётце и Тихомиров в [3] установили скорость сходимости в метрике Колмогорова:

$$\sup_x |F_n(x) - G(x)| = \mathcal{O}\left(\frac{1}{n^{1/2}}\right).$$

Если дополнительно потребовать, что X_{jk} имеют гауссовское распределение (например, гауссовский унитарный ансамбль, гауссовский ортогональный ансамбль), то скорость сходимости может быть улучшена до $\mathcal{O}(n^{-1})$ (см. [4]).

Целью настоящей работы является доказательство скорости сходимости к полукруговому закону для случайных матриц, элементы которых X_{jk} , $1 \leq j \leq k \leq n$, могут быть зависимыми. В работе [5] Гётце, Наумов и Тихомиров рассмотрели ансамбль симметричных случайных матриц со структурой случайного поля и установили достаточные условия сходимости к полукруговому закону Вигнера. Однако вопрос об оценке скорости сходимости оставался открытым. В дипломной работе этот вопрос решен для ансамбля Гильберта-Шмидта, который определяется следующим образом:

1) Пусть \mathcal{H}_n - вещественное гильбертово пространство эрмитовых матриц размерности n^2 со скалярным произведением $(A, B) = \text{tr}AB$.

2) $S_{s\sqrt{n}} = \{A \in \mathcal{H}_n : \text{tr}A^2 = s^2n\}$ - сфера в \mathcal{H}_n радиуса $s\sqrt{n}$ и с центром в точке 0. На \mathcal{H}_n определим меру ν_n^s , сосредоточенную на сфере $S_{s\sqrt{n}}$ и инвариантную относительно линейных ортогональных преобразований.

3) Матрицы, совместное распределение элементов которых задается мерой ν_n^s , называются матрицами из ансамбля Гильберта-Шмидта (HSE).

В дипломной работе доказано, что

$$\sup_{x \in [-2+\varepsilon; 2-\varepsilon]} |F_n(x) - G(x)| = \mathcal{O}\left(\frac{1}{n}\right), \quad \forall \varepsilon \in (0, 1).$$

При доказательстве использовались техника полиномов Эрмита, решение задачи Римана-Гильберта, методы действительного и комплексного анализа. Подчеркнем, что полученная скорость сходимости совпадает с наилучшей известной для гауссовских ансамблей матриц с независимыми элементами.

Литература

1. Wigner E. P. *On the distribution of the roots of certain symmetric matrices*. Ann. of Math., №. 19, p. 191-198, 1958.

2. Пастур Л. А. *Спектры случайных самосопряженных операторов*. УМН, №. 1(169), с. 3–64, 1973.
3. Götze F., Tikhomirov A.N. *Rate of convergence to the semi-circular law*. Probab. Theory Relat. Fields, №. 127 p. 228–276, 2003.
4. Götze F., Tikhomirov A.N. *The rate of convergence for the spectra of GUE and LUE matrix ensembles*. Central Eur. Journal of Math., №. 4, p. 666–704, 2005.
5. Гётце Ф., Наумов А. А., Тихомиров А. Н. *Предельные теоремы для двух классов случайных матриц с зависимыми элементами*. Теор. вер. и её прим., 59, №. 1, с. 61–80, 2014.

СИНХРОНИЗАЦИЯ СИЛЬНО ЗАШУМЛЕННЫХ СИГНАЛОВ МАГНИТОЭНЦЕФАЛОГРАММ

Работа удостоена диплома I степени

Нижифоров Семен Юрьевич

Кафедра математической статистики

email: nikisimonmsu@gmail.com

**Научный руководитель: к.ф.-м.н., Захарова Татьяна
Валерьевна**

Целью данной работы являлась разработка высокоточного метода определения опорных точек (точек синхронизации), основанного на вероятностных свойствах сигналов и использующего параметры мышечной активности.

Основной задачей было точное определение моторной зоны представительства правой руки (M1). Для ее точного определения используется методика вызванных потенциалов [2,3]. Классический метод вызванных потенциалов предполагает усреднение мозговой активности (энцефалограммы) относительно опорных точек [3]. В качестве событий чаще всего используется произвольная активность испытуемого (например, движение). Усреднение в данный момент является самым эффективным способом повышения соотношения сигнал/шум в энцефалографических сигналах и позволяет выделить из фоновой высокоамплитудной активности мозга связанную с событием активность. Шум в данном случае представляет собой суперпозицию физических шумов (шумы сенсоров, усилителей, аналого-цифрового преобразования, внешних источников сигнала, сетевая помеха, развертка монитора и т.п.) и физиологических (фоновая активность мозга, фазово не связанная с событием). Основная проблема метода усреднения ответа относительно начала движения заключается во временной неопределенности опорных точек, расставить которые на сигналах магнитоэнцефалограмм не представлялось возможным так как сигнал является крайне зашумленным (уровень полезного сигнала колеблется около

отметки 5-7 процентов). Поэтому опорные точки требовалось вычислить по параметрам мышечной активности или актограммы (сигналов акселерометра, позволяющих отслеживать движение). В разработанном методе точки начала движения ищутся в два этапа. На первом они определяются по электромиограмме (ЭМГ) и/или актограмме, далее их местоположение уточняется по сигналу магнитоэнцефалограммы.

В данной работе реализован алгоритм синхронизации сигналов магнитоэнцефалограммы и электромиограммы. Алгоритм был включен в программное обеспечение Центра нейрокогнитивных исследований (МЭГ-центр) при Московском городском психолого-педагогическом университете и используется для улучшения точности локализации областей зон мозга с помощью метода вызванных потенциалов.

Литература

1. Захарова Т. В., Никифоров С. Ю., Гончаренко М. Б., Драницына М. А., Климов Г. А., Хазиахметов М.Ш., Чайнов Н. В. *Методы обработки сигналов для локализации невосполнимых областей головного мозга* Системы и средства информатики. 2012. Т.22, No 2. С.157–175.
2. Fabiani M., Gratton G., Federmeier K. D. *Event-Related Brain Potentials: Methods, Theory, and Applications*. Handbook of Psychophysiology Ed. Cacioppo J. T., Tassinary L. G., Berntson G. G.- Cambridge: Cambridge University Press, 2007. P. 85–119.
3. McGillem C. D., A J. AunonI. *Analysis of Event-Related Potentials*. Methods of Analysis of Brain Electrical and Magnetic Signals. EEG Handbook. - Elsevier Science Publishers, 1987.

ЛИНГВИСТИЧЕСКАЯ РЕГУЛЯРИЗАЦИЯ ВЕРОЯТНОСТНЫХ ТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Работа удостоена диплома I степени

Потапенко Анна Александровна

Кафедра математических методов прогнозирования

email: anya_potapenko@mail.ru

**Научный руководитель: д.ф.-м.н. Воронцов Константин
Вячеславович**

Вероятностное тематическое моделирование – это современный инструмент статистического анализа текстов, предназначенный для выявления тематики коллекций документов. Каждая тема t описывается дискретным распределением $p(w|t)$ на множестве слов, каждый документ d – дискретным распределением $p(t|d)$ на множестве тем. Такое представление оказывается полезным в задачах информационного поиска, классификации, категоризации, аннотирования документов.

Задача построения тематической модели заключается в максимизации правдоподобия модели по выборке документов и имеет бесконечно много решений, то есть является некорректно поставленной. Стандартные методы [2] не позволяют выбрать из этого множества такое решение, при котором темы оказывались бы хорошо интерпретируемыми в человеческом восприятии. Целью данной работы является формализация лингвистических требований к модели и применение многокритериальной регуляризации для улучшения интерпретируемости тем.

Предполагается, что интерпретируемая тема содержит *ядро*: множество характерных слов, которые с большой вероятностью встречаются в данной теме и практически не используются в других темах. Формирование ядер соответствует требованиям *разреженности* и *различности* тем: каждая тема должна содержать лишь небольшую долю слов словаря, при этом эти слова должны быть различны для разных тем. Еще одно требование к модели заключается в очищении тем от слов общей лексики, а также редких слов неопределенной тематики.

Для повышения устойчивости модели к вхождению в тексты нетематических слов предлагается опция робастности. Она заключается в дополнении тематической модели фоновой и шумовой компонентами и может использоваться для широкого класса моделей. Согласно экспериментам на русскоязычной и англоязычной коллекциях научных текстов робастность существенно улучшает перспективу (правдоподобие) модели.

Для достижения разреженности тем и документов разрабатываются простые и вычислительно эффективные стратегии постепенного обнуления наименее значимых элементов в распределениях $p(w|t)$ и $p(t|d)$. Экспериментальное сравнение различных стратегий показывает, что обнуления важно производить постепенно, по мере того, как в процессе сходимости модели выясняется, какие из вероятностей $p(w|t)$ и $p(t|d)$ близки к нулю. Данная методика имеет тесную аналогию с методом OBD (Optimal Brain Damage) постепенного обнуления синаптических связей в многослойных нейронных сетях.

Идеи робастности и разреженности обобщаются в рамках подхода аддитивной регуляризации тематических моделей [1]. Вводится ряд критериев-регуляризаторов, которые выражают требования интерпретируемости тем и оптимизируются вместе с правдоподобием модели.

1. Для *разреживания* распределений $p(w|t)$ и $p(t|d)$ вводится регуляризатор, максимизирующий сумму дивергенций Кульбака–Лейблера между искомыми распределениями и равномерным распределением.

2. Для повышения различности тем используется регуляризатор *декоррелирования*, минимизирующий сумму попарных ковариаций между распределениями $p(w|t)$.

3. Действие разреживающего и декоррелирующего регуляризаторов на основные *предметные* темы компенсируется введением дополнительных *фоновых* тем, к которым применяется регуляризатор *сглаживания*.

Он притягивает распределения $p(w|t)$ фоновых тем к общему распределению слов в коллекции.

4. Наименее значимые темы, плохо представленные в модели, удаляются с помощью регуляризатора, разреживающего распределение $p(t)$.

Комбинация данных регуляризаторов позволяет построить тематическую модель с неизбыточным числом тем, состоящую из существенно различных предметных тем и сглаженных фоновых тем. Экспериментально показывается, что данная модель улучшает ряд показателей интерпретируемости и разреженности тем без существенного ухудшения перплексии. Интерпретируемость модели измеряется средней *когерентностью* тем [3], которая основана на оценке совместности встречаемости наиболее вероятных слов темы. Кроме того, вводятся новые меры чистоты и контрастности, показывающие, какую долю в среднем занимает ядро в теме и насколько ядра различны. Примеры наиболее вероятных слов в темах базовой и регуляризованной моделей говорят о том, что общеупотребительные слова коллекции уходят из предметных тем и группируются в фоновых темах. При этом специфика предметных тем становится более понятной, и улучшается их интерпретируемость.

Таким образом, разработан многокритериальный подход, позволяющий автоматически, без привлечения экспертов, учитывать лингвистические особенности данных и улучшать интерпретируемость тем.

Литература

1. Воронцов К. В. *Аддитивная регуляризация тематических моделей коллекций текстовых документов*. Доклады РАН. 2014. Т. 455, № 3.
2. Hofmann T. *Probabilistic latent semantic indexing*. Proceedings of the 22nd ACM SIGIR conference.— New York, USA: ACM, 1999.— Pp. 50-57.
3. Newman D., Lau J. H., Grieser K., Baldwin T. *Automatic evaluation of topic coherence*. HLT '10. Stroudsburg, PA, USA: Association for Computational Linguistics, 2010.— Pp. 100-108.

АНАЛИЗ СИГНАЛОВ СЕНСОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Остапец Андрей Александрович

Кафедра математических методов прогнозирования

email: aostapec@mail.ru

Научный руководитель: д.ф.-м.н., доц, Дьяконов Александр Геннадьевич

Дипломная работа посвящена использованию методов машинного обучения в задаче детектирования места, где человек несет телефон в процессе движения. Данная задача решается по сигналам двух датчиков телефона - акселерометра и гироскопа.

Задача детектирования местоположения произвольного телефона для любого пользователя является сложной по следующим причинам: манера движения, в частности походка, у людей сильно различается; характеристики одежды, карманов и сумок варьируются в широких пределах, ориентация телефона в пространстве может быть произвольной; датчики мобильных устройств имеют значительный разброс параметров. В мире практически отсутствуют публикации, посвященные решению данной проблемы по сигналам сенсоров, в отличие от задач классификации вида физической активности человека и идентификации по походке. В абсолютном большинстве существующих публикаций по распознаванию сигналов сенсоров телефонов анализируются сигналы только акселерометра. В данной работе описаны преимущества совместного использования данных акселерометра и гироскопа.

Показания акселерометра и гироскопа на мобильных устройствах подвержены достаточно сильному шуму. Например, погрешность показаний акселерометра иногда достигает 0.05g, поэтому необходима борьба с шумом. Для решения этой проблемы применяют различные алгоритмы подавления шума, например фильтр нижних частот [1].

Даже при небольшом изменении ориентации телефона в пространстве сигналы, которые собирают датчики могут сильно измениться. Поэтому особенно важно использовать признаки, которые не зависят или хотя бы минимизируют влияние ориентации телефона в пространстве. В работе произведен широкий обзор алгоритмов вычисления инвариантных к ориентации признаков для сигналов трехосевого акселерометра. Например, можно приблизительно оценить направление вектора свободного ускорения и разложить исходный сигнал на 2 составляющих – вертикальную и горизонтальную компоненты [2].

В работе подробно описаны все этапы решения задачи и построения итогового алгоритма классификации. Полученные результаты, которые демонстрируют неплохое качество распознавания местоположения на двух реальных наборах сигналов, имеют большое практическое значение.

Работа была представлена на XXI международную научную конференцию «Ломоносов - 2014» [3]. Работа поддержана грантом РФФИ, номер проекта 14-07-00965.

Литература

1. Jon Edwin Cobb: An accelerometer based gestural capture system for performer based music composition, 2011
2. David Mizell Using Gravity to Estimate Accelerometer Orientation, Seventh IEEE International Symposium on Wearable Computers (ISWC'03), 2003
3. Остапец А.А. Анализ сигналов сенсорных устройств // Сборник тезисов XXI международной научной конференции Ломоносов - 2014.

Издательский отдел факультета вычислительной математики и кибернетики МГУ имени М.В. Ломоносова, 2014. С. 41-43.

ТРЕКИНГ В ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЯХ ПРИ ПОМОЩИ ФИЛЬТРА ЧАСТИЦ

Работа удостоена диплома III степени

Нижибицкий Евгений Алексеевич

Кафедра математических методов прогнозирования

email: nizhibitsky@cs.msu.ru

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Дьяконов

Александр Геннадьевич

Дипломная работа посвящена изучению алгоритмов отслеживания заданного объекта на видео при помощи фильтра частиц, особенное внимание при этом уделяется исследованию способов построения различных моделей наблюдения для подсчета правдоподобия.

Результатом работы является построение модели правдоподобия на основе композиции мер сходства различных групп признаков, использование которой позволяет получить результаты, превосходящие результаты, полученные в схожей работе [1] и в некоторых случаях сравнимые с результатами в работе, использующей более сложные подходы на основе построения ансамблей [2], для набора данных Bonn Benchmark on Tracking, а также обобщение метода оптимального подсчета признаков Хаара [3] для многократного выделения всех изученных признаков из регионов изображения в каждом кадре на видео.

В качестве «элементарных» признаков рассматривались поканальные гистограммы с объединением интенсивностей по 8 корзинам из 32-х значений, 4 признака Хаара, гистограммы направленных градиентов (НОГ) с 9-ю корзинами, а также локальные бинарные шаблоны (LBP) для окрестности из 8 пикселей, объединенные в гистограммы по направлению соседства.

Для оптимизации их многократного выделения из различных регионов одного изображения было предложено построение интегральных изображений на основе исходных, полученных независимо для каждой корзины признаков. При этом для гистограмм градиентов строилась маска на основе попадания в интервал направлений, для цветowych гистограмм — интервал интенсивностей, а для локальных бинарных шаблонов для каждого направления получался бинарное изображение на основе сравнения пикселей с их соседями по этому направлению. Оптимизация для признаков Хаара использовалась стандартная [3].

Для рассматриваемого набора признаков $\{f\}$ определялись меры сходства $\{\rho_f\}$ для сравнения признаков, выделенных из регионов изображения, с шаблонами для отслеживаемого объекта. Общее правдоподобие на-

блюдения при этом вычислялось как

$$p(\mathbf{z}_t|\mathbf{x}) \propto \Pi_f \exp\{-\rho_f^2(\hat{h}_f, h_f(\mathbf{x}))/\lambda_f\},$$

где \hat{h}_f — шаблон, $h_f(\mathbf{x})$ — признаки для региона изображения, соответствующего частице \mathbf{x} , \mathbf{z}_t — изображение на видео в момент времени t .

Наиболее универсальным в рамках рассматриваемых видео оказался алгоритм, основанный на использовании композиции признаков Хаара, цветовых гистограмм и локальных бинарных шаблонов (LBP). Тем не менее, простая комбинация из первых двух групп признаков также дает высокие результаты.

В рамках работы также создана реализация программы с графическим интерфейсом для демонстрации работы всех изученных алгоритмов с возможностью выбора количества частиц, а также признаков, которые необходимо учитывать в модели наблюдения.

Работа поддержана грантом РФФИ, номер проекта 14-07-00965.

Литература

1. Samuelsson O. *Video Tracking Algorithm for Unmanned Aerial Vehicle Surveillance*. June 2012.
2. Klein D. A., Schulz D., Frintrop S., Cremers A. B. *Adaptive real-time video-tracking for arbitrary objects*. IEEE Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems (IROS), Oct 2010.
3. Viola P., Jones M. *Rapid object detection using a boosted cascade of simple features*. 2001.

ЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕКТОРЫ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ

Работа удостоена диплома II степени

Любимцева Мария Михайловна

Кафедра математических методов прогнозирования

email: m.lyubimtseva@gmail.com

**Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Дюкова Елена
Всеволодовна**

В дипломной работе рассматривается подход к синтезу корректных алгоритмов для задачи распознавания по прецедентам, использующий понятие корректного набора элементарных классификаторов.

Логический анализ данных в распознавании нацелен на синтез корректных распознающих алгоритмов, т.е. алгоритмов безошибочно классифицирующих материал обучения. В случае, когда данные представлены в

целочисленном виде, одним из основных понятий, используемых при построении логических распознающих процедур, является понятие элементарного классификатора (эл.кл.). Эл.кл. — это элементарная конъюнкция, определенная на признаковых описаниях объектов. Эл.кл. называется корректным для класса K , если не существует пары обучающих объектов, в которой один объект принадлежит K , а второй — нет, и такой, что на описаниях обоих объектов данный эл.кл. обращается в единицу.

В классических процедурах в процессе обучения строится некоторое семейство корректных эл.кл. В современных методах конструируются логические корректоры — корректные логические распознающие алгоритмы на базе не обязательно корректных эл.кл. (идея предложена в [1]).

При построении логических корректоров решается трудная вычислительная задача синтеза семейства корректных наборов из эл.кл., в котором каждый набор обладает хорошей распознающей способностью. Для ускорения поиска таких наборов применяются генетические алгоритмы.

К настоящему моменту построен ряд моделей логических корректоров. В первой модели (корректор MON из [2]) рассматриваются только простейшие эл.кл., порождаемые элементарными конъюнкциями ранга 1. Использование эл.кл. ранга 1 — довольно жесткое условие, однако снятие этого ограничения приводит к дополнительным временным затратам. В [3] построен логический корректор LOBAGA, в котором сначала строится некоторое подмножество из эл.кл. произвольного ранга, называемое локальным базисом, а затем в рамках построенного локального базиса работает генетический алгоритм. По результатам тестирования корректор LOBAGA превзошел корректор MON по качеству распознавания. Из-за ряда конструктивных особенностей корректора LOBAGA (бустинг над наборами эл.кл., процедура формирования локального базиса с использованием бустинга) трудно оценить, как повлияло на качество распознавания именно снятие ограничения на ранг эл.кл.

Основным результатом дипломной работы является разработка, реализация и тестирование качественно новой модели логического корректора, основанной на стохастическом построении семейства локальных базисов. Показано, что эта модель по точности распознавания превосходит детерминированный логический корректор MON. В обоих случаях в качестве корректирующей функции бралась монотонная булева функция. Тем самым подтверждено, что снятие ограничения на ранг эл.кл. повышает эффективность работы логического корректора. Кроме того показано превосходство построенного в дипломной работе стохастического корректора MONS по точности распознавания над рядом логических алгоритмов: ABO, алгоритм голосования по тупиковым тестам, Логические Закономерности, RIPPER, классификаторы на основе решающих деревьев. По результатам экспериментов корректор MONS в среднем незначительно уступил алгоритму голосования по представительным наборам. При этом MONS значительно превзошел последний на сложных задачах (на задачах с

малым числом информативных представительных наборов).

Дополнительно построена новая модель антимонотонного логического корректора АМОН. Эта модель отличается от корректора МОН видом корректирующей функции. Доказано утверждение об эквивалентности корректоров МОН и АМОН в случае двух классов. Проведен ряд экспериментов на задачах с более, чем двумя классами. Практически на всех задачах модель МОН показала себя лучше, чем АМОН. Показано, что классические логические алгоритмы, такие как алгоритмы голосования по тушиковым тестам и голосования по представительным наборам могут быть представлены как логические корректоры специального вида.

Результаты работы частично опубликованы в [4], доложены на конференциях «Математические методы распознавания образов (ММО-16)» и «Pattern Recognition and Image Analysis (PRIA-11-2013)», включены в отчеты по проекту РФФИ №13-01-00787 «Исследование в области логического и алгебро-логического синтеза распознающих процедур».

Литература

1. Дюкова Е. В., Журавлев Ю. И., Рудаков К. В. *Об алгебро-логическом синтезе корректных процедур распознавания на базе элементарных алгоритмов*. Ж. вычисл. матем. и матем. физ., 1996. Т.40, №8. — С.1264–1278.
2. Dyukova E. V., Zhuravlev Yu. I., Sotnezov M. R. *Construction of an Ensemble of Logical Correctors on the Basis of Elementary Classifiers*. Pattern Recognition and Image Analysis, 2011, Vol.21, №4, pp.599–605.
3. Dyukova E. V., Prokofjev P. A. *Models of Recognition Procedures with Logical Correctors*. Pattern Recognition and Image Analysis, 2013, Vol.23, №2, pp.235–244.
4. Дюкова Е. В., Любимцева М. М., Прокофьев П. А. *Об алгебро-логической коррекции в задачах распознавания по прецедентам*. Машинное обучение и анализ данных, 2013. Т.41. №6. — С.705–713.

ЭРГОДИЧЕСКИЕ ДИНАМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ В \mathbb{Z}_2^k

Работа удостоена диплома I степени

Сопин Валерий Валерьевич

Кафедра математической кибернетики

email: VvS@myself.com

**Научный руководитель: д.ф.-м.н. Анашин Владимир
Сергеевич**

Т-функция — это такое отображение n -бит входного слова в n -бит выходного слова, что каждый i -тый бит выходного слова зависит только от

$0, 1, \dots, i$ бит входного слова. Все логические и большинство арифметических операций по модулю 2^n , $n \in \mathbb{N}$, а также их композиции, являются Т-функциями.

Одномерные Т-функции, как важный класс криптографических примитивов, изучались Анашиным [1], а также Климовым и Шамиром [2].

Транзитивные Т-функции (последнее означает, что последовательность n -битных слов $w, f(w), f(f(w)), \dots$ имеет максимально длинный период, т.е. длины 2^n) основные кандидаты по замене РСЛОС в генерации ключей, так как обладают многими важными криптографическими свойствами: высокая линейная сложность, равномерное распределение подслов и многое другое.

Задача описания одномерных, транзитивных Т-функция была решена во многом благодаря p -адическому анализу, так как Т-функция — это 1-Липшицево отображение в 2-адической метрике, а ее транзитивность эквивалентна эргодичности [1].

Представляется интересным рассмотреть транзитивные Т-функции над Декартовым произведением \mathbb{Z}_2 . Такой вопрос был поставлен в работе [1], см. Главу 4.6.2.

В этой же главе описывается способ построения эргодического, сохраняющего меру, 1-Липшицево отображения над Декартовым произведением \mathbb{Z}_2^k , $k \in \mathbb{N}$, из эргодического, сохраняющего меру, 1-Липшицево отображения в \mathbb{Z}_2 .

Такой способ часто используется в вычислительной технике, но, очевидно, описывает не весь класс многомерных, эргодических, сохраняющих меру Т-функций, так как они, вообще говоря, имеют более сложную структуру. Кроме того при использовании такого метода нам придется работать с 2^{kn} -битными словами. В случае рассмотрения эргодических, сохраняющих меру Т-функций над Декартовым произведением \mathbb{Z}_2^k мы можем, оперируя словами длины 2^n , строить псевдослучайные последовательности длины 2^{kn} . Так, например, в случае $k = 4$, работая с 32-битными словами, мы получим псевдослучайную последовательность длины 2^{128} .

Определим класс отображений \mathfrak{F}_k , $k > 1 \in \mathbb{N}$, как множество всех эргодических, сохраняющих меру, 1-Липшицевых отображений $F : \mathbb{Z}_2^k \mapsto \mathbb{Z}_2^k$, которые по модулю 2 любой вектор из \mathbb{F}_2^k с $1 \leq j \leq k$ нулевых координат НЕ переводят в вектор, у которого все эти j координат также нулевые и для которых выполняется сравнение $F((1, \dots, 1)) \equiv (0, \dots, 0) \pmod 2$.

В диссертации получены следующие результаты для многомерных, транзитивных, 1-Липшицевых отображений:

- 1) Любое отображение $F \in \mathfrak{F}_k$ представимо в виде

$$\sum_{i=1}^k f_i p_i, \quad f_i : \mathbb{Z}_2 \mapsto \mathbb{Z}_2, \quad p_i : \mathbb{Z}_2^k \mapsto \mathbb{F}_2^k,$$

где f_i — 1-Липшицевы, сохраняющие меру отображения, у которых граф

по модулю 2 есть цикл длины 2, а p_i — отображения, построенные так, чтобы получился граф F по модулю 2, причем $\forall \sigma = (\sigma_1, \dots, \sigma_k) \in \mathbb{F}_2^k$ значения $p_i(\sigma)$, $i = 1, \dots, k$, такие, чтобы определитель матрицы, составленной из них, был не равен нулю, а i -тая координата равна единице, в остальном $p_i((\sigma_1, \dots, \sigma_k)) = p_i((\sigma_1 + 2\mathbb{Z}_2, \dots, \sigma_k + 2\mathbb{Z}_2))$, $\sigma_j = \{0, 1\}$.

2) Для 1-Липшицево, эргодического, сохраняющего меру отображения $F : \mathbb{Z}_2^k \mapsto \mathbb{Z}_2^k$, $k > 1 \in \mathbb{N}$, не принадлежащего \mathfrak{F}_k , существует $G \in \mathfrak{F}_k$, которое отличается от F лишь фиксированной перестановкой в последовательных итерированиях $x_{j+1} = F(x_j)$, $y_{j+1} = G(y_j)$, $j = 0, \dots, 2^k - 1$, где $x_0 = y_0$ и $x_0 \equiv y_0 \equiv (0, \dots, 0) \pmod{2}$.

Таким образом, предлагается способ построения эргодических, сохраняющих меру, 1-Липшицевых преобразований в ЛЮБОЙ размерности Декартового произведения \mathbb{Z}_2 .

Возвращаясь к одномерным, 1-Липшицевым отображениям $f : \mathbb{Z}_p \mapsto \mathbb{Z}_p$, p — произвольное простое, рассмотрим множества

$$P_n^k(f) = \left\{ \left(\frac{x}{p^n}, \frac{f(x)}{p^n}, \dots, \frac{f^k(x)}{p^n} \right) : x \in \{0, 1, \dots, p^n\} \right\},$$

$$P^k(f) = Cl\left(\bigcup_{n=1}^{\infty} P_n^k(f)\right),$$

где $f^k(x) = f(\dots(f(x)\dots))$, $k \in \mathbb{N}$, $Cl(A)$ обозначает замыкание множества $A \subset [0, 1]^{k+1}$ в обычной топологии \mathbb{R}^{k+1} . Таким образом, $P^k(f)$ измеримое множество относительно меры Лебега ζ_{k+1} в \mathbb{R}^{k+1} .

Обозначим $\lambda_k(f) = \zeta_{k+1}(P^k(f))$. С точки зрения криптографии мы хотим, чтобы выполнялось $\lambda_k(f) = 1$, $\forall k \in \mathbb{N}$, то есть отображение не имело лагун (было в некотором понимании равномерным, за подробностями также можно обратиться к работе [1]).

В диссертации доказывается, что для любого 1-Липшицево, сохраняющего меру отображения $f : \mathbb{Z}_p \mapsto \mathbb{Z}_p$, если $\lambda_1(f) = 1$, то $\lambda_k(f) = 1$, $\forall k \in \mathbb{N}$.

Литература

1. Anashin V., Khrennikov A. *Applied algebraic dynamics*. Berlin: de Gruyter Expositions in Mathematics, 2009.
2. Klimov A., Shamir A. *Cryptographic applications of T-functions, Selected areas in cryptography*. Berlin: Lecture Notes in Computer Science, 3006, Springer, 2004, 248-261.

**О СИНТАКСИЧЕСКОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ КЛАССА
ЯЗЫКОВ, РАСПОЗНАВАЕМЫХ
НЕДЕТЕРМИНИРОВАННЫМИ ПРОГРАММАМИ НА
ЛОГАРИФМИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ**

Работа удостоена диплома III степени

Носов Дмитрий Андреевич

Кафедра математической кибернетики

email: dmitrytvr@gmail.com

Научный руководитель: Варновский Николай Павлович

Вопрос о взаимоотношении сложных классов \mathbf{NL} и \mathbf{P} является открытой проблемой теории сложности, не такой известной, как вопрос о равенстве сложных классов \mathbf{NP} и \mathbf{P} , но не менее важной.

В работах М. А. Тайцлина и др. [1], [2], [3] было введено понятие недетерминированной программы. С помощью этого понятия планировалось построить сложный класс, отделяющий \mathbf{NL} от \mathbf{P} . В этих работах был введен класс недетерминированных программ PR^+ , и определен класс языков \mathbf{Z}^+ , распознаваемых недетерминированными программами из этого класса. Была доказана теорема, свидетельствующая о близости классов \mathbf{Z}^+ и \mathbf{NL} . Однако вопрос, можно ли модифицировать модель вычислений, основанную на недетерминированных программах, таким образом, чтобы сложный класс \mathbf{NL} совпадал с классом языков, распознаваемых недетерминированными программами, оставался открытым. В диссертации на этот вопрос дается окончательный ответ. В классе PR^+ выделяется специальный подкласс недетерминированных программ. Для этого подкласса дается новое определение языка, распознаваемого недетерминированной программой. Пусть \mathbf{Z}_Ψ^+ — класс всех таких языков. В диссертации доказано, что $\mathbf{NL} = \mathbf{Z}_\Psi^+$.

В связи с проблемой отделения класса \mathbf{NL} от \mathbf{P} представляет интерес вопрос о возможности построения сложного класса, отделенного от \mathbf{P} , но достаточно близкого к \mathbf{NL} . В диссертации рассмотрен класс недетерминированных программ PR^* , введенный И. В. Поповым в [4]. В диссертации доказано, что при некоторых ограничениях на класс недетерминированных программ PR^* , класс языков, распознаваемых такими программами разделен с \mathbf{P} .

В диссертации предложена переформулировка задачи распознавания, решаемой недетерминированной программой, на языке совместности систем уравнений и неравенств.

Литература

1. Тайцлин М. А., Мусикаев И. Х. *О динамических теориях свободных алгебр*. Математический сборник, 180(3), 1989, стр. 307–321.
2. Stolboushkin A. P., Taitlin M. A. *Dynamic logics*. In V.A. Mel'nikov,

editor, Cybernetics and Computer Technology, volume 2, Nauka, Moscow, USSR, 1986, pp. 180–230.

3. Тайцлин М. А. *Пример полиномиального запроса не распознаваемого в недетерминированной логарифмической памяти*. Вестник Тверского государственного университета, серия прикладная математика 6(12), 2005, стр. 5–22.
4. Попов И. В. *О невозможности задания линейного порядка при помощи недетерминированных программ специального вида*. Вестник Тверского государственного университета, серия прикладная математика №3(10), 2008. Стр.25–36.

КРИПТОАНАЛИЗ КРИПТОСИСТЕМЫ

МАК-ЭЛИСА-СИДЕЛЬНИКОВА

Савостин Владислав Викторович

Кафедра информационной безопасности

email: savostinvlad@gmail.com

**Научный руководитель: к.ф.-м.н., ас. Чижев Иван
Владимирович**

Для безопасной передачи секретных ключей пользователей в криптографических протоколах широко используется ассиметричная криптография, основу которой составляют криптосистемы с открытым ключом. Криптосистема Мак-Элиса — одна из старейших такого рода криптосистем. Она была предложена [1] в 1978 Р. Дж. Мак-Элисом и является важной альтернативой традиционным криптосистемам, построенным на трудных задачах из теории чисел.

В 1986 г. Нидеррайтер предложил [2] модификацию этой криптосистемы, при которой повышается скорость передачи сообщения — отношение длины открытого текста к длине шифртекста. В вопросе стойкости эти криптосистемы эквивалентны друг другу и задача взлома одной элементарно сводится к задаче взлома другой.

В 1994 г. В.М. Сидельников [3] несколько изменил схему, предложив перейти к криптосистеме Мак-Элиса в варианте Нидеррайтера и использовать комбинированный код Рида-Маллера, что повысило скорость передачи и стойкость криптосистемы. Предложенная схема получила название криптосистемы Мак-Элиса-Сидельникова.

В 2013 г. М.Бородин и И.Чижев в своей работе [4] существенно снизили стойкость криптосистемы Мак-Элиса, построенной на кодах Рида-Маллера. При некоторых параметрах кода реализована полиномиальная атака на открытый ключ, то есть по открытому ключу восстановлен закрытый за полиномиальное время.

В дипломной работе изучена возможность обобщения и распространения атаки Бородина-Чижова на криптосистему Мак-Элиса-Сидельникова. Удалось посторить вероятностную полиномиальную атаку на эту криптосистему для некоторого достаточно обширного множества специальных параметров кода Рида-Маллера. До настоящего времени таких атак просто не существовало. Кроме того, удалось установить интересный факт. При построении криптосистемы используются случайные невырожденные матрицы. Оказалось, что если секретный ключ криптосистемы строится с использованием истинно случайных матриц, то его поиск по открытому ключу оказывается эффективней, чем поиск секретного ключа, полученного с помощью не совсем случайных матриц. Обычно в криптографии наблюдается прямо противоположная картина: для выработки ключа нужно использовать хорошие датчики случайных чисел.

Доказательство всех приведенных в работе результатов получено самостоятельно. Кроме того, многие результаты диплома закладывают основу для построения новых успешных атак на криптосистему Мак-Элиса-Сидельникова, построенную на кодах Рида-Маллера с более широким классом параметров.

Литература

1. McEliece R. J. *A public-key cryptosystem based on algebraic coding theory* // DSN Prog. Rep., Jet Prop. Lab., California Inst. Technol. 1978. Vol. January. Pp. 114–116.
2. Niederreiter H. *Knapsack-type crytosystems and algebraic coding theory* // Prob. Contr. Inform. Theory. 1986. Vol. 15(2). Pp. 157–166.
3. Сидельников В. М. *Открытое шифрование на основе двоичных кодов Рида-Маллера* // Дискретная математика. 1994. Т. 6(2). С. 3–20.
4. Бородин М., Чижов И. *Эффективная атака на криптосистему Мак-Элиса, построенную на основе кодов Рида-Маллера*. Дискретная математика. — 2014. — Т. 1, № 26. — С. 10–20.

ОЦЕНКИ ДЛИНЫ ТЕСТОВ ПРИ ИНВЕРСНЫХ НЕИСПРАВНОСТЯХ

Работа удостоена диплома III степени

Жукова Анна Александровна

Кафедра математической кибернетики

email: anne.zhukova@gmail.com

**Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Романов Дмитрий
Сергеевич**

В современном мире ежедневно увеличивается количество сложных управляющих систем (УС). При их работе вероятность появления неисправностей также возрастает. Важно уметь быстро находить неполадки.

Для этого необходимо создавать алгоритмы и методы, с помощью которых будет производиться контроль систем, и решать задачи контроля исправности и диагностики неисправностей этих систем.

К числу основных модельных объектов теории надежности и контроля управляющих систем относятся схемы из функциональных элементов (СФЭ).

Основные понятия.

Пусть Σ — некоторая схема, реализующая булеву функцию $f(\tilde{x})$ от n переменных.

Функция, реализуемая на выходе схемы при наличии в ней неисправных элементов, называется *функцией неисправности*. Множество T входных наборов схемы Σ называется *полным проверяющим тестом* для этой схемы, если для любой функции неисправности $g(x)$, не равной тождественно $f(x)$, в T найдется хотя бы один такой набор $\tilde{\sigma}$, что $f(\tilde{\sigma}) \neq g(\tilde{\sigma})$. Число наборов, составляющих этот тест, называется его длиной (в качестве тривиального теста всегда можно взять все 2^n наборов значений переменных булевой функции).

Схему Σ будем называть *тестпригодной*, если при любых допустимых неисправностях она реализует не равные тождественно функции.

Обозначим длину полного проверяющего теста T через $D^{n,n}(T)$. $D^{n,n}(\Sigma) = \min_{T-n.n. \text{ тест для } \Sigma} D(T)$;
 $D_B^{n,n}(f) = \min_{\Sigma\text{-тестприг. схема, реал. } f \text{ в } B} D^{n,n}(\Sigma)$.

Функцией Шеннона длины полного проверяющего теста будем называть функцию $D_B^{n,n}(n) = \max_{f \in P'_2(n)} D_B^{n,n}(f)$, где $P'_2(n)$ — множество булевых функций, зависящих существенно от всех своих n переменных.

Прежде всего интересна задача оценки снизу и сверху длины тестов или, в идеале, построения минимальных тестов.

Введем понятие хорошей функции. Булева функция $f(\tilde{x})$ от x_1, \dots, x_n — хорошая, если выполняется одно из условий:

- f зависит от не более чем двух переменных
- f обладает следующим свойством: для любой тройки переменных $(x_i, x_j, x_k), 1 \leq i < j < k \leq n$, для любой переменной $x_s, s \in \{i, j, k\}$, для любого набора $(a_1, \dots, a_{i-1}, a_{i+1}, \dots, a_{j-1}, a_{j+1}, \dots, a_{k-1}, a_{k+1}, \dots, a_n)$, где каждое a_p — это либо булева константа, либо x_s , либо \bar{x}_s , четыре пары соседних по x_s наборов функции $g(x_i, x_j, x_k) = f(a_1, \dots, a_{i-1}, x_i, a_{i+1}, \dots, a_{j-1}, x_j, a_{j+1}, \dots, a_{k-1}, x_k, a_{k+1}, \dots, a_n)$ разбиваются на две двойки пар наборов таких, что в каждой двойке суммы значений функции g на наборах пар равны.

В дипломной работе рассматривается задача определения нетривиальных нижних оценок длины полного проверяющего теста в предположении, что функциональные элементы подвержены инверсным неисправностям на выходах функциональных элементов. Задача решается в некоторых функционально полных конечных базисах.

Основным результатом работы является теорема:

Теорема. *Для СФЭ в любом полном конечном базисе B , состоящем из хороших функций алгебры логики, функция Шеннона длины полного проверяющего теста при инверсных неисправностях на выходах элементов, начиная с некоторого n , имеет следующую нижнюю оценку: $D_B^{n,n}(n) \geq 3$.*

Доказательство теоремы опирается на полученный в статье [1] результат, определяющий некоторые структурные особенности схем. Сначала теорема доказывается в случае, когда все базисные элементы имеют не более двух входов. Затем доказательство расширяется на случай хороших функций с произвольным количеством входов функциональных элементов.

Литература

1. Карпова Н.А. *О вычислениях с ограниченной памятью // Математические вопросы кибернетики*, 1989, вып. 2, с. 131–144.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА ДЛЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА МОДУЛЕЙ ВСТРОЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С УЧЁТОМ ТРЕБОВАНИЙ НАДЁЖНОСТИ

Тимофеев Кирилл Васильевич

Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов

email: tiff412@rambler.ru

*Научный руководитель: ассистент Волканов Дмитрий
Юрьевич*

В дипломной работе рассматривается задача сбалансированного выбора компонентов и механизмов обеспечения отказоустойчивости для встроенных вычислительных систем реального времени (ВВС РВ) [1]. В задаче требуется найти такую конфигурацию ВВС РВ, чтобы при заданных ограничениях на стоимость и время в каждом модуле надёжность системы была максимальной.

Встроенная вычислительная система — специализированная микропроцессорная система управления, концепция разработки которой заключается в функционировании, будучи встроенной непосредственно в

устройство, которым она управляет [2]. ВВС РВ состоит из модулей, соединенных вместе, которые, в свою очередь состоят из компонентов. Компоненты бывают двух видов: программные и аппаратные. На каждом аппаратном компоненте работает минимум один программный. Для аппаратных и программных компонент известны надёжность и стоимость. Для каждой пары (аппаратный компонент, программный компонент) известно время выполнения программы на данном аппаратном компоненте. Каждый компонент может быть только в одном из 2-х состояний: отказ или рабочее состояние.

Основными особенностями задачи являются ограничения на время работы системы, выбор одного из четырех видов механизмов обеспечения отказоустойчивости (МОО), а также NP-трудность [3]. Нахождение эффективных алгоритмов для решения данной задачи — актуальная проблема, решаемая многими лабораториями и группами исследователей по всему миру [1]. Самыми подходящими для решения данной задачи являются различные эвристики, поэтому в данной работе исследуется АИО в зависимости от его параметров.

Параметрами для разработанного варианта АИО являются:

- Функция мутации решения;
- Функция штрафа;
- Закон изменения температуры.

Экспериментальное исследование проводилось в 2 этапа:

1. Сравнение качества решений полученных при помощи разработанного варианта АИО для различных значений параметров и выбор лучших их комбинаций;
2. Сравнение качества решений полученных при помощи разработанного варианта АИО с лучшими комбинациями параметров, эволюционного (ЭА), адаптивного гибридного эволюционного (АГЭА) [2] и жадного алгоритмов (ЖА) для системных ограничений разных видов.

На втором этапе для сравнения качества решений используется метод проверки статистических гипотез.

Основные результаты экспериментального исследования:

- Выбор закона Коши и мутации типа 1 (с параметром 1) для АИО позволяет получить лучшие по качеству решения;
- Зависимость АИО от выбора функции штрафа — минимальна;
- АИО с лучшими комбинациями параметров выдаёт более качественные решения, чем АГЭА и ЭА;

- Жадный алгоритм выдает сопоставимые по качеству решения с выдаваемыми АИО, но работает не на всех системах.

В результате выполнения дипломной работы был разработан и реализован вариант АИО в рамках программного средства relort. Экспериментальное исследование подтвердило эффективность использования АИО для решения данной задачи.

Литература

1. Kuo W., Wan R. *Recent Advances in Optimal Reliability Allocation Computational Intelligence in Reliability Engineering*. – Springer Berlin Heidelberg, 2007. – С. 1-36.
2. Волканов Д. Ю., Глонина А. Б. *Исследование модификаций адаптивного гибридного эволюционного алгоритма для задачи сбалансированного выбора модулей РВС РВ и их механизмов обеспечения отказоустойчивости* // Программные системы и инструменты. Тематический сборник №12, М.: Изд-во факультета ВМК МГУ, 2011., С.150–162.
3. Chern M. S. *On the computational complexity of reliability redundancy allocation in a series system* Operations Research Letters. – 1992. – Т. 11. – №. 5. – С. 309-315.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ВОСПРИЯТИЯ ЯРКОСТИ ОБЪЕКТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЗОБРАЖЕНИЙ ШИРОКОГО ДИНАМИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНА

Работа удостоена диплома I степени

Земцов Евгений Евгеньевич

Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов

email: zemtsov.e.e@gmail.com

**Научный руководитель: к.ф.-м.н. Игнатенко Алексей
Викторович, Зина Кристина Сергеевна**

Человеческое зрение — сложнейший механизм восприятия окружающего мира. Изучение зрительной системы ведется давно, однако оно далеко от завершения. Одним из открытых вопросов является расчет интегральной воспринимаемой яркости объекта. Ответ на него может использоваться в задаче определения эффективности отражающей способности объектов, характеристики свойств огранок драгоценных камней: в сравнении их между собой по воспринимаемым особенностям.

В данной работе предлагается алгоритм оценки интегральной воспринимаемой яркости объекта. Входными данными являются изображение

сцены со значениями фотометрической яркости, маска исследуемого объекта и информация об условиях съемки. На выходе алгоритм должен выдать оценку интегральной воспринимаемой яркости объекта. Алгоритм работает с изображениями широкого динамического диапазона.

В процессе решения возникла необходимость в декомпозиции на две подзадачи. Первая — расчет поточечной воспринимаемой яркости. Вторая — суммирование полученных значений для исследуемого объекта.

По результатам обзора существующих методов решения первой подзадачи была выбрана модель [1]. Она оказалась наиболее универсальной по сравнению с аналогами. В ее основе лежит преобразование, которое моделирует адаптацию человеческого зрения. Производится учет условий освещения, особенностей объекта и фона. Это позволяет преобразовать значения во входном изображении из физических в воспринимаемые.

Область второй подзадачи достаточно новая и малоизученная. В статье [2] описаны исследования работы головного мозга, в результате которых было выявлено использование сжимающего нелинейного преобразования при обработке нейронами входных сигналов. На основании экспериментов была построена модель суммирования, которая была выбрана в качестве второго этапа предложенного алгоритма.

Для оценки качества работы была сгенерирована база тестовых изображений-стимулов. В ходе экспериментов разным людям предлагалось оценить их свойства. Далее собранные показания сравнивались с результатами работы алгоритма.

В итоге, был реализован алгоритм оценки интегральной воспринимаемой яркости объекта. Была проведена экспериментальная верификация, которая показала возможность использования алгоритма в практических задачах.

Литература

1. Moroney N., Fairchild M., Hunt R., Li C., Luo M., Newman T. *The CIECAM02 color appearance model*. IS&T/SID 10 th Color Imaging Conference, 2002.
2. Kay K., Winawer J., Mezer A., Wandell B. *Compressive spatial summation in human visual cortex*. Journal of Neurophysiology, 2013.

РАСПОЗНАВАНИЕ СИМВОЛОВ НА ФОТОГРАФИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЛУЧАЙНЫХ РЕШАЮЩИХ ЛЕСОВ

Кириченко Владимир Владимирович

Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов

email: vvkiri@gmail.com

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Барина Ольга

Вячеславовна

Распознавание текста на фотографиях является сложной и актуальной задачей компьютерного зрения и машинного обучения. Важным этапом в распознавании текста является классификация отдельных символов — определение класса-символа, соответствующего изображению. Для систем распознавания текста требуются алгоритмы классификации символов, обладающие высокой скоростью и точностью. Дополнительную сложность в задаче классификации отдельных символов создает сильная вариативность изображений символов: они могут отличаться по цвету, начертанию, освещенности, перспективные искажения и частичные перекрытия вносят дополнительную изменчивость в изображения символов. Поэтому еще одним важным требованием к классификатору символов является возможность учета данной вариативности — возможность обучаться на больших выборках.

По результатам обзора методов классификации символов была выбрана группа методов, основывающихся на случайном решающем лесе, демонстрирующем очень высокую скорость классификации. В дипломной работе в качестве базового алгоритма был рассмотрен случайный лес Хафа [1-2] — модификация метода случайного решающего леса.

Лес Хафа представляет собой, как и случайный решающий лес, комитет решающих деревьев — Хаф-деревьев. Хаф-дерево — это бинарное дерево, во внутренних вершинах которого находятся тесты, «направляющие» фрагменты обрабатываемого изображения в левое или правое поддерево. В листьях дерева находится сгруппированный по классам набор смещений, соответствующих гипотезам о местоположении центров объектов различных классов. Таким образом, деревья Хафа производят регрессию по местоположению центров объектов различных классов.

При обучении деревьев леса Хафа в базовом методе производится последовательное построение их вершин в порядке обхода в глубину. При этом выборка для обучения дерева генерируется из общей обучающей выборки один раз, в начале обучения дерева. На протяжении всего времени обучения дерева выборка для его обучения постоянно хранится в памяти, хотя для построения очередной вершины дерева нужна лишь малая ее часть. Это приводит к тому, что подвыборки для построения внутренних вершин нижних уровней дерева получаются очень малыми, а качество разделения у тестов вершин нижних уровней — очень низким. Кроме того, процедура обучения даже одного дерева Хафа в базовом методе занимает

большое время (8-10 часов).

Эти две проблемы решаются в дипломной работе за счет распределения вычислений при обучении Хаф-деревьев. В предлагаемом решении изменен порядок построения внутренних вершин дерева — теперь они создаются в порядке обхода в глубину, по уровням, что позволяет распределить между несколькими машинами задачи как построения тестов внутренних вершин одного уровня, так и генерации обучающих подвыборок для построения этих тестов. Отсутствие необходимости хранить одновременно всю обучающую выборку дерева в памяти позволяет использовать для построения тестов большие по размеру выборки, что, в свою очередь, приводит к повышению качества разделения у тестов дерева и к общему повышению качества классификации у обучаемых деревьев.

Проведенная экспериментальная оценка показывает, что предложенный метод демонстрирует большую точность на эталонных выборках ICDAR и MNIST, чем базовый метод и методы [3-4], основывающиеся на аналогичных подходах.

В ходе работы была реализована на языке C++ автоматическая система распределенного обучения Хаф-деревьев на облачной инфраструктуре Amazon Elastic Compute Cloud.

Литература

1. Juergen Gall, Victor Lempitsky *Class-specific hough forests for object detection* // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). IEEE, 2009. P. 1022–1029.
2. Nima Razavi, Juergen Gall, Luc Van Gool *Scalable multi-class object detection* // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). IEEE, 2011. P. 1505–1512.
3. Gökhan Yildirim, Radhakrishna Achanta, Sabine Süsstrunk, et al. *Text recognition in natural images using multiclass hough forests* // Proceedings of the 8th International Conference on Computer Vision Theory and Applications. 2013. P. 737–741.
4. Samuel Schulter, Paul Wohlhart, Christian Leistner, Amir Saffari, Peter M. Roth, Horst Bischof *Alternating decision forests* // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). IEEE, 2013. P. 508–515.

**ЛОКАЛЬНО-АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ
ОБНАРУЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ НЕСООТВЕТСТВИЙ
ПО ЦВЕТУ МЕЖДУ РАКУРСАМИ
СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОГО ВИДЕО**

Работа удостоена диплома II степени

Нападовский Вячеслав Вячеславович

*Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов
email: vnapadovsky@graphics.cs.msu.ru*

**Научный руководитель: к.ф.-м.н. Ватолин Дмитрий
Сергеевич**

За последние несколько лет было выпущено большое количество 3D-фильмов. Тем не менее часто в 3D-фильмах можно встретить различные ошибки, которые могут помешать восприятию 3D-эффекта зрителем и даже вызвать головную боль [1,2]. Частным случаем таких расхождений является расхождение между ракурсами по цвету, когда изображение объекта на левом и правом ракурсах отличается по цвету.

В данной работе представлен новый метод для количественной оценки и исправления цветовых расхождений между ракурсами 3D-видео. Основной составляющей предложенного метода является вычисление цветонезависимого сопоставления блоков одного ракурса к другому. Для сопоставления ракурсов используется алгоритм блочной компенсации движения [3], в основе которого лежит новая предложенная цветонезависимая метрика для сопоставления блоков:

$$\text{Error} = (\text{SAD}(X, Y))^2 + \text{SND}(X, Y),$$

где $\text{SAD}(X, Y) = \sum_{(x,y) \in \Omega} |L(x, y) - R(x, y)|$,

$\text{SND}(X, Y) = \sum_{(x,y) \in \Omega} \left| L(x, y) - R(x, y) + \frac{1}{|\Omega|} \sum_{(x,y) \in \Omega} (R(x, y) - L(x, y)) \right|$,

$L(x, y)$ и $R(x, y)$ — значения пикселей сравниваемых блоков на левом и правом ракурсе соответственно, Ω определяет множество их координат.

По сравнению с суммой абсолютных разностей (SAD), которая обычно используется в блочных алгоритмах оценки движения, значение предложенной функции опирается больше на текстурную «похожесть» блоков, т. о. использование изменённой функции позволяет сопоставлять стереоракурсы, даже если они имеют локальные расхождения по цвету.

Предварительно выполняется сопоставление гистограмм двух ракурсов для улучшения результатов компенсации. После компенсации выполняется кросс-билатеральная пространственная и временная фильтрация в целях устранения «блочности» и улучшения стабильности результата во времени. Полученная отфильтрованная локальная карта цветовых расхождений используется как в алгоритме исправления цветовых расхождений, так и в алгоритме их количественной оценки (с помощью метрики MSE).

По результатам проведённого объективного сравнения разработанный алгоритм исправления цветовых расхождений превосходит по качеству наиболее популярное на данный момент коммерческое решение для исправления локальных цветовых расхождений Osula, разработанное компанией The Foundry.

Стоит отметить, что в процессе выполнения алгоритма выполняется построение достаточно точной карты диспаратитов (горизонтальных смещений блоков одного ракурса относительно блоков другого), которое устойчиво к расхождениям по цвету и может использоваться в других алгоритмах обработки стереовидео.

Алгоритм оценки цветовых расхождений был использован в проекте оценки качества 3D-видео “VQMT3D”, проводимом лабораторией компьютерной графики факультета ВМК МГУ. В рамках проекта было оценено 26 полнометражных фильмов. Для каждого из них помимо других метрик качества использовалась метрика цветовых расхождений. Покадровые графики, визуализации ошибок 3D и информацию о том, что является их причиной можно найти на сайте [4]. К сотрудничеству в рамках комментирования результатов оценок было привлечено более десяти стереограферов — людей, отвечающих за создание 3D-версий фильмов. Также разработанная метрика качества была использована для оценки фильмов, представленных на III и IV международном стерео кинофестивале в 2013 и 2014 годах.

В процессе работы над проектом были выполнены 7 публикаций, в числе которых публикации в электронных библиотеках IEEE Xplore Digital Library и SPIE Digital Library, а также публикация в научном журнале «Мир Техники Кино» (входит в список ВАК); сделаны доклады на конференциях «Ломоносов» в 2012 и 2014 гг.

Работа частично поддержана грантами РФФИ № 10-01-00697-а и Intel/Cisco Video-Aware Wireless Network (VAWN) Program.

Литература

1. A. Voronov, D. Vatolin, D. Sumin, V. Napadovsky, A. Borisov *Towards Automatic Stereo-video Quality Assessment and Detection of Color and Sharpness Mismatch*. // International Conference on 3D Imaging (IC3D) — 2012. — pp. 1-6.
2. Рожкова Г. И. *Бинокулярное зрение* // Физиология зрения, М.: Наука. — 1992. — С. 586-664.
3. С. Путилин *Быстрый алгоритм нахождения движения в видеопоследовательностях* // Труды конференции GraphCon-2006 — Россия, Новосибирск, Академгородок: 2006. — СС. 407-410.

4. *MSU 3D-video Quality Analysis: Video Quality Measurement Tool 3D Project* [Online]. — <http://compression.ru/video/vqmt3d/>

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ЧЕЛОВЕКА ПО ЛИЦУ В ВИДЕОПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Никитин Михаил Юрьевич

Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов

email: mnikitin@graphics.cs.msu.ru

*Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Конушин Антон
Сергеевич*

В настоящее время идентификация человека по лицу в видеопоследовательности является активно исследуемой областью компьютерного зрения. Формально рассматриваемая задача имеет следующую постановку:

- на вход алгоритму подается две видеопоследовательности V_1, V_2 , на которых засняты лица людей;
- выходом является вещественное число $0 \leq r \leq 1$, показывающее степень схожести сравниваемых лиц: 1 — очень похожи, 0 — совсем не похожи.

В данной работе предлагается следующий алгоритм идентификации людей в видеопоследовательности:

1. Поиск области лица на кадрах видео;
2. Выбор лучшего кадра (кадра с максимальной оценкой качества);
3. Распознавание по выбранному кадру.

Поиск области лица осуществляется на первом кадре с помощью алгоритма Виолы-Джонса[1], а на последующих кадрах производится сопровождение найденного лица. Для распознавания по выбранному изображению было решено воспользоваться решением из библиотеки алгоритмов анализа лиц FaceSDK[2]. Наличие готовых реализаций алгоритмов выделения области лица и распознавания по изображению лица позволило сфокусироваться на решении подзадачи выбора лучшего кадра видеопоследовательности. Эта подзадача важна, так как выбор кадра в значительной степени определяет качество идентификации.

В основе предложенного алгоритма оценки качества изображения лица лежит использование регрессионной модели, позволяющей предсказывать качество по набору значимых характеристик изображения, таких как ракурс, резкость, размер лица и качество освещения. При этом обученная регрессия обладает тем свойством, что ее прогноз имеет смысл степени пригодности изображения для выбранного алгоритма распознавания.

Чтобы обучить регрессионную модель, обладающую указанным свойством, необходимо, чтобы значения зависимой переменной изображений обучающей выборки удовлетворяли следующему правилу: «*Оценка качества изображения лица тем выше, чем больше оно похоже на другие изображения этого же человека, и меньше на изображения других людей*». Это правило записывается формально в виде СЛАУ специального вида относительно искомым значений зависимой переменной. Решением полученной системы является вектор оценок качества объектов обучающей выборки, найдя который можно обучить линейную регрессию, позволяющую оценивать качество невиданных ранее изображений.

Достоинством предложенного метода оценки качества изображения является то, что его можно автоматически настроить для использования с любым алгоритмом распознавания человека по изображению лица, и даже для решения смежных задач, таких как классификация человека по лицу.

Экспериментальная оценка предложенного алгоритма идентификации была проведена на публично доступной базе видеопоследовательностей *YouTube Faces*[3]. Произведено сравнение с другими алгоритмами идентификации на основе выбора лучшего кадра по двум направлениям: качество идентификации и среднее время оценки качества одного кадра. По результатам сравнения было выяснено, что предложенный метод обеспечивает компромисс между скоростью работы и точностью идентификации.

Литература

1. Viola P., Jones M. J. *Robust real-time face detection* // International journal of computer vision, 57(2). 2004. P. 137-154.
2. *FaceSDK – программная библиотека алгоритмов анализа лиц людей*. [HTTP] (<http://www.tevian.ru/ru/products/facesdk>).
3. Wolf L., Hassner T., Maoz I. *Face recognition in unconstrained videos with matched background similarity* // Computer Vision and Pattern Recognition. 2011. P. 529-534.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УСТРОЙСТВ ОТОБРАЖЕНИЯ ОБЪЕМНОГО ВИДЕО

Федоров Алексей Александрович

*Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов
email: afedorov@graphics.cs.msu.ru*

*Научный руководитель: к.ф.-м.н. Ватолин Дмитрий
Сергеевич*

В последние годы появилось большое количество различных технологий отображения 3D-видео. Все технологии базируются на разных физи-

ческих принципах и имеют свои особенности, поэтому зачастую возникает вопрос выбора технологии в каждой конкретной ситуации. Вместе с этим возникает вопрос сравнения устройств различных типов. Далеко не все 3D-устройства обеспечивают комфортное и качественное отображение, чем могут негативно влиять не только на здоровье людей (вызывать повышенную утомляемость глаз, головные боли и т. п.), но и на общественное мнение о 3D-видео в целом. При этом некоторые проблемы некачественного отображения связаны с неправильной настройкой, а значит, могут диагностироваться и исправляться, тем самым делая просмотр более комфортным. Производители зачастую не полностью предоставляют конечному пользователю информацию о технических характеристиках своих устройств и об их реальных возможностях.

Основной целью работы является создание методики тестирования и сравнения качества оборудования для отображения объемных изображений. Дополнительным требованием является возможность автоматизации процесса измерения характеристик. Важной особенностью является возможность проведения измерений характеристик без специализированного измерительного оборудования. Эта особенность позволит конечному пользователю провести измерения характеристик в домашних условиях, а также будет способствовать расширению базы протестированных устройств.

Существуют различные подходы к определению реальных характеристик устройств. Однако на текущий момент нет общепризнанных методов для однозначной оценки некоторых характеристик. Все предложенные методы показывают уровень качества в определенных условиях. Созданием норм параметров, определяющих качество стереоизображения в условиях кинозала, занимается ОАО «Научно-исследовательский кинофотоинститут» [1]. В работе Norm Hurst [2] разработаны шаблоны для тестирования стереоскопических мониторов, телевизоров и проекторов. Представленные тестовые изображения позволяют субъективно определять качественные характеристики оборудования. В работе Adi Abileah [3] представлены идеи для большого количества тестовых шаблонов, необходимых для измерения различных характеристик 3D-устройств: перекрестные помехи, стерео контрастность, стерео яркость, разница по яркости между ракурсами, соответствия ракурсов по цвету, равномерность яркости и цветности и многим другим. Во всех существующих решениях используется профессиональное измерительное оборудование: фотометры, колориметры. При этом даже однотипные приборы могут давать результаты с разной степенью точности. Пример сравнения различных приборов можно увидеть в статье Toni Järvenpää и Marja Salmimaa [4]. Все предложенные методики не позволяют автоматизировать определение качества изображения в зависимости от положения наблюдателя.

В дипломной работе был проведен сбор информации по оборудованию для отображения 3D-видео. Определены качественные характери-

стики, которые позволяют сравнивать различные 3D-устройства. Создан набор тестовых изображений для определения характеристик широкого подкласса рассматриваемых в работе устройств. Предложена методика полуавтоматического определения характеристик 3D-устройств. Методика позволяет владельцам 3D-оборудования измерять характеристики устройства проведением нескольких серий фотоснимков своего оборудования. Разработано приложение, позволяющее автоматизировать определение позиции фотосъемки и измерение качественных характеристик устройств по фотоснимкам. Было произведено тестирование и последующее выявление проблемных мест некоторых устройств. Для каждого устройства построены карты комфортности просмотра, визуализирующие уровень комфортности в зависимости от положения зрителя.

Результаты проведенной работы были представлены докладами на пяти Российских и зарубежных конференциях. Работа частично поддержана грантами РФФИ № 10-01-00697-а, Intel/Cisco Video-Aware Wireless Network (VAWN) Program и У.М.Н.И.К 16766-20.

Литература

1. Комар В.Г., Рожков С.Н., Чекалин Д.Г. *Нормирование параметров, определяющих качество стереоизображения, воспринимаемого в условиях кинозала* // Теоретические и технические вопросы записи, воспроизведения и восприятия стереоизображений. Сборник докладов, 2011.
2. N. Hurst. *I Can See Clearly Now — In 3D* // SMPTE Conferences, 2011, т. 2011, н. 6, с. 1–16.
3. A. Abileah. *3-D displays — Technologies and testing methods* // Journal of the Society for Information Display, 2011, т. 19, н. 11, с. 749–763.
4. Järvenpää T., Salmimaa M. *Optical characterization of autostereoscopic 3D displays* // Journal of the Society for Information Display, 2008, т. 16, н. 8, с. 825–833.

**ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНТЕРФЕЙСА
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ПЛАТФОРМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫМИ СЕТЯМИ**

Работа удостоена диплома I степени

Морковник Данила Александрович

*Кафедра автоматизации систем вычислительных комплексов
email: art3as@lvk.cs.msu.su*

**Научный руководитель: к.ф.-м.н., м.н.с. Шалимов
Александр Владиславович, к.ф.-м.н., с.н.с. Вазмуров
Анатолий Геннадьевич**

Архитектура Сети, основы которой закладывались еще в 60-х годах, устарела и уже не всегда способна эффективно реагировать на возникающие потребности. В связи с ростом количества и разнородности контента появились новые парадигмы организации вычислений. Вместо клиент-серверной архитектуры стали активно использоваться облака и ЦОДы. Нынешние темпы роста пропускной способности сети не в состоянии удовлетворить растущие потребности пользователей. Также, с ростом нагрузки на транспортный канал усложнилась и задача управления сетями — сети строятся на базе устройств, которые постоянно усложняются, поскольку вынуждены поддерживать все больше распределенных стандартных протоколов [1].

В связи с этим появился принципиально новый подход к построению компьютерных сетей — программно-конфигурируемые сети (ПКС). В ПКС уровни управления и передачи данных разделяются за счет переноса функций управления на отдельное устройство — контроллер. На сетевых устройствах — коммутаторах и маршрутизаторах — используются специальные таблицы потоков, в которых контроллер задает правила для маршрутизации и/или модификации пакетов. Основным преимуществом модели ПКС является централизованное управление сетью с помощью одного устройства, работающего под управлением сетевой операционной системы, управляющей различными аспектами функционирования сети: построение топологии, принятие маршрутизирующих решений, балансировка нагрузки, организация межсетевых экранов и другое. Основным протоколом, реализующим технологию программно-конфигурируемых сетей, на данный момент является OpenFlow [2]. Но существующие на данный момент контроллеры не используют потенциальные возможности ПКС и протокола OpenFlow.

В данной работе предлагается разработка централизованной системы управления корпоративными сетями на базе ПКС, предоставляющей гибкий, высокоуровневый интерфейс по контролю и настройке сетевых элементов. В работе рассматривается принцип семантического управления сетью, подразумевающий введение для администратора сети высокоуровневых абстракций вместо сложнозапоминаемых низкоуровневых понятий.

Основной введенной абстракцией, используемой в работе, является понятие группы. Группа является более обобщенным понятием подсети и подразумевает объединение конечных устройств, имеющих одинаковые правила доступа в сети. В работе были предложены и разработаны требования к функциональности интерфейса управления ПКС.

В процессе решения поставленной задачи возникла необходимость решения проблемы сильно увеличивающегося числа правил маршрутизации на сетевых устройствах, поскольку при добавлении правил между каждой парой конечных устройств возникает экспоненциальный рост числа правил, что усложняет возможности сбора статистики работы в сети и в принципе может привести к сбоям работы крупной локальной сети.

Для решения этой проблемы была предложена новая модель адресации конечных устройств в сети, в которой IP-адрес устройств разбивается на четыре фиксированные части: пул групп, идентификатор группы, пул хостов и идентификатор хоста. Использование предложенной адресации позволяет агрегировать правила на сетевых устройствах по их общей маске, что многократно уменьшает число правил на сетевых устройствах. Также при использовании предложенной адресации появляются более гибкие групповые политики для конечных устройств, что упрощает управление сетью.

Для этой схемы адресации были предложены два алгоритма оптимального распределения групп по пулам, что позволяет минимизировать число правил на сетевых устройствах. Алгоритмы заключаются в итеративном поиске локальных максимумов целевой функции, которая определяет число объединенных на сетевых устройствах правил. Между собой алгоритмы отличаются принципами набора групп в пулы. В первом алгоритме при наборе пула осуществляется полный перебор возможных сочетаний групп. Во втором, модифицированном, алгоритме происходит интеллектуальный выбор групп на основании тех групп, которые уже были выбраны в пул. Использование более интеллектуального перебора групп дает такое же сокращение числа правил на сетевых устройствах, но значительно быстрее выполняется.

Реализованная система управления с новой схемой адресации и алгоритмом распределения групп в пулы были интегрированы с OpenFlow-контроллером, разрабатываемым в рамках Центра Прикладных Исследований Компьютерных Сетей [3].

Литература

1. Смелянский Р. *Программно-конфигурируемые сети* «Открытые системы», No9, 2012.
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. *Центр Прикладных Исследований Компьютерных Сетей*
<http://arccsn.ru>

МЕТОДЫ ИНДЕКСИРОВАНИЯ НОТНЫХ ЗАПИСЕЙ ДЛЯ ПОИСКА

Таболин Артем Викторович
Кафедра алгоритмических языков
email: artemtab@yandex.ru

Научный руководитель: к.ф.-м.н., Юлия Станиславовна
Корухова

Практически любое музыкальное произведение может быть разбито на отдельные смысловые единицы (мотивы, музыкальные фразы) - аналоги слов, предложений, абзацев в естественных языках. Однако в музыкальной записи они не выделены графически.

Процесс выделения мотивов и музыкальных фраз называется сегментированием музыкального произведения.

Процесс сегментирования воспринимаемого произведения происходит в сознании любого слушателя. Автоматизация этого процесса позволяет повысить эффективность индексирования коллекций музыкальных произведений для поиска по содержимому.

Данная работа ставит целью разработать основанный на машинном обучении метод, позволяющий автоматически разбивать музыкальные произведения на смысловые единицы и улучшающий показатели существующих методов в некоторых сферах применения. Для упрощения задачи рассматриваются только монофонические произведения.

На текущий момент уже существует ряд методов, позволяющих решать эту задачу. Их можно условно разделить на три группы: основанные на заданных экспертами правилах (GPR [1], LBDM [2], Groover [3]), основанные на машинном обучении (ИДУОМ [4]) и смешанные (DOP [5]).

Методы, основанные на заданных экспертами правилах, показывают лучшие результаты, однако они требуют работы высококвалифицированных музыкальных экспертов для создания правил и их адаптации к новым музыкальным стилям.

В ходе данной работы разработан алгоритм автоматического разбиения мелодий на музыкальные фразы с точностью распознавания 79% и полнотой 55%. Полученные результаты выше результатов существующих алгоритмов, не основанных на заданных экспертами правилах.

Для работы разработанного метода необходима размеченная база музыкальных произведений требуемого стиля.

Также в ходе работы реализованы программная библиотека и набор прикладных программ, реализующие разработанный метод и предоставляющие удобный интерфейс для его использования.

Литература

1. Fred Lerdahl and Ray Jackendoff, *A generative theory of tonal music*, The MIT Press, 1983.
2. Emiliios Cambouropoulos, *The Local Boundary Detection Model (LBDM) and its application in the study of expressive timing*, In: Proc. of the International Computer Music Conference, Havana, 2001.
3. D. Temperley, *The Cognition of Basic Musical Structures*, MIT Press, 2001.
4. Marcus Pearce, Daniel Mullensiefen, Geraint A. Wiggins, *Advances in Music Information Retrieval*, Springer, 2010.
5. Rens Bod, *A Memory-Based Model for Music Analysis: Challenging the Gestalt Principles*.

СИСТЕМА ПОИСКА НАУЧНЫХ ТЕКСТОВ ПО ФОРМУЛАМ

Работа удостоена диплома II степени

Широкий Роман Владимирович

Кафедра алгоритмических языков

email: leofrik@yandex.ru

**Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Корузова Юлия
Станиславовна**

В настоящее время есть огромные архивы научных статей, относящихся к самым разным областям. Для таких архивов актуально наличие поисковых систем. Известные поисковые системы умеют находить статьи по названиям, авторам или ключевым словам. Для статей в математических и близких к ним областях возникает необходимость поиска текстов, содержащих заданную формулу. Релевантностью в контексте математического поиска логично считать тождественность одного математического выражения другому. Тогда для определения степени релевантности элемента выдачи поисковому запросу или, другими словами, для определения степени тождественности одной формулы к другой нужно произвести попытку доказать тождественность двух формул, используя методы автоматического доказательства теорем.

В данной работе предложен метод математического поиска с использованием волновых правил (rippling) [1, стр. 38] [2] для определения тождественности двух выражений. Процесс доказательства тождественности

двух выражений может занимать длительное время даже на современных компьютерах. Для системы поиска же необходимо за небольшое время в пределах нескольких секунд совершить сотни попыток доказательства, поэтому основным требованием к системе должна быть высокая скорость процесса доказательства. Поэтому метод адаптирован для эффективной реализации автоматического доказательства тождественности.

Метод волновых правил применяется для приведения друг к другу двух формул, которые синтаксически похожи, последовательно устраняя их различия. Традиционно он использовался при доказательстве методом математической индукции, где гипотеза и заключение индукции похожи. При выполнении поиска также приходится работать с похожими выражениями. Если они приводятся одно к другому с помощью тождественных преобразований, то выражения нужно считать одинаковыми.

Процесс получения оценки тождественности заключается в направленном переборе возможных преобразований исходных выражений, т.е. в направленном получении видоизмененных деревьев этих выражений и в нахождении максимальной оценки схожести среди них. При этом важно заметить, что в процессе доказательства производится большое количество пар видоизмененных входных математических выражений, причем для нахождения максимальной оценки требуется вычислить оценку для каждой такой пары, а это в свою очередь накладывает требования к производительности метода оценки. Существует алгоритм, описанный в работе [3], предназначенный для оценки сходства деревьев с помеченными листьями. Данный алгоритм удобен своей небольшой вычислительной сложностью, по сравнению с другими алгоритмами, выполняющими схожую задачу. Алгоритм требует время, равное $O(m^2)$, где m - мощность множества меток. Успешное доказательство является скорее исключительной ситуацией. Для ускорения работы процесса доказательства был предложен способ организации его шагов в конвейер.

Для получения оценки тождественности используется комбинация из трех алгоритмов: алгоритма получения оценки, алгоритма унификации различий [4] и метода волновых правил. Важно отметить роль каждого алгоритма для реализации поиска. Используя лишь алгоритм получения оценки структурной схожести двух деревьев можно было бы реализовать систему поиска, способную выдавать выражения, записанные в форме похожей на поисковый запрос вплоть до полного совпадения. Такая система смогла бы определить равенство поискового запроса $2(a + b)$ выражению из базы $2(a + b)$, но при этом выражение $2(x + y)$ получило бы низкую оценку схожести. Добавив к такой системе алгоритм унификации различий, можно было бы обеспечить, чтобы α - эквивалентные выражения распознавались как тождественно равные, то есть определилось бы и равенство $2(x + y)$ тому же самому поисковому запросу, но выражение $2y + 2x$ получило бы низкую оценку. Если добавить использование метода волновых правил, система приобретает возможность направленного перебора тож-

дественно равных форм выражения, позволяя найти наиболее похожие формы (вплоть до полного равенства) обоих выражений, т.е. такая система способна распознать тождественность выражения $2y + 2x$ поисковому запросу $2(a + b)$.

Первые три результата на запрос $\sqrt{y + z + t}$

1. $\rho = \sqrt{n + m}$, оценка 42,4%
2. $n = N/\sqrt{\xi}$, оценка 21,7%
3. $e^{-\frac{a}{\tau}}$, оценка 21,7%

В данной работе предложен метод математического поиска, и на его основе реализована прототипная система с веб-интерфейсом, доступная по адресу 195.209.147.206:8080. Разработанная система математического поиска на основе метода волновых правил, получив формулу-запрос, способна находить релевантные результаты, которые близки к запросу именно с точки зрения математического смысла формулы.

Литература

1. Корухова Ю. С. *Система автоматического синтеза функциональных программ*. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук, 2005.
2. Alan Bundy, David Basin, Dieter Hutter, Andrew Ireland *Rippling: Meta-level Guidance for Mathematical Reasoning*. Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science (No. 56), 2005.
3. H. De Meyer, B. De Baets, S. Janssens *Similarity Measurement on Leaf-labelled Trees*. Proc. 2nd EUSFLAT Conference (Leicester, U.K.), 2001. P. 253-256.
4. David Basin, Im Stadtwald, Toby Walsh *Difference Unification*. In Proceedings of the 13th IJCAI. International Joint Conference on Artificial Intelligence, 1993.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕКСИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО МАШИННОГО ПЕРЕВОДА

Борисов Алексей Викторович

Кафедра алгоритмических языков

email: www.borisov.al@gmail.com

*Научный руководитель: ст. преп., к.ф.-м.н. Вылиток
Алексей Александрович*

Статистические методы машинного перевода основаны на анализе больших объёмов текстов и их переводов и выделении статистически значимых закономерностей. Построение системы статистического машинного

перевода полностью автоматизировано и не требует знания языков, с которого и на который осуществляется перевод. Но в некоторых случаях информация, полученная в результате дополнительного анализа переводимого текста, может быть использована для улучшения качества перевода.

Основная проблема, рассматриваемая в данной работе, связана с переводом морфологически богатых языков. Множество словоформ не встречаются достаточное количество раз для извлечения хороших шаблонов перевода, что ведёт к большому количеству непереведённых слов и ухудшению статистических характеристик модели перевода. Рассматриваются синтетические языки: русский язык, как пример флективного языка, и турецкий язык, как пример агглютинативного языка.

В работе предложен новый подход, основанный на преобразовании исходного текста к вспомогательному виду, который имеет более регулярную структуру. Разработана система перевода с русского языка на английский, занявшая II место на международном соревновании по статистическому машинному переводу WMT14 [1]. Получены значительные улучшения в терминах метрики BLEU [2] для турецко-английской языковой пары. Методы, описанные в данной работе, нашли своё применение в сервисе машинного перевода компании Яндекс и были опубликованы [3, 4].

Литература

1. Findings of the 2014 workshop on statistical machine translation / Ondrej Bojar, Christian Buck, Chris Callison-Burch [и др.] // Proceedings of the Eighth Workshop on Statistical Machine Translation. 2014.
2. BLEU: a Method for Automatic Evaluation of Machine Translation / Kishore Papineni, Salim Roukos, Todd Ward [и др.] // Proceedings of the 41st Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL) / Association for Computational Linguistics. 2002. №. 311–318.
3. Borisov Alexey, Dlougach Jacob, Galinskaya Irina. Yandex school of data analysis machine translation systems for WMT13 // Proceedings of the Eighth Workshop on Statistical Machine Translation. 2013. №. 97–101.
4. Borisov Alexey, Galinskaya Irina. Yandex school of data analysis Russian-English machine translation systems for WMT14 // Proceedings of the Ninth Workshop on Statistical Machine Translation (WMT) / Association for Computational Linguistics. 2014.

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО СЛОВАРЯ МОРФЕМНЫХ ПАРОНИМОВ

Работа удостоена диплома II степени

Броварь Ирина Владимировна

Кафедра алгоритмических языков

email: iris-arcus@yandex.ru

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Большакова Елена Игоревна

Дипломная работа посвящена исследованию методов построения обширного компьютерного словаря паронимов — внешне похожих однокоренных слов, относящихся к одной части речи, но имеющих, как правило, разные значения (*экономический — экономный, абонент — абонемент*).

Необходимость создания компьютерного словаря паронимов возникла в рамках решения более широкой прикладной задачи автоматического выявления и исправления паронимических ошибок в тексте. Печатные словари паронимов не применимы для решения этой задачи вследствие небольшого объема, слишком узкого понимания паронимов и невозможности интеграции с программами автоматической обработки текста. Наиболее полным из печатных словарей паронимов для русского языка является словарь В. Красных [1] (более 2600 паронимов).

В качестве основы для исследования рассматривается формальный критерий паронимии, предложенный в работе [2], согласно которому паронимы различаются небольшим числом аффиксов. Недостатком этого критерия является то, что он допускает пары слов, которые лингвисты обычно не считают паронимами, такие как *река — речушка, формальный — неформальный*, и не допускает небольшое количество паронимов с большим различием в суффиксах, например, *специализированный — специальный*. Таким образом, основной задачей работы было уточнение данного критерия с помощью различных подходов и разработка на основе уточнённого критерия метода для построения компьютерного словаря паронимов.

В работе проведено экспериментальное исследование нескольких подходов к уточнению формального критерия паронимии и построению компьютерного словаря паронимов:

- учёт психолингвистических особенностей речи;
- применение машинного обучения для поиска значимых признаков внешнего сходства слов;
- учёт сочетаемости слов-паронимов для выявления их смысловой близости.

Исследование проводилось на словарных данных системы КроссЛексика [3] — группах однокоренных слов одной части речи, разбитых на мор-

фемы. Объём этих данных позволяет построить компьютерный словарь паронимов русского языка, существенно превышающий по объёму все известные на данный момент печатные словари паронимов, составленные лингвистами.

По результатам проведения экспериментов для построения компьютерного словаря паронимов предложено два метода:

1. метод на основе комбинированного критерия паронимии, учитывающий аффиксальное сходство и смысловую близость слов;
2. метод с использованием классификатора, полученного на базе машинного обучения.

На основе предложенных методов построены два компьютерных словаря паронимов русского языка, оба существенно превышают размер словаря В. Красных (объём лексики построенных словарей — 134 и 80 тыс. пар паронимов соответственно). При этом степень покрытия словаря Красных для метода, основанного на комбинированном критерии, достигает 98%, а для метода, основанного на машинном обучении — 96%. В то же время экспертная выборочная оценка слов в обоих словарях, не вошедших в словарь Красных, показывает, что среди них существенно выше доля паронимов (в лингвистическом понимании) по сравнению со словарём, построенным с использованием критерия, учитывающего только аффиксальное сходство. Экспертная оценка для классификатора выше, чем для комбинированного критерия.

В числе предполагаемых приложений словаря с использованием комбинированного критерия — автоматический подбор кандидатов для исправления паронимических ошибок в тексте, а для метода на основе машинного обучения — ориентированный на человека обширный электронный словарь паронимов с примерами их использования в словосочетаниях, как это сделано в печатных словарях паронимов.

Литература

1. Красных В.И. *Толковый словарь паронимов русского языка*. — М.: Астрель: АСТ, 2007. — 589 с.
2. Большакова Е.И., Большаков И.А. *Компьютерный словарь русских паронимов, основанный на формальном критерии паронимии* // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: По материалам Межд. конф. «Диалог». Вып. 12 (19), Т.1. — М.: Изд-во РГГУ, 2013. — с.130–139.
3. Большаков И.А. *Кросс-Лексика — большой электронный словарь сочетаний и смысловых связей русских слов*. // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: По материалам Межд. конф. «Диалог». Вып. 8 (15). — М.: РГГУ, 2009. — с.45–50.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ПЕРСОНАЛЬНОГО ПОМОЩНИКА ДЛЯ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Работа удостоена диплома I степени

Иванов Николай Игоревич

Кафедра алгоритмических языков

email: nickolas.ivanov@gmail.com

**Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Бордаченкова Елена
Анатольевна**

В настоящее время перспективным направлением в области человеко-машинных интерфейсов является создание интеллектуальных помощников для мобильных устройств [1] — специализированных программ, позволяющих управлять устройством посредством голосовых команд на естественном языке. Примерами таких программ являются Apple Siri, Google Now и Windows Cortana. Недостатком существующих приложений-помощников является слабая поддержка русского языка. В связи с этим в рамках дипломной работы была поставлена задача по созданию интеллектуального помощника с открытым исходным кодом для русского языка.

Основную проблему представляет организация «понимания» приложением-помощником команд пользователя. Дело в том, что пользователь не ограничен выбором формулировок, а может задавать команду в произвольной форме.

В рамках дипломной работы была собрана коллекция пользовательских команд и результатов их распознавания системой Google Speech Recognition, объем коллекции — более тысячи текстов. При анализе текстов были выявлены следующие особенности: пользовательские команды могут представлять собой неполные предложения (*Васю мне*); для одной и той же команды может существовать множество формулировок (*Позво-ни, пожалуйста, Васе; Набери Васю*); встречаются ошибки распознавания речи (*звонить вася*); в текстах, являющихся результатом распознавания, отсутствуют знаки препинания и заглавные буквы. В следствие этого, применение методов разбора текста, опирающихся на его синтаксическую структуру, не представляется плодотворным. Для анализа пользовательских команд было решено использовать машинное обучение, а именно, метод опорных векторов (SVM) [2,3].

Анализ пользовательской команды осуществляется в три этапа. На первом происходит определение типа команды (телефонный вызов, отправка смс). На втором этапе в тексте пользовательской команды выделяются ее параметры (адресат, текст сообщения). Каждое слово команды сопоставляется некоему классу, соответствующему смыслу слова. Слова, относящиеся к одной сущности, объединяются в один параметр (*Василий Иванович* → **адресат**; *Привет, как дела* → **текст смс**). На третьем этапе приложение проверяет, найдены ли все необходимые параметры, и если

нет — переспрашивает пользователя в режиме диалога. Последующие ответы пользователя анализируются по той же схеме, что описана выше.

Для применения метода опорных векторов при определении типа команды предложение представляется в виде вектора признаков. В результате проведенных испытаний было выяснено, что наиболее значимыми являются следующие признаки: тип предыдущей команды и количество слов из различных множеств ключевых слов, встречающихся в команде. При классификации реплик диалога также важным признаком является незавершенность предыдущей команды.

На этапе определения параметров команды каждое слово предложения представляется вектором признаков, содержащем информацию о самом слове (в какие множества ключевых слов оно входит, позиция слова в команде, тип ожидаемого параметра) и информацию о его левом и правом контексте. Поскольку разные команды имеют разные наборы параметров, для каждого типа пользовательской команды была построена собственная модель SVM для выделения параметров из предложения.

Сценарий работы с приложением-помощником следующий: пользователь нажимает на кнопку на экране телефона для запуска процесса распознавания речи и произносит команду. Записанная фраза переводится в текстовое представление сервисом распознавания речи от Google, после чего приложение определяет тип команды и ее параметры и запускает соответствующую функцию на телефоне.

Настройка и проверка работы моделей SVM осуществлялась при различных соотношениях объемов обучающей и тестовой выборок. Эксперименты показали, что даже для относительно небольшой обучающей выборки (300 предложений), точность определения типа команды в среднем составляет 96.5%, точность выделения параметров команды — 96.8%.

Результатом дипломной работы стала программная реализация приложения-помощника, поддерживающего выполнение восьми наиболее употребимых типов команд (телефонный вызов, отправка смс и электронных писем, установка будильника и др.), заданных на русском языке в произвольной форме. Приложение написано на языке Java под операционную систему Android. Исходные коды выложены в сеть Интернет по адресу <http://github.com/nicolas-ivanov/Rino>.

Литература

1. *Intelligent personal assistant, Wikipedia* [Электронный ресурс] – URL: http://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_personal_assistant
2. *Автоматическая обработка текстов на естественном языке и компьютерная лингвистика : учеб. пособие* / Большакова Е. И., Клышинский Э. С., Ландэ Д. В. и др. – М.: МИЭМ, 2011. – с.181–184.
3. Chih-Wei Hsu, Chih-Chung Chang, Chih-Jen Lin *A Practical Guide*

to Support Vector Classification, 2010 <http://www.csie.ntu.edu.tw/~cjlin/papers/guide/guide.pdf>

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ПЕРЕФРАЗИРОВАНИЕ ТЕКСТОВ НА ОСНОВЕ БАЗЫ КОНТЕКСТОВ И ТЕЗАУРУСА

Кулагин Илья Сергеевич

Кафедра алгоритмических языков

email: kulagin.ilua@gmail.com

Научный руководитель: в.н.с. НИВЦ МГУ к.ф.-м.н.

Лукашевич Наталья Валентиновна

Одной из интересных задач в автоматической обработке текстов является возможность автоматического перефразирования текстов. Решение этой задачи должно основываться на двух основных типах данных: базе синонимов, которые могут применяться для перефразирования, а также учете контекста замены слова.

В данной дипломной работе предлагается решение проблемы автоматического перефразирования текста с использованием базы контекстов и тезауруса. Основная задача разбита на две подзадачи: формирование базы контекстов из набора текстов и автоматическое перефразирование текстов на основе построенной базы и тезауруса.

Для решения первой подзадачи был предложен алгоритм, принимающий на вход набор текстов. Этот набор разбивался на предложения, предложения на слова. Для каждого слова определялась его часть речи. Все слова, не принадлежащие «ключевым» частям речи удалялись, а оставшиеся приводились к начальной форме. Из получившейся последовательности слов выделялись тройки:

<левый контекст; слово; правый контекст> и помещались в базу.

Для решения второй подзадачи (автоматическое перефразирование текста) был предложен алгоритм, принимающий на вход текст, разбивающий его на слова, выделяющий слова «ключевых» частей речи и строящий тройки <левый контекст; слово; правый контекст> (аналогично алгоритму генерации базы). Далее по паре «левый контекст; правый контекст» в построенной базе контекстов с использованием базы тезауруса искалась альтернатива слову, она ставилась в ту же форму, что и исходное слово и подставлялась в исходный текст. Для поиска альтернатив слову было предложено четыре алгоритма: простой поиск, перефразирование контекстов, усечение контекстов, многопроходный алгоритм.

Все предложенные алгоритмы были реализованы на языке Python. В качестве СУБД использовалась MySQL под Linux. В качестве тезауруса — "тезаурус РуТез". В качестве морфологического анализатора использовалась библиотека руmorphu2. В результате работы программ по коллекции новостных текстов была построена база из более чем 280000 уникальных слов, 21000000 уникальных контекстов радиуса два (по два слова в левом

и правом контекстах). Так же была оценена работа каждого из четырех предложенных алгоритмов поиска альтернатив по трем признакам: сохранение смысла текста в целом, корректность замены слова в рамках контекста, изменчивость текста. Первые два признака оценивались группой людей, последний с помощью программы Etxt Antiplagiat. В результате было получено, что:

- простой алгоритм позволяет хорошо сохранить смысл текста, но дает его маленькую изменчивость;
- алгоритмы перефразирования и усечения контекстов дают большую изменчивость текста, в результате происходят большие потери в смысле;
- многопроходный алгоритм применялся вместе с простым и позволил хорошо сохранить смысл исходного текста, а также заменить достаточно много слов.

Таким образом простой и многопроходный алгоритмы можно использовать для решения задачи перефразирования текста с хорошим сохранением смысла, а алгоритмы перефразирования и усечения контекстов будут давать хороший результат в использовании их в системах антиплагиат для обнаружения «заимствования» текстов с небольшим их изменением.

Оценка работы алгоритмов показала, что, даже используя контексты, не всегда можно корректно заменять слова, так как их смысл может быть обусловлен текстом целиком.

Пример работы программы:

Исходный текст:

*Под конец 2010-го года Россию ожидала **большая** спортивная победа. Наша страна удостоилась чести **принимать** у себя Чемпионат мира по футболу в 2018 году. ... Заявку России **представляла делегация известнейших** людей, среди которых были Виталий Мутко, Андрей Аршавин, Елена Исинбаева, Наталья Водянова, Валерий Гергиев, Роман Абрамович.*

Измененный текст (многопроходный алгоритм с простым поиском):

*Под конец 2010-го года Россию ожидала **великая** спортивная победа. Наша страна удостоилась чести **проводить** у себя Чемпионат мира по футболу в 2018 году. ... Заявку России **выдвигала группа величайших** людей, среди которых были Виталий Мутко, Андрей Аршавин, Елена Исинбаева, Наталья Водянова, Валерий Гергиев, Роман Абрамович.*

Таким образом в дипломной работе были предложены алгоритмы автоматического перефразирования текста, была сделана их реализация на языке Python, на основе которой производилась оценка качества работы алгоритмов поиска альтернативы слов и выделение «сильных» и «слабых» сторон каждого из них.

РАЗРАБОТКА МУЗЫКАЛЬНОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Работа удостоена диплома III степени

Курьшев Сергей Сергеевич

Кафедра алгоритмических языков

email: leshiffre@mail.ru

**Научный руководитель: к.ф.-м.н. Корухова Юлия
Станиславовна**

Рекомендательные системы – это программы, которые предсказывают, какие объекты (фильмы, музыка, книги и т.д.) будут интересны пользователю, имея определенную информацию о его профиле. Данная область представляет коммерческий интерес для компаний, продающих мультимедиа, и активно развивается. Однако до сих пор не решена главная проблема рекомендательных систем, заключающаяся в точном предсказании пользовательских предпочтений. Каждый из традиционных подходов к составлению рекомендаций имеет свои преимущества и недостатки. Поэтому данная работа нацелена на создание оптимального метода составления рекомендаций музыки, использующего преимущества и достоинства традиционных подходов.

Наиболее распространенным подходом к составлению рекомендаций является коллаборативная фильтрация. Суть данного подхода состоит в формировании рекомендаций на основе оценок, которые пользователи поставили объектам в прошлом. Одним из методов коллаборативной фильтрации является фильтрация, ориентированная на объекты. В данном методе на основе исходной базы данных предварительно происходит построение таблицы похожих объектов. Впоследствии на основе построенной таблицы пользователю рекомендуются объекты, похожие на те, которым он поставил высокие оценки. Стандартный алгоритм построения таблицы похожих исполнителей музыки с использованием косинуса угла между многомерными векторами в качестве функции похожести имеет сложность $O(N \cdot M \cdot S)$, где N – количество исполнителей в базе данных, M – количество пользователей, S – среднее количество исполнителей, которых слушают вместе.

В данной работе предложен алгоритм построения таблицы похожих исполнителей с использованием несимметричных функций похожести, имеющий сложность $O(N \cdot M)$. Также предложен метод повышения качества и разнообразия рекомендаций на основе использования дополнительной информации о популярности исполнителей. Тестирование на наборе данных сети Last.fm показало, что предложенные методы позволяют улучшить качество рекомендаций и существенно уменьшить время создания таблицы похожих исполнителей при незначительном увеличении объема используемой памяти и времени составления рекомендаций. На основе предложенных методов создана музыкальная рекомендательная система с

веб-интерфейсом, составляющая рекомендации для пользователей сайтов Last.fm и Vk.com.

Литература

1. Melville P., Sindhvani V. *Recommender Systems* [PDF] (<http://www.vikas.sindhvani.org/recommender.pdf>).
2. Linden G., Smith B., York J. *Amazon.com Recommendations Item-to-Item Collaborative Filtering* // IEEE Internet Computing. 2003. 7. P. 76–80 [PDF] (<http://www.cs.umd.edu/samir/498/Amazon-Recommendations.pdf>).
3. Лебедев Д. Ю. *Агрегирование из различных источников рекомендаций для аудио контента* [PDF] (http://se.math.spbu.ru/SE/diploma/2012/b/Lebedev_diploma.pdf).
4. Дзюба А. А. *Рекомендации треков в социальных сетях* [PDF] (http://se.math.spbu.ru/SE/diploma/2012/m/Dzyuba_m_thesis.pdf).

СИНТЕЗ СХЕМ И ОЦЕНКИ СЛОЖНОСТИ ФУНКЦИЙ В НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЯХ КЛЕТОЧНЫХ И ПЛАНАРНЫХ СХЕМ

Работа удостоена диплома III степени

Бельшов Михаил Владимирович

Кафедра алгоритмических языков

email: belyshovmv@mail.ru

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Ложкин Сергей Андреевич

В дипломной работе рассматривается задача реализации булевых функций схемами из клеточных элементов (СКЭ) и планарными схемами. Постановка задачи обусловлена тем, что так как клеточные схемы из функциональных и коммутационных элементов могут рассматриваться, как топологическая модель СБИС, то оценки сложностей могут помочь при проектировании интегральных схем. Планарные схемы могут также использоваться в качестве математической модели интегральных схем, в которых запрещено пересечение проводящих контактов.

Для рассматриваемых классов схем в [1], [2], [3] уже были доказаны некоторые результаты. Были даны оценки для функции Шеннона в стандартных базисах, содержащих в качестве функциональных элементов конъюнкцию дизъюнкцию и отрицание. Для схем из клеточных элементов были предложены некоторые базисы, для которых удалось получить асимптотику функции Шеннона в явном виде, также было установлено

существование асимптотики функции Шеннона в классе СКЭ над стандартным базисом.

В первую очередь, в работе рассматривается реализация самых сложных функции, то есть стоит вопрос об изучении функции Шеннона. В работе используются следующие обозначения: $A_B(n)$ - функция Шеннона для класса СКЭ над базисом B , $\mathcal{L}_B(n)$ - функция Шеннона для класса планарных схем над базисом B . В связи с тем, что СКЭ предоставляют большое разнообразие элементов, как функциональных так и коммутационных, рассматривается задача исследования ограничений на базисные элементы СКЭ для установления оценок в некоторых базисах специального вида.

В данной работе получены следующие результаты:

- В классе схем из клеточных элементов над произвольным двуместным базисом B

- Установлен факт существования асимптотики функции Шеннона вида

$$A_B(n) \sim \sigma_B 2^n$$

- Уточнена константа σ_B для функции Шеннона в классе схем из клеточных элементов над двуместными базисами:

$$\frac{1}{\log_2 6} \leq \sigma_B \leq 9$$

- В качестве примера базиса специального типа с некоторыми ограничениями, найден базис B_{\oplus} СКЭ, для которого удалось установить асимптотику функции Шеннона в явном виде: $A_{B_{\oplus}}(n) \sim 2^n$.
- Для базиса B' , предложенного С. Кравцовым в [3] уточнена оценка для асимптотики функции Шеннона с

$$\frac{1}{4} 2^n \lesssim A_{B'}(n) \lesssim \frac{9}{2} 2^n$$

до

$$\frac{1}{\log_2 5} 2^n \lesssim A_{B'}(n) \lesssim 2^n$$

- Установлен факт существования асимптотики функции Шеннона вида $\mathcal{L}_B(n) \sim \sigma_B 2^n$ в классе планарных схем над произвольным двуместным базисом B .

Полученные результаты для СКЭ обобщают и уточняют известные результаты А.Альбрехта и С.С.Кравцова, связанные с одним конкретным

двуместным базисом. Что же касается планарных схем, то для них указанные результаты являются новыми.

Литература

1. Альбрехт А. *О схемах из клеточных элементов*. Проблемы кибернетики. М.: Наука, 1975 вып.33. С. 209-214
2. Грибок С. В. *Об одном базисе для схем из клеточных элементов*. Вычислительная математика и кибернетика. 1999 №4. С. 36-39.
3. Кравцов С. С. *О реализации функций алгебры логики в одном классе схем из функциональных и коммутационных элементов*. Проблемы кибернетики. М.: Наука, 1967. Вып. 19. С. 285-292.
4. Ложкин С. А. *Методическое пособие «Основы кибернетики»*. М. 2013.
5. Лупанов О. Б. *О сложности реализации функций алгебры логики формулами*. Проблемы кибернетики. М.: Физматгиз, 1960. Вып. 3. С. 61-80.

ОТОВАЖРЕНИЕ ЦИКЛОВ С ЗАВИСИМОСТЯМИ НА ГРАФИЧЕСКИЙ ПРОЦЕССОР

Работа удостоена диплома III степени

Колганов Александр Сергеевич

Кафедра системного программирования

email: alexander.k.s@mail.ru

**Научный руководитель: профессор д.ф.-м.н., Крюков
Виктор Алексеевич**

DVM-система – система, позволяющая разрабатывать параллельные программы на языках C-DVM и Fortran-DVM для ЭВМ различной архитектуры. DVM-система создана в Институте прикладной математики им. М. В. Келдыша РАН. С появлением гетерогенных кластеров были разработаны модель DVMH (расширение модели DVM) и язык Fortran-DVMH, поддерживающие разработку параллельных программ для кластеров с графическими процессорами (GPU).

Ни в одном из современных высокоуровневых языков параллельного программирования, в том числе и в таких новых высокоуровневых моделях программирования ускорителей как OpenACC и OpenMP 4.0, нет поддержки эффективного выполнения циклов с регулярными зависимостями по данным. В компиляторе Fortran-DVMH до недавнего времени тоже не было такой возможности.

Целью данной дипломной работы является реализация в компиляторе Fortran-DVMH поддержки циклов с регулярной зависимостью по данным

на GPU – спецификации ACROSS в директиве параллельного цикла языка Fortran-DVMH. В спецификации ACROSS перечисляются массивы, по которым существует зависимость между витками параллельного цикла, указывается длина прямой и обратной зависимости для каждого измерения массива.

В процессе выполнения дипломной работы были исследованы различные методы отображения циклов с зависимостью, такие как метод параллеленипедов, метод гиперплоскостей, метод пирамид. Для отображения описанных выше циклов был выбран метод гиперплоскостей. Суть метода в следующем. Пусть есть многомерный тесно-гнездовой цикл размерности k с регулярными зависимостями по данным по всем k измерениям. Тогда все элементы, лежащие на гиперплоскости ранга $k - 1$, могут быть вычислены независимо. Если из k измерений q не имеют зависимости по данным, а p – имеют, где $k = p + q$, то применим предложенный алгоритм к гиперплоскостям ранга p , а остальные q измерений вычислим параллельно.

При таком порядке выполнения витков цикла может возникать проблема эффективного доступа к глобальной памяти GPU в силу того, что параллельно обрабатываются не соседние элементы массивов, что приводит к значительной потере производительности (примерно в 5-10 раз).

Для того, чтобы обеспечить эффективный доступ к глобальной памяти, в компиляторе Fortran-DVMH и в системе поддержки Lib-DVMH был реализован механизм динамического переупорядочивания массивов.

Данный механизм перед каждым циклом использует информацию о взаимном выравнивании цикла и массива, которая уже имеется в DVMH-программе для отображения на кластер и распределения вычислений. Он устанавливает соответствие измерений цикла и измерений массива, после чего переупорядочивает массив таким образом, чтобы при отображении на архитектуру GPU доступ к элементам осуществлялся наилучшим образом – соседние нити cuda-блока работают с соседними ячейками памяти.

В ходе выполнения дипломной работы были реализованы модуль генерации кода для графического процессора в компиляторе Fortran-DVMH и модуль динамического переупорядочивания массивов в системе поддержки Lib-DVMH. Результатом работы компилятора является сгенерированный на языках C-CUDA и Fortran-CUDA код для параллельных циклов, содержащих регулярную зависимость по данным.

Для анализа и генерации кода использовалась библиотека Sage++. Данная библиотека представляет собой объектно-ориентированную инструментальную систему для построения систем преобразования программ на языках Fortran, C и C++. Она является открытой библиотекой классов C++.

С использованием языка Fortran-DVMH были оптимизированы тесты NASA – BT, LU, SP, содержащие циклы с регулярной зависимостью по данным. Было выполнено сравнение производительности данных тестов с

существующими реализациями как на низкоуровневых языках OpenCL и CUDA, так и на высокоуровневом языке OpenACC. Результаты сравнения показали, что производительность рассматриваемых тестов, распараллеленных с помощью Fortran-DVMH, не уступает производительности этих же тестов, распараллеленных на языках низкого уровня, и превосходит по производительности версии тестов, распараллеленных с помощью высокоуровневого языка OpenACC.

Литература

1. В.А. Бахтин, М.С. Клинов, В.А. Крюков, Н.В. Поддерюгина, М.Н. Притула, Ю.Л. Сазанов. Расширение DVM-модели параллельного программирования для кластеров с гетерогенными узлами. - Вестник Южно-Уральского государственного университета, серия "Математическое моделирование и программирование" №18 (277), выпуск 12 - Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012, с. 82-9
2. В.А. Бахтин, А.С. Колганов, В.А. Крюков, Н.В. Поддерюгина, М.Н. Притула. Отображение на кластеры с графическим процессорами DVMH-программ с регулярными зависимостями по данным. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2013. Т. 2. № 4. С. 44-56.

ИНТЕГРАЦИЯ ДАННЫХ ПО СВОЙСТВАМ ВЕЩЕСТВ В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЕ ПРОСТРАНСТВО

СВЯЗЫННЫХ ДАННЫХ

Работа удостоена диплома II степени

Устинова Евгения Сергеевна

Кафедра системного программирования

email: jane.echo90@gmail.com

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф. Серебряков

Владимир Алексеевич

Данная дипломная работа связана с исследованием задачи интеграции конкретного набора данных по свойствам веществ в пространство Linked Open Data (LOD). В данный момент все больше наборов данных публикуется в структурированном виде, задаваемом стандартом RDF. Эта тенденция затронула данные различных предметных областей, и, в том числе, естественно-научную тематику. Задача интеграции в Linked Open Data, как правило, состоит из следующих этапов: 1) разработка онтологии предметной области, 2) преобразование исходных данных в формат RDF, соответствующий разработанной онтологии, 3) установление связей с другими источниками Linked Open Data. На базе результатов прошлых работ по данной теме [1-2], а также проведенного в ходе работы обзора онтологий смежных предметных областей, была разработана OWL-онтология

рассматриваемой предметной области, использующая термины онтологий QUDT [3] и ChemAxiom [4].

Одной из важнейших функций OWL-онтологий является формализация ограничений предметной области. В ходе анализа предметной области было выделено два класса таких ограничений : 1) ограничения, которые формулируются для фиксированного списка понятий предметной области, и которые, таким образом, могут быть сформулированы в терминах классов, соответствующим этим понятиям, 2) ограничения, которые формулируются для объектов предметной области, список которых может пополняться в результате работы пользователя с данными. Ограничения первого класса могут быть записаны непосредственно в OWL-онтологии предметной области, они являются частью схемы данных. Ограничения же второго класса наоборот не могут быть однократно записаны в онтологии.

Для примеров ограничений двух описанных классов были разработаны способы их моделирования с помощью OWL. Ограничения первого класса были сформулированы в рамках разработанной онтологии предметной области. Для конкретного примера ограничения второго класса - ограничения на численные значения свойств веществ - был предложен способ его задания на языке OWL с помощью терминов внешней онтологии QUDT. Для демонстрации предложенного способа был разработан пользовательский интерфейс, позволяющий создавать описанные ограничения и выгружать их в формате OWL. Исходные данные, представленные в реляционном виде, были преобразованы в формат RDF, соответствующий разработанной онтологии, с помощью специального инструмента D2R.

Последним этапом интеграции является связывание с внешними источниками Linked Open Data. В качестве источника для связывания был выбран набор данных ChemSpider, предоставляющий данные о веществах. Был реализован полуавтоматический способ связывания: пользователю предоставляется интерфейс, помогающий удобно находить вещества в ChemSpider, соответствующие конкретному веществу из исходной базы, и позволяющий сохранять и редактировать полученные связи. Причем созданные связи по веществам после обработки D2R представляются в виде RDF-троек.

Литература

1. Еркимбаев А. О., Зицерман В. Ю., Кобзев Г. А., Серебряков В. А., Шиолашвили Л. Н. *Интеграция данных по свойствам веществ и материалов на основе онтологического моделирования предметной области.* // Труды XV Всероссийской объединенной конференции «Интернет и современное общество» (IMS-2012). Санкт-Петербург, 2012. С. 38-47.
2. Атаева О. М, Еркимбаев А. О., Зицерман В. Ю., Кобзев Г. А., Сереб-

ряков В. А., Теймуразов К. Б., Хайруллин Р. И. *Интеграция данных по теплофизическим свойствам веществ методами онтологического моделирования.* // Труды 15-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» (RCDL-2013). Ярославль, 2013.

3. Hodgson R., Keller P. J. *QUDT - Quantities, Units, Dimensions and Data Types.* [HTML] (<http://qudt.org/>)
4. Adams N., Cannon E. O., Murray-Rust P. *ChemAxiom – An ontological framework for chemistry in Science.* (<http://precedings.nature.com/documents/3714/version/1>)

МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕДОКУМЕНТИРОВАННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ В МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЯХ

Работа удостоена диплома III степени

Дудина Ирина Александровна

Кафедра системного программирования

email: eupharina@gmail.com

Научные руководители: к.ф.-м.н., проф. Гайсарян Сергей Суренович, к.ф.-м.н. Курмангалеев Шамиль Фаимович

В данной работе рассмотрен поход к анализу недокументированных возможностей (НДВ) в мобильных приложениях на примере приложений для операционной системы Tizen, распространяемых в виде LLVM-биткода. Данный подход заключается в создании инструментов статического анализа в рамках проекта, разрабатываемого в ИСП РАН на базе компиляторной инфраструктуры LLVM [1,2]. Задачей данной работы являлась разработка в рамках выбранного подхода методов обнаружения двух типов недокументированных возможностей: нарушения приложением заявленных привилегий и использования явно присутствующих в коде данных для аутентификации.

Нарушение привилегий — это ситуация, при которой в коде приложения присутствует вызов привилегированной функции, но соответствующая привилегия отсутствует в манифесте приложения. Для обнаружения данной НДВ был реализован анализ информации о привилегированных функциях Tizen API, анализ манифеста мобильного приложения для определения множества запрещенных к вызову функций, а также анализ биткода приложения для обнаружения вызова запрещенных функций с учетом виртуальных вызовов [1] и попыток динамического получения адреса функций.

Вторая НДВ — использование явно присутствующих в коде данных для аутентификации — представляет собой уязвимость, суть которой заключается в том, что исходный код приложения содержит данные (например, пароль или криптографический ключ), используемые для внутренней

аутентификации, аутентификации при взаимодействии с внешним компонентом или шифровании исходящих данных. Существуют два основных сценария: внутренний (программа содержит аутентификационный механизм, сверяющий введенные пользователем данные с явно заданными в коде) и внешний (программа взаимодействует с другой системой или компонентом, используя для аутентификации при подключении некие постоянные данные). Опасность данной уязвимости обоснована тем, что как только этот пароль оказывается скомпрометирован (например, извлечен из бинарного кода), злоумышленник получает доступ ко всем инсталляциям системы, а администратор, как правило, не может устранить эту уязвимость без внесения изменений в код или применения патча.

Для реализации обнаружения этой НДВ был создан инструмент статического анализа биткода на основе разработанной в ИСП РАН реализации анализа помеченных данных [2]. Суть данного анализа заключается в следующем: определенными пользователем функциями-истоками порождаются помеченные данные, далее все данные, зависящие от помеченных, также помечаются, и таким образом происходит распространение пометок; в итоге анализ отслеживает утечку помеченных данных в определенные пользователем функции-стоки. Для обнаружения внешнего сценария был реализован алгоритм, который порождает помеченные данные из констант программы и затем организует поиск пути в программе, по которому помеченные данные передаются в функцию проверки пароля. Для обнаружения внутреннего сценария реализован алгоритм, функциями-истоками в котором являются функции получения пароля от пользователя, а целью анализа является обнаружение инструкций сравнения, в которых одним из операндов является константа (список таких инструкций сравнения может быть сформирован в процессе поиска внешнего сценария), а другой операнд является помеченным. В случае нахождения искомым путем выводится предупреждение о наличии рассматриваемой уязвимости.

Данный подход представляется перспективным для организации поиска и других типов НДВ. В частности, разработанный анализ информации о функциях Tizen API в комбинации с анализом помеченных данных может быть использован для поиска утечек персональных данных с устройства. Кроме того, анализ помеченных данных может быть модифицирован для проверки соответствия реализации криптографического протокола предъявленным к ней требованиям.

Литература

1. Избышев А. О. *Восстановление потока управления в точках виртуальных вызовов из биткода LLVM* Материалы XXI Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: секция «Вычислительная математика и кибернетика»; 7-11 апреля; Москва, МГУ имени М.В. Ломоносова, — М.: Издательский отдел факультета ВМК МГУ, 2013.

2. Кошелев В. К., Избышев А. О., Дудина И. А. *Межпроцедурный анализ помеченных данных на базе инфраструктуры LLVM* Труды Института системного программирования РАН, том 26, выпуск 2, 2014, стр. 97-118.

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ АППАРАТНОЙ КОНФИГУРАЦИИ ГОСТЕВОЙ СИСТЕМЫ В ЭМУЛЯТОРЕ QEMU

Работа удостоена диплома I степени

Горемыкин Олег Вячеславович

Кафедра системного программирования

email: oleg.goremikin@yandex.ru

*Научный руководитель: к.ф.-м.н., профессор Гайсарян
Сергей Суренович*

Аппаратной конфигурацией будем называть совокупность аппаратных средств (процессора, памяти, периферийных устройств) и описания их взаимосвязи.

Эмулятор в вычислительной технике — это комплекс программно-аппаратных средств, предназначенный для выполнения функций одной вычислительной системы (гостевой) на другой (основной) таким образом, чтобы эмулируемое поведение как можно ближе соответствовало поведению оригинальной системы (гостевой). В настоящее время существует множество систем эмулирования, одним из которых является QEMU [1].

QEMU — свободная программа с открытым исходным кодом, предназначенная для эмуляции аппаратного обеспечения различных платформ. QEMU позволяет эмулировать в рамках одной гостевой системы процессор, память, шины и периферийные устройства, а также описывать их взаимосвязь. Данная система эмулирования, как и входящие в неё модули аппаратных конфигураций гостевых систем, написаны на языке Си. Вследствие этого, при любых изменениях аппаратных конфигураций необходимо перекомпилировать эмулятор, а добавление новых систем приводит к увеличению количества исходного кода эмулятора. Всем вышечисленным обусловлена актуальность разработанного инструмент унифицированного описания аппаратных конфигураций гостевых систем вне исходного кода QEMU.

Для инициализации гостевой системы используется текстовый файл аппаратных конфигураций, путь к которому во время запуска QEMU указывается во входных параметрах. Для описания аппаратных конфигураций используется формат JSON (JavaScript Object Notation) [2]. Данный текстовый позволяет полностью покрыть любые конфигурации гостевых систем в QEMU. Конфигурации в текстовом файле представлены в виде объектов JSON, ключи которых характеризуют различные аппаратные свойства, например, размер оперативной памяти, тип используемого

процессора. Также с помощью конфигурационного файла задаются периферийные устройства. Обязательными атрибутами устройства являются адреса, на которые отображаются его управляющие регистры, а также список номеров прерываний, которые данное устройство может вызывать.

Конфигурационные файлы позволяют без увеличения объема исходного кода эмулятора создавать любое количество различных аппаратных описаний гостевых систем. Благодаря реализованному подходу появилась возможность без перекомпиляции эмулятора вносить изменения в аппаратные конфигурации гостевых систем, а также описывать новые системы.

Данный способ описания был протестирован на гостевых системах архитектуры ARM и PPC. Так как инициализация гостевых систем происходит один раз при запуске QEMU, то использование конфигурационного файла никак не сказывается на скорости работы эмулятора.

Литература

1. Bellard F. *QEMU, a fast and portable dynamic translator*. The USENIX Annual Technical Conference. 2005. P. 41-46.
2. The JSON Data Interchange Format, Standart ECMA-404, Geneva, 2013

ИНТЕГРАЦИЯ И ОБОГАЩЕНИЕ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Малахов Дмитрий Андреевич

Кафедра системного программирования

email: malahov@iqbuzz.ru

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор Серебряков

Владимир Алексеевич

LOD (Linked Open Data) — проект, целью которого является наполнение сети Интернет данными в стандартных форматах Semantic Web и устанавливание связей между данными из различных источников [1]. Автор проекта Тим Бернерс-Ли сформулировал несколько принципов связанных данных [2]. Этим принципам должны соответствовать все источники публикуемые в пространстве LOD. Задача сбора информации часто бывает нетривиальной. Интеграция с пространством LOD является одним из универсальных решений данной задачи.

Linked Open Data было создано для того, чтобы в каждой предметной области интегрировать внутри себя как можно больше информации. Таким образом, публикуя данные в этом пространстве, мы с одной стороны получаем доступ ко всей информации, которая нас интересует через свои данные, а с другой даем доступ к своей информации.

Целью данной работы является интеграция и обогащение библиографических записей [3], предоставленных РНБ (Российская Национальная Библиотека), с данными БНБ (Британская Национальная Библиотека).

Набор данных РНБ насчитывает несколько миллионов библиографических записей. Для интеграции был предоставлен тестовый набор данных (около 17 тыс. единиц). Набор данных БНБ насчитывает 3.5 млн. единиц, он опубликован в LOD.

Для достижения цели нужно решить задачи: опубликовать данные РНБ согласно принципам LOD; связать данные РНБ с опубликованными в LOD данными БНБ. Для публикации данных в LOD нужно решить подзадачи: описать предметную область; конвертировать данные РНБ в RDF; настроить семантическое хранилище RDF данных РНБ; предоставить доступ к данным РНБ. Для связывания библиографических записей необходимо разработать инструмент, определяющий близость записей друг к другу по смыслу.

Была создана онтология на основе терминов Dublin Core и FOAF для описания библиографических записей, авторов и связей.

Данные РНБ в ходе работы были преобразованы из формата RUSMARC/bin в формат RDF.

Полученный RDF был вставлен в хранилище TDB, поверх которого была настроена SPARQL точка доступа Fuseki, входящая в состав Jena, с логическим выводом OWL от библиотеки Pellet.

Логический вывод Pellet оказался в десятки раз быстрее стандартного логического вывода OWL, реализованного в Jena, и смог обрабатывать большие объемы данных (300 000 троек).

Для обработки HTTP запросов был выбран сервер Jetty. Сервер возвращает информацию о записи, авторе или связях, получая полную информацию об объекте из семантического хранилища по протоколу SPARQL.

Для связывания записей были разработаны алгоритмы потоковой кластеризации [4]. Если два документа попали в один кластер, то они считаются связанными. Заголовки и описания записей РНБ были переведены на английский язык, разбиты на кластеры, далее записи БНБ были распределены по этим кластерам. Было создано хранилище TDB с SPARQL точкой доступа Fuseki, был настроен логический вывод RDFS.

Для алгоритма кластеризации был проведен ряд экспериментов. Были скачаны группы новостей, распознанные системой «Yandex Новости», переведены на английский язык и кластеризованы. Кластеры системы «Yandex Новости» были признаны достаточно хорошими, чтобы сравнивать полученные кластеры с ними. Так как каждый кластер является набором связей, то сравнение кластеров было сведено к сравнению наборов связей.

В результате экспериментов была получена точность равная 80% и полнота равная 60%. Эксперимент повторялся несколько раз с разными группами новостей, отклонение составило +/- 10%.

Таким образом в данной работе были разработаны программные решения, осуществляющие публикацию библиографических записей в про-

странство LOD и интеграцию с библиографическими записями других источников. Описана онтология библиографических записей. Разработана процедура преобразования данных из формата RUSMARC/bin в RDF. Создано семантическое хранилище и SPARQL точка доступа. Настроен HTTP сервер для доступа к семантическим данным. Разработаны и реализованы алгоритмы потоковой кластеризации для получения связей записей РНБ и БНБ. Получены оценки качества алгоритма кластеризации.

Литература

1. Heath T., Bizer C. *Linked Data: Evolving the Web into a Global Data Space*. California : Morgan & Claypool, 2011. 136 с.
2. Berners-Lee T. *Linked Data — Design Issues [HTML]*
(<http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>).
3. *ГОСТ 7.9 – 2003*. Москва: Изд-во стандартов, 2004. 6 с.
4. Воляк П. *Проблемы кластеризации новостного потока [HTML]*
(<http://nlpseminar.ru/lecture50/>).

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ ПРИЛОЖЕНИЙ ОТ НЕДОВЕРЕННОЙ ОС НА АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЕ ТЕХНОЛОГИИ АППАРАТНОЙ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ADVANCED MICRO DEVICES

Маллачиев Курбанмагомед Абдурагимович

Кафедра системного программирования

email: mkurmag@gmail.com

Научный руководитель: д.ф.-м.н., проф.

Петренко Александр Константинович

На сегодняшний день основные операционные системы (ОС) строятся на архитектуре монолитного ядра. Недостатком архитектуры является большое количество слабо изолированного кода, выполняемого с наивысшим уровнем привилегий. Большое количество кода приводит к повышению вероятности ошибки, а слабая изолированность к тому, что ошибка в одном компоненте может привести к нарушению функционирования ядра ОС [1]. Следовательно, мы не можем «доверять» ОС, основанной на монолитной архитектуре ядра. Но из-за того, что огромное количество ПО написано для данной ОС, переход на другую ОС, пусть и с более защищенной архитектурой, практически невозможен.

В работе рассматривается задача построения системы защиты конфиденциальности данных, передаваемых по сети доверенным приложением,

от злонамеренного приложения любого уровня привилегий, включая ядро ОС.

Если средства защиты расположены в ядре ОС, то они оказываются уязвимы к атакам от злонамеренных приложений, проникнувших в ядро ОС. В данной работе рассмотрено решение, в котором средства защиты реализованы на более высоком уровне привилегий, обеспечиваемом средствами аппаратной виртуализации современных процессоров [2].

Данная работа использует проект Sevigator, в котором были разработаны алгоритмы ограничения доступа к аппаратным ресурсам и защиты памяти доверенного приложения [3]. Sevigator был разработан в гипервизоре, работающем как модуль ядра ОС, при этом все ядро, в котором запускается гипервизор, должно быть доверенным. В данной работе реализованы алгоритмы Sevigator в гипервизоре, работающем непосредственно с аппаратурой, что дает возможность отказаться от внешней ОС.

В ходе выполнения дипломной работы были сформулированы требования к гипервизору, которые необходимы для реализации алгоритмов Sevigator, и были рассмотрены 4 гипервизора: BitVisor, Nova, Xen, Xtraum. Только Nova [4] удовлетворяет всем критериям.

В выбранном гипервизоре были добавлены недостающие функции, и были реализованы необходимые алгоритмы защиты.

В ходе работы в NOVA была добавлена возможность пересылки сообщений между менеджерами виртуальных машин, возможность доступа к виртуальной памяти гостевой виртуальной машины, а так же возможность вброса прерываний. В результате в NOVA были реализованы механизмы удаленного выполнения системных вызовов, механизмы управления контекстом доверенного приложения, реализован прототип загрузки по сети и реализована сетевая инфраструктура.

Использование низкоуровневого гипервизора позволило сократить объем доверенного кода на три порядка и значительно упростить развертывание системы. Исследование показало, что переход на низкоуровневый гипервизор увеличил производительность виртуальных машин на 5-7%

Литература

1. Tanenbaum A. S., Herder J. N., Bos H. *Can We Make Operating Systems Reliable and Secure?* // Computer, 2006, N 39, 5, P. 44–51.
2. Burdonov I., Kosachev A., Iakovenko P. *Virtualization-based separation of privilege: working with sensitive data in untrusted environment* // 1st Eurosys Workshop on Virtualization Technology for Dependable Systems, New York, NY, USA, ACM, 2009, P. 1–6.
3. Яковенко П. Н. *Прозрачный механизм удаленного обслуживания системных вызовов* // Труды ИСП РАН, Том 18, М. 2010, с. 221-241.

4. Steinberg U., Kauer B. *NOVA: A Microhypervisor-Based Secure Virtualization Architecture* // Eurosys, 2010.

Темы дипломных работ, защищенных в 2014 году (отделение специалистов)

АРДАШИРОВ А.Т. – группа 501

Решение начальной задачи Дирихле для волнового уравнения с комплексной скоростью

Научный руководитель: Баев А.В.

БОРИСОВ И.В. – группа 501

Обратная задача для гиперболического уравнения с малым параметром при старшей производной

Научный руководитель: Денисов А.М.

КЕДРОВА Д.М. – группа 501

Синтез цветного изображения по данным спектральнозональной съемки

Научный руководитель: Юрин Д.В.

КРАЙНОВ Г.И. – группа 501

Поиск на изображениях прямоугольных периодических структур в трехмерном мире

Научный руководитель: Юрин Д.В.

ОПАНАСЕНКО Е.Г. – группа 501

Обратная задача для линейной модели популяционной динамики с интегральным граничным условием первого рода

Научный руководитель: Щеглов А.Ю.

ПЕЧЕНКО И.С. – группа 501

Адаптивный метод повышения качества дерматологических изображений

Научный руководитель: Крылов А.С.

ПОДРОГА А.В. – группа 501

Прямая и обратная задачи для уравнений дорожного движения

Научный руководитель: Тихонов И.В.

ПУЧКОВ П.Е. – группа 501

Комбинированный метод детектирования объектов на видео

Научный руководитель: Крылов А.С.

СУНГАТУЛЛИНА Д.И. – группа 501

Метод совмещения медицинских изображений образцов тканей

Научный руководитель: Крылов А.С.

ХОМЯКОВ К.Д. – группа 501

Нелинейная модель популяционной динамики и обратная задача определения в ней коэффициента

Научный руководитель: Щеглов А.Ю.

ШИШОНКОВА В.Л. – группа 502

Комбинированный метод сравнения текстур изображений

Научный руководитель: Крылов А.С.

БОГАЧЕВ А.А. – группа 502

Обратная задача оптического зондирования

Научный руководитель: Дмитриев В.И.

БОКОВИКОВ Ф.А. – группа 502

Численный анализ дифракции электромагнитных волн на плоском экране (в зависимости от формы)

Научный руководитель: Захаров Е.В.

БУРЦЕВ А.И. – группа 502

Параллельные методы интерполирования точечных данных на сфере
Научный руководитель: Березин С.Б.

ГОРБУНОВ В.В. – группа 502

Одномерная обратная задача магнитотеллурического зондирования
Научный руководитель: Дмитриев В.И.

КАЛАЧЕВ В.А. – группа 502

Разработка метода синтеза заданного уровня отражения в плоском волноводе
Научный руководитель: Ильинский А.С.

ПАВЛОВ С.Д. – группа 502

Исследование эффекта подавления искажений в одной модели с интегральной обратной связью
Научный руководитель: Разгулин А.В.

ПРОКОПЕНКО А.С. – группа 502

Математическое моделирование распространения фемтосекундных импульсов в плазме в условиях двухфотонного поглощения
Научный руководитель: Федотов М.В.

САННИКОВА Е.П. – группа 502

Моделирование течения в солнечном ветре, возмущенном кометной комой
Научный руководитель: Лебедев М.Г.

БЕЗОБРАЗОВА Е.Н. – группа 503

Численное решение краевых задач для уравнения Лапласа на тонких экранах с изменяемой формой
Научный руководитель: Сетуха А.В.

КУЗНЕЦОВ М.А. – группа 503

Спектральный метод идентификации моделей со скрытыми переменными
Научный руководитель: Оселедец И.В.

ЛЯМАЕВ С.Ю. – группа 503

Расчёт передаточных функций многополосных фильтров с помощью групп Шоттки
Научный руководитель: Богатырев А.Б.

ХАРЮК П.В. – группа 503

Методы обработки сигналов электроэнцефалограмм и магнитно-резонансной томографии
Научный руководитель: Оселедец И.В.

КРУЖИЛИН И.В. – группа 504

Моделирование распределенного джозефсоновского перехода с использованием пакета FreeFem++
Научный руководитель: Хапаев М.М.

МЕЛЕШКИН М.В. – группа 504

Построение и применение потоковых разностных схем для уравнений газовой динамики в сферических координатах
Научный руководитель: Абакумов М.В.

СТЕПАНОВА А.А. – группа 504

Математическое моделирование распространения информации в социальной сети в интернете
Научный руководитель: Шведовский В.А.

ТКАЧ Т.С. – группа 504

Метод частиц для задачи о распространении акустического импульса
Научный руководитель: Богомолов С.В.

АМАТУНИ Л.Т. – группа 505

Детерминированный метод частиц для двумерного уравнения конвекции-диффузии
Научный руководитель: Богомолов С.В.

ГЛЕБОВ И.А. – группа 505

Расчет течения вязкой жидкости в областях с бифуркациями
Научный руководитель: Мухин С.И.

ДРЕМОВА Е.В. – группа 505

Исследование модели власть-общество-экономика в случае пирамидальной иерархии
Научный руководитель: Шведовский В.А.

КОМЛЯКОВ И.М. – группа 505

Стохастический метод частиц для нелинейного уравнения диффузии. Двумерный случай
Научный руководитель: Богомолов С.В.

РОДИОНОВ П.В. – группа 505

Исследование ударных волн в каналах переменного сечения в квазидвумерном приближении
Научный руководитель: Попов Ю.П.

СЫТИН С.О. – группа 505

Двумерное математическое моделирование полстраты в наносекундных разрядах
Научный руководитель: Савенкова Н.П.

ЧУМАЧЕНКО А.П. – группа 505

Моделирование сверхпроводниковых структур с использованием пакета FreeFem++
Научный руководитель: Хапаев М.М.

СЕРАВКИН В.М. – группа 506

Граничное управление смещением продольно-поперечными колебаниями струн
Научный руководитель: Моисеев Е.И.

АГЕЕВ В.С. – группа 507

Восстановление глубины сцены при использовании некалиброванной стереокамеры
Научный руководитель: Лукьяница А.А.

АЛЕХИН Н.С. – группа 507

Моделирование теплопроводности в памяти на фазовых переходах
Научный руководитель: Попов А.М.

БУЛАНОВ А.О. – группа 507

Разработка программной системы для мониторинга двигательной активности спортсменов
Научный руководитель: Шишкин А.Г.

КАЛИНИЧЕВ Д.Д. – группа 507

Алгоритмы Монте-Карло решения многомерных кинетических уравнений на высокопроизводительных ЭВМ
Научный руководитель: Зайцев Ф.С.

НИКИШИН Н.Г. – группа 507

Разработка параллельного квантовомеханического численного кода для исследования

Темы дипломных работ (отделение специалистов)

молекулярных структур на гетерогенных вычислительных системах

Научный руководитель: Попов А.М.

АРУТЮНОВ Г.Т. – группа 508

Реализация визуальной обратной связи в системе управления манипулятора

Научный руководитель: Гончаров О.И.

ИВАНОВ Р.А. – группа 508

Поиск области устойчивости в линейном многообразии с ограничениями

Научный руководитель: Капалин И.В.

КУЗНЕЦОВ Н.А. – группа 508

Система управления для мобильного робота, имитирующего работу видеооператора

Научный руководитель: Гончаров О.И.

ПРОШИН А.И. – группа 508

Аналитические оценки показателей качества системы управления по ее передаточной функции

Научный руководитель: Гончаров О.И.

САГАДИНОВА Е.С. – группа 508

Расширение области устойчивости для линейного объекта с запаздыванием с помощью стабилизирующей линейной обратной связи

Научный руководитель: Фурсов А.С.

ФИЛАТОВА Е.С. – группа 508

Методы робастного управления системы второго и третьего порядка в условиях неопределенности

Научный руководитель: Фомичев В.В.

ЧЕПЕЛЬ М.М. – группа 508

Разработка интегрированной среды описания математических дисциплин с приложением к теории информации

Научный руководитель: Шоломов Л.А.

МОКРОУСОВ И.С. – группа 509

Смешанные задачи для уравнения колебания струны с нелокальными граничными условиями первого рода и общего вида

Научный руководитель: Ильин В.А.

СТЕФОНИШИН Д.А. – группа 509

Исследование тензорных рангов и разложений

Научный руководитель: Ильин В.А.

ФРОЛОВ А.А. – группа 509

Граничное управление силой продольно-поперечными колебаниями струны

Научный руководитель: Монсеев Е.И.

СОМОВА М.И. – группа 510

Применение тензорных сетей для моделирования квантовомеханических систем

Научный руководитель: Чернявский А.Ю.

АВРАМЕНКО А.В. – группа 511

Построение оптимального бонусного плана с выпуклой функцией работодателя и n сотрудниками

Научный руководитель: Белянкин Г.А.

АГАБАБЯН А.С. – группа 511

Модель оптимальной организации контроля техники безопасности

Научный руководитель: Васин А.А.

ВОЛКОВА Д.В. – группа 511

Некоторые теоретико-игровые модели, связанные с контролем исполнения

Научный руководитель: Новикова Н.М.

ИСМАГИЛОВ В.Ф. – группа 511

Повторяющиеся игры с неполной информацией на одной из сторон

Научный руководитель: Морозов В.В.

КУЗНЕЦОВ А.С. – группа 511

Двойственные оценки в задаче выбора оборудования

Научный руководитель: Давитсон М.Р.

КУЗНЕЦОВ Д.А. – группа 511

Экспериментальное исследование режимов формирования документальных коллекций для вычислительной оценки качества научных текстов

Научный руководитель: Крейнс М.Г.

КУРЕННОЙ Д.С. – группа 511

Ньютоновские методы условной оптимизации и гибкие штрафные функции

Научный руководитель: Измаилов А.Ф.

МАШЕЧКИН Г.И. – группа 511

Оптимизация потребления при управлении финансовым портфелем

Научный руководитель: Морозов В.В.

НИМАК В.С. – группа 511

Маржинальные цены в задаче выбора оборудования для рынка электроэнергии

Научный руководитель: Новикова Н.М.

ПЕТРОВЫХ А.С. – группа 511

Математические модели управления риском портфелей внебиржевых производных финансовых инструментов

Научный руководитель: Денисов Д.В.

ПОПОВА Т.А. – группа 511

Модель инспекции с информационной асимметрией

Научный руководитель: Васин А.А.

СМИРНОВ К.В. – группа 511

Некоторые задачи об оптимальной остановке

Научный руководитель: Морозов В.В.

ТИХОМИРОВ И.А. – группа 511

Математическая модель для расчета оптимальной сети

Научный руководитель: Васин А.А.

ТИХОНОВ С.С. – группа 511

Оценка опционов с моделями активов со смешанным пуассоновским процессом

Научный руководитель: Морозов В.В.

АВРАМЕНКО А.Ю. – группа 512

Построение оптимальной кусочно-линейной схемы мотивации для двухуровневой системы продаж

Научный руководитель: Белянкин Г.А.

ВАСИЛЬЕВА Н.В. – группа 512

Построение оптимальных стратегий ценообразования для компании в массовых

многопользовательских ролевых онлайн-играх

Научный руководитель: Белянкин Г.А.

ГУРОВ И.В. – группа 512

Математические модели конкуренции на товарном рынке

Научный руководитель: Васин А.А.

ЕВТЮХИНА И.А. – группа 512

Модели закупочных торгов для гарантирующих поставщиков на рынке электроэнергетики

Научный руководитель: Новикова Н.М.

ЛАТИЙ В.В. – группа 512

Разработка метода решения задачи оптимизации механизма продаж потребительских товаров

Научный руководитель: Денисов Д.В.

МЕДВЕДЕВ Г.П. – группа 512

Выбор оптимальной стратегии выхода на рынок для моторных видов страхования

Научный руководитель: Белянкин Г.А.

ПАВЛОВ А.Ю. – группа 512

Моделирование интернет-рекламы

Научный руководитель: Белянкин Г.А.

ПРОКОПЬЕВА И.В. – группа 512

Оптимизация суммарного дохода продавца на дискретном рынке

Научный руководитель: Морозов В.В.

РАТНИКОВА А.В. – группа 512

Математическая модель выбора оптимальных норм регулирования

Научный руководитель: Васин А.А.

СИТДИКОВ А.А. – группа 512

Метод опорных векторов в анализе временных рядов

Научный руководитель: Денисов Д.В.

ТРУФАНОВА А.С. – группа 512

Анализ сейсмических данных и выбор оптимальных параметров для построения предвестников сильных землетрясений

Научный руководитель: Белянкин Г.А.

ТЮЛЕНЕВА А.С. – группа 512

Математическая модель формирования оптимальной иерархической структуры

Научный руководитель: Васин А.А.

ЧЕРПАКОВА А.В. – группа 512

Модель аукциона двусторонних договоров на рынке электроэнергии

Научный руководитель: Новикова Н.М.

ШАЙМАРДАНОВ Р.Р. – группа 512

Математические модели некоторых салонных игр

Научный руководитель: Морозов В.В.

АЛЕШИНА Т.А. – группа 513

Оптимальный экономический рост при случайных воздействиях на систему

Научный руководитель: Смирнов А.И.

АНДРЕЕВ А.Н. – группа 513

Задача оптимального управления инвестиционной деятельностью предприятия
Научный руководитель: Асеев С.М.

ВОРОТНИКОВА Ю.А. – группа 513
Численное решение одной задачи оптимального управления (модель лечения сахарного диабета)
Научный руководитель: Аввакумов С.Н.

ГОРБАТОВ А.С. – группа 513
Гарантированный исход в одной разностной управляемой системе
Научный руководитель: Жуковский В.И.

ГОРДИНСКАЯ О.В. – группа 513
Устойчивость и экспериментальное обоснование линейных экологических моделей
Научный руководитель: Ровенская Е.А., Кряжимский А.В.

ГОРКУШЕНКО М.К. – группа 513
Некоторые задачи теории управления
Научный руководитель: Никольский М.С.

КОЗЛОВ А.С. – группа 513
Оптимальное инвестирование в рекламу на рынке мобильных приложений
Научный руководитель: Смирнов А.И.

КОЗЛОВА М.С. – группа 513
Задачи управления для систем с переменной структурой
Научный руководитель: Григоренко Н.Л.

КОНДРАТЬЕВА Ю.А. – группа 513
Модель пропорционального экономического роста
Научный руководитель: Григоренко Н.Л.

КУЛИК И.О. – группа 513
Квазинытоновские методы решения задач равновесного программирования
Научный руководитель: Будак Б.А.

ПРОСВИРИНА Е.Л. – группа 513
Задачи оптимального управления с терминальными краевыми условиями
Научный руководитель: Васильев Ф.П.

РЫЖИКОВА М.С. – группа 513
Исследование модели гомеостаза температуры тела
Научный руководитель: Орлов М.В.

ТИХОНОВ Г.Н. – группа 513
Исследование управляемой модели динамики гомеостаза беспозвоночных организмов
Научный руководитель: Орлов М.В.

ЩЕДРИН Б.М. – группа 513
Об одном классе нелинейных задач оптимального управления
Научный руководитель: Хайлов Е.Н.

АДМИРАЛЬСКИЙ Ю.Б. – группа 515
Моделирование однородной ткани методом гибридных клеточных автоматов
Научный руководитель: Братусь А.С.

БАРАНОВ В.А. – группа 515
Безарбитражная модель финансового рынка с транзакционными издержками и оценка ее параметров на основе исторических данных

Темы дипломных работ (отделение специалистов)

Научный руководитель: Смирнов С.И.

ГРАЧЕВ А.М. – группа 515

Скорость сходимости эргодических марковских цепей в методах Монте-Карло

Научный руководитель: Смирнов С.И.

ЖУКОВА И.Б. – группа 515

Исследование математической модели репликаторной системы, построенной на основе реальных биохимических реакций

Научный руководитель: Братусь А.С.

ЗАХАРОВ Е.В. – группа 515

Свойства множителей Лагранжа в принципе максимума Понтрягина для задач оптимального управления с фазовыми ограничениями

Научный руководитель: Арутюнов А.В.

КАРЕВ А.В. – группа 515

Исследование механизмов распределения ресурсов с несколькими видами платежных средств

Научный руководитель: Шананин А.А.

КИЦЕНКО И.С. – группа 515

Многокритериальный анализ модели ВИЧ-инфекции с учетом иммунной системы

Научный руководитель: Братусь А.С.

ЛЮБИЧ И.Г. – группа 515

Исследование асимптотики решения задачи Коши для квазилинейного уравнения первого порядка с помощью численных схем

Научный руководитель: Шананин А.А.

МАЯНЦЕВ К.С. – группа 515

О вычислении множеств достижимости гибридных систем с неопределенностями

Научный руководитель: Точилин П.А.

МЕНЬШИКОВ И.В. – группа 515

Координированное управление коллективным движением прямоугольных параллелограммов при внешнем ограничении

Научный руководитель: Куржанский А.Б.

СТЕПЕНСКИЙ Д.И. – группа 515

Экстремальные свойства фитнеса в модели эволюции видов Кроу-Кимуры

Научный руководитель: Братусь А.С.

ХРИСТОФОРОВ Д.А. – группа 515

Оптимальное управление стохастической системой в случае неполных зашумленных наблюдений

Научный руководитель: Дигайлова И.А.

АЛЛАЯРОВА А.В. – группа 516

Оценка вероятности разорения страховой компании в модели с учетом инвестиций

Научный руководитель: Хохлов Ю.С.

БЕКРЕНЕВ И.Н. – группа 516

Локальное обращение преобразования Радона при условии наличия шума

Научный руководитель: Шестаков О.В.

ГАЗУКИН С.С. – группа 516

Асимптотические свойства статистик, основанных на выборках случайного объема

Научный руководитель: Бенинг В.Е.

ГАЙНУЛЛИН А.Ф. – группа 516

Методы моделирования многомерных случайных векторов и их применение
Научный руководитель: Ульянов В.В.

ГОНЧАРЕНКО М.Б. – группа 516

Метод пороговой обработки сигналов, основанный на порядковых статистиках, и его применение к реальным данным
Научный руководитель: Захарова Т.В.

ЗИМИН К.А. – группа 516

Винтажные модели оценки кредитных розничных рисков
Научный руководитель: Королев В.Ю.

ИСАЕВ А.О. – группа 516

Модификация одного из алгоритмов кластерного анализа
Научный руководитель: Назаров Л.В.

КОМИССАРОВА М.В. – группа 516

Многомерное нормальное распределение и его свойства
Научный руководитель: Бенинг В.Е.

КОСЫХ Н.А. – группа 516

Функция полезности и ее использование в страховании
Научный руководитель: Бенинг В.Е.

КУЛИКОВА Д.В. – группа 516

Применение вейвлет-анализа для оценивания плотностей распределения
Научный руководитель: Шестаков О.В.

МАКСИМОВ С.В. – группа 516

Статистическое исследование потока заявок в электронной системе торгов
Научный руководитель: Королев В.Ю.

МАРЕСОВ Р.А. – группа 516

Математические модели оценки стоимости предприятия и анализа финансовых показателей его деятельности
Научный руководитель: Матвеев В.Ф.

НАУМОВ Д.К. – группа 516

Прогнозирование потребления электроэнергии на уровне объединенной энергосистемы
Научный руководитель: Лаврентьев В.В.

НИКИФОРОВ С.Ю. – группа 516

Синхронизация сильно зашумленных сигналов магнитоэнцефалографии
Научный руководитель: Захарова Т.В.

СЕЙФУЛЛИН М.Т. – группа 516

Асимптотический анализ матриц большой размерности
Научный руководитель: Ульянов В.В.

СИВЕНЦЕВ А.Н. – группа 516

Обнаружение скрытых марковских моделей во временных рядах
Научный руководитель: Назаров Л.В.

ХАВРОНИЧ Я.О. – группа 516

Оценивание параметров смесей нормальных законов и их применение
Научный руководитель: Королев В.Ю.

ЮРЧУК М.С. – группа 516

Разложения Корниша-Фишера и их применения

Научный руководитель: Ульянов В.В.

ЯРОШЕНКО И.И. – группа 516

Разделение смесей вероятностных распределений сеточными методами

Научный руководитель: Королев В.Ю.

БЕРЕЗИН А.А. – группа 517

О корректном понижении значности данных в задачах распознавания

Научный руководитель: Дюкова Е.В.

БОРИСОВ М.В. – группа 517

Восстановление связей в научном рубрикаторе на основе кластеризации гетерогенной сети

Научный руководитель: Майсурадзе А.И.

ГАВРИКОВ М.И. – группа 517

Применение k-значных глубинных сетей для задания априорного распределения на форму объекта в задаче сегментации изображений

Научный руководитель: Ветров Д.П.

ЗАК Е.М. – группа 517

Метод анализа формы ладони на основе морфологического спектра

Научный руководитель: Местецкий Л.М.

КОНДРАШКИН Д.А. – группа 517

Релаксационный подход в задаче структурного обучения по слабо размеченным данным

Научный руководитель: Ветров Д.П.

КУРАКИН А.В. – группа 517

Математические модели дезинформации

Научный руководитель: Леонтьев В.К.

ЛОБАЧЕВА Е.М. – группа 517

Локально-глобальные вероятностные модели на основе объединения марковских случайных полей и больцмановских моделей формы для сегментации изображения

Научный руководитель: Ветров Д.П.

ЛЮБИМЦЕВА М.М. – группа 517

Логические корректоры в задачах распознавания

Научный руководитель: Дюкова Е.В.

МАЛЫШЕВА Е.К. – группа 517

Автоматическая сегментация изображений рукописных документов

Научный руководитель: Местецкий Л.М.

МЕРКУЛОВА Т.Д. – группа 517

Обнаружение существенно гетерогенных транспортных потоков с помощью методов интеллектуального анализа данных

Научный руководитель: Чехович Ю.В.

МОРОЗОВА Д.Ю. – группа 517

Развитие методов синтеза дизъюнктивной нормальной формы для функций с ограниченным числом нулей и их применение к задачам распознавания

Научный руководитель: Журавлев Д.Ю.

НИЖИБИЦКИЙ Е.А. – группа 517

Трекинг в видеопоследовательностях при помощи фильтра частиц
Научный руководитель: Дьяконов А.Г.

НОВИКОВ М.С. – группа 517

Исследование задачи кластеризации логических закономерностей
Научный руководитель: Рязанов В.В.

ОГНЕВА Д.С. – группа 517

Определение пространственно-временной зависимости в рядах изображений дистанционного зондирования Земли
Научный руководитель: Местецкий Л.М.

ОСТАПЕЦ А.А. – группа 517

Анализ сигналов сенсорных устройств
Научный руководитель: Дьяконов А.Г.

ПОТАПЕНКО А.А. – группа 517

Лингвистическая регуляризация вероятностных тематических моделей
Научный руководитель: Воронцов К.В.

РОМОВ П.А. – группа 517

Низкоранговые приближения в моделировании данных
Научный руководитель: Дьяконов А.Г.

ФОНАРЕВ А.Ю. – группа 517

Машинное обучение с категориальными признаками
Научный руководитель: Дьяконов А.Г.

ШАЙМАРДАНОВ И.Р. – группа 517

Динамическое комбинирование регуляризаторов в тематических моделях
Научный руководитель: Воронцов К.В.

ДОЛЕНКО О.С. – группа 518

Разработка и анализ алгоритмов нахождения динамической активности схем из функциональных элементов
Научный руководитель: Шуплецов М.С.

ДОРБАКОВА Д.Г. – группа 518

Задачи анализа и минимизации автоматов-преобразователей с конечным числом состояний над w -словами
Научный руководитель: Захаров В.А.

ДУЖЕНКО М.А. – группа 518

О некоторых билинейных алгебраических алгоритмах
Научный руководитель: Алексеев В.Б.

ЖУКОВА А.А. – группа 518

Оценки длины тестов при инверсных неисправностях
Научный руководитель: Романов Д.С.

КИБЗА Б.В. – группа 518

Условное тестирование схем Кардо
Научный руководитель: Вороненко А.А.

КОВАЛЕВ Г.И. – группа 518

Игры преследования на графах
Научный руководитель: Дайняк А.Б.

КРАСИКОВ А.О. – группа 518

О сложности упорядоченных двоичных решающих диаграмм булевых функций из некоторых классов

Научный руководитель: Селезнева С.Н.

ТРЕНКУНОВ А.В. – группа 518

О свойствах пересечений предполных классов функций многозначной логики, сохраняющих разбиения

Научный руководитель: Нагорный А.С.

ЧЕХОВСКАЯ Е.Н. – группа 518

О сложности и мощности клеточных схем из некоторых классов

Научный руководитель: Дайняк А.Б.

ШИШКОВА Т.В. – группа 518

Криптография в современных системах электронных денег (Bitcoin и его модификации)

Научный руководитель: Ложкин С.А.

БЕЛЯСОВ В.А. – группа 519

Алгоритмы поиска коллизий хэш-функции Ривеста

Научный руководитель: Карпунин Г.А.

БОКОВИКОВ Д.А. – группа 519

Разработка браузера с поддержкой российских криптографических алгоритмов для организации соединения безопасного транспортного уровня

Научный руководитель: Применко Э.А.

ЗВЕРЕВА Ю.Д. – группа 519

Разработка программного комплекса для тестирования знаний в области криптографии с открытым ключом

Научный руководитель: Чижов И.В.

ИВАНОВА Е.В. – группа 519

Криптоанализ криптосистемы Мак-Элиса, основанной на подкодах кода Рида-Маллера

Научный руководитель: Чижов И.В.

ЛУЧНИКОВ Д.В. – группа 519

Оценка статистических характеристик выходных последовательностей некоторого криптографического преобразования

Научный руководитель: Буряков М.И.

МАРКОВ А.В. – группа 519

Сравнительный анализ стандарта расширенного шифрования и некоторого блочного шифра

Научный руководитель: Применко Э.А.

МОЦПАН Р.В. – группа 519

Поиск коллизий в хэш-функции SHA-0

Научный руководитель: Карпунин Г.А.

НИКУЛИН А.Ю. – группа 519

О влиянии параметров алгоритма шифрования Elephant diffuser на характеристики получаемого шифр-текста

Научный руководитель: Буряков М.Л.

ПАВЛОВА А.Ф. – группа 519

Исследование и практическая реализация схем разделения секрета на основе мат-

риц Адамара

Научный руководитель: Применко Э.А.

САВОСТИН В.В. – группа 519

Криптоанализ криптосистемы Мак-Элиса-Сидельникова

Научный руководитель: Чижов И.В.

СИДОРОВ С.А. – группа 519

Программная оптимизация некоторого блочного шифра

Научный руководитель: Применко Э.А.

ТЮМЕНЦЕВ Д.С. – группа 519

О свойствах каппа-уравновешенных булевых функций

Научный руководитель: Смышляев С.В.

ШУТЕНКО Ю.В. – группа 519

Сравнительный анализ генераторов случайных чисел, используемых в библиотеке OpenSSL различных версий

Научный руководитель: Ролдугин П.В.

ЯКУНИН Д.Н. – группа 519

О применимости метода логического криптоанализа к хэш-функции Государственного Стандарта России 34.11-2012

Научный руководитель: Смышляев С.В.

БАШКИРЦЕВ А.В. – группа 520

Оптимизация структуры информационного Web-портала на базе Drupal 7

Научный руководитель: Воеводин В.В.

ДОЦЕНКО А.С. – группа 520

Разработка и исследование эффективности параллельных компактных генетических алгоритмов

Научный руководитель: Попова Н.Н.

КАГАНОВ В.Ю. – группа 520

Исследование и разработка методов динамической аутентификации пользователей на основе биометрической информации

Научный руководитель: Петровский М.И.

КОРОЛЕВ А.К. – группа 520

Аутентификация пользователей с использованием информации о работе с мышью

Научный руководитель: Петровский М.И.

КРУПСКИЙ С.В. – группа 520

Исследование методов тестирования ключевых характеристик высокопроизводительных систем

Научный руководитель: Воеводин В.В.

КРЫЛОВ М.Н. – группа 520

Исследование и разработка методов статической аутентификации пользователей на основе биометрической информации

Научный руководитель: Машечкин И.В.

МОЗОЛЕВ Д.С. – группа 520

Разработка и исследование метода мэппинга параллельных процессов на основе модели физических взаимодействий

Научный руководитель: Попова Н.Н.

ГИТМАН Ю.А. – группа 521

Темы дипломных работ (отделение специалистов)

Применение полуавтоматического метода построение карт внимания для сжатия видео

Научный руководитель: Ватолин Д.С.

ГРУЗДЕВ А.М. – группа 521

Фильтрация многомерных сигналов на графических процессорах в задаче синтеза изображений и анимационных последовательностей

Научный руководитель: Игнатенко А.В.

ДВОРЯКОВ К.В. – группа 521

Алгоритмы построения и визуализации видеопоследовательностей широкого динамического диапазона

Научный руководитель: Игнатенко А.В.

КИРИЧЕНКО В.В. – группа 521

Распознавание символов на фотографиях с использованием случайных решающих лесов

Научный руководитель: Баринаова О.В.

КОЛИНИЧЕНКО М.Б. – группа 521

Реализация системы автоматического анализа видеокодеков для мобильных платформ

Научный руководитель: Ватолин Д.С.

ЛАХТИОНОВА И.С. – группа 521

Формирование когнитивных карт при помощи технологии виртуальной реальности

Научный руководитель: Баяковский Ю.М.

МИХАЙЛОВ М.С. – группа 521

Синтез всюду резких изображений для стереопар с ограниченной глубиной резкости

Научный руководитель: Игнатенко А.В.

МОИСЕЕВ Б.Д. – группа 521

Настройка алгоритма синтеза обучающих выборок

Научный руководитель: Кокушин А.С.

НАПАДОВСКИЙ В.В. – группа 521

Локально-адаптивный алгоритм обнаружения и устранения несоответствий по цвету между ракурсами стереоскопического видео

Научный руководитель: Ватолин Д.С.

НИКИТИН М.Ю. – группа 521

Идентификация человека по лицу в видеопоследовательности

Научный руководитель: Кокушин А.С.

НОВИКОВ А.Б. – группа 521

Разработка алгоритма построения карт глубины на основании информации о движении

Научный руководитель: Ватолин Д.С.

ПОЛЯК И.А. – группа 521

Алгоритм синтеза стереопанорамных изображений по видеопоследовательности

Научный руководитель: Игнатенко А.В.

РЫБИНЦЕВ А.В. – группа 521

Определение атрибутов человека по изображению лица

Научный руководитель: Кокушин А.С.

ТКАЧЕВА С.П. – группа 521

Алгоритмы обучения и распознавания жестов для человеко-машинного интерфейса с использованием Microsoft Kinect
Научный руководитель: Игнатенко А.В.

ФЕДОРОВ А.А. – группа 521
Разработка программного комплекса для автоматического измерения характеристик устройств отображения объемного видео
Научный руководитель: Ватолин Д.С.

ФИЛИППОВ И.В. – группа 521
Подсчет количества людей в видеопоследовательности
Научный руководитель: Коцунин А.С.

АБЕ К.О. – группа 522
Исследование применимости клиентских вычислений для защиты Web-приложений от атак отказа в обслуживании
Научный руководитель: Гамаюнов Д.Ю.

БЕЛЯЕВ Р.О. – группа 522
Автоматическое взаимодействие с Web-приложениями, построенными по технологии модель-вид-контроллер
Научный руководитель: Петухов А.А.

БУШМАКИН П.С. – группа 522
Динамический контроль привилегий приложений в мобильной операционной системе Security Enhanced Android
Научный руководитель: Гамаюнов Д.Ю.

ВАСИЛЬЕВА М.А. – группа 522
Разработка и исследование модифицированного алгоритма построения распознавателей нештатного поведения динамических систем
Научный руководитель: Костенко В.А.

ГРИЦЕНКО Г.А. – группа 522
Механизмы инкрементальной сборки программ
Научный руководитель: Прус В.В.

КОЛОКОЛЬЦЕВ А.С. – группа 522
Исследование возможности распознавания вредоносного программного обеспечения на основе анализа трасс с использованием нечеткого сопоставления
Научный руководитель: Гамаюнов Д.Ю.

КОМАХИН А.Н. – группа 522
Исследование эффективности методов построения покрывающих наборов для нагрузочного тестирования встроенных устройств
Научный руководитель: Волканов Д.Ю.

КРУШНЯКОВ А.В. – группа 522
Гибридная рекомендательная система для событий
Научный руководитель: Шалимов А.В.

МАТЮНИН Н.Б. – группа 522
Определение состояния Web-страницы с динамическим пользовательским интерфейсом
Научный руководитель: Петухов А.А.

МОРКОВНИК Д.А. – группа 522
Исследование и разработка интерфейса пользователя платформы управления программно-конфигурируемыми сетями

Научный руководитель: Бахмуrow А.Г.

ПЛАТОНОВ И.С. – группа 522

Исследование возможности распознавания программных источников распределенных атак типа отказ в обслуживании методами обучения без учителя

Научный руководитель: Гамаюнов Д.Ю.

РОДЗЕВИЧ С.А. – группа 522

Методы профилирования в системах с динамической компиляцией

Научный руководитель: Сухомлин В.А.

ТИМОФЕЕВ К.В. – группа 522

Разработка и реализация алгоритма имитации отжига для задачи выбора модулей встроенной вычислительной системы реального времени с учётом требований надёжности

Научный руководитель: Волканов Д.Ю.

БАЛАШОВ С.А. – группа 524

Анализ эффективности разработки мобильных приложений по данным интернет-источников

Научный руководитель: Головин И.Г.

БЕЛЫШОВ М.В. – группа 524

Синтез схем и оценки сложности функций в некоторых моделях клеточных и планарных схем

Научный руководитель: Ложкин С.А.

БОЛЬШАКОВ А.А. – группа 524

Система контроля в информационной сфере предприятий

Научный руководитель: Применко Э.А.

ГУРЬЕВ И.А. – группа 524

Методы трансляции на основе графовых представлений формальных языков

Научный руководитель: Вылиток А.А.

КАЗЫРИД М.И. – группа 524

Методы автоматического построения синтаксических связей предлогов в русскоязычных текстах

Научный руководитель: Арефьев Н.В.

КРАШЕНИННИКОВ Д.А. – группа 524

Автоматический анализ тональности текстов с использованием методов машинного обучения

Научный руководитель: Грацианова Т.Ю.

ЛОБАНОВ Д.В. – группа 524

Методы автоматического семантического анализа текстов на естественном языке

Научный руководитель: Мальковский Н.Г.

РОГОВА А.С. – группа 524

Средства поддержки обучения логическому программированию

Научный руководитель: Груздева Н.В.

ЮДОВ М.В. – группа 524

Разработка инструментальной системы автоматизации сбора информации с Web-страниц

Научный руководитель: Головин И.Г.

АБАКУМОВ К.В. – группа 525

Автоматизация процесса составления учебного расписания

Научный руководитель: Абрамов В.Г.

БАЙБОРОДОВ А. П. – группа 525

Разработка модели специализированной информационной системы

Научный руководитель: Абрамов В.Г.

БАУЛИН Р.О. – группа 525

Адаптивная отказоустойчивая система предоставления контента на основе приоритета

Научный руководитель: Абрамов В.Г.

БИЦОЕВ В.И. – группа 525

Исследование методов анализа тональности текстов с учетом оценочных ассоциаций слов

Научный руководитель: Лукашевич Н.В.

БОРИСОВ А.В. – группа 525

Применение лексических моделей для статистического машинного перевода

Научный руководитель: Вылиток А.А.

БРОВАРЬ И.В. – группа 525

Методы построения компьютерного словаря морфемных паронимов

Научный руководитель: Большакова Е.И.

ИВАНОВ Н.И. – группа 525

Разработка и реализация интеллектуального персонального помощника для мобильных устройств

Научный руководитель: Бордаченкова Е.А.

КУЛАГИН И.С. – группа 525

Автоматическое перефразирование текстов на основе базы контекстов и тезауруса

Научный руководитель: Лукашевич Н.В.

КУРЫШЕВ С.С. – группа 525

Разработка музыкальной рекомендательной системы

Научный руководитель: Корухова Ю.С.

ЛЕНСКАЯ Н.А. – группа 525

Выделение ключевых именных групп в коротких сообщениях

Научный руководитель: Волкова И.А.

ПОНОМАРЕВ Д.А. – группа 525

Разработка алгоритма отбора релевантной информации

Научный руководитель: Абрамов В.Г.

РОДИЧЕВ А.В. – группа 525

Алгоритмы распределенного анализа сочетаемости слов на основе добровольных вычислений

Научный руководитель: Мальковский Н.Г.

ТАБОЛИН А.В. – группа 525

Методы индексирования нотных записей для поиска

Научный руководитель: Корухова Ю.С.

ШАРИПОВ Р.В. – группа 525

Рекомендательная система научных статей на основе предварительной кластеризации

Научный руководитель: Лукашевич Н.В.

Темы дипломных работ (отделение специалистов)

АСТАПОВА О.П. – группа 527

Исследование и разработка методов извлечения отношений из текстов на основе онтологии, структурирующей данные проекта Википедия

Научный руководитель: Турдаков Д.Ю.

БАБАКОВ А.В. – группа 527

Исследование и разработка методов автоматического поиска заимствований в русскоязычных текстах

Научный руководитель: Недумов Я.Р.

ВАРЛАМОВ М.И. – группа 527

Расчет семантической близости концепций с использованием связей в графе ссылок Википедии

Научный руководитель: Коршунов А.В.

ГОРЕМЫКИН О.В. – группа 527

Разработка средств описания аппаратной конфигурации гостевой системы в симуляторе Quick Emulator

Научный руководитель: Гайсарян С.С.

ДУДИНА И.А. – группа 527

Исследование и разработка методов обнаружения недокументированных возможностей в мобильных приложениях

Научный руководитель: Гайсарян С.С.

ЕЛИСЕЕВ В.Ю. – группа 527

Генерация моделей на унифицированном языке моделирования по описаниям предметных областей и задач планирования

Научный руководитель: Малышко В.В.

КОЛГАНОВ А.С. – группа 527

Отображение циклов с зависимостями на графический процессор

Научный руководитель: Крюков В.А.

МАВРИНА С.О. – группа 527

Программное средство, использующее объектные спецификации для инженерии знаний систем планирования

Научный руководитель: Малышко В.В.

МУЛЮКОВ Р.Р. – группа 527

Повышение точности статического анализа в инструменте Svace с помощью преобразований графа потока управления

Научный руководитель: Гайсарян С.С.

НЕСТЕРЕНКО А.И. – группа 527

Построение высокоуровневого графа зависимостей программы по трассе машинных инструкций

Научный руководитель: Падарян В.А.

НЕСТЕРОВ М.А. – группа 527

Автоматическое определение типов аргументов при трассировке вызовов функций из динамических библиотек

Научный руководитель: Гайсарян С.С.

САНАРОВ А.С. – группа 527

Автоматизация переноса модулей разбора сетевого трафика между различными инструментами анализа

Научный руководитель: Гайсарян С.С.

ФИОНОВ С.С. – группа 527

Интеграция данных по особо охраняемым природным территориям на базе модели INSPIRE из разнородных источников данных
Научный руководитель: Серебряков В.А.

ЧУПРИНА К.В. – группа 527

Исследование и разработка методов извлечения именованных сущностей из текстов с использованием категориальной структуры Википедии
Научный руководитель: Турдаков Д.Ю.

ЮРЧЕНКО В.С. – группа 527

Методы повышения точности статического анализа циклов
Научный руководитель: Гайсарян С.С.

БИРЕНБАУМ Д.М. – группа 528

Хранение и индексация пространственных и категоризированных данных в olap системах
Научный руководитель: Кузнецов С.Д.

ГРУЗДЕВ А.Д. – группа 528

Автоматическая генерация тестовых конфигураций распределённых систем интегрированной модульной авионики
Научный руководитель: Петренко А.К.

МАКИЕНКО М.А. – группа 528

Методы выявления некорректной работы с ресурсами в ядре операционной системы Linux
Научный руководитель: Петренко А.К.

МАЛАХОВ Д.А. – группа 528

Семантическое интегрирование и обогащение библиографических записей
Научный руководитель: Серебряков В.А.

МАЛЛАЧИЕВ К.А. – группа 528

Реализация механизмов защиты приложений от недоверенной операционной системы на аппаратной платформе технологии виртуализации Advanced Micro Devices
Научный руководитель: Петренко А.К.

ПОРХУН А.О. – группа 528

Разработка метода спецификации и исполнения интерактивных тестовых процедур
Научный руководитель: Петренко А.К.

ПУСТОВАЛОВ М.А. – группа 528

Создание и реализация модели данных для анализа показателей научной деятельности
Научный руководитель: Серебряков В.А.

ПУШИН К.П. – группа 528

Формирование дескриптора взаимосвязанных данных для семантической электронной библиотеки
Научный руководитель: Серебряков В.А.

РАХМАТУЛЛИН А.Р. – группа 528

Исследование методов связывания Java приложений с базами данных
Научный руководитель: Кузнецов С.Д.

СКОРОБОГАТОВ Я.О. – группа 528

Исследование и разработка методов сжатия данных для XML систем управления базами данных

Темы дипломных работ (отделение специалистов)

Научный руководитель: Кузнецов С.Д.

СТЕПАНОВ А.М. – группа 528

Создание экспертной системы для анализа показателей научной деятельности

Научный руководитель: Серебряков В.А.

ТАРАННИКОВА Е.Ю. – группа 528

Темпоральные возможности современных систем управления базами данных

Научный руководитель: Кузнецов С.Д.

ТОЛСТАЯ Н.А. – группа 528

Преобразование последовательных программ для их эффективного распараллеливания

Научный руководитель: Крюков В.А.

УСТИНОВА Е.С. – группа 528

Интеграция данных по свойствам веществ в специализированное пространство связывания открытых данных

Научный руководитель: Серебряков В.А.

ШУБЕРТ А.В. – группа 528

Средства анализа эффективности выполнения программ на языке Fortran DVMH на кластере с графическими процессорами

Научный руководитель: Крюков В.А.

ШУМИЛКИН Г.Н. – группа 528

Доступ к базам данных в Web-приложениях на основе фреймворка Ruby on Rails

Научный руководитель: Кузнецов С.Д.

ЯДГАРОВ И.Т. – группа 528

Исследование и разработка методов разделения данных в массивно-параллельных системах управления базами данных

Научный руководитель: Кузнецов С.Д.

ЯРМАК М.В. – группа 528

Исследование и разработка метода автоматизации создания профилей стандартов

Научный руководитель: Петренко А.К.

Темы дипломных работ, защищенных в 2014 году (отделение магистратуры)

БЫКОВ А.С. – группа 431

Методы интерактивной визуализации пространственно-временных данных

Научный руководитель: Березин Сергей Борисович

ГОЛЫШЕВ Н.В. – группа 431

Разработка алгоритмов небесной механики на базе вычислительных мощностей графических процессоров

Научный руководитель: Соловьёв Сергей Юрьевич

ЕНДЕЕВА Д.С. – группа 431

Синтаксический анализ текстов с помощью вероятностных контекстно-свободных грамматик

Научный руководитель: Головин Игорь Геннадьевич

ЕРМАКОВА М.А. – группа 431

Реконструкция трехмерных моделей объектов по силуэтам в средах с высоким показателем преломления

Научный руководитель: Игнатенко Алексей Викторович

ЗЕМЦОВ Е.Е. – группа 431

Моделирование человеческого восприятия яркости объекта с применением изображений широкого динамического диапазона

Научный руководитель: Игнатенко Алексей Викторович

ИОНОВА Н.А. – группа 431

Оптимизация потребления на дискретном рынке

Научный руководитель: Морозов Владимир Викторович

ОСТАПЧУК А.Д. – группа 431

Исследование ограничений средств обнаружения вредоносного кода в документах формата Portable Document Format

Научный руководитель: Гамаюнов Денис Юрьевич

ШАКИРЗЯНОВА В.Р. – группа 431

Анализ тональности коротких сообщений

Научный руководитель: Абрамов Владимир Геннадиевич

ШУЛЬГА А.Ш. – группа 431

Поиск визуальных изображений, иллюстрирующих короткие сообщения

Научный руководитель: Головин Игорь Геннадьевич

ИСАЕВ Т.К. – группа 441

Метод построения путей соединения между интерфейсами компонентов AADL-моделей

Научный руководитель: Петренко Александр Константинович

СЕМЕНЧЕНКО К.Е. – группа 441

Крипто система с динамическим построением алгоритма

Научный руководитель: Алексеев Евгений Константинович

СИН А.С. – группа 441

Метод решения обратной задачи для гиперболического уравнения

Научный руководитель: Денисов Александр Михайлович

СМИРНОВА Л.А. – группа 441

Исследование операций комбинирования свидетельств в системах правдоподобного

Темы дипломных работ (отделение магистратуры)

вывода

Научный руководитель: Соловьёв Сергей Юрьевич

ТУРБИНА Н.П. – группа 441

Модель процесса выявления больных туберкулезом, учитывающая социальную неоднородность

Научный руководитель: Романюха Алексей Алексеевич

ШИРОКИЙ Р.В. – группа 441

Система поиска научных текстов по формулам

Научный руководитель: Корухова Юлия Станиславовна

Темы дипломных работ, защищенных выпускниками прошлых лет

ЖУРАВЛЕВ А.Ю. – группа 522

Обнаружение сайтов, реализующих маскирование от автоматических средств обхода
Научный руководитель: Петухов А.А.

КОВАЛЕВ Д.В. – группа 515

Эллипсоидальные аппроксимации в задаче о граничном управлении мембраной
Научный руководитель: Дарьин А.Н.

ЛАГУТА А.В. – группа 527

Исследование и разработка методов извлечения информации из научно-технической
литературы
Научный руководитель: Турдаков Д.Ю.

ПЕРЕХОДЬКО Е.Я. – группа 525

Алгоритм формирования пирамидальных терминологических сетей
Научный руководитель: Грацианова А.Ю.

ПУЗИКОВ Б.Ю. – группа 525

Программные средства анализа связности текста
Научный руководитель: Большакова Е.И.

ДЗЫБА Д.С. – группа 517

Метод статистической верификации регрессионных моделей, основанный на перестановочных тестах
Научный руководитель: Сенько О.В.

Именной указатель

- Адмиральский Ю. Б., 31
- Белышов М. В., 82
Борисов А.В., 73
Броварь И. В., 74
- Гайнуллова С.Р, 29
Гончаренко М. Б., 36
Горемыкин О. В., 90
Гуров И. В., 26
- Дудина И. А., 88
- Жукова А.А., 54
- Земцов Е.Е., 58
- Иванов Н. И., 77
- Кириченко В. В., 60
Колганов А. С., 84
Кузнецов М. А., 19
Кулагин И. С., 79
Курьшев С. С., 81
- Латий В. В., 27
Любимцева М. М., 47
- Малахов Д. А., 91
Маллачиев К. А., 93
Меньшиков И. В., 33
Морковник Д. А., 67
- Нападковский В. В., 62
- Нижибицкий Е. А., 46
Никитин М. Ю., 64
Никифоров С. Ю., 41
Никишин Н. Г., 21
Носов Д.А., 52
- Остапец А.А., 44
- Павлов С. Д., 12
Петровых А. С., 24
Печенко И. С., 14
Подорога А. В., 10
Потапенко А. А., 42
Прокопенко А.С., 16
Пупкин В. И., 37
- Савостин В.В., 53
Сагадинова Е. С., 23
Сейфуллин М. Т., 39
Сопин В. В., 49
Степенский Д. И., 35
Сунгатуллина Д. И., 8
- Таболин А. В., 70
Тимофеев К. В., 56
- Устинова Е. С., 86
- Федоров А. А., 65
- Харюк П. В., 18
- Широкий Р. В., 71