Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ТРЕТЬЯ ШКОЛА
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ ИПИ РАН

СБОРНИК ДОКЛАДОВ

Москва
ИПИ РАН
2012

Печатается по решению Ученого совета
Института проблем информатики РАН

Третья школа молодых ученых ИПИ РАН. Сборник докладов. – М.: ИПИ РАН, 2012. – 96 с. – ISBN 978-5-91993-019-8.

Рецензент: д.ф.-м.н., проф. Шоргин С.Я.

Сборник содержит 11 работ, подготовленных по результатам докладов молодых ученых для Третьей школы молодых ученых ИПИ РАН (г. Москва, 11 декабря 2012 года). К участию в Школе были представлены и вошли в сборник работы по следующим тематикам: дистрибутивная семантика и методика построения семантических векторных пространств для различных предметных областей; принципы статистического анализа больших массивов данных на примере системы биржевых заявок; методы нахождения стационарного распределения для системы массового обслуживания с упорядоченным входом, пуассоновским входящим потоком, двумя приборами и двумя очередями ограниченной одинаковой емкости перед каждым из приборов; обоснование параметров для неплоского коллективного экрана на основе государственных и международных стандартов по эргономике; исследование надежности вычислительных машин и их узлов; алгоритмы разбиения цветного растрового изображения натурного объекта на области одинакового цвета; декларотивное программирование в мультидиалектной среде на примере инвестиционного портфеля; организация учебного процесса при проведении дистанционных занятий со школьниками и модели электронных образовательных ресурсов; преимущества языка запросов GSQL при работе с данными сетевой модели; современные тенденциям создания инфраструктуры отображения информации высокого и сверхвысокого разрешения.

ISBN 978-5-91993-019-8 © Институт проблем информатики РАН, 2012

Содержание

Морозова Ю.И. Построение семантических векторных пространств различных предметных областей 4

Горшенин А.К. Статистические подходы к изучению информационных систем на примере анализа событий в биржевой книге заявок 12

Разумчик Р.В. Об одном методе нахождения стационарного распределения очереди в конечной двухканальной системе с упорядоченным входом 23

Чупраков К.Г. Методика обоснования количества наблюдателей в ситуационном зале и параметров системы коллективного отображения информации 31

Кулешов А.А. Опыт анализа статистики отказов персональных компьютеров .. 43

Сорокин А.И. Алгоритм сегментации изображений натурных объектов 55

Ковалев Д.Ю. Декларативное программирование в мультидиалектной среде на примере задачи о диверсифицированном инвестиционном портфеле 67

Филиппов С.А. Модель использования электронных образовательных ресурсов при мыследеятельностном мульти-технологичном дистанционном обучении одарённых детей 77

Филиппов С.А. Возможные направления улучшений веб-редакторов, входящих в состав систем управления контентом 81

Построение семантических векторных пространств различных предметных областей

Морозова Ю.И., ИПИ РАН

В работе дается описание нового направления лингвистических исследований – дистрибутивной семантики. Предлагается расширение существующих моделей дистрибутивной семантики за счет перехода от описания лексем к описанию значимых словосочетаний. Описывается методика построения семантических векторных пространств для различных предметных областей.

1. Обзор моделей дистрибутивной семантики.

Дистрибутивная семантика – область научных исследований, занимающаяся вычислением степени семантической близости между лингвистическими единицами на основании их дистрибуционных признаков в больших массивах лингвистических данных. Модели векторных пространств находят все более широкое применение в исследованиях, связанных с семантическими моделями естественного языка, и имеют разнообразный спектр потенциальных и действующих приложений. Основными сферами применения дистрибутивных моделей являются: разрешение лексической неоднозначности, информационный поиск, кластеризация документов, автоматическое формирование словарей (словарей семантических отношений, двуязычных словарей), создание семантических карт, моделирование перифраз, определение тематики документа, определение тональности высказывания, биоинформатика.

Теоретические основы данного направления восходят к дистрибутивной методологии З. Харриса [4, 5]. Близкие идеи выдвигали основоположники структурной лингвистики Ф. де Соссюр и Л. Витгенштейн. Дистрибутивная семантика основывается на дистрибутивной гипотезе о том, что

лингвистические элементы со схожей дистрибуцией имеют близкие значения [9, 11].

В качестве вычислительного инструмента и способа представления моделей используется линейная алгебра. Информация о дистрибуции лингвистических единиц представляется в виде многоразрядных векторов, а семантическая близость между лингвистическими единицами вычисляется как расстояние между векторами. Многоразрядные вектора образуют матрицу, где каждый вектор соответствует лингвистической единице (слово или словосочетание), а каждое измерение вектора соответствует контексту (документ, параграф, предложение, словосочетание, слово).

Для вычисления меры близости между векторами могут использоваться различные формулы: расстояние Минковского, расстояние Манхеттена, Евклидово расстояние, расстояние Чебышева, скалярное произведение, косинусная мера. Наиболее популярной является косинусная мера:

$$\frac{x \bullet y}{|x| \bullet |y|} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i \bullet y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2} \bullet \sqrt{\sum_{i=1}^{n} y_i^2}}$$

Существует множество разновидностей моделей дистрибутивной семантики, которые различаются по следующим параметрам:

– тип контекста (размер контекста, правый или левый контекст, ранжирование);

– количественная оценка частоты встречаемости слова в данном контексте (абсолютная частота, энтропия, совместная информация и пр.);

– метод вычисления расстояния между векторами (косинус, скалярное произведение, расстояние Минковского и пр.);

– метод уменьшения размерности матрицы (случайная проекция, сингулярное разложение и пр.).

Наиболее известными моделями дистрибутивной семантики являются латентный семантический анализ, разработанный для решения проблемы синонимии при информационном поиске [6], и модель языка как

гиперпространства, разработанная как модель семантической памяти человека [7].

Концепция семантических векторных пространств (СВП) впервые была реализована в информационно-поисковой системе SMART [10]. Идея СВП состоит в представлении каждого документа из коллекции в виде точки в пространстве, т. е. вектора в векторном пространстве. Точки, расположенные ближе друг к другу в этом пространстве, считаются более близкими по смыслу. Пользовательский запрос рассматривается как псевдодокумент и тоже представляется как точка в этом же пространстве. Документы сортируются в порядке возрастания расстояния, т. е. в порядке уменьшения семантической близости от запроса, и в таком виде предоставляются пользователю.

Впоследствии концепция СВП была успешно применена для других семантических задач. Например, в работе [8] контекстное векторное пространство было использовано для оценки семантической близости слов. Данная система достигла результата 92.5% на тесте по выбору наиболее подходящего синонима из стандартного теста английского языка TOEFL, в то время как средний результат при прохождении теста человеком был 64.5%.

В настоящее время ведутся активные исследования по унификации модели СВП и выработке общего подхода к различным задачам выявления семантических связей из корпусов текстов [12].

2. Выделение значимых словосочетаний.

Целью нашей работы является применение модели СВП для построения концептуальной модели предметной области. Развитие существующих подходов к построению СВП заключается в использовании значимых словосочетаний (ЗС) вместо отдельных лексем. Под значимыми словосочетаниями мы понимаем лексические последовательности, имеющие тенденцию к совместной встречаемости. Для выделения значимых словосочетаний в компьютерной лингвистике используются различные меры

ассоциации. Общее количество этих мер исчисляется многими десятками. Чаще других используются MI, t-score и log-likelihood [1].

Мера MI (mutual information), введенная в работе [2], сравнивает зависимые контекстно-связанные частоты с независимыми, как если бы слова появлялись в тексте совершенно случайно. Если значение MI (n,c) больше определенного значения, тогда данное сочетание слов можно считать статистически значимым.

Мера t-score учитывает частоту совместной встречаемости двух или более слов, отвечая на вопрос, насколько не случайной является сила ассоциации (связанности) между данными словами:

Также достаточно часто применяется мера, известная под названием log-likelihood, или логарифмическая функция правдоподобия [3].

В рамках нашего исследования планируется сравнить результаты, полученные при применении различных мер ассоциации, и выбрать меру, наиболее подходящую для целей исследования.

3. Построение семантического векторного пространства.

Модель семантического векторного пространства, которую планируется построить в ходе нашего исследования, обладает следующими характеристиками:

- тип изучаемых единиц: значимые словосочетания;
- тип контекста: лексемы и словосочетания, размер контекста - предложение, ранжирование контекста – нет;
- количественная оценка частоты встречаемости изучаемой единицы в данном контексте: абсолютная частота;
- метод вычисления расстояния между векторами: косинусная мера.

Приведем пример использования методики построения СКП на основе текстового фрагмента.

Искусственный интеллект — наука и технология создания интеллектуальных машин, особенно интеллектуальных компьютерных программ.

Компьютерная лингвистика — направление искусственного интеллекта, которое ставит своей целью использование математических моделей для описания естественных языков.

Дискретная математика — область математики, занимающаяся изучением дискретных структур, которые возникают как в пределах самой математики, так и в её приложениях.

Конструктивная математика — близкое к интуиционизму течение в математике, изучающее конструктивные построения.

Построим контекстные вектора для ЗС «*искусственный интеллект*», «*компьютерная лингвистика*», «*дискретная математика*», «*конструктивная математика*» и слов, встречающихся в текстовом фрагменте более одного раза. В таблице 1 используются сокращенные обозначения:

с1 = искусственный интеллект

с2 = компьютерная лингвистика

с3 = дискретная математика

с4 = конструктивная математика

с5 = интеллект, интеллектуальный

с6 = математика, математический

с7 = изучать, изучение

Таблица 1

	с1	с2	с3	с4	…
с1	0	1	0	0	…
с2	1	0	0	0	…
с3	0	0	0	0	…
с4	0	0	0	0	…
…	…	…	…	…	…

Применив формулу вычисления косинусной меры между контекстными векторами, получим следующие коэффициенты семантической близости между рассматриваемыми ЗС:

«*дискретная математика*» и «*конструктивная математика*» - 0.95;

«*искусственный интеллект*» и «*компьютерная лингвистика*» - 0.7;

«*компьютерная лингвистика*» и «*дискретная математика*» - 0.52;

«*компьютерная лингвистика*» и «*конструктивная математика*» - 0.4;

«*искусственный интеллект*» и «*дискретная математика*» - 0.36;

«*искусственный интеллект*» и «*конструктивная математика*» - 0.29.

Заключение

В работе были рассмотрены основные направления и модели нового направления исследований в компьютерной лингвистике – дистрибутивной семантики. На основании автоматической обработки больших массивах лингвистических данных возможно создавать различные лингвистические ресурсы: семантические словари, многоязычные словари, семантические карты предметных областей. В качестве математической модели используются многоразрядные вектора и матрицы линейной алгебры, что представляет собой удобный формализм для компьютерной реализации. В рамках данного направления предлагается разработать методику построения семантических векторных пространств для различных предметных областей, где в качестве изучаемых единиц будут выступать значимые словосочетания, выделенные из текстов с использованием мер ассоциативной связанности слов.

Список литературы

1. *Захаров В.П., Хохлова М.В.* Анализ эффективности статистических методов выявления коллокаций в текстах на русском языке // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: Труды Международной конференции Диалог’2010. – М.: Изд-во РГГУ, 2010.

2. *Church K., Hanks P.* Word association norms, mutual information, and lexicography // Computational Linguistics, 1996, № 16(1). - P. 22–29.

3. *Dunning T.* Accurate Methods for the Statistics of Surprise and Coincidence // Computational Linguistics, 1993. Volume 19, №1. - P. 61-74.

4. *Harris Z.S.* Papers in Structural and Transformational Linguistics. - Dordrecht, Reidel, 1954.

5. *Harris Z.S.* Mathematical Structures of Language. - Interscience publishers, 1968.

6. *Landauer Th.K., McNamara D.S., Dennis S., Kintsch W.* Handbook of Latent Semantic Analysis. - Mahwah NJ, Lawrence Erlbaum, 2007.

7. *Lund K., Burgess C.* Producing high-dimensional semantic spaces from lexical co-occurrence // Behavior Research Methods, Instruments & Computers, 1996, 28(2). - P. 203-208.

8. *Rapp R.* Word sense discovery based on sense descriptor dissimilarity // Proceedings of the 9th MT Summit. - New Orleans, LA, 2003. – P. 315–322.

9. *Sahlgren M.* The Distributional Hypothesis. From context to meaning // Distributional models of the lexicon in linguistics and cognitive science (Special issue of the Italian Journal of Linguistics), Rivista di Linguistica, volume 20, numero 1, 2008.

10. Salton G. M. The SMART Retrieval System: Experiments in Automatic Document Processing. - Prentice-Hall, 1971.

11. *Turney P.D., Pantel P.* From frequency to meaning: Vector space models of semantics // Journal of Artificial Intelligence Research (JAIR), 2010, №37. – P. 141-188.

12. *Turney P.* A uniform approach to analogies, synonyms, antonyms and associations // Proceedings of COLING, Manchester, 2008. – P. 905–912.

Сведения об авторе: Морозова Юлия Игоревна, 1984 г. рождения, научный сотрудник ИПИ РАН. Сфера научных интересов: формальные модели в

лингвистике, машинный перевод, параллельные тексты, вершинные грамматики.

Статистические подходы к изучению информационных систем на примере анализа событий в биржевой книге заявок[1]

Горшенин А.К., ИПИ РАН

В работе рассматриваются возможные принципы статистического анализа больших массивов данных о поведении сложной специальной информационной системы. В качестве такой системы выступает так называемая биржевая книга заявок, в которой изменения в формирующих ее заявках на покупку и продажу представляют собой события стохастического характера.

Введение

В течение последнего десятилетия одной из значимых задач финансовой математики является построение адекватных математических моделей, описывающих биржевую книгу заявок. Данный объект в России традиционно принято называть биржевым стаканом. Для более точного объяснения кратко рассмотрим механизм торгов на фондовой бирже. Трейдеры (инвесторы) выставляют заявки (делают поручения брокеру) на продажу либо приобретение различных инвестиционных инструментов (ценных бумаг и т.п.) по выбранной стоимости. После выставления заявки на бирже будет произведена автоматическая проверка всех встречных заявок, имеющих указанную или лучшую цену (таким образом, к примеру, для продажи ищутся встречные заявки с ценой равной или большей указанной в заявке). Сделка происходит, когда такая встречная заявка будет найдена. Если подходящих заявок нет, то выставленная заявка останется на бирже и будет ожидать появления подходящих встречных заявок (также она может быть отменена заявителем). В течение торгов в каждый момент времени в базе данных биржи находится очередь неисполненных заявок на продажу и на покупку. Этими заявками и

[1] Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проекты 12-07-31267, 11-01-12026-офи-м, 12-07-00115-а).

образуется биржевой стакан – совокупность заявок на покупку и на продажу, информация о которых отражается в виде очереди в торговом терминале. Непосредственно биржевой стакан состоит из нескольких частей: заявки на продажу, заявки на покупку, объём последней осуществленной на бирже сделки. При поступлении на биржу заявки на покупку, в которой указана цена выше максимальной цены продажи, она сразу же удовлетворяется, исполняя соответствующую объему заявки часть предложений о продаже. А при поступлении заявки на продажу с ценой меньшей лучшей цены покупки, исполняются соответствующие объемы заявок на покупку. В практическом плане биржевой стакан может быть полезен краткосрочным или среднесрочным трейдерам, так как его использование позволяет оценить спрос и предложение на рынке в данный момент времени.

Некоторые известные математические модели эволюции биржевого стакана рассмотрены, например, в работах, [2] – [5]. Тем не менее, эти модели опираются на довольно строгие предположения, например, что поток событий, изменяющих структуру стакана, обладает марковским свойством. Поэтому интересно построить модели, использующие достаточно слабые естественные предположения.

Выбор модельных распределений

Методы исследования вероятностно-статистических закономерностей, связанных с редкими событиями, занимают одно из центральных мест в современной теории вероятностей. В частности, теорема о редких событиях, иногда называемая законом малых чисел или теоремой Пуассона, является одним из основных объектов исследования в теории вероятностей. На ее основе строятся важные математические модели, использующиеся в современной теории надежности и теории массового обслуживания при исследовании информационно-вычислительных и телекоммуникационных систем. А именно, модели, связанные с пуассоновскими процессами.

В частности, простейший вариант теоремы о редких событиях для

испытаний Бернулли говорит о том, что при стремлении вероятности «неудачи» к нулю (то есть когда «неудача» становится все более и более редким событием) и одновременном изменении масштаба (то есть при аффинной нормировке) распределение числа испытаний до первой «неудачи» стремится к экспоненциальному (показательному). Это утверждение является одним из проявлений универсального принципа неубывания энтропии в замкнутых системах: как известно, показательное распределение имеет максимальную (дифференциальную) энтропию среди всех абсолютно непрерывных распределений вероятностей, сосредоточенных на неотрицательной полуоси и имеющих конечный первый момент. Более сложные варианты теоремы о редких событиях связаны с операцией прореживания произвольных точечных процессов восстановления, которая при последовательном применении приводит к пуассоновскому точечному процессу, являющемуся процессом восстановления с показательным распределением интервалов времени между восстановлениями. Классические стохастические модели информационно-вычислительных и телекоммуникационных систем основаны на том, что входящие потоки являются пуассоновскими. При достаточно общих условиях пуассоновость потока оказывается эквивалентной его марковости, то есть развитие случайного процесса в будущем не зависит от его прошлого и определяется только его значением в текущий момент времени.

Упомянутые модели являются идеальными, так как многие их свойства не наблюдаются при анализе реальных процессов, протекающих в информационно-вычислительных и телекоммуникационных системах. По-видимому, это связано с тем, что ни одна из реально функционирующих сложных информационных систем не может рассматриваться как замкнутая, то есть изолированная от окружающей среды. Таким образом, возникает необходимость обобщения указанных утверждений типа теоремы о редких событиях и возникающих в них моделей на незамкнутые сложные системы для описания реальных сложных информационно-вычислительных систем.

Во многих случаях при исследовании реальных данных типа времени

жизни в теории надежности и информатике вместо показательного распределения (являющегося элементом семейства гамма-распределений со значением параметра формы, равным единице) часто наблюдаются гамма-распределения с параметром формы, строго меньшим единицы. В частности, такое распределение присуще продолжительности безотказной работы некоторых элементов авиационной техники (см., например, работу [6]). По сравнению с классическим показательным распределением, гамма-распределение с параметром формы, меньшим единицы, приписывает большие вероятности очень малым и очень большим значениям наблюдаемой случайной величины. Другими словами, гамма-распределение с параметром формы, меньшим единицы, описывает промежутки времени между еще более редкими событиями, нежели наблюдаемое в классической теореме о редких событиях показательное распределение.

Как уже говорилось, показательное распределение присуще интервалам времени между «редкими» событиями, если моделируемая система рассматривается изолированно от внешней среды. Естественным средством учета информационного влияния внешней среды на моделируемую систему при этом является допущение, что интенсивность потока «редких» событий является непостоянной и даже случайной в зависимости от непредсказуемого поведения внешней среды. Таким образом, естественно возникает задача о возможности представления гамма-распределения с параметром формы, меньшим единицы, в виде смеси показательных законов. Эта задача решена в работе [6], в которой показано, что гамма-распределение может быть представлено в виде смеси показательных распределений, только если его параметр формы меньше единицы. При этом смешивающим распределением является хорошо известное в математической статистике распределение Снедекора-Фишера.

Наилучшей моделью однородного хаотического потока событий является пуассоновский процесс. Однако в реальных «хаотических» системах хаос практически никогда не бывает однородным в пространстве или времени.

Наиболее разумными стохастическими моделями неоднородных хаотических точечных процессов являются дважды стохастические пуассоновские процессы, иначе называемые процессами Кокса (см., например, книгу [7]). В связи с указанными обстоятельствами в качестве разумной модели представляется использование конечной смеси гамма-распределений.

Структура данных

В качестве конкретной информационной системы рассматривается изменение состояния биржевого стакана для фьючерсов на индекс S&P (код контракта ESM2) в течение одного торгового дня.

Данные объединены в файл, каждая строка которого отображает изменения содержимого стакана с точностью до миллисекунды, независимо от характера этих изменений. Все возможные события, изменяющие стакан, могут быть отнесены к одному из трех возможных типов:

– появление новой или снятие уже имевшейся лимитированной заявки либо со стороны спроса на покупку, либо со стороны предложения на продажу;

– постановка рыночной заявки на покупку или продажу (в этом случае как раз и происходит сделка);

– постановка лимитированной заявки (например, на покупку) в начало очереди предложения (в этом случае часть заявки выполняется сразу же (происходит сделка), а оставшаяся ее часть становится лимитированной заявкой в начале очереди для спроса).

Из особенностей данных стоит отметить тот факт, что цена не может изменяться на произвольное значение, а лишь на число пунктов, кратное 0.25.

Данные такого рода описывают функционирование реальной сложной информационной финансовой системы электронных торгов, которая может служить примером особой системы массового обслуживания (точнее, системы очередей – queueing system), в которую поступают заявки двух типов с метками.

Если метки у заявок разных типов не совпадают, они становятся в очередь. Как только у заявок разных типов метки совпадают, они мгновенно «обслуживаются» и покидают систему.

В дальнейших разделах будут рассмотрены примеры применения различных статистических методов к анализу событий, возникающих в биржевом стакане.

Распределение временных интервалов между событиями

Сначала в качестве объекта для анализа рассмотрим временные интервалы между произвольными событиями по всей выборке (то есть за один полный торговый день во всем стакане). В качестве приближающего распределения рассмотрим гамма-распределение $f_{r,\theta}(x)$ с плотностью вида:

$$f_{r,\theta}(x) = \frac{\theta^r x^{r-1} e^{-\theta x}}{\Gamma(r)}. \tag{1}$$

Параметры гамма-распределения могут быть оценены, например, по методу моментов:

$$\tilde{r} = \frac{(\bar{x})^2}{s^2}, \quad \tilde{\theta} = \frac{\bar{x}}{s^2},$$

где

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} x_j, \quad s^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(x_j - \bar{x})^2.$$

Отметим, что для реальных данных параметр формы имеет значение меньше единицы (так, для конкретного рассматриваемого дня были получены значения $\tilde{r} = 0.2637$, $\tilde{\theta} = 1.2421$). Особенности представления гамма-распределения с таким параметром формы рассмотрим в следующем разделе.

Оценивание смешивающей плотности в представлении гамма-распределения с параметром формы, меньшим единицы

Известно [6], что в случае, когда параметр формы r в гамма-распределении $f_{r,\theta}(x)$ удовлетворяет условию

$$0 < r \le 1,$$

плотность $f_{r,\theta}(x)$ может быть представлена в виде

$$f_{r,\theta}(x) = \int_0^\infty p_\theta(\gamma)\gamma e^{-\gamma x}\, d\gamma,$$

где

$$p_\theta(\gamma) = \frac{(\gamma-\theta)^{-r}\theta^r}{\gamma\Gamma(1-r)\Gamma(r)} (\theta \le \gamma). \tag{2}$$

Оценим параметры гамма-распределения сразу по всей выборке, а также в скользящем режиме, и изобразим соответствующие графики функции $p_\theta(\gamma)$. Для отыскания оценок максимального правдоподобия воспользуемся EM-алгоритмом [8], реализованным для гамма-распределений. Формулы для вычисления параметров гамма-распределения на итерационных шагах имеют следующий вид. Параметр формы может быть найден из численного решения уравнения

$$\log r_i^{(m)} - \psi(r_i^{(m)}) = -\frac{\sum_{j=1}^n g_{ij}^{(m)} \log \frac{x_j}{A_i^{(m)}}}{\sum_{j=1}^n g_{ij}^{(m)}},$$

где $\psi(\cdot)$ – дигамма-функция, величина $A_i^{(m)}$ имеет вид

$$A_i^{(m)} = \frac{\sum_{j=1}^n x_j g_{ij}^{(m)}}{\sum_{j=1}^n g_{ij}^{(m)}}, \quad g_{ij}^{(m)} = \frac{p_i^{(m)} f_{r_i^{(m)},\theta_i^{(m)}}(x_j)}{\sum_{l=1}^k p_l^{(m)} f_{r_l^{(m)},\theta_l^{(m)}}(x_j)},$$

параметр масштаба определяется на каждом шаге из соотношения

$$\theta_i^{(m)} = \frac{A_i^{(m)}}{r_i^{(m)}}, i = 1,\ldots,k,$$

веса задаются формулой

$$p_i^{(m+1)} = \frac{1}{n}\sum_{j=1}^{n} g_{ij}^{(m)}.$$

С помощью приведенных формул можно получить значения оценок параметров (а значит, и вид) распределения из формулы ((2). Для исследования структуры биржевого стакана возможно применение подхода, называемого методом скользящего разделения смесей (СРС-метод, см., например, книгу [1]). Основной принцип этого подхода заключается в том, что мы разбиваем исходную выборку на некоторые подвыборки, обычно существенно меньшего размера, называемые окнами, и проводим анализ состояния системы на каждом из этих окон. Данный подход позволяет отследить динамическое изменение состояния системы во времени и получить вид эволюции плотности $p_\theta(\gamma)$.

До сих пор мы предполагали, что распределения интервалов времени между событиями имеет вид гамма-распределения и изменения вида этого распределения были связаны с изменениями смешивающей плотности в представлении Глезера ((2). Теперь воспользуемся более гибкой моделью. Предположим, что распределение интервалов времени между событиями имеет вид смеси гамма-распределений, то есть его плотность (с учетом формулы ((1)) имеет вид

$$\sum_{i=1}^{n} p_i \cdot f_{r_i,\theta_i}(x).$$

Используя СРС-метод, основанный на применении ЕМ-алгоритма для смесей гамма-распределений, можно построить эволюцию оценок параметров смеси во времени.

Распределения приращений цен

Рассмотрим следующее прореживание данных: будем выбирать события,

между которыми прошло не менее некоторого времени (например, не менее 5 или 15 секунд). Учитывая, что каждая запись в данных делается с точностью до миллисекунды, очевидно, будет обеспечено большое число событий внутри интервала. Известно, что достаточно адекватной моделью для приращений логарифмов цен (см., например, книгу [1]) являются смеси нормальных законов. Проводя соответствующую подготовку данных, воспользуемся EM-алгоритмом для смесей нормальных законов для отыскания оценок максимального правдоподобия неизвестных параметров смеси с помощью CPC-метода. Таким образом, можно получить эволюцию динамической и диффузионной компоненты волатильности

Заключение

Подведем краткие итоги проведенных исследований.

Статистически доказано, что в рассматриваемой информационной системе безусловное распределение длин интервалов времени между событиями является гамма-распределением с параметром формы, равным примерно 0.4. Тем самым показано, что в рассматриваемой системе указанные события являются редкими на временных масштабах порядка миллисекунд.

Визуализирована эволюция параметров указанного гамма-распределения на промежутках времени меньшей длины.

Оценено смешивающее распределение в соответствующем представлении Глезера и визуализирована эволюция его параметров.

Исследована нестационарность интенсивности потока событий, для чего в представлении распределения интервалов времени между событиями в виде конечной смеси гамма-распределений в скользящем режиме решена задача оценивания параметров смеси. Полученные результаты позволили визуализировать эволюцию интенсивности потока событий и исследовать ее стохастическую структуру.

Исследовано распределение времени между изменениями цен. Показано,

что эмпирическое распределение хорошо согласуется с гамма-распределением, что говорит в пользу адекватности моделей типа дисперсионного гамма-распределения для приращения логарифмов биржевых цен.

Полученные результаты представляют значительный интерес, так как подобные исследования ранее не проводились. Все процедуры и методы реализованы на встроенном языке программирования MATLAB. Иллюстрации и числовые значения оценок параметров распределений могут быть найдены в работе [1]. Стоит отметить соответствие построенных моделей и гистограмм, что свидетельствует об эффективности выбранных методов анализа.

Объем и структура данных в стакане позволяют проводить исследования совершенно разных событий. Так, например, достаточно интересным представляется изучение сделок, произошедших в течение дня, с объемом, превышающим некоторое значение. Подробный анализ биржевого стакана направлен на более точное выявление торговых трендов, в том числе, локальных трендов различных игроков, что позволит оптимизировать управление собственным (в широком смысле) инвестиционным портфелем.

Автор выражает глубокую признательность профессору Королеву В.Ю. за полезные обсуждения в рамках процесса обработки данных и подготовки данного текста.

Список литературы

1. *Королев В.Ю.* Вероятностно-статистические методы декомпозиции волатильности хаотических процессов. – М.: изд-во Моск. ун-та, 2011. – 512 с.

2. *Cont R., Stoikov S., Talreja R.* A stochastic model for order book dynamics // Operations Research, 2010. Vol. 58. P. 549-563.

3. *Muni Toke I.* Market making behavior in an order book model and its impact on the spread // In: Econophysics of Order-Driven Markets. – New York: Springer, 2011.

4. *Bouchaud J.-P., Mézard M., Potters M.* Statistical properties of stock order books: empirical results and models // arXiv:cond-mat/0203511v18 June 2002.

5. *Gould M. D., Porter M.A*., Williams S., McDonald M., Fenn D. J., Howison S. D. Limit order books // arXiv:1012.0349v3 [q-fin.TR] 27 April 2012.

6. *Gleser L.J.* The gamma distribution as a mixture of exponential distributions: Technical Report # 87-28. – West Lafayette: Purdue University, 1987. 6 p.

7. *Bening V., Korolev V.* Generalized Poisson Models and their Applications in Insurance and Finance. -- Utrecht: VSP, 2002.

8. *Dempster A., Laird N. and Rubin D.* Maximum likelihood estimation from incompleted data // Journal of the Royal Statistical Society, 1977. Series B. Vol. 39 (1). P. 1-38.

9. *Gorshenin A., Doynikov A., Korolev V. and Kuzmin V.* Statistical Properties of the Dynamics of Order Books: Empirical Results // VI International Workshop «Applied Problems in Theory of Probabilities and Mathematical Statistics Related to Modeling of Information Systems» (Autumn Session, 2012). Book of Abstracts. M.: Institute of Informatics Problems, RAS, 2012. P. 31-51.

Сведения об авторе: Горшенин Андрей Константинович, 1986 года рождения, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института Проблем Информатики Российской Академии Наук; agorshenin@ipiran.ru. Область интересов: теория вероятностей и математическая статистика, математическое моделирование, системы компьютерной поддержки научных исследований, интеллектуальный анализ данных.

Об одном методе нахождения стационарного распределения очереди в конечной двухканальной системе с упорядоченным входом

Разумчик Р.В., ИПИ РАН

В работе рассматривается система массового обслуживания с упорядоченным входом, пуассоновским входящим потоком, двумя приборами и двумя очередями ограниченной одинаковой емкости перед каждым из приборов. Времена обслуживания заявок на приборах имеют экспоненциальное распределение с одним и тем же параметром. Предложен новый метод нахождения стационарного распределения.

Введение

Рассмотрим систему массового обслуживания с n приборами и пронумеруем их числами от 1 до n. Перед каждым прибором есть собственная очередь. Поступающая в систему заявка сначала пытается занять прибор с номером 1 и, если он свободен, начинает на нем обслуживаться. В противном случае поступающая заявка занимает одно место в очереди перед прибором номер 1, если в очереди есть хотя бы одно свободное место. Если же поступающая в систему заявка застает прибор с номером 1 занятым и очередь перед этим прибором полностью заполнена, она «переходит» к прибору номер 2. Если прибор номер 2 свободен, заявка встает на него; если же прибор занят и в очереди перед прибором номер 2 есть свободное место, то заявка встает в эту очередь. В случае, если прибор номер 2 и очередь перед ним оказываются полностью заполненными, поступающая заявка пытается поступить на прибор номер 3. Этот процесс продолжается до тех пор, пока поступающая в систему заявка либо не найдет свободное место в системе (либо на одном из приборов, либо в одной из очередей), либо обнаружит, что система полностью заполнена и уйдет из нее так и не обслужившись (т.е. будет потеряна). Подобные системы с упорядоченным входом изучались многими авторами (см., например, [1-20]), что обусловлено их пригодностью для

моделирования процессов в промышленном строительстве и инфотелекоммуникационных системах. Краткий обзор результатов, полученных для этой модели, можно найти, например, в [21].

Данная работа посвящена краткому изложению нового метода для нахождения стационарного распределения вероятностей состояний в описанной выше системе с упорядоченным входом в случае, когда число обслуживающих приборов n равно 2, времена обслуживания заявок на приборах распределены по экспоненциальному закону с одним и тем же параметром μ, емкости очередей перед каждым из приборов одинаковы и равны $0 < M < \infty$, поступающий поток заявок является пуассоновским с параметром λ. Функционирование данной системы массового обслуживания описывается двумерным Марковским процессом $X(t) = \{(\xi(t), \eta(t), t \geq 0\}$ с непрерывным временем и дискретным конечным множеством состояний $\chi = \{(i, j), i, j = \overline{0, M}\}$. Здесь $\xi(t)$ – общее число заявок в очереди перед прибором номер 1 и на приборе номер 1 в момент времени t, $\eta(t)$ – общее число заявок в очереди перед прибором номер 2 и на приборе номер 2 в момент времени t. Изложенный в данной работе метод, по сути опирающийся на свойства производящих и специальных функций, является обобщением метода, предложенного в [22], и позволяет находить совместное стационарное распределение вероятностей состояний двумерных Марковских процессов, которые допускают следующие переходы: $\{(i, j) \to (i+1, j)$, $(i, j) \to (i-1, j)$, $(i, j) \to (i, j-1), i = \overline{1, M-1}, j = \overline{1, M}\}$, $\{(0, j) \to (0, j-1)$, $(0, j) \to (1, j), j = \overline{1, M}\}$, $\{(i,0) \to (i+1,0)$, $(i,0) \to (i-1,0), i = \overline{1, M-1}\}$, $\{(0,0) \to (1,0)\}$, $(M,0) \to (M,1)$, $(M,0) \to (M-1,0)$, $\{(M, j) \to (M, j-1)$, $(M, j) \to (M-1, j)$, $(M, j) \to (M, j+1), j = \overline{1, M-1}\}$, $(M,M) \to (M-1,M)$, $(M,M) \to (M,M-1)$.

Метод нахождения совместного стационарного распределения

Обозначим через p_{ij} – стационарную вероятность состояния (i, j) процесса $X(t) = \{(\xi(t), \eta(t), t \geq 0\}$, а через $P(u,v) = \sum_{i=0}^{M}\sum_{j=0}^{M} p_{ij} u^i v^j, 0 < u < 1, 0 < v < 1,$ – ее производящую функцию (далее – ПФ). Выписывая систему уравнений равновесия (далее – СУР) для p_{ij} и производя традиционные преобразования, можно показать, что ПФ $P(u,v)$ имеет вид:

$$P(u,v) = \frac{\lambda p_{MM} u^{M+1} v^{M+1}(1-v) + \mu v(u-1)Q(v) + \mu u(1-v)R(u) + \lambda u^{M+1} v(v-u)S(v)}{-(\lambda u^2 v - u[(\lambda + 2\mu)v - \mu] + \mu v)}, \quad (1)$$

где

$$Q(v) = \sum_{j=0}^{M} p_{0j} v^j \ , \ R(v) = \sum_{i=0}^{M} p_{i0} u^i \ , \ S(v) = \sum_{j=0}^{M} p_{Mj} v^j \ . \quad (2)$$

Знаменатель в (1) представляет собой квадратный трехчлен относительно u и имеет два корня:

$$u_{1,2} = u_{1,2}(v) = \frac{(\lambda + 2\mu)v - \mu \mp \sqrt{(\lambda + 2\mu)v - \mu)^2 - 4\lambda\mu v^2}}{2\lambda v} . \quad (3)$$

Можно показать, что при определенных ограничениях на аргумент v имеет место неравенство $u_2(v) > u_1(v)$. Более того, нетрудно видеть, что функции $u_{1,2}(v)$ представимы в виде

$$u_1(v) = \sqrt{\frac{\mu}{\lambda}} \cdot a(x(v)) \ , \ u_2(v) = \sqrt{\frac{\mu}{\lambda}} \cdot b(x(v)) \ ,$$

где

$$a(x(v)) = \frac{x(v) - \sqrt{(x(v))^2 - 4}}{2} \ , \ b(x(v)) = \frac{x(v) + \sqrt{(x(v))^2 - 4}}{2} \ , \ x(v) = \frac{(\lambda + 2\mu)v - \mu}{\sqrt{\lambda\mu v}} .$$

Используя данное представление можно записать следующую цепочку равенств:

$$\frac{[u_2(v)]^i-[u_1(v)]^i}{u_2(v)-u_1(v)}=\left(\sqrt{\frac{\mu}{\lambda}}\right)^{i-1}\cdot\frac{[b(x(v))]^i-[a(x(v))]^i}{b(x(v))-a(x(v))}=\left(\sqrt{\frac{\mu}{\lambda}}\right)^{i-1}U_{i-1}\left(\frac{x(v)}{2}\right)=$$

$$=\left(\sqrt{\frac{\mu}{\lambda}}\right)^{i-1}\sum_{m=0}^{i-1}\frac{U_{i-1}^{(m)}(0)}{2^m m!}\left(\frac{(\lambda+2\mu)v-\mu}{\sqrt{\lambda\mu}v}\right)^m= \tag{4}$$

$$=\left(\sqrt{\frac{\mu}{\lambda}}\right)^{i-1}\sum_{m=0}^{i-1}C_{i-1-m}^{m+1}(0)\left(\frac{\lambda+2\mu}{\sqrt{\lambda\mu}}\right)^m\sum_{j=0}^{m}\frac{(-1)^j m!}{j!(m-j)!}\left(\frac{\mu}{\lambda+2\mu}\right)^j v^{-j},$$

где $U_n(y)$ – многочлены Чебышева 2-го рода, $U_n^{(m)}(0)$ – m-я производная $U_n(y)$ в точке $y=0$, а $C_k^h(0)$ – многочлены Гегенбауэра, которые связаны с многочленами $U_n(y)$ соотношением $U_n^{(m)}(0)=2^m m!C_{n-m}^{m+1}(0)$ и вычисляются по формуле

$$C_k^h(0)=\begin{cases}0, \textit{ если } k-\textit{нечетное},\\ \dfrac{(-1)^{\frac{k}{2}}\Gamma\left(h+\dfrac{k}{2}\right)}{\left(\dfrac{k}{2}\right)!\Gamma(h)}, \textit{ если } k-\textit{четное}.\end{cases}$$

Таким образом, выражение $([u_2(v)]^i-[u_1(v)]^i)/(u_2(v)-u_1(v))$ в левой части (4) есть ничто иное, как многочлен целой степени от v.

Вернемся к выражению для ПФ $P(u,v)$. Знаменатель (1) обращается в нуль в точках (u_1,v) и (u_2,v) и, значит, в этих точках в нуль должен обращаться и числитель (1). Отсюда мы получаем систему из двух уравнений:

$$\begin{aligned}&\lambda p_{MM}u_1^{M+1}v^{M+1}(1-v)+\mu v(u_1-1)Q(v)+\mu u_1(1-v)R(u_1)+\lambda u_1^{M+1}v(v-u_1)S(v)=0,\\ &\lambda p_{MM}u_2^{M+1}v^{M+1}(1-v)+\mu v(u_2-1)Q(v)+\mu u_2(1-v)R(u_2)+\lambda u_2^{M+1}v(v-u_2)S(v)=0.\end{aligned} \tag{5}$$

Если исключить из системы (5) слагаемое с p_{MM}, то после приведения подобных слагаемых, с учетом (2) получим:

$$\begin{aligned}&\lambda\mu\left(\frac{[u_2(v)]^{M+1}-[u_1(v)]^{M+1}}{u_2(v)-u_1(v)}-\frac{\mu}{\lambda}\cdot\frac{[u_2(v)]^M-[u_1(v)]^M}{u_2(v)-u_1(v)}\right)\sum_{j=0}^{M}p_{0j}v^{j+1}-\\ &-\mu^2(v-1)\sum_{i=0}^{M}p_{i0}\left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^i\left(\frac{[u_2(v)]^{M-i}-[u_1(v)]^{M-i}}{u_2(v)-u_1(v)}\right)-\lambda^2\left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^{M+1}\sum_{j=0}^{M}p_{Mj}v^{j+1}=0.\end{aligned} \tag{6}$$

Исключая из системы (5) слагаемое с $S(v)$, после ряда преобразований приходим к выражению:

$$\lambda\mu\left(v\left[\frac{[u_2(v)]^{M+1}-[u_1(v)]^{M+1}}{u_2(v)-u_1(v)}+\frac{\mu}{\lambda}\cdot\frac{[u_1(v)]^{M}-[u_1(v)]^{M}}{u_2(v)-u_1(v)}\right]+\frac{\mu}{\lambda}\cdot\frac{[u_2(v)]^{M+1}-[u_1(v)]^{M+1}}{u_2(v)-u_1(v)}+\right.$$
$$\left.+\frac{[u_1(v)]^{M+2}-[u_2(v)]^{M+2}}{u_2(v)-u_1(v)}\right)\sum_{j=0}^{M}p_{0j}v^{j+1}+(1-v)\lambda^2 p_{MM}v^{M+1}\left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^{M+1}+$$
$$+\mu^2 v(v-1)\sum_{i=0}^{M}p_{i0}\left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^{i}\left(\frac{[u_1(v)]^{M-i}-[u_2(v)]^{M-i}}{u_2(v)-u_1(v)}\right)+ \qquad (7)$$
$$+\mu^2(v-1)\sum_{i=0}^{M}p_{i0}\left(\frac{\mu}{\lambda}\right)^{i}\left(\frac{[u_2(v)]^{M+1-i}-[u_1(v)]^{M+1-i}}{u_2(v)-u_1(v)}\right)=0.$$

Учитывая представление (4), можно сделать вывод, что (6) и (7) приставляют собой многочлены целой степени от v, которые равны нулю при любых значениях v[1] и, значит, нулю должны быть равны коэффициенты при соответствующих степенях v. Отсюда получается две системы уравнений, решая которые можно получить выражения для констант, связывающих вероятности p_{MM} и p_{0j}, т.е. для констант вида $X_{0j}=\frac{p_{0j}}{p_{MM}}$, $j=\overline{0,M}$.

Выписывая уравнения локального баланса, можно получить соотношение

$$\sum_{j=0}^{M}p_{0j}=\frac{1-\rho}{1-\rho^{M+1}},\ \rho=\frac{\lambda}{\mu},$$

откуда немедленно следует, что

$$p_{MM}=\frac{1-\rho}{(1-\rho^{M+1})\sum_{j=0}^{M}X_{0j}}.$$

Зная вероятность p_{MM}, используя СУР и соотношения, получаемые из (6) и (7), можно без труда вычислить маргинальные распределения, а также получить алгоритм для определения всех вероятностей p_{ij}.

Заключение

В работе рассматривается система массового обслуживания с упорядоченным входом, пуассоновским входящим потоком, двумя приборами

[1] Но тех значениях, при которых (3) и (4) имеют смысл.

и двумя очередями ограниченной одинаковой емкости перед каждым из приборов. Времена обслуживания заявок на приборах имеют экспоненциальное распределение с одинаковым параметром. Изложен новый метод, опирающийся на производящие и специальные функции и позволяющий эффективно вычислять вероятностные характеристики системы в стационарном случае. Дальнейшие исследования будут направлены на проверку применимости предложенного метода для нахождения стационарных характеристик любых систем массового обслуживания, функционирование которых описывается двумерным Марковским процессом с конечным числом состояний.

Список литературы

1. *Disney R.L.* Some multichannel queueing problems and ordered entry // J. Industrial Eng. 13, 1962. P. 46-48.

2. *Disney R.L.* Some multichannel queueing problems and ordered entry. An application to conveyor theory // J. Industrial Eng. 11, P. 105-108.

3. *Gupta S.K.* Analysis of two-channel queueing system with ordered entry // J. Industrial Engineering 17, 1966. P. 54-55.

4. *Phillips D.T., Skeith R.W.* Ordered entry queueing networks with multiple servers and multiple queues // AIIE Transactions, Vol. 1, Issue 4, 1969. P. 333-342.

5. *Phillips D. T.* A markovian analysis of the conveyor-serviced ordered entry queuing system with multiple servers and multiple queues. University of Arkansas, Fayetteville, 1969. 476 p.

6. *Matsui M., Fukuta J.* On a multichannel queueing system with ordered entry and heterogeneous servers // AIIE Trans. 9, 1977. P. 209-214.

7. *Elsayed E.A., Proctor C.L.* Ordered entry and random choice conveyors with multiple Poisson input // Int. J. Prod. Res. 15, 1977. P. 439-451.

8. *Lin. B.W., Elsayed E.A.* A general solution for multichannel queueing systems with ordered entry // Int. J. Comp. Opns. Res. 5, 1978. P. 219-225.

9. *Lin B. W., Elsayed E.A*. Transient behaviour of ordered-entry multichannel queueing systems // International Journal of Production Research, Vol. 18, Issue 4, 1980. P. 491-501.

10. *Elsayed E.A.* Multichannel queueing systems with ordered entry and finite source // Comp.&Opns. Res. 10, 1983. P. 213-222.

11. *Nanwijn W.M.* A note on many-server queueing system with ordered entry, with an application to conveyor theory // J. Appl. Prob. 20, 1983. P. 144-152.

12. *Nanwijn W.M.* On a two-server finite queueing system with ordered entry and deterministic arrivals // Euro. J. Opnl. Res. 18, 1984. P. 388-395.

13. *Yao D.D.* Convexity properties of the overflow in an ordered-entry system with heterogeneous servers // Opns. Res. Lett. 5, 1986. P. 145-147.

14. *Pourbabal B., Sonderman D.* Server utilization dactors in queueing loss sytems with ordered entry and heterogeneous servers // J. Appl. Prob. 23, 1986. P. 236-242.

15. *Yao D.D.* The arrangement of servers in an ordered-entry system // Operations Research, Vol. 35, No. 5, 1987. P. 759-763.

16. *Shanthikumar J.G., Yao D.D.* Comparing ordered entry queues with heterogeneous servers // Queueing systems, 1987. P. 235-244.

17. *Shirish S. J.* Regenerative Simulation of an Ordered-entry Queueing System. Virginia Commonwealth University, 1989. 90 p.

18. *Jain M., Shekhar C.* Ordered Entry Queueing Networks with Multiple Servers and Multiple Queues // IJE Transactions A: Basics. Vol.15, No. 3, 2002. P. 275-286.

19. *Karlof J.K., Jenkins J.* The behavior of a multichannel queueing system under three queue disciplines // http://people.uncw.edu/karlof/publications/jenkins.pdf, 2002.

20. *Isguder H. O., Celikoglu C.C.* Minimizing the loss probability in GI/M/3/0 queueing system with ordered entry // Scientific Research and Essays Vol. 7(8), 2012. P. 963-968.

21. *Medhi J.* Stochastic Models in Queueing Theory. Elsevier Science Publishing, 2002.

22. *Razumchik R.V.* The use of chebyshev and gegenbauer polynomials in the analysis of finite queue with negative customers and bunker for ousted customers // XXVIII International Seminar on Stability Problems for Stochastic Models and V International Workshop “Applied Problems in Theory of Probabilities and Mathematical Statistics related to modeling of information systems”. 10-16 October 2011, Svetlogorsk, Russia. Book of Abstracts. – Moscow: Institute of Informatics Problems, RAS, 2011. ISBN 978-5-91-993-003-7. – P. 84-85.

Сведения об авторе: Разумчик Ростислав Валерьевич, год рождения 1984, старший научный сотрудник Института проблем информатики РАН, к.ф.-м.н. Направления научных интересов: теория вероятностей и ее приложения, теория массового обслуживания.

Методика обоснования количества наблюдателей в ситуационном зале и параметров системы коллективного отображения информации

Чупраков К.Г., ИПИ РАН

Разработка любой системы отображения информации, связанной с коллективным экраном, требует обоснования большого количества характеристик, в том числе его ширины, или максимального количества наблюдателей, которые смогут с ним одновременно работать, не мешая друг другу. В данной статье предлагается методический подход к обоснованию этих и других параметров для неплоского коллективного экрана на основе государственных и международных стандартов по эргономике, с помощью средств аналитической и комбинаторной геометрии.

Разработка и построение аудиовизуальных комплексов в рамках ситуационных центров (и не только) заставляют столкнуться с большим объемом неопределенностей, которые должны быть устранены в процессе выбора тех или иных решений. Соответственно, одной из промежуточных задач является задача формирования списка требования к решениям, возникающего из того, сколько сотрудников должны одновременно работать с коллективным экраном, какой объем информации отображается на нем, а так же в каком помещении вынуждены располагаться участники этого организационного процесса. Транслировать эти ограничения в понятные технические характеристики выбираемых устройств помогли аналитические зависимости, разработанные в [1,2]. Однако в этих работах исследовался случай только плоского экрана. В данной статье рассматривается более общий случай - кривых экранов, с кривизной в горизонтальной плоскости, который исчерпывает большинство известных случаев инсталляций коллективных экранов.

1. Основные параметры, определения, обозначения

Следуя известной нормативной базе [1,2], определим следующие исходные параметры рассматриваемой системы «помещение-наблюдатели-коллективный экран-информация»:

D – проектное расстояние наблюдения, измеряется в метрах. Это расстояние или диапазон расстояний между экраном и глазами наблюдателей, при котором изображение соответствует требованиям разборчивости и удобочитаемости;

N - количество людей, которые должны одновременно работать с коллективным экраном, получая с него визуальную информацию в комфортных условиях;

Q – диаметр помещения, ограниченного стенами. В большинстве случаев является прямоугольным, а в рамках статьи, обобщая, — выпуклым. *Q* - максимальное из расстояний между произвольными двумя точками помещения, измеряется в метрах. В некоторых задачах *Q* может быть ограничено искусственным образом ввиду особенностей геометрии помещения, группировки наблюдателей. Отметим разницу между проектным расстоянием наблюдения *D* и диаметром помещения *Q*. Первый параметр характеризуется свойствами системы "экран-наблюдатели", а параметр *Q* - исключительно свойствами помещения. Ясно, что *D* не может превосходить *Q*;

W – максимальное расстояние между двумя точками экрана в горизонтальной плоскости, «плоская» ширина экрана. Для плоского экрана *W* соответствует его ширине, а для кривого – расстояние между его краями. Измеряется в метрах;

I - Необходимая статичная информационная емкость отображаемого контента – максимальное количество знаков или символов, которые должен отобразить дисплей в одном кадре или неподвижном изображении. Определяется на основании задач ситуационного зала и иных приложений и

объемов отображаемого контента. Измеряется в количестве отображаемых знаков;

α – максимальный стягиваемый угол (угловой размер экрана) по горизонтали, определяемый уровнем концентрации наблюдения;

β – угол, определяющий кривизну экрана. Определяется как половина дуги, которую стягивает экран на соответствующей ему окружности;

ОКН – область комфортного наблюдения – область пространства, где выполнены рекомендации международных и государственных стандартов по оборудованию рабочих мест наблюдения с коллективного экрана.

2. Построение области комфортного наблюдения

Как было показано в [1] и [2], построение ОКН в горизонтальной плоскости для случая, когда экран в этой плоскости является дугой обобщенной окружности (отрезком или дугой окружности), опирается на выбор трех основных ограничений.

Первое из них — ОКН будет ограничена пересечением двух наиболее далеких друг от друга кругов диаметром равным *D* – проектному расстоянию наблюдения.

Вторым ограничением, которое необходимо наложить на ОКН - пропорции наблюдаемых символов, которые согласно [5] не могут меняться более, чем в два раза, так как максимальное и минимальное допустимые значения пропорций отличаются друг от друга ровно в 2 раза (максимальная ширина равна одной высоте знака, а минимальная - ее половине). По этой причине максимальный угол отклонения от нормали к экрану в точке наблюдения не должен превышать 60º.

Третье ограничение состоит в наличии угла α — угла наблюдения, допустимого по критичности наблюдения со стороны активной поверхности экрана (определяется согласно [3,4], откуда предыдущее ограничение выполняется автоматически).

Поэтому ОКН является фигурой, содержащейся внутри угла в пересечении двух прямых, построенных в крайних точках экрана и отклоняющихся от нормали на угол $\alpha+\beta$. С учетом трех упомянутых ограничений ОКН будет являться криволинейным четырехугольником AFME (рис. 1).

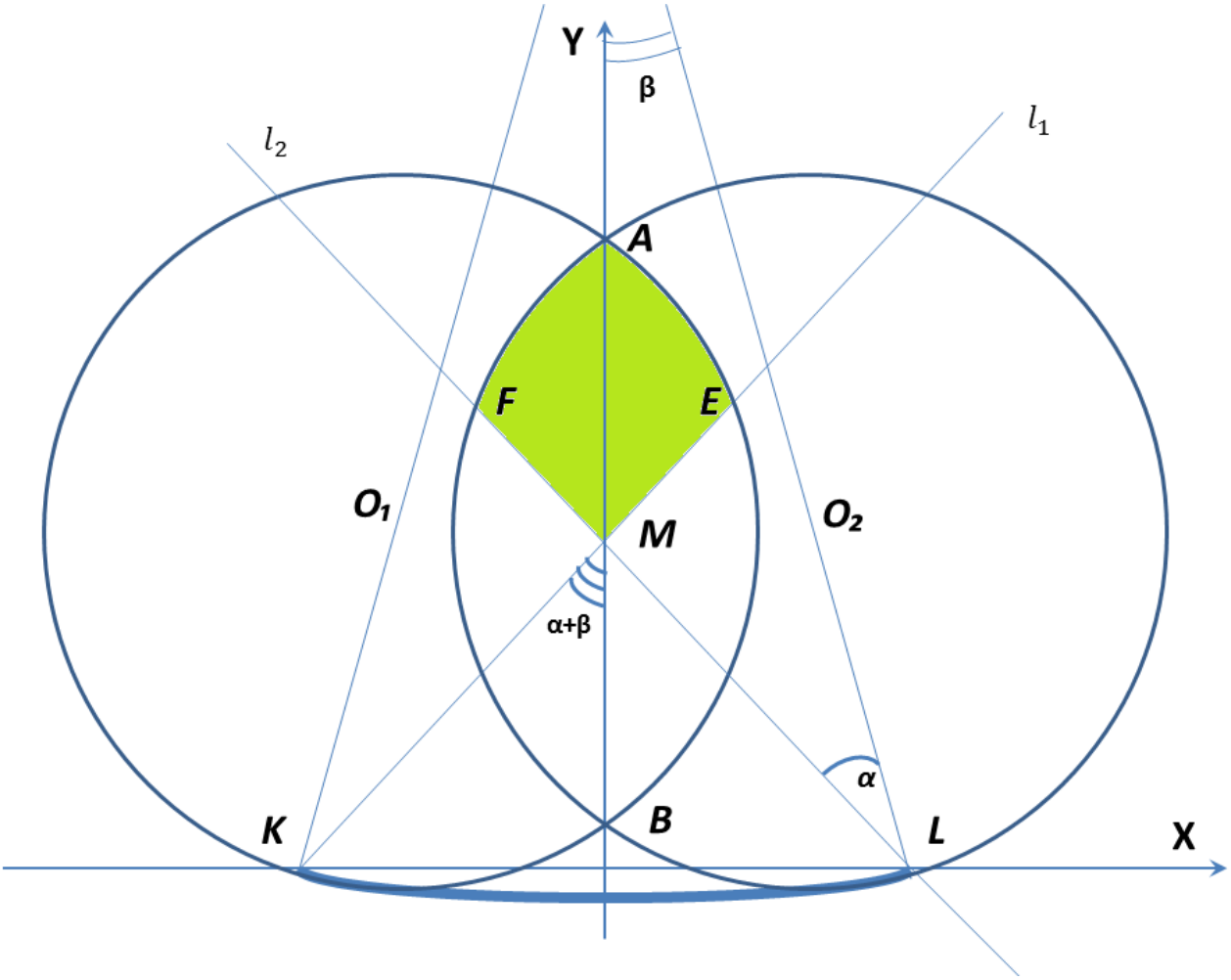


Рис. 1. ОКН экрана с учетом сохранения пропорций знаков

Рассмотрим такую систему координат, ось абсцисс которой проходит через крайние точки экрана, а ось ординат является осью симметрии для экрана и направлена в сторону наблюдателей. Единица измерения по обеим осям равна 1 м. С помощью средств аналитической геометрии вычислим координаты основных точек, которые будут участвовать в дальнейших оценках.

O_1 - центр левого круга, $O_1\left(\frac{D}{2}\sin\beta - \frac{W}{2}; \frac{D}{2}\cos\beta\right)$;

O_2 – центр правого круга, $O_2\left(\frac{W}{2} - \frac{D}{2}\sin\beta; \frac{D}{2}\cos\beta\right)$;

l_1- прямая выходящая из левого края экрана под углом α к OY;

l_2- прямая выходящая из правого края экрана под углом α к OY;

K – левый край экрана , $K\left(-\frac{W}{2}; 0\right)$;

L – правый край экрана , $L\left(\frac{W}{2}; 0\right)$;

M – точка пересечения прямых l_1 и l_2 , $M\left(0; \frac{W}{2}ctg\,(\alpha+\beta)\right)$;

A – верхняя точка пересечения кругов,

$$A\left(0; \frac{D}{2}(\cos\beta + \sqrt{1-(C-\sin\beta)^2})\right);$$

B – нижняя точка пересечения кругов,

$$B\left(0; \frac{D}{2}(\cos\beta - \sqrt{1-(C-\sin\beta)^2})\right);$$

F – точка пересечения прямой l_2 и правого круга, отличная от L,

$$F\left(-\frac{D}{2}(2\sin(\alpha+\beta)\cos\alpha - C);\ D\cos(\alpha+\beta)\cos\alpha\right);$$

E – точка пересечения прямой l_1 и левого круга, отличная от K,

$$E\left(\frac{D}{2}(2\sin(\alpha+\beta)\cos\alpha - C);\ D\cos(\alpha+\beta)\cos\alpha\right);$$

где

$$C = W/D \qquad (1)$$

— отношение «плоской» ширины экрана к проектному расстоянию наблюдения.

Криволинейный четырехугольник AFME и есть ОКН, параметры которой позволят оценить количество рабочих мест, которые можно расположить в ней, а также какая ширина экрана при этом потребуется. Согласно методике, сформулированной в [1,2], для оценки количества рабочих мест и ширины экрана необходимо рассчитать площадь ОКН и ее периметр, но сперва необходимо определить условия, при которых эта область будет непустой и

будет приобретать различные формы. Четырехугольник будет вырожденным, если круги с центрами O_1 и O_2 не будут пересекаться, то есть точки A и B не существуют. Это условие эквивалентно неравенству

$$1 - (C - \sin\beta)^2 < 0 \qquad (2)$$

Далее полагаем, что это неравенство выполнено.

Рассмотрим взаимное расположение точек A, B и M. Возможны принципиально три разных случая:

1. M находится выше точки A. Это условие эквивалентно системе неравенств

$$\begin{cases} C > \cos\beta\, tg\,(\alpha+\beta) = \\ C > 2\sin(\alpha+\beta)\cos\alpha \end{cases} \qquad (3)$$

В этом случае решений нет – ОКН вырождена.

2. M принадлежит отрезку [A,B]. Это условие эквивалентно неравенству

$$C. \qquad (4)$$

В этом случае ОКН ограничена дугами $\overset{\frown}{AE}$, $\overset{\frown}{AF}$ и отрезками MF, ME (основной случай).

3. M находится ниже точки B. Это условие эквивалентно системе

$$\begin{cases} C \\ C \end{cases} \qquad (5)$$

В этом случае ОКН ограчена дугами $\overset{\frown}{AB}$, принадлежащими левому и правому кругу. Решение этой системы существует, когда $R_1 > R_2$ или $2\alpha + \beta > \frac{\pi}{2}$.

В случае 2 площадь и периметр криволинейного четырехугольника могут быть посчитаны по формулам

$$S_{ОКН} = D^2/_4 \left[(\cos\beta - C\, ctg\,(\alpha+\beta) + \sqrt{1-(C-\sin\beta)^2}\,)(2\sin(\alpha+\beta)\cos\alpha - C) + \right.$$
$$\left. \{2\alpha + \beta - \arcsin(C-\sin\beta) - \sin(2\alpha+\beta-\arcsin(C-\sin\beta))\} \right|$$

(6)

$$P_{\text{ОКН}} = D \cdot \left[\cos\alpha - {}^{C}/_{\sin(\alpha+\beta)} + 2\alpha + \beta - \arcsin(C - \sin\beta)\right]. \quad (7)$$

В случае 3 площадь и периметр ОКН могут быть посчитаны по формулам

$$S_{\text{ОКН}} = {}^{D^2}/_{4}\left[2\arcsin\sqrt{1-(C-\sin\beta)^2} - 2(C-\sin\beta)\sqrt{1-(C-\sin\beta)^2}\right] \quad (8)$$

$$P_{\text{ОКН}} = 2D\arcsin\sqrt{1-(C-\sin\beta)^2} \quad (9)$$

Замечание 1. *Данные формулы выполнены при любом взаимном расположении окружностей, OY и прямых* l_1 *и* l_2 *в рамках ограничений, заданных случаями.*

Замечание 2. *Формулы (6), (7), (8) и (9) оказываются действительны и для отрицательных β — случаев, когда экран выпуклый в сторону наблюдателей.*

Замечание 3. *В случае 2 при β=0 (экран плоский) формулы (6) и (7) приобретают вид результатов, полученных в [1] и [2], но в отличие от них, являются точными – не пренебрегают малыми слагаемыми, которые для неплоского случая могут стать совсем немалыми.*

3. Определение количества рабочих мест в ОКН

Согласно методике, описанной в [1] и [2], количество рабочих мест в ОКН может быть оценено по формуле:

$$N = B + \Gamma - \frac{\sqrt{2}}{1{,}8^2}S + {}^{P}/_{3{,}6} + 1 \quad (10),$$

где

B – количество рабочих мест, попадающих строго внутрь ОКН,

Г – количество рабочих мест, попадающих на границу ОКН,

S – площадь ОКН,

P – периметр ОКН.

Физический смысл единицы, являющейся одним из слагаемых в этой формуле в том, что даже если ОКН вырождена в точку и ее площадь и периметр равны нулю, то все равно в эту точку можно посадить хотя бы одного

наблюдателя. Также обратим внимание на то, что используемая в получении этой оценки формула Пика по своей сути смешивает размерности – выводит безразмерную величину из $м^2$ и м.

4. Оценка площади и количества рабочих мест в условиях ограничений со стороны помещения и отображаемой информации

Используемые в формулах (6)—(9) параметры *C* и *D*, пока носят абстрактный характер, но они могут быть достаточно точно оценены в условиях, когда есть ограничение со стороны помещения, выраженное в его диаметре *Q* и информационной емкости отображаемого контента *I* (количество знаков, отображаемых на дисплее). Величину *D* разумно оценить сверху величиной *Q*, как это сказано в определении диаметра помещения *Q*. А величину *C*, как показано в [1] и [2], можно оценить снизу (а именно такая оценка нам и требуется!) как

$$C \geq \sqrt{I}/193. \tag{11}$$

Тогда для случая 2 формулы (6) и (7) могут быть преобразованы:

$$S_{окн} = Q^2/4\left[\left(\cos\beta - \frac{\sqrt{I}}{193}\,ctg\,(\alpha+\beta) + \sqrt{1-(\frac{\sqrt{I}}{193}-\sin\beta)^2}\right)\times \left(2\sin(\alpha+\beta)\cos\alpha - \frac{\sqrt{I}}{193}\right) + \{\theta - \sin(\theta)\}\right] \tag{12}$$

$$P_{окн} = Q\cdot\left[\cos\alpha - \sqrt{I}/193\sin(\alpha+\beta) + \theta\right]. \tag{13}$$

где $\theta = 2\alpha + \beta - \arcsin\left(\frac{\sqrt{I}}{193} - \sin\beta\right)$.

Для случая 3 формулы площади (8) и периметра (9) приобретут соответственно вид:

$$S_{окн} = Q^2/4\left[2\arcsin\sqrt{1-\left(\frac{\sqrt{I}}{193}-\sin\beta\right)^2} - 2\left(\frac{\sqrt{I}}{193}-\sin\beta\right)\sqrt{1-\left(\frac{\sqrt{I}}{193}-\sin\beta\right)^2}\right] \tag{14}$$

$$P_{окн} = 2Q\arcsin\sqrt{1-\left(\frac{\sqrt{I}}{193}-\sin\beta\right)^2}. \tag{15}$$

Далее количество рабочих мест в обоих случаях может быть посчитано по формуле (10).

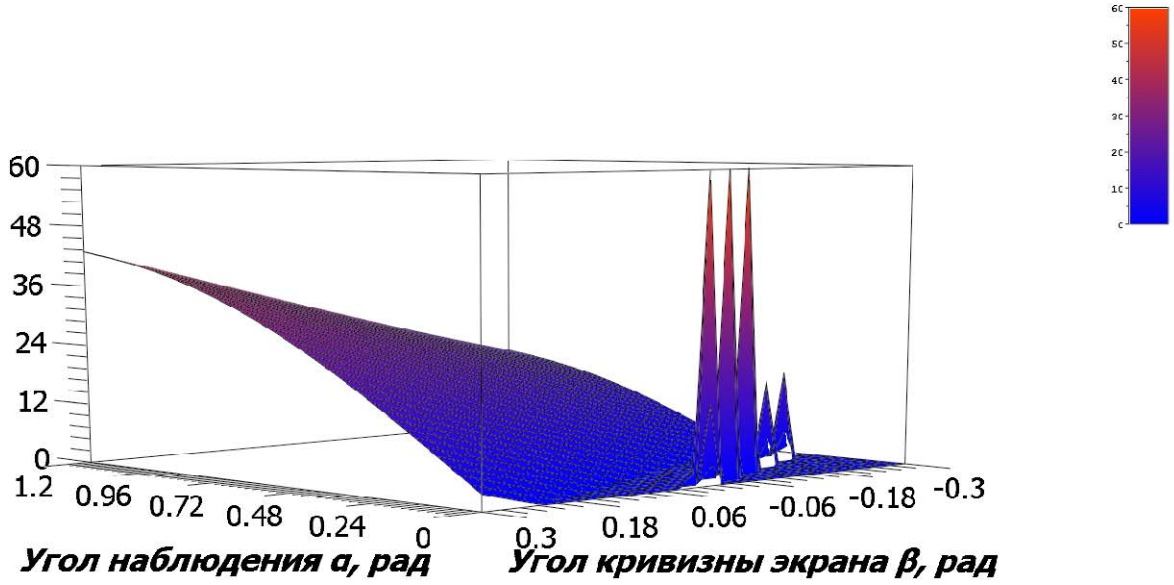


Рис. 2. Зависимость количества рабочих мест от углов α и β при $I=4000$ и $Q=10$

«Всплески», отображенные на рис. 2, происходят в области, где выполнены условия для случая 1, то есть ОКН является вырожденной. Поэтому эти «всплески» не составляют интереса для исследований. Кроме того, график показывает, что применение кривых экранов действительно может быть эффективным для увеличения площади и периметра ОКН, а значит и количества рабочих мест в ней.

5. Оценка минимально необходимой ширины экрана

Чем меньше размеры экрана, тем, при прочих равных условиях, меньше его стоимость, но меньше и его функциональные возможности, которые не должны снижаться ниже требуемых. Соответственно, размеры экрана должны быть минимизированы, но при этом обеспечивать решение всех функциональных задач. Пусть известна информационная емкость контента I. Рассмотрим два принципиально разных случая.

1. Число наблюдателей неизвестно, необходимо оценить размеры экрана (его ширину), позволяющие эффективно использовать пространство помещения.

2. Число наблюдателей известно, но меньше, чем результат формулы (10) для известных параметров Q, I, α и β. Необходимо оценить минимальные размеры экрана (его ширину), позволяющие обеспечить расположение всех наблюдателей в ОКН с учетом отсутствия помех.

Случай 1. Из соотношений (1) и (11) следует, что

$$W_{min} = QC \geq QC_{min} = \frac{Q\sqrt{I}}{198} \quad (16).$$

Случай 2. Оценим минимальную площадь, в которой могут поместиться N наблюдателей. Для этого воспользуемся тем соображением, что минимальная площадь равна количеству внутренних рабочих мест (тех, которые не попали на границу), умноженному на площадь двух треугольников, ограниченных сеткой. Такое соображение следует из того, что каждой внутренней точке можно сопоставить 6 треугольников сетки, а каждому треугольнику сетки — три точки. Это значит, что каждой точке сопоставляется по два треугольника.

Из формул (4) и (5) в [2] следует, что

$$B = \frac{2\sqrt{2}}{1{,}8^2}S + 1 - N \quad (17).$$

С другой стороны, как было замечено,

$$S = B \cdot 2S_{\Delta} \quad (18).$$

Поэтому

$$S_{min} = (N-2)\frac{2 \cdot 1{,}8^2 \cdot S_{\Delta}}{4\sqrt{2} - 1{,}8^2} \approx 1{,}94 \cdot (N-2) \quad (19).$$

Из формул (12) и (19) для случая 2 получаем:

$$W_{min} = 2C_{min}\sqrt{\frac{S_{min}}{\left(\cos\beta - \frac{\sqrt{I}}{198}ctg(\alpha+\beta) + \sqrt{1-\left(\frac{\sqrt{I}}{198} - \sin\beta\right)^2}\right)\left(2\sin(\alpha+\beta)\cos\alpha - \frac{\sqrt{I}}{198}\right) + \{\theta - \sin(\theta)\}}} =$$

$$\frac{2}{198}\sqrt{\frac{1{,}94 \cdot I \cdot (N-2)}{\left(\cos\beta - \frac{\sqrt{I}}{198}ctg(\alpha+\beta) + \sqrt{1-\left(\frac{\sqrt{I}}{198} - \sin\beta\right)^2}\right)\left(2\sin(\alpha+\beta)\cos\alpha - \frac{\sqrt{I}}{198}\right) + \{\theta - \sin(\theta)\}}} \quad (20)$$

Для ***случая 3*** минимальная ширина экрана может быть посчитана как

$$W_{min} = \frac{2}{193}\sqrt{\frac{1{,}94 \cdot I \cdot (N-2)}{2\arcsin\sqrt{1-(C-\sin\beta)^2} - 2(C-\sin\beta)\sqrt{1-(C-\sin\beta)^2}}} \quad (21)$$

Найденная по этим формулам ширина – это расстояние между крайними точками экрана. Таким образом действительная ширина экрана с учетом его кривизны может быть рассчитана с добавлением коэффициента $\beta/\sin\beta$ или

$$W_{экр} = W_{min}\frac{\beta}{\sin\beta}. \quad (22)$$

При $\beta=0$ используем предел отношения $\lim_{\beta\to 0}\frac{\beta}{\sin\beta} = 1$. То есть функция ширины экрана непрерывна и в окрестности точки $\beta=0$.

На рис. 3 показан график зависимости ширины экрана от углов α и β. «Проблемы» начинаются в тот момент, когда экран становится выпуклым в сторону наблюдателей, а в остальном для 10 наблюдателей понадобится экран шириной порядка 1,5-2 метров, в зависимости от угла наблюдения α.

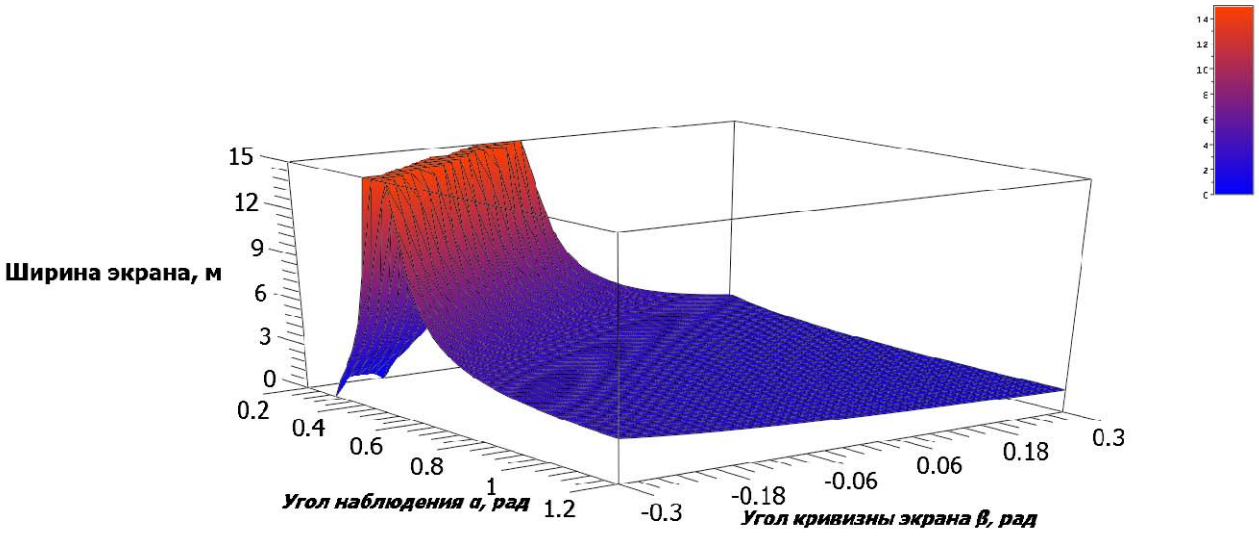


Рис. 3. График «плоской» ширины экрана при I =4000, N = 10 от углов α и β

Заключение

В статье разработаны формулы для определения характеристик области комфортного наблюдения для кривого экрана, находясь в которой

наблюдателям будут обеспечены условия работы, регламентированные государственными и международными стандартами. Благодаря этим формулам можно осуществить оценки для количества наблюдателей, которые одновременно могут работать с экраном, а так же и для ширины экрана в условиях, когда количество наблюдателей известно.

Список литературы

1. *Чупраков К.Г.* Исследование и разработка методов построения систем отображения информации для ситуационного центра. Дис. канд. технических. наук. Москва. 2010. - 214 с.
2. *Чупраков К. Г.* К вопросу о размещении коллективных средств отображения в ситуационном зале с заданными параметрами // Информатика и ее применения, 2010, № 4, с. 89-96.
3. *ГОСТ 12.2.032-78* Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования // М. ИПК Издательство стандартов, 2001 г.
4. *ГОСТ 12.2.033-78* Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования // М. ИПК Издательство стандартов, 2001 г.
5. *ГОСТ Р 52324-2005* (ИСО 13406-2:2001) Эргономические требования к работе с визуальными дисплеями, основанными на плоских панелях //Москва, Стандартинформ, 2005 г.

Сведения об авторе: Чупраков Константин Григорьевич, 1985 г.р. ИПИ РАН, научные интересы: проблема рационального выбора, ситуационные центры, системы отображения информации, к.т.н.(05.13.17).

Опыт анализа статистики отказов персональных компьютеров

Кулешов А.А., ИПИ РАН

В статье рассматриваются исследования надежности вычислительных машин и их узлов, анализируются использованные методики сбора статистики отказов компьютеров удаленно, с использованием специализированного программного обеспечения, и на основе данных сервисного центра о наступивших гарантийных случаях. Анализируются результаты проведенных исследований, сравниваются с ранее проведенными исследованиями в этой области/

Сокращения: ПК – персональный компьютер; ЦП – центральный процессор; ОЗУ – оперативное запоминающее устройство; НЖМД – накопитель на жестких магнитных дисках; БИС – большие интегральные схемы; ОС – операционная система; ПО – программное обеспечение; СЦ – сервисный центр; ТК – технический комплекс;MTTF – mean time till failure (наработка на отказ)

Введение

Важнейшим свойством вычислительной техники закупаемой для нужд государственных учреждений или крупных компаний является надежность - способность ТК сохранять свои свойства при заданных условиях эксплуатации в течение некоторого промежутка времени. Характеристики надежности, которые в комплексе и составляют надежность ТК - безотказность, ремонтопригодность, сохраняемость, долговечность. Основной и самый доступный для оценки показатель, безотказность ТК, можно выразить через время наработки ТК до первого отказа и измерить количественно. Но производители вычислительных машин не заинтересованы в публикации статистики отказов своих изделий или других характеристик надежности. Крупномасштабные исследования в этой области редкость, а специализированные исследования нацелены на изучение узкого спектра характеристик в определенных условиях и рисуют неполную картину надежности изучаемых ТК. Однако, некоторые организации, имеющие благодаря области своей деятельности доступ к статистике функционирования

большого парка вычислительных машин, проводят время от времени исследования в смежных областях, косвенно затрагивая вопрос надежности тех или иных узлов персонального компьютера или ПК тех или иных марок в целом. В этой статье рассматривается исследование надежности ПК удаленно, с использованием специализированного ПО [1], исследование надежности ноутбуков, на основе данных сервисного центра о количестве гарантийных случаев [4], использованные в ходе исследований методики сбора данных, анализируются результаты исследований и сравниваются с ранее проводимыми исследованиями в этой области [2] [3].

Эта работа проводится в рамках НИР «Стохастические информационные технологии быстрого анализа и синтеза систем информатики повышенной надежности» [5].

1. Удаленный сбор статистики отказов с использованием специализированного ПО

1.1. Методика сбора данных

В 2011 году специалисты исследовательского центра компании Microsoft опубликовали исследование по анализу надежности аппаратной части персональных компьютеров [1], проанализировав сбои в работе на более чем миллионе ПК по всему миру. Исследование проводилось в рамках работ по проектированию отказоустойчивой операционной системы. Это исследование представляет собой первый крупномасштабный анализ статистики аппаратных сбоев персональных компьютеров работающих под управлением операционной системы Windows.

Специалисты Microsoft анализировали отчеты собранные удаленно специализированным программным обеспечением - утилитой Windows Error Reporting и высланные в центр после устранения сбоя. В работу были включены персональные компьютеры с установленной ОС Windows. При сбое, приводящему к отказу ПК, информация о типе сбоя, характеристиках узлов и

времени использования системы записывались в файл отчета. При следующем успешном запуске ОС, утилита отправляла данные в исследовательский центр. Функции распределения характеристик изученных ПК приведены на рис.1.

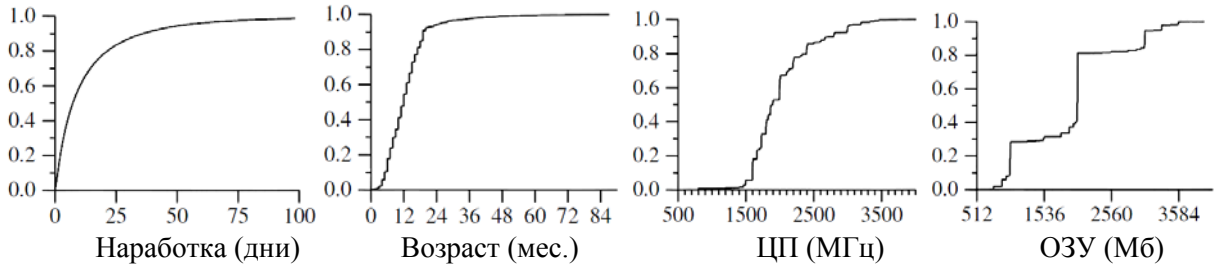


Рис.1. Функция распределения характеристик изученных ПК

Методика сбора информации имеет свои достоинства:

- большой парк ПК. Более миллиона единиц;
- распределение объектов исследования по всему миру;
- широкий спектр типов вычислительных машин;
- наблюдение объектов в динамике

и недостатки:

- охват вычислительных машин по ограниченному списку операционных систем (рассматривались только различные версии ОС Windows);
- изучение достаточно общих причин отказа (ЦП, ОЗУ, НЖМД) приведших к дисфункции всего ПК;
- охват только пользовательских ПК, собранных, как правило, из дешевых компонентов;
- сбор статистики только с восстановившихся систем. Окончательно вышедшие из строя машины не в состоянии рапортовать о сбое, исходя из методики сбора информации.

1.2. Результаты исследования

Несмотря на ограничения, накладываемые методикой сбора информации, исследование выявило несколько важных наблюдений, которые следует учитывать при построении моделей надежности для ТК данного типа.

В таблице 1. представлены выявленные вероятности отказа 3-х узлов ПК при наработке системы 5 и 30 дней. Здесь под наработкой следует понимать суммарное время работы системы используемой дискретно на протяжении некоторого времени (от 1 дня, до 8 месяцев). Как видно из таблицы, вероятность повторного сбоя каждого рассмотренного узла после восстановления увеличивается на два порядка. Наиболее подверженным отказу узлом ПК является центральный процессор.

Таблица 1. Вероятность первого и последующих отказов узлов ПК

Сбой	Наработка дни	Вер. 1 сбоя	Вер. 2 сбоя	Вер. 3 сбоя
ЦП	5	1/330	1/3.3	1/1.8
ЦП	30	1/190	1/2.9	1/1.7
ОЗУ	5	1/2700	1/9	1/2.2
ОЗУ	30	1/1700	1/12	1/2
НЖМД	5	1/470	1/3.4	1/1.9
НЖМД	30	1/270	1/3.5	1/1.7

Ключевые наблюдения проведенного исследования приведены в таблице 2. Эти наблюдения согласуются с одними и довольно сильно разнятся с другими ранее проведенными исследованиями в этой области. Например, исследование показало, что вероятность сбоя ОЗУ в пользовательских ПК даже более вероятна, чем вероятность сбоев в работе микросхем, вызванных воздействием радиации, на примере микропроцессора Alpha [2] или вероятность сбоев в работе микросхем под воздействием космических лучей [3], а наработка на отказ НЖМД в среднем гораздо меньше заявляемой производителями в спецификациях к изделиям.

Таблица 2. Основные наблюдения

Узел	Показатель	Наблюдение
ЦП	первоначальный сбой	1/190
ОЗУ	первоначальный сбой	1/1700
НЖМД	первоначальный сбой	1/270
ЦП	повторный сбой	1/2.9
ОЗУ	повторный сбой	1/12
НЖМД	повторный сбой	1/3.5
ПК	увеличенная частота ЦП	увеличение вероятности отказа на 11% - 1900%
ПК	пониженная частота ЦП	снижение вероятности отказа на 39% - 80%
ПК	компонентная сборка (компьютер без имени)	увеличение вероятности отказа на 300%
ПК	ноутбук	снижение вероятности отказа на 25% - 60% по сравнению с ПК
ЦП	срок использования	вероятность сбоя выше на новых ПК
НЖМД	срок использования	вероятность сбоя выше на старых ПК

1.3. Выводы

1) Большинство сбоев имеет повторяющийся характер. Вероятность выхода из строя ПК, уже выходившего из строя ранее, наиболее высока. Например, вероятность выхода из строя ПК проработавшего 30 дней за 8 месяцев составляет 1/190. А вероятность отказа ПК, который уже выходил из строя однажды – 1/3.

2) 97% повторных сбоев возникает в тех же узлах в течение 10 дней после первого сбоя.

3) Увеличение частот работы ЦП, даже на незначительные величины от штатных, резко повышает вероятность отказа. Напротив, снижение частоты процессора от номинала ведет к снижению вероятности отказа. ЦП с более высокими штатными частотами процессора менее надежны, чем ЦП с низкими штатными частотами.

4) 80% сбоев в ОЗУ повторяются в той же области памяти.

5) Ноутбуки в среднем надежнее стационарных ПК. ПК марочных (branded) производителей надежнее собранных из компонент (white box).

6) Наработка на отказ накопителей на жестком магнитном диске (НЖМД) по статистике значительно меньше заявляемой производителями величины - MTTF.

7) Наиболее подверженным сбоям узлом является центральный процессор ПК.

Согласно выводу 7), в общих случаях, для быстрой оценки вероятности отказа ПК достаточно рассматривать вероятность отказа процессора как вероятность отказа всей системы в целом. Этот упрощение так же удобно тем, что в условиях отсутствия статистики по сбоям узлов ПК от производителей, существуют методы оценки надежности БИС построенных по заявленным технологиям и с заданными характеристиками, открыто публикуемыми производителем. Таким образом, для быстрой оценки надежности ПК можно заменить редкую статистику по отказам ТК этого типа на характеристики технологического процесса производства его ЦП и параметры работы ЦП.

2. Сбор статистики отказов на основе возвратов изделий в гарантийный сервис

2.1. Методика сбора данных

Крупнейший американский сервис, предлагающий дополнительную гарантию, «SquareTrade», специализирующийся на ремонте ноутбуков, проанализировал в 2009 году собственную статистику гарантийных случаев и ремонта 30.000 единиц техники различных марок [4].

К рассмотрению принимались случайно выбранные ноутбуки, купленные потребителями новыми, не старше 3-х лет. Среди рассматриваемых ноутбуков изучались только те, которые поступили в гарантийный сервис с аппаратным отказом. Ошибки в ПО, претензии к ОС и обновления прошивок не учитывались.

Стоит также заметить, что сервис-центр “SquareTrade” занимается обслуживанием потребительской техники общего назначения. Из-за рода деятельности в этот отчет не могли попасть защищенные ноутбуки и ноутбуки бизнес класса, которые производятся на заводских линиях с гораздо более жесткими системами контроля качества, из компонентов с увеличенными ресурсными и надежностными характеристиками.

Достоинства данного исследования – наблюдение большого парка ноутбуков на длительном отрезке времени, недостатки:

– изучаются только пользовательские ноутбуки, в исследование не попали защищенные ноутбуки и ноутбуки бизнес класса;

– статистика собрана только по сбоям приведшим к полному отказу ноутбука;

– не отражена статистика успешного восстановления, ремонтопригодности ноутбуков;

– статистика не затрагивает этап приработки ТК. В случае отказа, ТК обычно заменяются на новые, минуя гарантийный сервис, в течение 3-4 недель;

– довольно небольшая выборка в 30.000 единиц, на фоне общего объема рынка в 140 млн. единиц в год.

2.2. Результаты исследования

В [4] показано, что каждый третий пользовательский ноутбук выходит из строя в течение первых 3-х лет использования по тем или иным причинам. Каждый пятый ноутбук выходит из строя по причинам, вызванным сбоем оборудования.

Статистика отказов новых ноутбуков за первые три года собранная в сервис-центре представлена на рис.2. Аппаратные сбои достигают 20% к третьему году использования ноутбука.

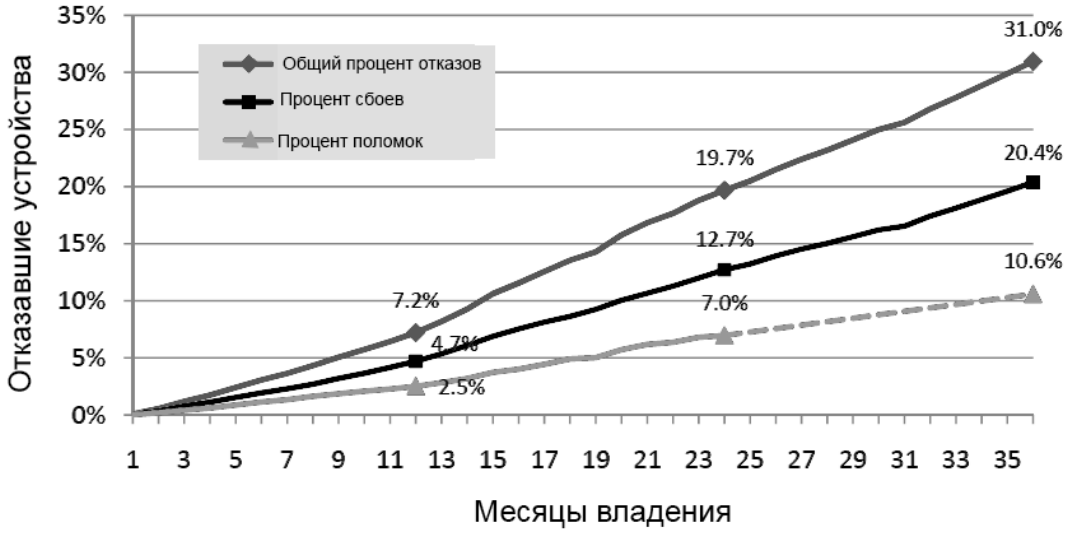


Рис. 2. Отказы ноутбуков за первые 3 года

Кроме того, благодаря длительному временному интервалу наблюдений, на графике можно проследить тенденции изменения интенсивности отказов аппаратной части ноутбуков с течением времени. В целом, график сводятся к определенному гамма-распределению, специфическому для модели безотказности ТК на этапе нормального функционирования и старения [5]. Таким образом, собрав статистику отказов конкретного ТК на произвольном промежутке времени, можно оценить вероятности его отказа в последующей эксплуатации.

Если рассмотреть изучаемые объекты детальнее, разделив на группы по стоимости, условно:

– нетбуки (малопроизводительные компактные устройства до 400$);
– дешевые ноутбуки (ноутбуки начального уровня от 400$ до 1000$);
– дорогие ноутбуки (ноутбуки стоимостью более 1000$),

то статистика отказов этих групп ноутбуков в первый год эксплуатации будет заметно различаться (рис.3).

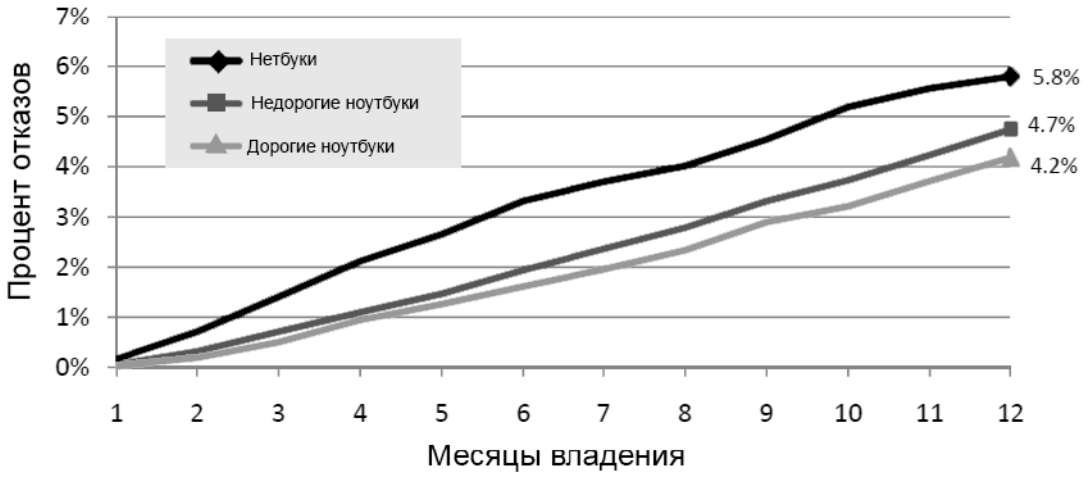


Рис. 3. Отказы ноутбуков по группам за 1 год

Как показало исследование, дорогие ноутбуки более надежны. Существует прямая зависимость вероятности отказа оборудования от его стоимости.

Гистограмма отказов ноутбуков по маркам изображена на рис.4. В список вошли только те марки, количество единиц которых попало в выборку в количестве более 1000 штук. Это распределение косвенно говорит о степени контроля качества заводов, производящих каждую марку ноутбуков, а так же о качестве проектирования разработчиком материнских плат и подборе компонентов. Таким образом, можно судить о конструктивной и производственной надежности той или иной марки ноутбуков.

Заводы компаний Asus и Toshiba по этой статистике производят ноутбуки, которые отказывают реже конкурентов - менее 16% отказов за 3 года эксплуатации. Acer и HP бывают в сервисе чаще остальных – процент отказов приближается к 25%.

Эти результаты, с некоторыми оговорками, подтверждают представители Lenovo и Asus, ссылаясь на внутренние данные контроля качества [6].

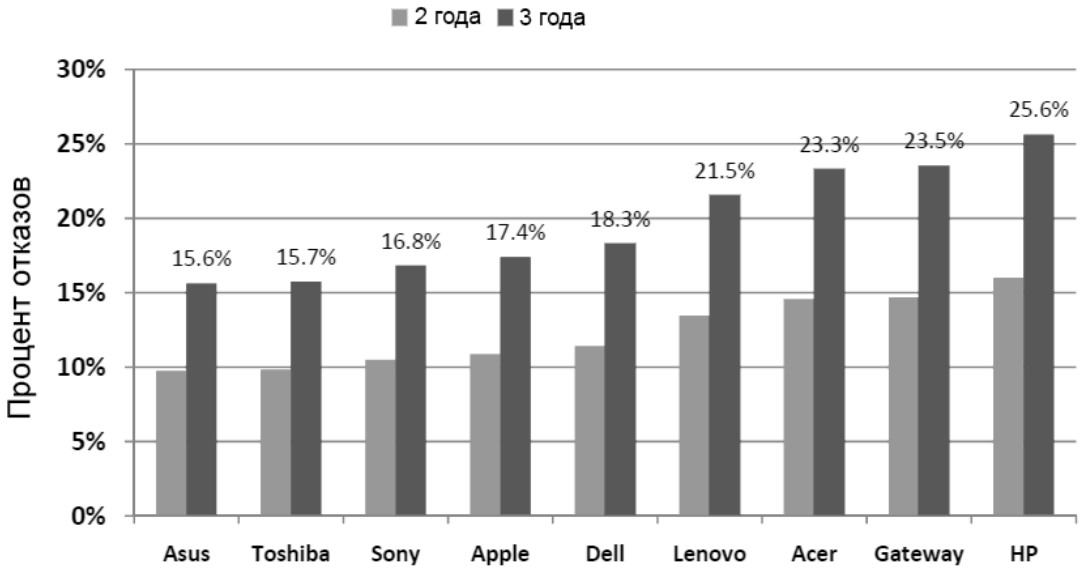


Рис. 4. Отказы ноутбуков по маркам за 2 и 3 года

2.3. Выводы

1) За первые 3 года использования, гарантийная служба приняла в ремонт 31% от общего числа покрываемых гарантией ноутбуков. Из этого числа 20,4% ноутбуков вышли из строя из-за аппаратного сбоя, и 10,6% из-за неаккуратного использования.

2) Маломощные нетбуки, построенные на процессорах семейства Intel Atom на 20% аппаратно менее надежны.

3) Наименьший процент отказов (16%) продемонстрировали линейки моделей марок Asus и Toshiba, что говорит о большей конструктивной и производственной надежности их изделий по отношению к конкурентам. Ноутбуки марок Acer и HP напротив показали наибольший процент отказов – (23%).

4) Рост процента отказа ноутбуков на втором и третьем году эксплуатации подтверждается ранее проводимыми исследованиями на меньшем количестве ноутбуков. Величина вероятности отказа на 3-летнем отрезке имеет гамма распределение.

Заключение

Рассмотренные в данной статье исследования надежности ПК имеют большую ценность для научной работы в области надежности вычислительной техники. Несмотря на выделенные недостатки и ограничения в методиках сбора статистики, анализ полученных данных позволяет подтвердить одни и дополнить другие ранее проводимые исследования в этой области, а так же отметить некоторые наблюдения, необходимые для построения моделей надежности ТК и узлов.

Крупномасштабное исследование надежности миллиона компьютеров [1], уникальное по количеству единиц, географическому охвату и спектру изученных ТК, показало, что наименее безотказным узлом вычислительной машины является центральный процессор, что позволяет упростить быструю оценку надежности ПК. Кроме того, вероятность сбоя ЦП значительно разнится с наблюдениями 8-летней давности [2] [3].

Собранная в ходе исследования [4] статистика показывает, что вероятность отказов вычислительной техники описывается гамма-распределением как минимум со второго этапа эксплуатации (не считая этап приработки ТК) [5]. С точки зрения быстрой оценки надежности важно, на каком заводе изготовлена вычислительная машина и имеет ли она марку и какова ее рыночная стоимость.

В дальнейшей работе планируется накопление статистики отказов специализированной вычислительной техники и оргтехники, сбор других характеристик надежности из открытых источников. Систематизация данных и их анализ. В 2013 году предполагается построить математические модели надежности на базе эталонного гамма-распределения для ксероксов и источников бесперебойного питания.

Список литературы

1. *EdmundB. Nightingale, EdmundB. Nightingale, Vince Orgovan.* Cycles, Cells and Platters: An Empirical Analysis of Hardware Failures on a Million

Consumer PCs. – Microsoft Research, 2011.
http://research.microsoft.com/pubs/144888/eurosys84-nightingale.pdf

2. *Norbet Seifert, David Moyer, Norman Leland, and Ray Hokinson.* Historical trend in alpha-particle induced soft error rates of the alphatm microprocessor. In 39th Annual Reliability Physics Symposium, pages 259–265, Orlando, FL, April 2001.

3. *Cristian Constantinescu.* Impact of deep submicron technology on dependability of vlsi circuits. In International Conference on Dependable Systems and Networks (DSN'02), pages 205–209, 2002.

4. *Austin Sands, Vince Tseng.* Square Trade Research: Nearly 1 in 3 Laptops fail over 3 years. –Square Trade Knowledge Center, 2009.
http://www.squaretrade.com/pages/laptop-reliability-1109/

5. Краткий научно-технический отчет о НИР «Стохастические информационные технологии быстрого анализа и синтеза систем информатики повышенной надежности (шифр: СтИТ-ПН). ИПИ РАН. Этап 2012 г.

6. *И. Терехов.* О надёжности современных ноутбуков. –Компьютера, 2009.

Сведения об авторе: Кулешов Андрей Алексеевич, 1981 г. р., аспирант ИПИ РАН, направление научных интересов: информационные технологии, теория надежности.

Алгоритм сегментации изображений натурных объектов

Сорокин А.И., Орловский филиал ИПИ РАН

В статье рассматривается один из подходов к решению задачи разбиения цветного растрового изображения натурного объекта на области одинакового цвета. Предлагаемый алгоритм основан на методе поиска регионов и использует набор операций со структурами данных типа линейных списков.

Введение

Термин «сегментация изображения» означает разбиение изображения на множество покрывающих его областей [1]. Цель многих задач анализа изображений и компьютерного зрения заключается в сегментации на области, с которыми связана существенная для данной задачи информация. Существуют характерные примеры задач, основанных на алгоритмах сегментации изображений: резюме видеоинформации, поиск деталей машинной обработки, поиск людей и зданий на спутниковых системах, поиск в коллекции изображений и т.п. [2]. В настоящее время актуальным является использование алгоритмов сегментации при создании систем 3D анимации, которые являются перспективным направлением развития информационных технологий. Это связано с тем, что имеется ряд направлений человеческой деятельности где, на данный момент, существует потребность в создании трехмерных моделей объектов. Анимация трехмерных объектов применяется в системах слежения, при создании видео в 3D формате, для детальной визуализации объектов в системах с оптической обратной связью. Как правило, в таких системах объект наблюдается визуально, и для отслеживания происходящих изменений используют фото- и видеотехнику.

Как известно, методы сегментации разделяют на два класса: автоматические – не требующие взаимодействия с пользователем и интерактивные – использующие пользовательский ввод непосредственно в

процессе работы. Существуют следующие основные группы автоматических методов: кластерные, поиска регионов, выделения границ и теории графов [3].

Целью кластерных методов является разбиение множества пикселей изображения на подмножества по их спектральным и пространственным характеристикам [1]. Данные методы применяются для определения границ объекта при низких требованиях к скорости выполнения алгоритма, поэтому не особенно эффективно работают с зашумленными изображениями. Методы поиска регионов основаны на идее группировки точек по некоторому критерию [5]. Происходит, своего рода, кристаллизация области, начиная из её центра. В итоге, точки группируются в области – сегменты. Недостатком этого метода является то, что необходимо задавать центры регионов вручную, что сильно уменьшает степень автоматизации данного подхода, либо необходимо задавать жесткое правило – метод будет применяться на узком классе изображений. Основой метода границ является поиск перепадов яркости. При использовании данного метода качество определения границ сильно зависит от порогового значения признака [4]. Если оно высокое – снижается количество шумов, но некоторые границы не определяются. При низком – неярко выраженные границы определяются лучше, а количество шумов, соответственно, возрастает. Идея методов теории графов заключается в представлении изображения в виде графа. Все точки изображения являются его вершинами. Сходство точек определяется весом ребер графа. Основными недостатками данной группы методов сегментации являются большие затраты памяти и низкая скорость работы алгоритма, особенно с большими изображениями [5].

Таким образом, перечисленные группы методов имеют свои характерные достоинства и недостатки. Этим обуславливается интерес специалистов к более детальному исследованию существующих и разработке новых алгоритмов сегментации изображений.

В соответствии с НИР «Стереокристалл – П», выполняемой в ОФ ИПИ РАН, целью рассматриваемого в статье исследования является разработка быстродействующего алгоритма сегментации изображений, получаемых в

результате съемки натурных объектов. Представленный в работе алгоритм является первоочередным элементом информационной технологии пофрагментного анализа и представления натурного объекта и изменения его пространственного положения с последующей интеграцией полученных данных в трехмерные изображения.

1. Описание алгоритма сегментации

Как было отмечено ранее, представленный алгоритм предназначен для анализа изображений натурных объектов в системах реального времени с оптической обратной связью. Алгоритм относится к автоматическому методу поиска регионов и опирается на идею, изложенную автором в статье [6]. Однако содержит в себе ряд существенных модификаций и дополнений. Опишем их более подробно.

Во-первых, идентификация цвета пикселей осуществляется на основе заранее заданной статичной палитры. Для создания статичной палитры первоначально просматривается все изображение. В процессе просмотра подсчитывается число пикселей (точек) каждого цвета. Затем из них выбирается определенное количество цветов по убыванию, начиная с того, к которому принадлежит наибольшее количество пикселей. Количество цветов в палитре определяется требованиями конкретной задачи. Необходимо понимать, что большое количество цветов в палитре ведет к избыточной детализации объекта. Кроме этого, увеличивается время обработки изображения.

Цвет каждого пикселя на изображении сравнивается с цветами в палитре. Далее из палитры выбирается самый близкий цвет *соответствия* цвету пикселя на изображении. Близость цветов вычисляется с помощью следующей формулы:

$$L = \left|R - R_i^p\right| + \left|G - G_i^p\right| + \left|B - B_i^p\right|, \qquad (1)$$

где

R, G, B – цветовые координаты пикселя на изображении;

R_i^p, G_i^p, B_i^p – цветовые координаты из статичной палитры.

Во-вторых, для временного хранения координат соседних точек рассматриваемого в данный момент пикселя в алгоритме используется динамический массив *EnvArray*. При его заполнении обход соседних пикселей осуществляется в направлении движения часовой стрелки. В зависимости от расположения текущей точки на изображении существуют три варианта заполнения массива *EnvArray*:

1. Если текущая точка находится в одном из четырех углов сегментируемого изображения, то количество соседей равно трем (рис.1). Здесь и далее текущая точка представлена черным квадратом.

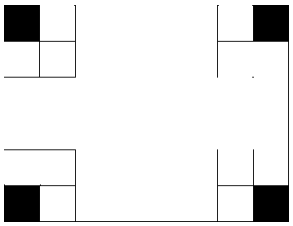


Рис.1. Угловые точки.

2. Если текущая точка находиться на одной из границ сегментируемого изображения, то количество соседних точек равно пяти (рис.2).

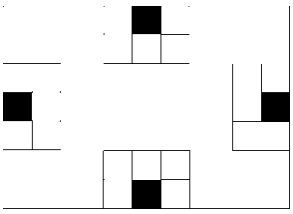


Рис.2. Краевые точки.

3. Если текущая точка находиться в остальной области изображения, то количество соседей максимально и равно восьми (рис.3.)

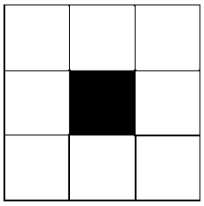


Рис.3. Точка с максимальным количеством соседей.

Алгоритм был реализован автором в среде программирования Borland Delphi.

Основу работы алгоритма составляет набор операций со структурами данных типа линейных списков. Такой подход обусловлен тем, что позволяет поочередно определять цветовые сегменты изображения, избегая хранения больших объемов промежуточной информации (постоянно хранится информация только лишь об обрабатываемом в данный момент сегменте). Кроме того, к существенному достоинству списков относится возможность отказа от многочисленных рекурсивных вызовов в процедуре сегментации, которые приводят к падению скорости и переполнению стека при больших размерах изображения.

Таким образом, принадлежащие сегменту точки хранятся в списке *ListIn*. В списке *ListOut* хранятся точки, которые не могут быть присоединены к текущему сегменту из-за пороговых значений определяющего признака (цвета).

Информация о принадлежности каждой точки изображения определенному цветовому сегменту хранится в матрице *SgMatrix*. Эта матрица имеет размер $n \times m$, где n – ширина сегментируемого изображения, а m – его высота. Индексы ячейки двумерного массива *SgMatrix* соответствуют координатам пикселя на изображении. При этом каждый элемент матрицы хранит следующую информацию:

1. Поле *IDSegment* – представляет собой целое число и указывает на принадлежность пикселя к сегменту.

2. Поле *Stg* используется для обозначения принадлежности обрабатываемой точки одному из списков или показывает, что данная точка

уже обработана (принимает числовые значения от 0 до 3). Таким образом, каждый пиксель имеет разную степень обработки: 0 – точка не обрабатывалась; 1 – точка включена в список *ListOut*; 2 – точка включена в список *ListIn*; 3 – точка обработана.

Также в алгоритме используется массив *SgArray*. В нем содержится информация о цвете сегмента (*Color*) и количестве точек в нем (*N*). В результате работы алгоритма значение поля *IDSegment* определяется индексом элемента данного массива.

Блок-схема алгоритма сегментации представлена на рис.4.

Блок-схема процедуры сопоставления цвета пикселя с цветами палитры представлена ниже на рис.5.

Блок-схема процедуры заполнения массива соседних точек представлена ниже на рис.6.

Блок-схема процедуры просмотра массива соседних точек представлена ниже на рис.7.

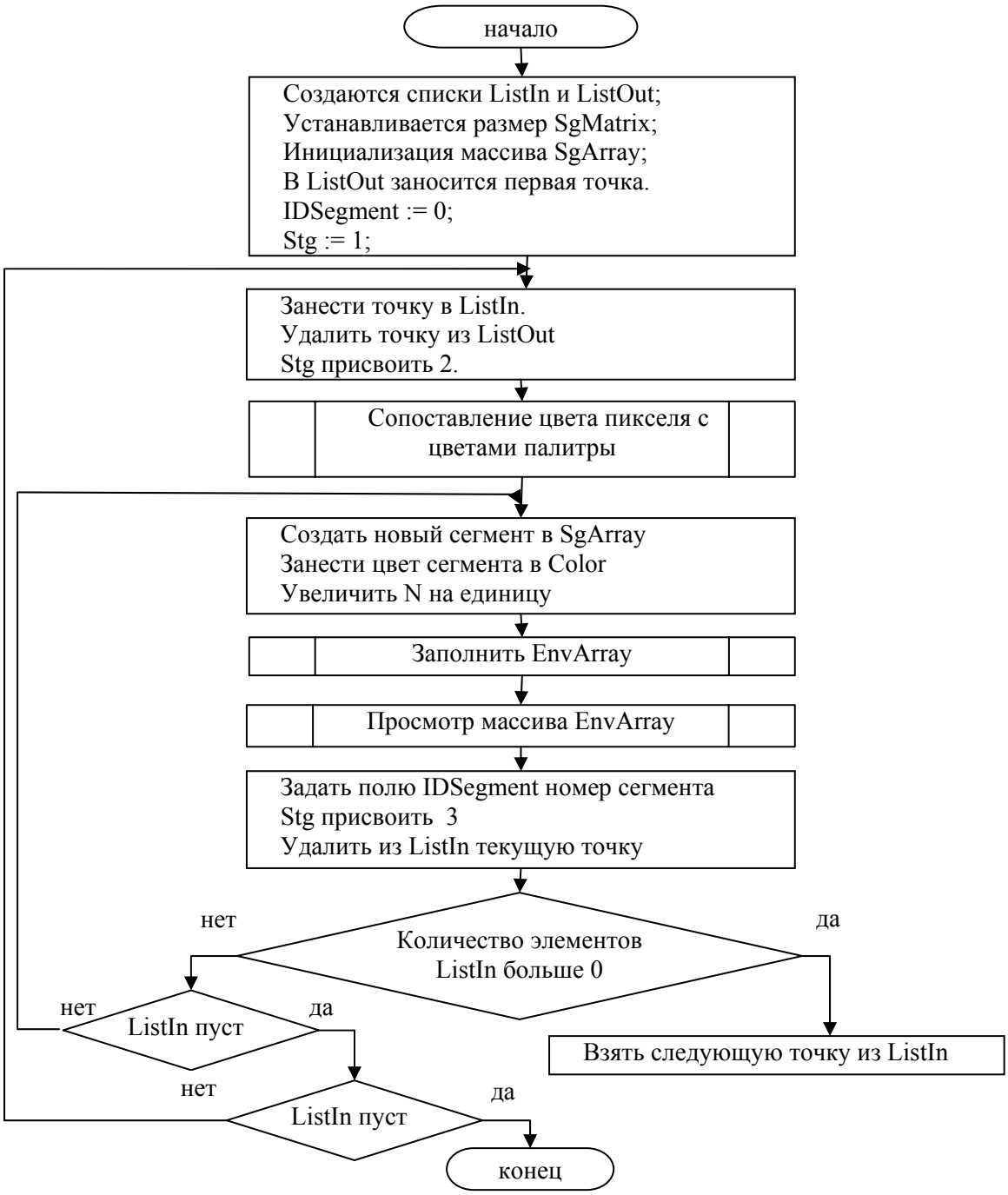


Рис.4. Блок – схема алгоритма сегментации

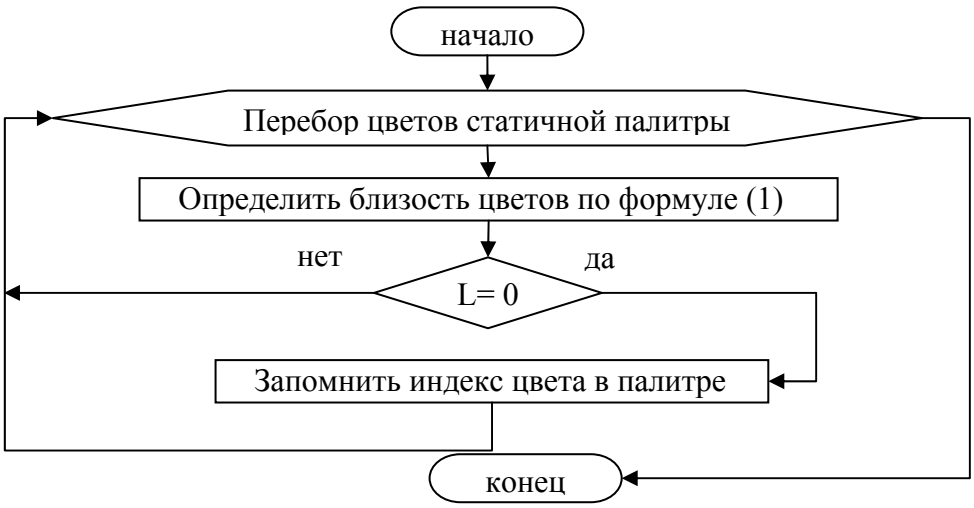


Рис.5. Блок-схема процедуры сопоставления цветов

Рис.6. Блок-схема процедуры заполнения массива *EnvArray*

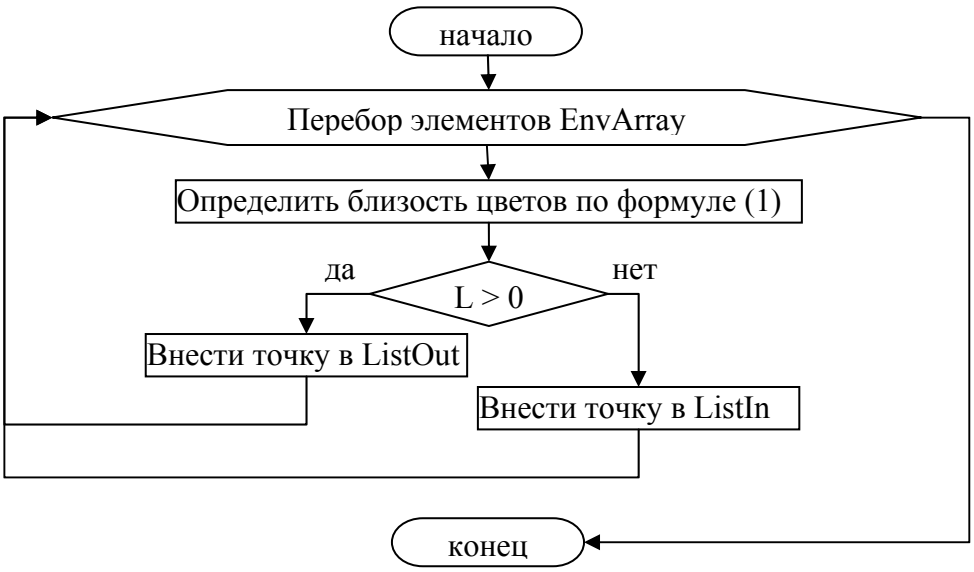


Рис.7. Блок-схема процедуры просмотра массива *EnvArray*

В начале работы алгоритма инициализируются используемые структуры данных. Создаются списки *ListIn* и *ListOut*. Размер *SgMatrix* устанавливается в соответствии с размером обрабатываемого изображения. Выполняется инициализация массива *SgArray*. Далее в список *ListOut* заносятся координаты первой рассматриваемой (текущей) точки. Счетчик определяемых цветовых сегментов *IDSegment* устанавливается равным 0. Для текущей точки значение поля *Stg* устанавливается равным 1. Алгоритм содержит три вложенных цикла. Рассмотрим их более детально.

1. Первый цикл. Удаляем точку из *ListOut* и заносим её в *ListIn*. *Stg* устанавливаем равным 2. Берем цветовые координаты пикселя, сравниваем их с координатами из палитры и берем индекс цвета, который равен текущему цвету пикселя.

2. Второй цикл. Создается сегмент с цветом, равным найденному цвету из палитры. Информация об индексе и цвете сегмента заноситься в *SgArray*. Увеличивается значение счетчика точек принадлежащих сегменту.

3. Для текущей точки заполняется массив *EnvArray*, который содержит координаты точек, соседствующих с текущей точкой.

4. Третий цикл. Осуществляется просмотр массива *EnvArray*.Происходит сравнение цвета текущей точки сегмента и цветов её окружения. Если цвета совпали, то точка заносится в список *ListIn*. Если нет, то точка заносится в список *ListOut*. Важно отметить, что перед занесением точки в *ListOut* он предварительно проверяется на предмет присутствия вносимой точки для устранения случаев дублирования точек.

5. Индекс обработки точки устанавливается равным 3. Просмотренная точка удаляется из списка *ListIn*. Текущей становиться первая точка из *ListIn*.

6. Если список не *ListIn* не пуст, то перейти на пункт 3, иначе пункт 8.

7. Увеличить счетчик сегментов на единицу. Если *ListOut* не пуст, то пункт 2, иначе пункт 8.

8. Конец процедуры.

На основании приведенного описания алгоритма можно сделать вывод, что основными структурами данных являются массивы *SgMatrix* и *SgArray*. После выполнения алгоритма сегментации вся требуемая для решения задачи информация содержится в данных структурах. Списки *ListIn* и *ListOut* служат для определения направления действий.

2. Результаты работы алгоритма сегментации

Результаты работы разработанного алгоритма сегментации изображений натурных объектов представлены на рис.8. В целях сравнения алгоритм сегментации был запущен три раза с использованием разных статичных палитр.

Легко заметить, что большее количество цветов в используемой палитре, повышает плавность цветовых переходов на сегментированном изображении и полученные цвета более близки к реальным цветам исходного изображения.

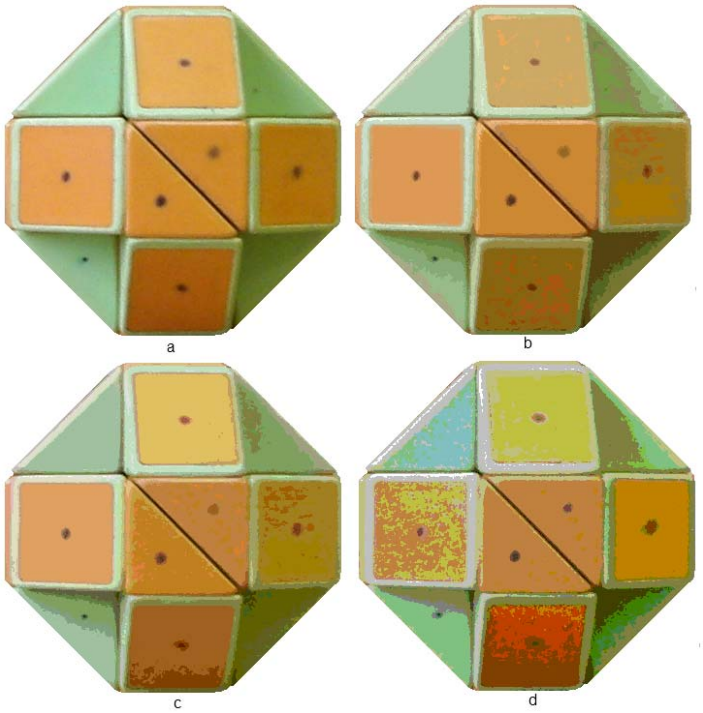


Рис. 8. Результаты работы алгоритма: a –исходное изображение; b – сегментация в палитре с 4096 цветами; c – сегментация в палитре с 512 цветами; d – сегментация в палитре с 64 цветами

В процессе сегментации осуществляется один проход по всем точкам изображения. Как было отмечено выше, при анализе близости точек по цветовым координатам рассматривается область размером 3×3 пикселя. Это позволяет хранить информацию только о восьми соседних точках.

Заключение

Представленный алгоритм сегментации изображений натурных объектов позволяет проводить полную сегментацию изображения (рисунок 8) размером 378×378 за 7,3 с. (на компьютере «AMD» Athlon III 2,7 МГц), сохраняя высокое качество и приемлемую скорость работы. Его вполне можно использовать в задачах пофрагментного анализа и представления натурного объекта и изменения его пространственного положения с последующей интеграцией полученных данных в 3D изображения.

В результате работы алгоритма создается, так называемая карта пикселей, по которой можно определить положение, цвет и сегмент к которому принадлежит каждый пиксель, а также размер самого цветового сегмента. Таким образом, предоставляется возможность не только идентифицировать объект натурной съемки, но и проследить геометрию сегментов на нескольких снимках, сделанных в разные промежутки времени.

Важным также является подбор актуальной палитры, используемой для сегментации изображений. Необходимо брать те цвета, которыми обладает наибольшее количество пикселей, что в свою очередь позволяет избавиться от малых и незначительных (шумовых) сегментов путем их объединения с большими.

Список литературы

1. *Шапиро, Л., Стокман, Дж.* Компьютерное зрение [Текст]. – Бином, 2009. – 763 с.

2. *Форсайт, Д., Понс, Ж.* Компьютерное зрение. Современный подход Computer Vision: A Modern Approach [Текст]. – М.: Вильямс, 2004. – 928 с.

3. *Skarbek W., Koschan A.* Colour Image Segmentation - A survey- , Technical report 9432, Berlin University, 1994.

4. *Хорн Б.К.П.* Зрение роботов: Пер. с англ. [Текст] – М.:Мир, 1989. –487с.

5. Компьютерная графика и мультимедиа. Сетевой Журнал [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа – http://cgm.computergraphics.ru.

6. *Щербаков А. П.* Быстродействующий алгоритм сегментации изображений (Томск) Автометрия, 2005, № 2, т. 41, с. 59-67.

Сведения об авторе: Сорокин Андрей Иванович, родился 9 марта 1987, Орловский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем информатики Российской академии наук, г. Орел, Магистр прикладной информатики.

Декларативное программирование в мультидиалектной среде на примере задачи о диверсифицированном инвестиционном портфеле

Ковалев Д.Ю., ИПИ РАН

В статье иллюстрируется подход к декларативному программированию в мультидиалектной среде на примере задачи о диверсифицированном инвестиционном портфеле. При формулировании задачи выявляются основные проблемы и необходимость в использовании различных компонентов мультидиалектной среды, демонстрируется использование различных диалектов RIF для программирования задачи. Также поясняется механизм делегирования правил при исполнении программы.

Введение

В настоящее время происходит экспоненциальный рост объема получаемых данных в самых различных областях науки. При этом в разных организациях, производящих наблюдения, часто представление данных значительно различается за счет разнообразия наблюдений, а также непрерывного и быстрого совершенствования техники наблюдении. Сложность использования такой неоднородной и распределенной информации увеличивается еще и вследствие существования множества языков, предназначенных для спецификации декларативных программ, баз данных, онтологий и других информационных ресурсов. Все вместе это приводит к возникновению сложных проблем при интеграции и обеспечении дальнейшей взаимной работы информационных ресурсов при создании информационных систем.

Один из возможных подходов к преодолению вышеописанных проблем разрабатывается в проекте РФФИ №11-07-00402. Проект нацелен на решение задачи интеграции декларативных программ и знаний на правилах с различными синтаксисом и семантикой, а также баз данных и сервисов на основе унифицированных языков. Разрабатываемые в рамках проекта методы и

средства ориентированы на решение научных задач над множеством разнообразных неоднородных распределенных информационных ресурсов (декларативных программ, знаний). Одной из предпосылок проекта является появление в 2010 году стандарта RIF [7] (Rule Interchange Format), предназначенного для обеспечения совместной работы систем на правилах. RIF представляет собой семейство языков – диалектов, предназначенных для поддержки множества парадигм, таких как логическое программирование и продукционные правила. Диалекты имеют общее ядро и схожий синтаксис.

В результате соединения двух парадигм – предметных посредников [1] и диалектов RIF, модульная спецификация посредника становится мультидиалектной. Вместе с модулями, представляющими данные и сервисы, определяются модули, представляющие знания и декларативные программы на правилах.

В данной статье иллюстрируется декларативное программирование в такой среде на примере задачи о диверсифицированном инвестиционном портфеле. При постановке задачи выделяются основные проблемы и описывается их решение в мультидиалектной среде.

Дальнейшее изложение материала в статье структурировано следующим образом. В разделе 2 приводится описание задачи и поясняется, как она может быть сведена к программе в этой среде. В разделе 3 рассказывается об исполнении представленной распределенной программы в мультидиалектной среде. В разделе 4 приведены похожие исследования других авторов. В разделе 5 содержится заключение.

1. Описание задачи

В инвестиционном проектировании широко известна задача о диверсифицированном портфеле [2]. Портфель представляет собой совокупность инвестиционных продуктов, а его размером называется количество продуктов, входящих в него. Требуется построить

диверсифицированный инвестиционный портфель максимального размера. На вход алгоритму подается множество инвестиционных продуктов (в виде таблицы “Идентификатор – Наименование компании”, см. таблицу 1), а также даты, за которые необходимо проанализировать данные, и некоторый заданный параметр, определяющий допустимое значение корреляции, отвечающее требованиям диверсифицированного портфеля и являющееся необходимым условием построения диверсифицированного портфеля. На выходе требуется получить максимальное по размеру подмножество ценных бумаг, попарная корреляция между которыми по модулю будет меньше заданного параметра.

Табица 1. Пример набора инвестиционных продуктов

ID	**Name**
XOM	Exxon Mobil Corporation
GE	General Electric Company
MSFT	Microsoft Corporation
BP	BP p.l.c.
C	Citigroup Inc.
PG	Procter & Gamble Company
...	...

Задача разбивается на следующие подзадачи, решающиеся последовательно:

1. поиск и извлечение данных для каждой из компаний за необходимый период времени. Подсчет попарных корреляций между компаниями;

2. поиск максимального подмножества ценных бумаг, удовлетворяющего условию задачи.

При решении первой задачи требуется выбрать один или несколько ресурсов, содержащий необходимые данные. При выборе нескольких ресурсов

возникает проблема интеграции неоднородных данных и их совместного использования из-за различия схем ресурсов.

Вторую подзадачу можно переформулировать следующим образом:

Пусть G=(V,E) – граф, где вершинами являются компании, а ребро между двумя компаниями существует, если модуль корреляции меньше заданного числа. Тогда подзадача 2 является задачей о поиске максимальной клики в неориентированном графе [5] и является NP-полной. Соответственно, для ее решения за приемлемое время требуются специальные средства и инструменты.

2. Описание решения проблемы в мультидиалектной среде

Конкретная мультидиалектная среда состоит из компонентов, представленных на рис.1.

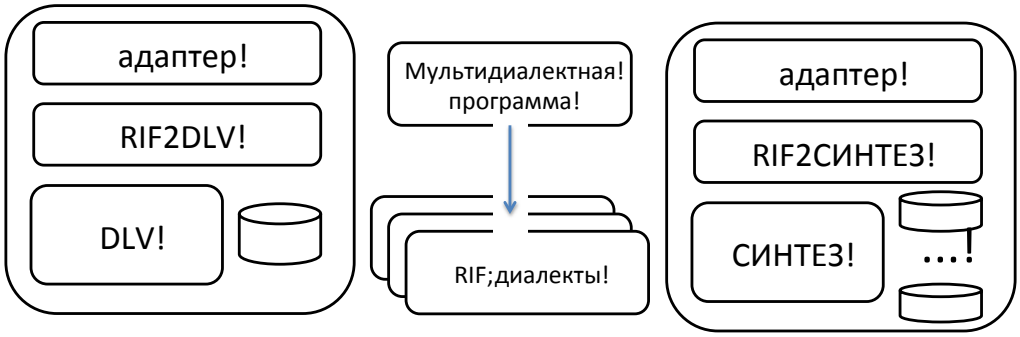


Рис 1. Компоненты конкретной мультидиалектной среды

Для решения NP-сложных задач хорошо подходят ASP системы [4]. В качестве ASP системы вывода на правилах была выбрана система DLV [10].

Каждый адаптер принимает и передает правила на RIF-диалектах. Каждый узел может выполнять свою программу, передавать/принимать факты, а также передавать/принимать правила. Обмен правилами и фактами происходит с помощью специального механизма – делегирования правил [3].

Для корректной работы в распределенной программе требуется аннотировать предикаты, т.е. определить к какому из узлов относится каждый

из предикатов. Сама программа является многомодульной и написана на диалектах RIF – CASPD [6] и BLD [7].

```
Document(
    Prefix(synthesis <http://synthesis.ipi.ac.ru/systems/synthesis#>)
    Group (
        Forall ?X ?Eq(
            synthesis:node(?X) :- And
(?Eq#synthesis:equityHistoricalRates
    ?Eq[id -> ?X])
    )

    Forall ?X ?Eq1 ?Eq2(
            synthesis:edge(?X ?Y) :- And
(?Eq1#synthesis:equityHistoricalRates
    ?Eq2#synthesis:equityHistoricalRates
    ?Eq1[id -> ?X, rates -> ?R1]  ?Eq1[id -> ?Y, rates -> ?R2]
    abs(correlation(m.rates, n.rates)) < 0.25)
    )

        )
    )
    Document(
        Prefix(dlv <http://synthesis.ipi.ac.ru/systems/dlv#>)
        Prefix(synthesis <http://synthesis.ipi.ac.ru/systems/synthesis#>)
        Group (
        Forall ?X ?Y (
            dlv:uedge(?X ?Y) :- And (synthesis:edge(?X ?Y) ?X < ?Y)
```

```
        )
        Forall ?X ?Y (
                dlv:uedge(?Y ?X) :- And (synthesis:edge(?X ?Y) ?Y < ?X)
        )
        Forall ?X (
Or( dlv:clique(?X) dlv:nonClique(?)) :- synthesis:node(?X)
        )
        Forall ?X ?Y(
                :- And (dlv:clique(?X) dlv:clique(?Y) (Naf dlv:uedge(?X ?Y)) ?X<?Y)
        )
        Forall ?X(
                :~ dlv:nonClique(?X)
        )
)
```

При исполнении распределенная программа будет разослана на соответствующие узлы. Так, первый документ, в котором реализуется подсчет попарных корреляций, осуществляется на узле СИНТЕЗ. При передаче на узел программа переписывается из RIF-BLD в СИНТЕЗ:

```
node(_/[id]) :- equityHistoricalRates(n/[id]).
edge(_/[start, end]) :-
equityHistoricalRates(m/[id, rates]),
equityHistoricalRates(n/[id, rates]),
abs(correlation(m.rates, n.rates)) < 0.25,
start = m.id, end = n.id.
```

Считается, что посредник уже подключен к ресурсу, содержащему соответствующие EDB предикаты. Так как на RIF отсутствует возможность

описание схемы, то такое описание производится на СИНТЕЗ и приведено ниже:

```
{ equityHistoricalRates; in: class;
instance_type: {
        id: integer;
        ticker: string;
        rates: {set; type_of_element: ClosedDayPrice;};
}; }

{ ClosedDayPrice; in: type;
        date: {time; from: {yy}; to: {dd};};
        rate: real;
}
{ correlation; in: function;
params: {
+s1/{set; type_of_element: ClosedDayPrice;},
+s2/{set; type_of_element: ClosedDayPrice;},
-returns/real
};
}
```

Исполнение второй части программы осуществляется на узле DLV и реализует получения максимальной клики в неориентированном графе. При передаче программы на узел, произойдет переписывание с диалекта RIF-CASPD на язык DLV и программа на узле станет выглядеть следующим образом:

```
uedge(X,Y) :- edge@synthesis(X,Y), X < Y.
uedge(Y,X) :- edge@synthesis(X,Y), Y < X.
```

```
clique(X) v nonClique(X) :- node@synthesis(X).
:- clique(X), clique(Y), not uedge(X,Y), X < Y.
:~ nonClique(X).
```

Символ @ в правиле обозначает, что предикат принадлежит другому узлу и должен быть передан на узел СИНТЕЗ. Делегирование правил работает следующим образом:

Пусть система исполняет правило

uedge(X,Y) :- edge@synthesis(X,Y), X < Y.

Тогда на узел СИНТЕЗ отправляется соответствующий запрос edge(X,Y), который на узле породит выполнение программы, порождающей все такие предикаты edge, для которых выполняется соответствующее правило. По окончании выполнения узел вернет все такие коллекции, состоящие из пар (X, Y), для которых на узле существует соответствующий им предикат.

В результате исполнения распределенная программа вернет все такие вершины, которые входят во всевозможные максимальные клики.

3. Родственные работы

Языки на правилах стали активнее использоваться для программирования распределенных приложений. Во множестве областей, начиная от анализа программного обеспечения до разработки многопользовательских систем компьютерных игр, используются Datalog-подобные логические языки [9]. Кроме того, делегирование правил описано и активно развивается авторами работы [3]

Заключение

В статье демонстрируется исполнение распределенной программы для задачи о диверсифицированном портфеле максимального размера в мультидиалектной среде. Объясняется необходимость использования сразу

нескольких компонентов мультидиалектной среды. Далее приводится реализация программы на диалектах RIF-CASPD и RIF-BLD, демонстрируется процесс выполнения такой программы в мультидиалектной среде. При этом поясняется делегирование правил между различными компонентами среды.

Список литературы

1. *Д.О. Брюхов, А.Е. Вовченко, В.Н. Захаров, О.П. Желенкова, Л.А. Калиниченко, Д.О. Мартынов, Н.А. Скворцов, С.А. Ступников.* Архитектура промежуточного слоя предметных посредников для решения задач над множеством интегрируемых неоднородных распределённых информационных ресурсов в гибридной грид-инфраструктуре виртуальных обсерваторий. Информатика и её применения, т. 2, вып. 1., 2008. – с. 2-34.

2. *У. Ф. Шарп, Г. Дж. Александер, Дж. В. Бейли.* Инвестиции. – М.: Изд-во Инфра-М, 2010. – 1028 с.

3. *S. Abiteboul, M. Bienvenu, A. Galland, et al.* A rule-based language for Web data management. In Proceedings 30th ACM Symposium on Principles of Database Systems, ACM Press, 2011. – pp. 283–292.

4. *M. Gelfond*. Answer sets. In: Handbook of Knowledge Representation, Elsevier, 2008. – pp. 285-316.

5. *R. M. Karp*. Reducibility Among Combinatorial Problems. In R. E. Miller and J. W. Thatcher (editors). Complexity of Computer Computations. New York: Plenum., 1972. - pp. 85–103.

6. RIF Core Answer Set Programming Dialect / Eds. S. Heymans, M. Kifer. – 2009. - http://ruleml.org/rif/RIF-CASPD.html

7. *M. Kifer*. Rule Interchange Format: the Framework // Web Reasoning and Rule Systems: Proc. of the Second International Conference, LNCS 5348. – BerlinHeidelberg: Springer Verlag, 2008. – pp. 1-11.

8. *L.A. Kalinichenko, S.A. Stupnikov, D.O. Martynov*. SYNTHESIS: A language for canonical information modeling and mediator definition for problem

solving in heterogeneous information resource environments. — M.: IPI RAS, 2007. – 171 p.

9. *J. Hellerstein*. The declarative imperative: experiences and conjectures in distributed logic. ACM SIGMOD Record 39(1), 2010. – pp. 5–19.

10. *N. Leone, G. Pfeifer, W. Faber, T. Eiter, G. Gottlob, S. Perri, F. Scarcello.* The DLV System for Knowledge Representation and Reasoning. ACM Transactions on Computational Logic 7(3), 2006. – pp. 499–562.

Сведения об авторе: Д.Ю. Ковалев, аспирант ф-та ВМиК, МГУ им. М.В. Ломоносова, сотрудник лаборатории 23, ИПИ РАН

Модель использования электронных образовательных ресурсов при мыследеятельностном мульти-технологичном дистанционном обучении одарённых детей

Филиппов С.А., ИПИ РАН

Рассматриваются основные аспекты организации учебного процесса при проведении дистанционных занятий со школьниками на основе опыта реализации проекта обучения одарённых детей и подростков в дистанционной школе при НИЯУ МИФИ как одной из моделей использования электронных образовательных ресурсов.

Не требует доказательств, что дистанционное обучение, основанное на мыследеятельностном подходе, существенно отличается от привычного детям процесса обучения в школе. И преподаватель, ведущий дистанционное обучение, должен не просто дать ученикам электронные образовательные ресурсы (далее - ЭОР) для самостоятельного изучения, но прежде всего должен научить учиться без помощи взрослых, поскольку даже старшеклассники, как правило, ещё не обладают необходимой мотивацией и привычкой к упорному, последовательному и настойчивому труду [1].

Таким образом, необходимо чётко обозначить ученикам их задачи и дать алгоритм действий, состоящий из следующих основных шагов:

1) выбрать задачу (тему проекта или реферата), над которой ученик будет самостоятельно работать во время обучения;

2) изучить справочно-теоретические ЭОР и методические рекомендации, подготовленные преподавателем;

3) самостоятельно найти недостающие данные и (или) альтернативные методы решения;

4) выполнить контрольно-тестовые ЭОР;

5) сформулировать возникшие вопросы и обсудить их с преподавателем на онлайн-занятии;

6) решить поставленную учебную задачу, возвращаясь к п.п.2-5 алгоритма;

7) провести защиту выполненной работы на итоговом занятии (обосновать выбор темы и пути решения поставленной задачи).

Далее преподавателю следует контролировать выполнение учениками этого алгоритма, обращая внимание учащихся на следующие моменты:

1) при изучении справочно-теоретической части курса особое внимание необходимо уделять той информации, которая пригодится для достижения конечной цели, т.е. для целенаправленной работы над выбранной темой проекта (реферата);

2) необходимо изучить материалы, размещённые на внешних ресурсах (на которые даны ссылки в теоретической части курса), ознакомиться с рекомендованной дополнительной справочной литературой, которую можно найти в библиотеке или в книжном магазине, -это приучает школьников работать с большими объёмами информации и вырабатывает у них аналитические навыки;

3) обязательным является выполнение контрольно-тестовых ЭОР, что способствует получению навыков проведения самоконтроля и одновременно позволяет преподавателю оценивать уровень подготовки учащегося;

4) обязательной является подготовка ученика к каждому онлайн-занятию, что включает в себя выполнение учебного задания и накопление списка вопросов к преподавателю, без разрешения которых невозможно двигаться дальше.

Необходимо отметить особую роль онлайн-занятий в виртуальных комнатах. В отличие от дистанционного обучения взрослых, для школьников необходимы не только консультационные занятия, но и обзорные лекции, на которых преподаватель объясняет материал и учит с ним работать, а также занятия, на которых проводится обсуждение хода работы над проектами. Важность таких занятий очевидна, поэтому для школьников целесообразно установить не рекомендательный, а обязательный характер посещения онлайн-

занятий. Если же ученик не смог присутствовать на том или ином занятии в установленное расписанием время, то он должен ознакомиться с видеозаписью [2].

Дистанционное обучение изначально предполагает возможность индивидуального оффлайн-консультирования через электронную почту или систему личных сообщений. Необходимо мотивировать школьников пользоваться этой возможностью, поскольку это позволяет вырабатывать у них навыки грамотного формулирования вопроса и приучает к ведению аргументированного письменного диалога [3].

Указанные результаты получены автором в дистанционной школе НИЯУ МИФИ (http://do.mephi.ru) реализуемой в рамках федерального проекта «Разработка и внедрение моделей взаимодействия учреждений высшего профессионального и общего образования по реализации общеобразовательных программ старшей школы, ориентированных на развитие одарённости у детей и подростков на базе дистанционных школ при национальных исследовательских университетах».

Список литературы

1. *Филиппов С.А.* Новые возможности для одаренных детей в рамках дистанционных школ при национальных исследовательских университетах // Применение ЭОР в образовательном процессе («ИТО-ЭОР-2012»). II Всероссийская конференция: Тезисы докладов (Москва, 8-9 июня 2012 г.). – Москва: АНО «ИТО», 2012, с.181-185

2. *Филиппов С.А., Христочевская А.С.* Методические аспекты дистанционных занятий в виртуальных комнатах// Информационные технологии в образовании: Материалы IVВсерос. научно-практ. конф. – Саратов: ООО «Издательский центр «Наука»», 2012, с.408-412

3. *Филиппов С.А.* Организация дополнительного образования одаренных детей по информационным технологиям на базе дистанционной

школы // Научно-методический журнал «Информатика и образование», №7 (236), 2012, с.87-89

Сведения об авторе: Филиппов Станислав Александрович, год рождения 1980, и.о. с.н.с. Института проблем информатики Российской Академии наук (лаборатория №15 «Проблемы информатизации образования»), научные интересы: проблемы информатизации образования и вопросы создания облачных сервисов, канд. техн. наук.

Возможные направления улучшений веб-редакторов, входящих в состав систем управления контентом

Филиппов С.А., ИПИ РАН

Рассматриваются аспекты применения WYSIWYG-редактора в составе сервиса организации групповой работы по подготовке и обмену публикациями.

Сегодня существует достаточно большое количество веб-редакторов, как свободно-доступных для встраивания в виде отдельных модулей (TinyMCE, CKeditor, CLEditor, NicEdit, elRTE, Spaw и т.п.), так и реализованных в проприетарных веб-системах (Google Documents, Microsoft Office 365, ZOHO и т.п.). В последнее время начали также появляться веб-редакторы, основанные на возможностях нового стандарта HTML5, использующие возможности прямой отрисовки веб-страниц, а обработку текста реализующие на стороне сервера (Team Lab Document Editor, Aloha Editor, html-5-wysiwyg и т.п.).

Таким образом проблема облегчения рутинной работы по размещению тексто-графических материалов в интернет-системах уже не стоит, и на первый план выходят совершенно иные проблемы, которые были выявлены в результате экспериментальных исследований аспектов применения веб-редактора в составе сервиса приема тезисов облачной информационной системы «Конгресс» (далее – Сервис):

1) синдром ручной разметки,

2) завышенная самооценка пользователя в вопросах верстки документов,

3) проблема Copy Paste,

4) детские болезни настольных систем.

Большинство пользователей особо не интересуются принципами текстовых процессоров, поэтому, выучив основные клавиши, пользуются

исключительно ими. Это и ведет к тому, что центрирование текста и отбивка красной строки производится с помощью «пробела», списки оформляются без использования соответствующего инструментария, расстояние между абзацами регулируется пустыми строками и т.п.

Другой тип пользователей прямо противоположен первому. Им интересно сделать свою работу как можно «краше» в их собственном понимании. И для этого они используют всю палитру возможностей конкретного веб-редактора.

В целом, когда дело доходит до размещения материалов в веб-системах, в полный рост встает вопрос о том, откуда они появятся. И если говорить о серьезных публикациях, обладающих признаками статьи или иного полнотекстового материала, то большинство пользователей предпочтут подготовить их с применением настольных систем и затем перенести в веб-редактор методом копирования (Copy Paste). Однако данный метод обладает определенными недостатками, выраженными в том, что текстовые процессоры передают вместе с текстом большой объем служебных данных, позволяющий сохранить разметку текста только в них самих. Во многих веб-редакторах этот вопрос решен специальными режимами вставки «Только текст» и «Вставка форматированного текста с очисткой от служебных элементов», т.к. иные подходы запрещены политикой безопасности обозревателей Интернет. Однако пользователи не знают и не пользуются этими функциями. Более того, при данном подходе большинство редакторов не переносят изображения из буфера обмена, а требуют специальной предварительной загрузки изображений на сервер, чтобы затем организовать вставку изображения через специальную функцию.

Не добавляют удобства веб-редакторам детские болезни настольных текстовых процессоров: отсутствие автосохранения текста, влекущее за собой потерю последнего при любых сбоях как от проблем в работе серверной компоненте веб-системы, так и от неумелых действий пользователя, ведущих к повторной подготовке и отправке материалов и т.п., а также отсутствие

возможности оценки объемов документа, зуммирования, отображения непечатных или специальных символов, низкая скорость работы, потеря шрифтов и т.п.

При этом необходимо напомнить, веб-редактор интегрируется в веб-систему для упрощения написание и (или) загрузки текстовых и мультимедийных материалов при сохранении общего стиля веб-системы. И это означает, что влияние вышеописанных проблемных направлений необходимо минимизировать. Иначе или пользователи откажутся пользоваться данным инструментом, или веб-система перестанет выглядеть профессиональной средой. Опыт эксплуатации Сервиса также показал, что в случае реализации возможностей загрузки полнотекстовых материалов необходимо расстаться с иллюзией того, что пользователи будут писать свои материалы в обозревателе Интернет. Они в любом случае будут пользоваться технологией копирования, если им не будет предложены еще более простая технология.

Соответственно, многофункциональные веб-редакторы в большинстве случаев избыточны и нужен редактор, который был бы компактным (быстро загружался и работал), исключал возможности влияния на дизайн (допускал только логическую разметку текста), приближал бы (как минимум) отображение набираемого текста к тому виду, что будет отображаться в итоге. Но, самое главное, что бы он помогал работать над текстом (в идеале без использования манипуляторов, преобразующий механические движения в движение курсора на экране).

Тем не менее, большинство веб-редакторов построены по принципу «Выберите шрифт, размер, цвет», т.е. не стимулируют к применению логического форматирования. Бесспорно, что большое количество управляющих элементов, отсутствие дублирования инструментов горячими кнопками не столько помогает, сколько мешает и подталкивает писателя заняться не текстом, а оформлением.

Таким образом, в целях получения качественно оформленного контента требуется реализация следующего набора возможностей веб-систем, использующих веб-редактор:

1) ограниченный инструментарий форматирования текста, в т.ч. разрешение только на логическое форматирование текста;

2) фильтры текста, пропускающие только то, что предусматривается инструментарием редактора;

3) реализация серверного модуля контроля и сохранения вводимого текста по AJAX-технологии;

4) загрузка изображений из буфера обмена непосредственно в веб-редактор (например, с применением уже отработанных технологий Drug'n'Drop [3]);

5) применение технологий air (in-line) mode редактирования [3-4];

6) загрузка файлов и конвертация их на сервере в html формат для дальнейшей обработки в обозревателе Интернет;

7) введение особой роли пользователя – редактора публикаций.

Данные действия позволят сделать веб-редакторы удобным не только для разработчика инструмента, но и для пользователя, что в конечном итоге позволит сделать дружелюбными и востребованными веб-системы, их использующие.

Список литературы

1. Пишем правильный online WYSIWYG-редактор (URL: http://xpoint.ru/know-how/WYSIWYG/TrueJavaScriptEditor, дата обращения 30.11.2012).

2. Team Lab Document Editornacanvas: стирая грани между desktop и online (URL: http://habrahabr.ru/company/teamlab/blog/141434/, дата обращения 30.11.2012).

3. Fantastic WYSIWYG editor on jQuery (URL:http://imperavi.com/redactor/, дата обращения 30.11.2012).

4. CKEditor demo (URL: http://ckeditor.com/demo#inline, дата обращения 30.11.2012).

Сведения об авторе: Филиппов Станислав Александрович, год рождения 1980, и.о. с.н.с. Института проблем информатики Российской Академии наук (лаборатория №15 «Проблемы информатизации образования»), научные интересы: проблемы информатизации образования и вопросы создания облачных сервисов, канд. техн. наук

Язык запросов GSQL: преимущества перед иными технологиями

Потапов К.Б., аспирант ИПИ РАН

В статье даются краткие сведения о языке запросов GSQL, а также рассматривается его преимущества по сравнению с иными технологиями, которые возможно применить для доступа к данным в сетевой модели.

В сборниках докладов прошедших ШМУ ИПИ РАН публиковались статьи [1, 2], посвященные GSQL – языку запросов для средств бизнес-моделирования и, если говорить более широко, предназначенного для систем, организующих данные подобно графу. В результате обсуждения и этих, и иных публикаций, посвященных GSQL, был затронут вопрос о необходимости языка при том, что уже существует множество аналогичных технологий для объектных и иных не реляционных моделей представления данных. Кроме того, средства бизнес-моделирования часто хранят данные в реляционных базах, для работы с которыми можно использовать язык SQL без всяких модификаций. По этой причине данная статья посвящена сравнениям и описанию преимуществ GSQL по отношению к иными технологиями представления данных .

Но вначале необходимо кратко напомнить , что же такое GSQL. Это язык запросов, родственный языку SQL и обладающий возможностью интеграции в его конструкции [3]. В то время как SQL предназначается выборки и управления реляционными данными, GSQL манипулирует данными, организованными в соответствие с вариацией сетевой модели. Основой такой модели является ориентированный граф, в узлах которого находятся *объекты*. Каждый объект полностью описывается набором значений *атрибутов* (иначе *свойств*), а каждый атрибут, в свою очередь, имеет название и тип значения. Дуги графа, соединяющие объекты, представляют *связи* между ними. В общем случае связи также характеризует набор атрибутов (рис. 3).

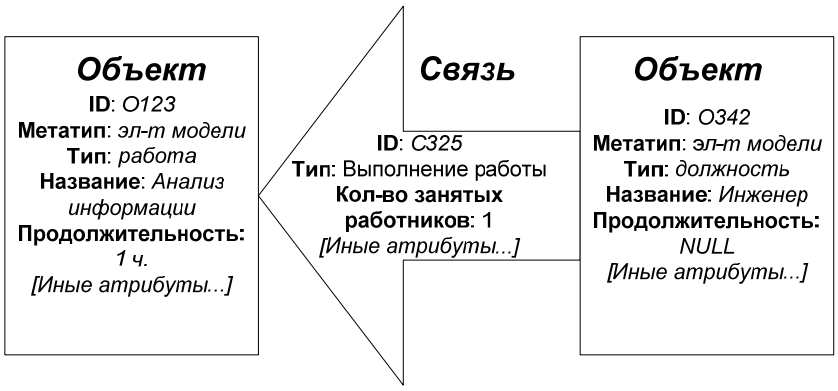
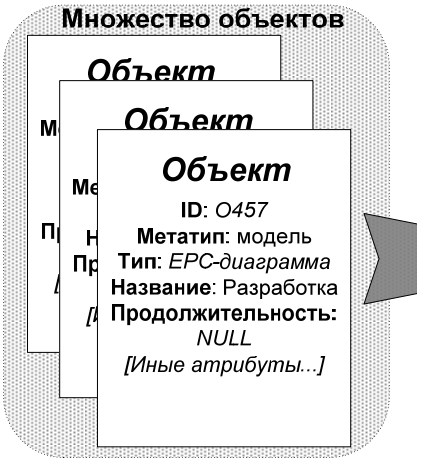


Рис. 3. Пример организации данных в обобщенной граф-модели

Такова естественная модель данных для средств бизнес-моделирования, представляющих бизнес-процессы, структуру предприятий и т.п. в виде диаграмм, использующихся для различных видов анализа. Поскольку такие средства, фактически, хранят регламенты организации, представляется заманчивой возможность их взаимной интеграции с системами планирования ресурсов [4], а также со средствами генерации отчетности по шаблонам. В современных средствах бизнес-моделирования механизмы доступа и управления данными не стандартизированы и достаточно сложны, поэтому разработка интерфейса, подобного GSQL, призвана упростить связь таких средств с системами, работающими с реляционной моделью данных.

Язык GSQL оперирует множествами объектов. Выборка данных осуществляется с помощью операторов, удобных для сетевой модели, учитывает связи между объектами в разных множествах, а результат выборки преобразует к виду реляционного отношения с соблюдением логики связи данных в таком отношении. На рис. 2 приведен простейший пример подобного преобразования для одного множества. В результате достигается возможность интеграции конструкций языка в SQL и реализация для GSQL интерфейсов, предназначенных для доступа к реляционным базам данных.



ID	Тип	Название	Прод.	[Иные атрибуты]
O123	работа	Анализ информац.	1 ч.	…
O342	должность	Инженер	NULL	…
O457	модель	Разработка	NULL	…

Рис. 4. Преобразование множества объектов в отношение

Конечно, базовые множества объектов, от которых отталкивается запрос, возможно таким методом непосредственно преобразовать в отношения, а далее использовать уже реляционную алгебру. Особые операции GSQL, такие как учет связей и конструкцию цикла, можно эмулировать конструкциями если не стандартного SQL, то его расширений. Однако, ситуация, когда между двумя необходимыми объектами находится заранее неизвестное количество промежуточных узлов, для сетевой модели обыденна и разрешается переходом по связям, эмуляция же этого процесса в реляционной модели потребует сложного соединения громоздких отношений в цикле (возможно, и не одном), что отрицательно скажется и на простоте запроса, и на скорости его выполнения. По озвученной причине, даже если данные средства бизнес-моделирования хранятся в реляционной базе и к ней имеется доступ, непосредственная работа с ними крайне неэффективна.

Обращение к XML также нерационально: помимо снижения эффективности работы за счёт избыточности формата и отсутствии общепринятой методологии моделирования, в языке отсутствует поддержка типов данных. XML возможно применять на конечном этапе работы с данными

модели: например, при передаче заранее отобранных данных в генератор отчетов или внешнюю систему. Однако строить на данном языке разметки весь механизм выборки и модификации данных нельзя.

Легко видеть, что описанную выше сетевую модель данных можно рассматривать и как неполноценную объектную. Это справедливо, и для объектных моделей. В настоящий момент разработана масса языков и технологий, включая похожие на SQL (например, OQL). Однако, «неполноценность» в данном случае заключается в отсутствии ключевых особенностей объектно-ориентированной модели, таких как возможность наследования, наличие конструируемых типов записей, коллекций, объектов в качестве значений атрибутов и т.п. По этой причине применения объектных механизмов избыточно, и приведет к излишнему усложнению и замедлению работы с данными.

То же можно сказать и о более абстрактных моделях, таких как RDF. Модель данных, для которой разрабатывался GSQL, являет собой пример удачного компромисса между простотой и функциональностью. Были приложены усилия, чтобы сохранить данный компромисс и в языке: операции GSQL не избыточны и достаточно просты. Так, конструкция цикла ориентирована на реальные потребности: наперед неизвестное количество переходов между объектами с одинаковыми условиями каждого шага (последовательности шагов) и, в любом случае, невозможность зацикливания.

По этой причине язык GSQL достаточно узко специализирован, но в рамках своей специализации обеспечивает более эффективное решение, нежели иные варианты языков представления данных.

Список литературы

1. *Потапов К.Б.* Язык запросов для системы управления регламентами // Первая школа молодых ученых ИПИ РАН. Сборник докладов. – М.: ИПИ РАН, 2010.

2. *Потапов К.Б.* Язык GSQL. Концепция, синтаксис, реализация // Вторая школа молодых ученых ИПИ РАН. Сборник докладов. – М.: ИПИ РАН, 2011.

3. *Потапов К.Б.* Система управления регламентами. Язык запросов // Системы высокой доступности (№1, т.8, 2012), 2012, М.: «Радиотехника», 2012.

4. *О'Лири, Дэниел.* ERP системы. Современное планирование и управление ресурсами предприятия. Выбор, внедрение, эксплуатация /Пер. с англ. Ю.И.Водяновой. – М.: ООО «Вершина», 2004 – 272 с.

Сведения об авторе: Потапов Кирилл Борисович, 1984 г.р., аспирант ИПИ РАН (научный руководитель – зав.отделом ИПИ РАН, д.ф.-м.н. Синицин В. И), программист 2 категории отделения №1.

Современные тенденции создания инфраструктуры отображения информации высокого и сверхвысокого разрешения

Агафонов Е.С., Белоусов В.В. ИПИ РАН

Статья посвящена тенденциям создания инфраструктуры отображения информации высокого и сверхвысокого разрешения. Рассмотрены стандарты передачи данных, построение видеостен, видеокубы и использование проекторов для построения сложного изображения.

Введение

Эпоха аналогового видеосигнала доживает последние дни. Можно считать, что цифровая эпоха наступила. Аналоговое телевидение постепенно сокращает свое присутствие в эфире. Практически любой источник видеосигнала оснащен интерфейсом HDMI. В качестве выходного видеосигнала новое поколение ноутбуков MacBook предоставляет только сигнал формата DisplayPort. Многие современные ноутбуки оснащены приводами для дисков Blu-Ray, а новейшие системы видеоконференц-связи – исключительно интерфейсами HDMI/DVI.

Передача сигнала

Переход на цифровой видеосигнал обусловил стремительный рост источников информации высокого и сверхвысокого разрешения, однако старая инфраструктура не способна ни передать ни отобразить видеосигнал возросшего качества и объема. Очевидная тенденция - переход на цифровые интерфейсы и сокращение их разнообразия (таблица 1).

Таблица 1. Сравнение стандартов передачи видеосигнала

	DisplayPort	HDMI	DVI
Разрешение	2560x1600	2560x1600	1920x1200
Максимальная глубина цвета	48-bit	48-bit	24-bit
Звук	Multi-channel (7.1)	Multi-channel (7.1)	нет

Если оборудование расположено в непосредственной близости, то сигнал можно передать соответствующим интерфейсным кабелем. Во всех других случаях для передачи как сжатого так и несжатого AV-сигнала целесообразно использовать сети обмена данными, построенные на основе оптоволоконных кабелей или медных кабелей типа «витая пара» (рис.1).

Рис.1. Сравнение интерфейсов передачи сигнала

В ряде случаев при построении системы можно использовать оборудование осуществляющее интеллектуальную обработку сведений об оборудовании и используемых им данных с целью эффективной трансляции сигнала от источника к потребителю без использования сжатия, масштабирования и прочих деструктивных способов обработки. При необходимости передавать аналоговый сигнал или с сигнал с устройств не имеющих современных интерфейсов, необходимо использовать соответствующие конвертеры.

Отображение информации высокого и сверхвысокого разрешения

Цифровые технологии позволяют передавать данные на любые расстояния, что позволяет использовать очень большое количество источников сигнала, информацию от которых необходимо отобразить на единой поверхности (рис.2). Высокое разрешение изображения множества источников необходимо не только собрать и расположить на единой поверхности, но и сохранить полученное разрешение при отображении.

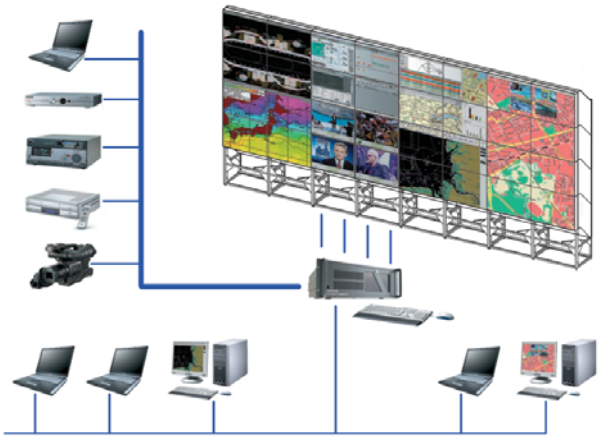


Рис.2. Структурная схема видеостены

Если для реализации задачи достаточно размеров и разрешения одной панели, то нет необходимости в построении сложных систем. Иногда, для экономии бюджета, вместо одной дорогостоящей панели используют видеостену из нескольких панелей, но чаще построение видеостены обусловлено необходимостью вывести изображение большее, чем предлагают производители в одном устройстве. Видеостена представляет собой систему видеоотображающих устройств (проекционные видеокубы, плазменные или ЖК-дисплеи), которые объединены между собой и формируют единый экран, позволяющий воспроизводить в многооконном режиме большие объёмы информации из разных источников (рис.3). Благодаря модульному принципу, можно создавать видеостены любых размеров, существуют экраны размером свыше ста квадратных метров.

Рис.3. Пример видеостены

Корпусные зазоры (окантовка) составляющих модулей при просмотре будут искажать изображение, поэтому немаловажным фактором при создании видеостен является бесшовность. Кроме того небольшие швы особенно важны для отображении картографии (объекты, попадающие на стыки экранов, не должны теряться). Современные модули после установки позволяют оставлять практически незаметный шов менее 1 мм.

Для построения небольших видеостен производители встраивают в каждый элемент видеостены индивидуальный обработчик с обратной связью, позволяющий связать видеостену без использования видеопроцессора. Достаточно собрать соеденить элементы между собой и устройства самостоятельно определят свою позицию в стене и отколебруются. В настоящие время такими модулями оснащаются как панели так и видеокубы (рис.4).

Рис.4. Видеостена сложной формы из видеокубов

Видеостена из дисплеев или кубов позволяет получить единый экран высокого разрешения и размера. При необходимости получить изображение большой площади или использования поверхности сложной формы применяют проекторы (рис.5).

Рис.5. Примеры использования проекторов для построения сложного изображения

Современные промышленные проекторы обеспечивают простую стыковку нескольких криволинейных изображений. Объединенные проекторы (рис.6) автоматически управляют уровнем яркости, позволяя согласовать яркость в системе из нескольких проекторов с мозаичной или перекрывающейся матрицей. Эта система с обратной связью непрерывно контролирует яркость ламп, так, что когда со временем происходит естественное снижение яркости лампы, система увеличивает мощность, подводимую к лампе, чтобы обеспечить нужную яркость. Для воспроизведения небольших перекрывающихся изображений соединенные проекторы самостоятельно распределяют и сшивают картинку, что позволяет не использовать видеопроцессор в построении изображения.

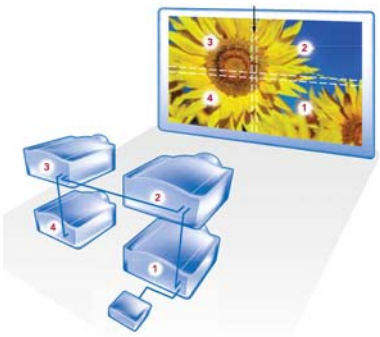


Рис.6. Объединенные проекторы формирующие единое изображение

Заключение

Рассмотрены тенденции создания инфраструктуры отображения информации высокого и сверхвысокого разрешения. Рассмотрены стандарты передачи данных, построение видеостен, видеокубы и использование проекторов для построения сложного изображения

Список литературы

1. Crestron digitalmedia руководство по проектированию, второе издание. – США.: Crestron, 2012.
2. Системы домашнего освещения. – США.: Crestron, 2012.

Научное издание

Третья школа молодых ученых ИПИ РАН

Сборник докладов

Редакторы: В.В. Белоусов, О.С. Ушмаев

Оригинал-макет подготовлен в ИПИ РАН

Подписано в печать 19.12.2012
Тираж 50 экз.
Заказ №12-13

Издательство ИПИ РАН
119333, Москва, ул. Вавилова, д.44, корп.2