

ISSN 1998-0663

№4(10)–2009

<http://bijournal.hse.ru>

БИЗНЕС- ИНФОРМАТИКА

МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ГУ-ВШЭ

BUSINESS INFORMATICS

Учредитель:

Государственный университет —
Высшая школа экономики

Главный редактор

Никитин В.В.

Заместители главного редактора

Горбунов А.Р.

Ульянов М.В.

Редакционная коллегия

Абдульраб А. (Франция)

Авдошин С.М.

Алескеров Ф.Т.

Белов В.В.

Вирин Ф.Ю.

Грибов А.Ю.

Громов А.И.

Гюнтер Х. (Германия)

Каменнова М.С.

Калягин В.А.

Козырев О.Р.

Кузнецов С.О.

Мальцева С.В.

Миркин Б.Г. (Великобритания)

Моттль В.В.

Мулазани М. (Италия)

Пальчунов Д.Е.

Силантьев А.Ю.

Таратухин В.В.

Терзани С. (Италия)

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

КОМБИНАТОРНЫЕ
АУКЦИОНЫ

TEAM BUILDING (IT)

ТОЧНЫЙ АНАЛИЗ
ИЗОБРАЖЕНИЯ

НАШ ОБЗОР:
E-GOVERNMENT



БИЗНЕС- ИНФОРМАТИКА

<http://bijournal.hse.ru>

№4(10)–2009

СОДЕРЖАНИЕ

Математические методы и алгоритмы решения задач бизнес-информатики

С.В. Сатунин

Применение комбинаторных аукционов
для планирования маршрутов в моделировании задачи
«Транспорт по запросу» 3

Проблемы подготовки специалистов в области ИКТ

**М.И. Нежурина, А.А. Ермолкевич, А.С. Михалевич,
Р.О. Молчанов, М.В. Букина, Г.А. Борисов**

Этапы реализации и анализ результатов работы
команды магистрантов в рамках учебного
ИТ-проекта Академии IBS 10

Информационные системы и технологии в бизнесе

Н.В. Заикина, Е.И. Марухина, Н. Л. Сергеева, Fitterer René

ИКТ для пожилых: сервис-ориентированная архитектура системы
для дистанционного мониторинга состояния здоровья
больных диабетом 15

Т.Ю. Васильева

Экспертный модуль для программного обеспечения
исполнительной системы виртуального производства 25

Анализ данных и интеллектуальные системы

К.А. Линева

Разработка систем управления
нормативно-справочной информации для систем обработки
статистической информации 29

А.А. Шутов, Д.Н. Трушин

Методы исследования экономической эффективности
от внедрения информационных систем на предприятии 33

К.Н. Дудко

Автоматизация процесса учета сыпучих материалов на складе 40

А.И. Андрианов

Сравнение OCR-систем на основе точности анализа изображения 44

А.В. Кириллов

Поисковые системы: компоненты, логика и методы ранжирования ... 51

Обзоры

Ю.В. Борздый

Обзор современных подходов к моделированию
«электронного правительства» 60

Annotations 68



БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА
№4(10)–2009

Междисциплинарный
научнопрактический журнал
ГУ-ВШЭ

Подписной индекс издания
в каталоге агентства
«Роспечать» – 72315

Главный редактор
Никитин В.В.

Учредитель:
Государственный университет
Высшая школа экономики
Выходит 4 раза в год.

Редакция:
Зам. главного редактора
Горбунов А.Р.
Зам. главного редактора
Ульянов М.В.

Научный редактор
Лычкина Н.Н.

Технический редактор
Осипов В.И.

Дизайн обложки
Борисова С.Н.

Компьютерная вёрстка
Богданович О.А.

Администратор веб-сайта
Проценко Д.С.
<http://bijournal.hse.ru>

Адрес редакции:
105679, г. Москва,
ул. Кирпичная, д. 33.
Тел. +7 (095) 771-32-38,
e-mail: bijournal@hse.ru

За точность приведённых сведений
и содержание данных,
не подлежащих открытой
публикации,
несут ответственность авторы
**При перепечатке
ссылка на журнал
«Бизнес-информатика» обязательна**

Тираж 500 экз.

Журнал отпечатан в типографии
ООО «ГЕО-ТЭК»
г. Красноармейск Московской обл.

Тел: (495) 993-16-23
© Государственный университет
Высшая школа экономики

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНАТОРНЫХ АУКЦИОНОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ В МОДЕЛИРОВАНИИ ЗАДАЧИ «ТРАНСПОРТ ПО ЗАПРОСУ»

С.В. Сатунин,

магистр, младший научный сотрудник

лаборатории ТАПРАРЕСС Нижегородского филиала

Государственного университета-Высшей школы экономики.

Адрес: г. Нижний Новгород, ул. Б. Печерская, д. 25/12,

e-mail: sergey.satunin@gmail.com.

В работе рассматривается агентный подход к моделированию интеллектуальных транспортных систем на примере модели «Транспорт по запросу». Исследуется применимость механизма комбинаторных аукционов для динамической генерации эффективных маршрутов транспортных средств в таких системах. Описываются проблемы, возникающие при моделировании, приводится обзор алгоритмов, позволяющих построить жизнеспособную модель.

Ключевые слова: комбинаторные аукционы, многоагентный подход, интеллектуальные транспортные системы, многоагентные модели, транспорт по запросу, алгоритмы маршрутизации.

Введение

В условиях бурного развития городов и растущей нагрузки на транспортную сеть все большее внимание начинает уделяться исследованию новых, перспективных моделей городского транспорта. Стимулы к подобным исследованиям могут быть различны: забота об экологии, стремление увеличить удовлетворенность потребителей услуг, желание оптимизировать расходы транспортных компаний там, где существующие системы перестают быть эффективными. Для достижения таких целей необходимы более гибкие подходы к решению классических транспортных

задач. В данной статье внимание сосредотачивается на модели «транспорт по запросу» (DRT – Demand Responsive Transport). Суть решения состоит в том, что для некоторой транспортной сети маршруты, время отправления, средства передвижения, и прочие параметры устанавливаются динамически, в зависимости от существующего спроса. Это создает ориентированную на потребителя и эффективную в плане затрат транспортную систему.

Поскольку такая система, очевидно, сложна, и в ней должны взаимодействовать несколько типов участников с различными целями, разумным выглядит применение агентного подхода[1].

Этот подход хорошо зарекомендовал себя для

решения задач, которые сложно или невозможно решить с помощью одного агента или монолитной системы, без учета слабо формализуемых связей, существующих в системе, и возможного самоорганизующегося поведения.

Одной из ключевых проблем при решении задачи DRT является эффективная генерация транспортных маршрутов, т.е. фактически задача эффективного распределения ресурсов транспортной сети с учетом известной в данный момент времени информации. Анализ современных публикаций, посвященных эффективному распределению ресурсов, показывает, что при решении подобных задач, все большее распространение получают так называемые комбинаторные аукционы.

Комбинаторный аукцион — это аукцион в котором каждый участник может делать ставку не только на отдельный объект, но и на некоторую их совокупность. Этот механизм эффективен в тех случаях, когда наборы товаров представляют из себя большую ценность с точки зрения покупателя, чем элементы этих наборов по отдельности. Применение комбинаторных аукционов позволяет покупателям более четко выражать свои предпочтения и, как следствие, увеличивают экономическую эффективность распределения ресурсов.

В настоящее время такие аукционы получают все большее распространение на практике: они используются для продажи радиочастот, транспортных маршрутов, эффективного управления поставками и т.д. [2] Также их применение можно встретить в робототехнике, электронной коммерции и многих других областях [3]

Если в задаче DRT рассматривать контракты на обслуживание пассажиров как предмет торгов, то, очевидно, некоторые группы пассажиров будут представлять для транспортных средств больший интерес в виде единого набора контрактов. Такими «привлекательными» с точки зрения транспортных средств наборами являются, например, группы пассажиров, находящихся на одной остановке, которым необходимо попасть в достаточно близкие точки транспортной сети. С учетом данной специфики можно предположить, что применение комбинаторных аукционов окажется эффективным и для такой модели.

Задача оптимизации в модели «транспорт по запросу»

DRT-сервис предоставляет услуги транспорта по запросу, так, что маршруты, количество задействованных транспортных средств и другие параметры

решения определяются динамически, в зависимости от сложившейся в некоторой транспортной сети ситуации. Проблема понимается в достаточно широком смысле, поэтому можно встретить различные трактовки задачи DRT. Одной из наиболее часто встречающихся формальных постановок является следующая [4]:

Пусть существует некоторая транспортная сеть, представленная ориентированным графом, узлы которого представляют собой остановки, а дуги — участки дорог, ассоциированные с расстояниями между остановками. M — множество всех пассажиров, N — множество всех транспортных средств. $P(t)$ — множество пассажиров, не приписанных ни к одному транспортному средству в момент времени t . Каждый клиентский запрос от пассажира $z \in M$ определяется четверкой параметров

$$(StartTime_z, EndTime_z, StartPoint_z, EndPoint_z),$$

где $StartPoint_z, EndPoint_z$ — начальная и конечная точки маршрута,

$StartTime_z, EndTime_z$ — желаемое время начала и окончания исполнения запроса соответственно.

Каждое транспортное средство $i \in N$ определяется набором

$$(Point_i, Speed_i, Capacity_i) \quad (1),$$

где $Point_i$ — текущая точка, в которой находится транспортное средство,

$Speed_i$ — его средняя скорость,

$Capacity_i$ — максимальная вместимость.

Целевая функция задается следующим образом:

$$-\alpha \sum_{i=1..M} length_i + \beta \sum_{j=1..M} StartDelay_j + \gamma \sum_{j=1..M} EndDelay_j \rightarrow \min$$

$$\forall i \in N, \forall t C_i(t) \leq Capacity_i,$$

где α, β, γ — экспериментальные коэффициенты, $length_i$ — километраж i -го транспортного средства (отражает затраты транспортной компании),

$StartDelay, EndDelay$ — время задержки начала и окончания выполнения контракта.

$C_i(t)$ — количество пассажиров в i -ом транспортном средстве в момент времени t .

В применении к общественному транспорту в профиль пассажира следует включить переменную $price$ — т.е. сумму, которую пассажир готов уплатить за свой проезд, а параметры $StartTime_z, EndTime_z$ можно заменить на один параметр — время ожидания транспорта — wt . Тогда контракт можно будет формализовать следующим набором:

$$(StartPoint_z, EndPoint_z, price_z, wt_z) \quad (2)$$

а целевую функцию переписать так:

$$-\alpha \sum_{i=1..M} reward_i + \beta \sum_{i=1..N} length_i + \gamma \sum_{i=1..M} wt_i \rightarrow \min \quad (3)$$

Данная целевая функция учитывает как доходы и расходы транспортной компании, так и степень удовлетворенности клиентов, за счет включения времени ожидания пассажиров.

Наиболее известные подходы к решению задач такого класса описаны в работе [4]:

Точные методы включают полный перебор на множестве маршрутов и решение методом динамического программирования.

Приближенные решения базируются на использовании генетических алгоритмов и различных эвристик для уменьшения вычислительной нагрузки.

Приближенные методы выглядят предпочтительнее, поскольку задача построения модели общественного транспорта предполагает реальный режим времени. Точные вычисления в данных условиях становятся слишком накладными и «не успевают» за стремительно меняющейся ситуацией, в то время как приближенные позволяют получать приемлемые решения в разумные сроки.

Задача DRT как многоагентная модель

Если представить задачу DRT в виде многоагентной системы, то можно выделить следующие два типа агентов:

1) Транспортные средства (описываются профилем (1))

2) Пассажиры (описываются профилем (2))

Налицо некая конкурентная среда, в которой агенты-транспортные средства должны бороться за право обслужить агентов-пассажиров с максимальной для себя выгодой. Пассажиры же, в свою очередь, заинтересованы в получении качественных услуг в кратчайшие сроки. Финансовые ожидания агентов диаметрально противоположны: транспортные средства заинтересованы в получении максимальной прибыли, пассажиры же хотели бы заплатить как можно меньше.

Те и другие обладают некоторой информацией, те и другие имеют некоторые предпочтения. Пожелания агентов агрегируются целевой функцией (3). Данная целевая функция стремится учесть интересы всех участников системы и оптимизировать некую суммарную величину, которая отражает полезность системы в целом. Для нахождения оптимального решения необходим механизм, позво-

ляющий организовать обмен информацией между агентами и использовать вновь полученные данные в процессе оптимизации.

Поскольку поиск оптимального решения в задаче DRT сводится к поиску оптимального разбиения множества пассажирских контрактов между транспортными средствами, в качестве «третейского судьи» можно выбрать механизм аукционного распределения пассажиров.

Таким образом в модель вводится третий тип агентов:

3) Аукционист – агент, отвечающий за распределение пассажиров между транспортными средствами на основе механизма аукциона.

Чтобы учитывать предпочтения транспортных средств наиболее полно, будем считать, что агент-аукционист способен поддерживать проведение комбинаторных аукционов. Идея применения комбинаторных аукционов состоит в том, чтобы транспортные средства добавляли контракты в свои списки не по одному, как это принято в большинстве известных моделей, а сразу в виде некоторого, более предпочтительного, набора.

Решение задачи в рамках такой модели может выглядеть следующим образом:

Все транспортные средства со свободными местами просматривают все нераспределенные контракты и их совокупности (количество контрактов в наборе ограничено числом свободных мест в транспортном средстве). Для каждого набора контрактов строится оптимальный (в смысле значения целевой функции (3)) маршрут при возможном включении контракта в список исполняемых. Неэффективные маршруты удаляются из рассмотрения. Возможные маршруты упорядочиваются по предпочтительности. Таким образом для каждого транспортного средства мы получаем упорядоченный список наборов контрактов, которые его интересуют. На данном этапе мы каждое транспортное средство формирует эффективные, с его точки зрения, ставки.

Проводится аукцион по предпочтениям транспортных средств, победители включают выигранные контракты в свои исполняемые маршруты.

Шаги 1-2 повторяются до тех пор, пока все контракты не будут распределены, или не закончатся свободные места в транспортных средствах. Во втором случае система ожидает освобождения ресурсов.

Вышеописанная модель ставит несколько задач, требующих решения:

1) Агенты-транспортные средства должны уметь выражать свои предпочтения в форме ставок на на-

боры пассажиров (т.е. вычислять значения целевой функции вида (3) для каждого набора пассажиров, который их интересует).

2) Требование 1) подразумевает, что транспортное средство способно построить оптимальный маршрут, обслуживающий некоторый набор пассажиров. Эта задача относится к классу Pickup And Delivery Problem.

3) Аукционист должен предоставлять механизм проведения аукциона (возможны различные варианты дизайна аукциона) и уметь находить решения проблемы определения победителей (WDP – Winner Determination Problem).

Каждая из приведенных выше задач с ростом размерности дает огромную вычислительную нагрузку, поэтому приближенные методы решения с использованием различных эвристик вновь выходят на первый план. Рассмотрим варианты решения поставленных задач.

Методы выражения предпочтений агентов-транспортных средств.

Полный перебор на множестве контрактов с целью выявления наиболее предпочтительных наборов представляется неосуществимым в реальном режиме времени. Различные эвристики для сокращения объемов поиска на множестве контрактов описаны, например, в работе [3], где комбинаторные аукционы применялись для построения маршрутов агентов-роботов с целью поиска на частично неизвестной территории. Контрактом в этой задаче являлось обязательство посетить некоторую известную точку (цель). В работе были предложены следующие варианты эвристик:

♦ Ограничить число контрактов в наборе, на которые можно делать ставки. Для небольших размерностей использовался один из точных методов решения.

♦ Рассматривать ставки только на «хорошие» последовательности контрактов. Понятие хорошей последовательности определяется рекуррентно: каждая отдельная цель представляет собой хорошую последовательность. Добавление новой цели t к хорошей последовательности, заканчивающейся целью s , образует новую хорошую последовательность, если вознаграждение за посещение новой последовательности больше, чем за посещение старой и t – ближайшая к s цель среди всех целей, не входящих в старую последовательность.

♦ Использовать различные алгоритмы табупоиска по дереву целей

После того, как пространство поиска сокращено,

необходимо иметь возможность оценки привлекательности наборов пассажиров.

Pickup And Delivery Problem

Суть задачи состоит в том, чтобы построить оптимальный (в смысле значения целевой функции (3)) маршрут, обслуживающий множество контрактов, заданных профилем вида (2). С дополнительным ограничением: для всех контрактов точка $StartPoint_z$ должна быть посещена раньше, чем точка $EndPoint_z$ (4).

Анализ публикаций, посвященных этой проблеме показывает, что в качестве основы для приближенного решения используется алгоритм Соломона, описанный в работе [8]. Суть алгоритма состоит в последовательном формировании маршрута.

1) На первом шаге рассматриваются все одиночные контракты, вычисляется значение целевой функции для маршрута, включающего каждый одиночный контракт. Контракт, для которого целевая функция приняла наилучшее значение становится стартовым отрезком маршрута.

2) Для каждого из оставшихся контрактов рассматриваются все его возможные включения в маршрут, полученный на предыдущем шаге так, чтобы удовлетворялось условие (4). Выявляется наилучшее возможное включение в текущий маршрут для каждого контракта. Из этих возможных маршрутов выбирается наилучший, он и становится текущим маршрутом.

3) Шаг 2) повторяется до тех пор, пока все контракты не будут включены в маршрут или не будет достигнуто ограничение по максимальной вместимости транспортного средства.

Алгоритм Соломона хорошо зарекомендовал себя на практике и зачастую используется как метод построения базового решения для применения других эвристик (например с использованием генетических алгоритмов)[9].

Механизмы проведения комбинаторных аукционов

Существует множество элементов дизайна КА, с помощью которых можно наиболее удобный в рамках некоторой задачи механизм распределения ресурсов. Сюда относятся в частности:

♦ Количество раундов.

Аукцион может проводиться в один или несколько раундов. Во втором случае обычно на каждом раунде определяются промежуточные победители и предварительное распределение лотов.

♦ **Время приема ставок.**

Непрерывное — когда любой участник может сделать ставку в любой момент проведения аукциона и дискретное — когда все участники могут делать ставки только в определенный момент — до начала нового раунда аукциона.

♦ **Язык выражения предпочтений.**

Ставки могут быть сложными объектами, связанными логическими операторами. Если внутри одного набора все элементы связаны, очевидно, логическим «AND», то предпочтения для многих наборов могут быть выражены через AND, OR или XOR. Таким образом покупатель может заявить, что его интересуют все наборы, один или несколько наборов или только один из наборов соответственно.

♦ **Критерий останова.**

Данная проблема специфична для многораундовых аукционов. Необходимо определить критерии, при соблюдении которых аукцион считается завершенным.

♦ **Правила приема ставок.**

Для многораундовых аукционов на каждом раунде могут быть определены так называемые «запрашиваемые цены» как на отдельные товары, так и на их наборы. Эти цены обычно определяются по результатам предыдущего раунда. Кроме того могут быть наложены дополнительные ограничения на поведение покупателей. Например в некоторых аукционах временные победители обязаны повторить свои ставки с предыдущего раунда в следующем раунде.

[2] дает полное описание теории комбинаторных аукционов. Там же рассматриваются наиболее распространенные на практике механизмы КА:

- 1) Однораундовый аукцион с закрытыми ставками
- 2) Аукцион VCG (Vickrey Clarke Grove)
- 3) Проху аукцион

Остановимся подробнее на первом и третьем типах аукционов, т.к. они были реализованы в программном прототипе.

Однораундовый аукцион с закрытыми ставками является самым простым и наиболее распространенным на практике. Аукцион проводится в один раунд. Все участники предоставляют аукционисту все свои комбинаторные ставки одновременно, с учетом заранее определенного языка выражения предпочтений, ни одному из участников не известны чужие ставки. Решается задача определения победителей, победившим участникам сообщается информация о выигрыше, после чего производится оплата. Несмотря на кажущуюся простоту, этот тип аукциона зарекомендовал себя очень хорошо. Он

учитывает основную идею КА и избавляет участников и организаторов торгов от необходимости рассмотрения различных аспектов дизайна, усложняющих модель. Единственным минусом этого подхода является незащищенность от возможных манипуляций участников торгов.

Проху — аукцион примечателен правилами поведения участников. Такой аукцион проходит в несколько раундов. Пусть $[0, 1, \dots, L]$ — множество участников аукциона. 0 — продавец, $1 \div L$ — покупатели. X_l — конечный набор контрактов, доступных покупателю l . Распределение контрактов описывается набором $x = (x_1, \dots, x_l)$. Доступное распределение — элемент непустого множества $F = X_1 \times \dots \times X_l$.

Предполагается, что каждый покупатель может упорядочить все возможные распределения, базирываясь только на доставшихся ему в рамках этих распределений контрактах. Таким образом, покупатели выстраивают строгий порядок f_l на множестве X_l .

На каждом раунде состояние аукциона определяется предварительным распределением x'_0 и множеством ставок $(B'_l)_{l=1, \dots, L}$. Изначально множество ставок пусто, предварительное распределение приписывает каждому покупателю нулевой контракт.

Каждый раунд аукциона включает в себя следующие шаги:

♦ каждый покупатель определяет свои доступные ставки на текущий раунд:

$$A'_l = X_l - \{x_l \mid x_l f_l \emptyset\} - B'^{t-1}_l$$

♦ каждый покупатель l , который не является текущим победителем и не исчерпал свои доступные ставки, предлагает свою наиболее предпочтительную ставку на текущий раунд:

$$[x'_{0l} = \emptyset, A'_l \neq \emptyset] \Rightarrow B'_l = B'^{t-1}_l \cup \{\max A'_l\}$$

♦ все остальные покупатели не делают новых ставок

$$B'_l = B'^{t-1}_l$$

если на раунде t нет новых ставок, то аукцион заканчивается, в противном случае продавец определяет лучшее на данном этапе разбиение, и начинается новая итерация.

Задача определения победителей

Независимо от дизайна аукциона перед аукционистом встает задача определения победителей (в англоязычной литературе WDP — winner determination problem). Необходимо найти оптимальное разбиение множества продаваемых объектов на непересекающиеся подмножества с целью

оптимизации выручки. Число разбиений множества из n элементов на k непустых подмножеств определяется числом Стирлинга второго рода:

$$S(n, k) = \frac{1}{k!} \sum_{i=0}^{k-1} (-1)^i \binom{k}{i} (k-i)^n$$

А полное число возможных разбиений множества продаваемых объектов M будет определяться по формуле:

$$\sum_{i=1}^m S(m, i)$$

Задача определения победителей является неполной. Способ решения задачи определения победителя является одним из элементов дизайна аукциона. Варианты здесь могут быть различны — от полного перебора на небольших размерностях до сведения к задаче линейного программирования (с наложением некоторых дополнительных ограничений на ставки), построения деревьев решений, использования алгоритма распределенного определения победителей (PAUSE) и т.д. Для программной реализации был выбран алгоритм построения дерева решений, описанный в работе [7].

Для успешной работы алгоритма необходимо наложение следующего дополнительного ограничения: если некоторый отдельный лот не вошел ни в одну из предложенных участниками комбинаторных ставок, ко множеству ставок добавляется нулевая ставка на этот одиночный лот. Далее дерево решений строится по следующим правилам:

1) Каждый узел является ставкой, каждый путь от корня к листовой вершине представляет собой набор ставок, в которых элементы не пересекаются.

2) Все вершины, отстоящие на один шаг от корня, представляют собой ставки, содержащие первый элемент. Все последующие вершины — ставки, содержащие следующий по порядку элемент, и так до тех пор, пока не получатся листовые вершины.

Пример построенного дерева решений для 5 элементов с учетом принятых ставок приведен на рис. 1:

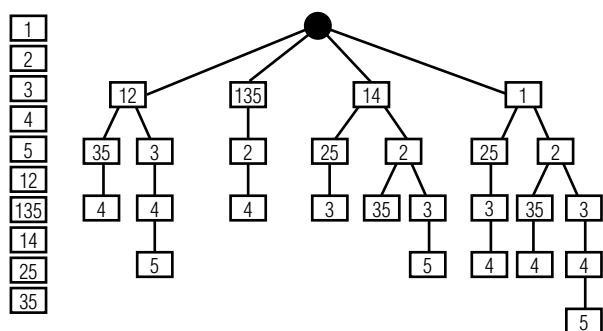


Рис.1

Программный прототип модели DRT с использованием КА.

По описанной модели был разработан программный прототип, с использованием технологий .Net и Google Maps.

С помощью разработанной программной среды был поставлен ряд практических экспериментов с целью подтверждения жизнеспособности модели.

В качестве алгоритма выражения предпочтений агентов-транспортных средств выбран последовательной генерации маршрутов на основе последовательностей, Pickup And Delivery Problem решается с помощью алгоритма Соломона. В результате каждое транспортное средство может, при необходимости, предоставить агенту-аукционисту свой набор комбинаторных ставок, упорядоченных по предпочтительности. В качестве механизма проведения комбинаторного аукциона может быть выбран либо однораундовый аукцион с закрытыми ставками, либо гроху-аукцион.

Далее описаны параметры одного из экспериментов с использованием однораундового аукциона и полученные результаты. Программа тестировалась на статическом наборе пассажиров, сгенерированных случайным образом.

Количество транспортных средств: 3

Параметры транспортных средств: вместимость — 6 мест, модельная скорость — 40 км/ч.

Пассажиры — 17 человек (начальная точка — конечная точка):

1-10, 1-10, 2-15, 3-9, 3-15, 4-14, 4-14, 5-18, 7-12, 9-7, 10-8, 11-14, 12-4, 13-14, 13-1, 14-2, 17-1.

Результаты:

3 транспортных средства с использованием описанных выше алгоритмов полностью выполняют все контракты за 36 минут. Среднее время ожидания составляет 3.76 минуты.

Таблица 1.

Статистика транспортных средств:

№ транспортного средства	Пройденное расстояние	Выручка
1	21.2	100
2	4	10
3	13.2	60

Опыт показывает, что гроху — аукцион в сочетании с методом ставок на «хорошие» последовательности дает не лучший результат. Дело в том, что в векторе ставок большинство ставок содержат одни и те же контракты, что следует из метода построения «хорошей» последовательности. Если транс-

портное средство проигрывает наиболее предпочтительную ставку, велика вероятность, что оно проиграет и все остальные.

Тем не менее использование гроху-аукциона представляется эффективным в задаче DRT, т.к. теоретически такой механизм проведения аукциона позволяет проигрывающим не выключаться из борьбы и распределять транспортную нагрузку более равномерно. Скорее всего, в сочетании с гроху-аукционом необходимо использовать другой алгоритм решения pickup and delivery problem.

Вопрос поиска более удачного сочетания алгоритма выражения предпочтений и дизайна КА является предметом текущих исследований.

В целом же можно утверждать, что разработанный прототип подтверждает жизнеспособность описанной в данной статье модели и открыва-

ет простор для дальнейших исследований. Стоит однако отметить, что данный подход весьма сложен для практической реализации. Он подразумевает, например, техническую безотказность агента-аукциониста, не учитывает практических особенностей существующего дорожного движения: пробок, ремонтных работ и т.д. Необходимо сместить акцент исследований на разработку децентрализованной модели, которая позволяла бы учитывать реальную дорожную обстановку и снижала зависимость системы от надежности работы центрального звена. Поскольку список задач, возникающих при моделировании, будет во многом совпадать с задачами, приведенными в статье, то следует надеяться, что описанные подходы к их решению окажутся эффективными также и для децентрализованной модели. ■

Литература

1. Xu Jin, Habib Abdulrab, Mhamed Itmi, «A multi-agent based model for urban demand-responsive passenger transport services» //Neural Networks, 2008. IJCNN 2008. (IEEE World Congress on Computational Intelligence).
2. P.Cramton, Y.Shoram, R. Steinberg: «Combinatorial Auctions» //The MIT press Cambridge, 2005.
3. M. Berhault, H. Huang, P. Keskinocak, S. Koenig, W. Elmaghraby, P. Griffin, A. Kleywegt, «Robot Exploration with Combinatorial Auctions» // Intelligent Robots and Systems, conference 2003. (IROS 2003). Volume 2, 27-31 Oct. 2003 Page(s):1957 – 1962.
4. R'emy Chevrier, Philippe Canalda, Pascal Chatonnay and Didier Josselin, «Comparison of three algorithms for solving the Convergent Demand Responsive Transportation Problem» // Proceedings of the IEEE ITSC 2006 IEEE Intelligent Transportation Systems Conference Toronto, Canada, September 2006, 17-20.
5. Miyamoto, T., Nakatyou, K., Kumagai, S. «Route planning method for a dial-a-ride problem» //Systems, Man and Cybernetics, 2003. IEEE International Conference on Volume 4, 5-8 Oct. 2003 Page(s):4002 – 4007.
6. David Portera, Stephen Rassentia, Anil Roopnarinec and Vernon Smitha: «Combinatorial auction design», www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1633736100 (дата обращения 05.11.2009).
7. Jos'e M Vidal: «Fundamentals of Multiagent Systems» <http://www.scribd.com/doc/2094479/Fundamentals-of-Multiagent-Systems> (дата обращения 05.11.2009).
8. Marius M. Solomon «Algorithms for the vehicle routing and scheduling problems with time window constraints» //Operations Research Society of America Vol. 35, No. 2, March-April 1987.
9. Haibing Li and Andrew Lim «A Metaheuristic for the Pickup and Delivery Problem with Time Windows» // International Journal on Artificial Intelligence Tools; Jun2003, Vol. 12 Issue 2, p. 73, p. 14.

ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ КОМАНДЫ МАГИСТРАНТОВ В РАМКАХ УЧЕБНОГО ИТ-ПРОЕКТА АКАДЕМИИ IBS

М.И. Нежурина,

кандидат технических наук, доцент, научный руководитель учебного проекта, заведующий кафедрой «Информационные бизнес системы» ФИБС МФТИ, руководитель Магистратуры IBS, председатель секции.

Адрес: 127434, г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 9 Б, ООО «ИБС»,
e-mail: MNezhurina@ibs.ru.

А.А. Ермолкевич,

руководитель команды, студентка ИИБС ГТУ МИСИС, стажер-специалист Департамента отраслевых решений в металлургии IBS,
e-mail: AErmolkevich@ibs.ru.

А.С. Михалевич,

студент ИИБС ГТУ МИСИС, стажер-специалист Департамента отраслевых решений в металлургии IBS, e-mail: AMihalevich@ibs.ru.

Р.О. Молчанов,

студент ИИБС ГТУ МИСИС, стажер-специалист Департамента отраслевых решений в металлургии IBS, e-mail: RMolchanov@ibs.ru.

М.В. Букина,

студентка ИИБС ГТУ МИСИС, стажер-специалист Департамента отраслевых решений в металлургии IBS, e-mail: MBukina@ibs.ru.

Г.А. Борисов,

студент ИИБС ГТУ МИСИС, стажер-специалист Департамента отраслевых решений в металлургии IBS, e-mail: GBorisov@ibs.ru.

Объектом описания являются процессы учебного проекта Академии IBS. Цель работы – изучить практику ведения проектов по автоматизации процессов крупного предприятия, проанализировать проблемы, с которыми сталкиваются участники проектной команды, и предложить рекомендации по их решению.

Ключевые слова: архитектура предприятия, управление проектами, проектная группа, формирование команд.

Автоматизация крупного промышленного предприятия – актуальная задача в настоящее время. Это объясняется необходимостью повышения эффективности как производственных процессов, так и процессов управления. Выстроить правильным образом проект по ав-

томатизации процессов на предприятии – задача сложная, тем более, когда речь идет о крупном предприятии со своими особенностями. К таким особенностям, в частности, относятся:

♦ необходимость обеспечения согласованной работы различных подразделений;

♦ обилие поставщиков, обуславливающих необходимость жесткого планирования;

♦ наличие в структуре предприятия непроизводственных служб: службы сбыта, жилого и социального секторов;

♦ территориальная распределенность.

Главная отличительная черта крупных компаний — масштаб бизнеса, который оказывает существенное влияние на такие элементы автоматизации, как ИТ-архитектура и интеграция систем, организация проекта автоматизации. Для того чтобы не потерпеть неудачу в проекте по автоматизации, необходимо учесть все особенности крупного предприятия и правильно организовать работу проектной команды.

Целью исследования является анализ применения системного подхода при выборе и принятии решений и разработка предложений по автоматизации процессов крупного промышленного предприятия. В качестве примера, объектом исследования по автоматизации процессов является ОАО «Чепецкий механический завод».

Исходя из актуальности и цели исследования, поставлены и решены следующие задачи:

На этапе формирования проектной команды:

♦ проведение исследований по методике распределения ролей в команде;

♦ изучение выбранной роли в проекте;

♦ описание функциональных обязанностей выбранных ролей.

На этапе выбора методологии:

Проведение коллективного научного исследования и обоснование выбора:

♦ методологии описания архитектуры предприятия;

♦ методов и средств проектирования.

На этапе разработки технико-коммерческого предложения:

♦ Изучение текущего состояния автоматизации предприятия, выделение и описание типовых бизнес-процессов предприятия.

♦ На основании проведенных исследований производства определение процессов, подлежащих автоматизации.

♦ Разработка предложения по автоматизации предприятия.

На этапе формирования проектной команды чрезвычайно важно правильно распределить роли участников в соответствии с их компетенциями. Ошибки на этой стадии могут отрицательно повлиять на результаты проекта в целом, они сложно устранимы на последующих стадиях. Чтобы избе-

жать подобных проблем, необходимо провести отдельное исследование по методике распределения ролей в команде и изучить функциональные обязанности выбранных ролей.

Для принятого направления исследования требуются следующие проектные роли:

♦ Руководитель проекта

♦ Системный архитектор

♦ Бизнес-аналитик

♦ Системный аналитик

♦ Проектировщик инфраструктуры

♦ Проектировщик данных

♦ Менеджер по качеству.

При принятии решений за основу полезно взять рекомендации стандарта ISO/IEC 15288, это особенно актуально в условиях равноправной команды и отсутствия опыта совместной работы. В соответствии с этой стратегией был проведен многокритериальный анализ кандидатов, выбран руководитель проекта и распределены роли участников.

Следующим шагом логично провести тщательное исследование каждой проектной роли. При этом уделяется внимание должностным обязанностям в проекте и компетенциям, необходимым для выполнения этих обязанностей, в том числе: знаниям, навыкам и умениям, а также личным качествам. В результате этого исследования разрабатывается также программа повышения квалификации, которая направлена на достижение наиболее полного соответствия показателей участников команды их проектным ролям. Этот шаг направлен на снижение рисков проекта.

Результатом данного этапа является ряд документов, описывающих проектные роли, отчет о проведении процедуры оценки кандидатов и распределения ролей, программа повышения квалификации, входящая в состав руководства по качеству.

На этапе выбора методологии необходимо выполнение комплексного анализа, требующего на выходе решение по использованию в проекте того или иного метода описания бизнес-процессов и методологии описания архитектуры предприятия.

В России для моделирования и анализа бизнес-процессов достаточно широко используются следующие средства моделирования: Rational Rose, Oracle Designer, AllFusion Process Modeler (BPWin) и AllFusion ERwin Data Modeler (ERWin), ARIS, Power Designer. По каждому программному продукту может быть проведен сравнительный анализ, рассмотрены преимущества и недостатки, основные области применения, функциональные и интерфейсные характеристики, поддерживаемые

и встроенные методики бизнес-моделирования. Основными критериями, позволяющими из представленных средств моделирования выбрать те, применение которых в каждом конкретном проекте могли бы с большей вероятностью себя оправдать, являются:

♦ **устойчивое положение продукта на рынке** (срок его существования, программа развития продукта, система отчетов о проблемах, совокупность применений и др.);

♦ **распространенность продукта** (количество проданных лицензий, наличие, размер и уровень деятельности пользовательской группы);

♦ **доступность поддержки поставщика**. Такие услуги могут включать телефонную «горячую линию», техническую и консультационную поддержку через представителя поставщика в России;

♦ **доступность обучения**. Обучение может проводиться на территории представителя поставщика в России, пользователя или где-либо в другом месте;

♦ **доступность материалов по продукту**. Они могут включать компьютерные учебные материалы, учебные пособия, книги, статьи, информацию в Интернете, демоверсии.

Также в качестве критериев выбора могут выступать следующие параметры: знание конкретной проектной командой того или иного инструмента, удобство работы в инструменте, наглядность, возможность описания всего функционала бизнес-процесс, отчеты, который выдает тот или иной инструмент по итогам работы

Важным является этап принятия решений, так как в данном случае мы имеем многокритериальную задачу: из совокупности взаимосвязанных параметров и большого набора инструментов необходимо выбрать инструмент, адекватный поставленной задаче. В процессе исследования предложено в качестве средства поддержки принятия решений использовать Excel и строить диаграммы, полученные на основе оценки различных инструментов, кластеризуя инструменты по функционалу. Пример такой диаграммы представлен на рис. 1. На основании этой диаграммы для описания бизнес-процессов при проведении бизнес-анализа на объекте ОАО «Чепецкий механический завод» в качестве инструмента был выбран ARIS. Также при принятии решения важно учесть дополнительные преимущества, которые дает тот или иной инструмент. Для объекта ОАО «Чепецкий механический завод» на основе анализа были выделены следующие преимущества ARIS:

♦ Основан на методологии EPC (event-driven process chain) — метод описания процессов, нашедший применение в системе SAP R/3;

♦ Могучая» репрезентативная» графика.

♦ Наличие большого числа стандартных объектов для описания бизнес процессов.

♦ Наличие инструмента имитационного моделирования.

♦ Наличие внутреннего языка управления ARIS-Basic.

♦ Возможность тестирования проекта на соответствие требованиям стандарта качества ISO 9000.

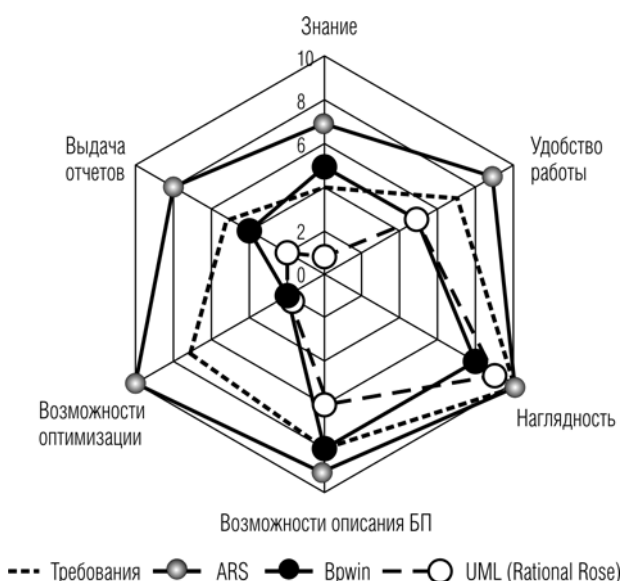


Рис. 1. Пример выбора средств визуального моделирования.

При выборе методологии описания архитектуры важно помнить, что прозрачность бизнеса начинается с прозрачности понимания архитектуры предприятия и информационных систем. Число проектов, в которых архитектура системы выбирается сознательно, относительно невелико. Естественно, архитектура будет наличествовать в любом случае, другое дело, что она может не конструироваться и не выбираться сознательно. Поэтому методика описания архитектуры обязана быть и должна:

♦ отражать архитектуру и совокупной стоимости владения;

♦ связывать разработку архитектуры, бизнес-анализ и технико-экономическое обоснование в едином процессе;

♦ отражать итерационную природу разработки ИС;

♦ иметь своей целью выбор архитектуры системы в целом, а не только ее программной составляющей.

При выборе методологии описания архитектуры проектируемой части информационной системы не обязательно привязываться к уже существующей на предприятии платформе информационной системы. Необходимо иметь возможность посмотреть на архитектуру с более высокого уровня абстракции и, как следствие, оценить процессы предприятия с другой стороны, а далее сравнить их с существующими. На объекте ОАО «Чепецкий механический завод» выбор рамочной «методологии» AF (architectures framework) для адаптации при построении ИС был проведен с использованием многокритериального анализа альтернатив по методу парных сравнений.

Существующее множество EAF можно сузить до известных «методик»

❖ The Open Group Architectural Framework (TOGAF)

❖ The Zachman Framework

❖ 3D предприятие

❖ DoD Architecture Framework (DoDAF)

Для принятия решения могут быть использованы следующие критерии:

- ◆ Распространенность
- ◆ Зрелость
- ◆ Открытость
- ◆ Иерархичность
- ◆ Информированность.

Расчеты по выбору можно осуществлять, используя один из инструментов, например Excel, Matcad.

В результате расчетов должно быть принято решение о выборе той или иной методологии описания архитектуры. Для объекта ОАО «Чепецкий механический завод» была выбрана The Zachman Framework.

В рамках адаптированного подхода удобнее рассматривать четырехуровневую архитектуру.

■ Бизнес-архитектура (модель автоматизируемых процессов)

■ Архитектура потоков информации и данных (модель информационных потоков)

■ Архитектура приложений (модель-структурная схема приложений подсистем)

■ Технологическая архитектура (модель инфраструктуры: аппаратное, программное обеспечение, коммуникации)

Такой подход позволяет охватить все предприятие в целом с декомпозицией по уровням.

На этапе разработки технико-коммерческого предложения важно правильно провести анализ существующих бизнес-процессов предприятия, необходимо выделить все ключевые особенности бизнеса,

понять направление его развития. Так, в процессе исследования процессов на ОАО «Чепецкий механический завод» важно было отметить следующие особенности: наличие на предприятии развитой системы менеджмента качества, высокий уровень ИТ – развития, мощная ERP система SAP R3, функционирование которой уже сама по себе стало для предприятия отдельным бизнес-процессом и поэтому, к любому новому приложению при внедрении будут выдвигаться высокие требования к интеграции и разграничению доступа, также на предприятии ведется режим государственной тайны, отсутствует ИТ-инфраструктура масштаба предприятия, большое количество чертежей, макетов и специализированных документов. Для того чтобы автоматизировать бизнес-процесс, нужно иметь его описание, а также представлять себе объект, который необходимо автоматизировать, лучше использовать средства визуального моделирования.

Для оптимизации процесса исследования рекомендуется выделять следующие этапы анализа:

- 1) выделение основных бизнес-процессов;
- 2) выявление организационных единиц, задействованных в процессах;
- 3) выявление категорий документов сопровождающих процессы;
- 4) построение основной цепочки;
- 5) детализация бизнес-процессов.

По результатам обследования объекта ОАО «Чепецкий механический завод» выделены следующие проблемные области: «принятие решений», «архив», «инфраструктура» и «движение документов». Руководство, несмотря на наличие мощной ERP системы, не имеет возможности оперативно принять управленческое решение ввиду отсутствия необходимых материалов. Чтобы решить эти проблемы, необходимо тщательно разобраться в текущей ситуации. В процессе исследования было принято решение описать процесс документооборота отдельно, это позволило создать целостную картину движения документов в организации (модель «как есть»), на основе описания можно создать новые схемы движения документов (без «провалов» и «зависаний»), которые качественно улучшат процесс документооборота. Результатом описания будет являться технико-коммерческое предложение по решению проблемы и внедрению на предприятии Автоматизированной Системы Документооборота (АСД), которая сможет стать инструментом эффективного управления и функционирования предприятия и решить следующие задачи:

- ◆ Обеспечение управлением совещаниями;
- ◆ Организация четкой структуры каталогов;
- ◆ Поддержка управления версионностью;
- ◆ Управление разграничением доступом;
- ◆ Повышение прозрачности движения документов;
- ◆ Снижение издержек на хранение информации;
- ◆ Существенно сокращение трудозатрат;
- ◆ Повысить операционную прозрачность процессов.

Для решения этих задач АСД сможет обеспечить унификацию и стандартизацию процессов документооборота в компании, строгую регламентацию процедур, структурирование процессов обработки документов, автоматизацию всего жизненного цикла документов и оптимизацию организационной структуры и бизнес-процессов.

В качестве базового решения для автоматизации документооборота оптимально использовать систему на основе платформы DIRECTUM. Конкурентными преимуществами именно этой системы является следующее:

- ◆ Ориентация на повышение эффективности работы всех сотрудников и организации в целом, а не только служб делопроизводства.
- ◆ Полноценная система управления документами и деловыми процессами (поддержка всего жизненного цикла управления документами и workflow).

◆ Расширенная функциональность системы благодаря наличию модулей Управление совещаниями и Управление взаимодействием с клиентами.

◆ Соответствие российским стандартам и нормам делопроизводства и управления.

◆ Наличие механизма электронной цифровой подписи, в том числе с использованием сертифицированных в РФ средств криптозащиты.

◆ Отличная интеграция с системой SAP R3.

Таким образом, технико-коммерческое предложение должно представлять собой документ, в котором кратко перечислены требования заказчика и предложения по разработке программной системы в соответствии с этими требованиями. В этом документе также приблизительно оценивается трудоемкость работ по проекту и его стоимость (окончательная стоимость работ может быть определена только после разработки технического задания).

Выводы

Ключевые бизнес-процессы крупных предприятий — это непрерывно развивающаяся система, и ее развитие порождает множество проблем, когда речь идет об автоматизации. Решать эти проблемы призваны не столько ИТ-инструменты, сколько люди, правильно выбирающие и применяющие инструменты, а также правильная организация работ и координация между всеми участниками проекта. ■

Литература

1. Нежурина М.И. Учебный проект «Подготовка и защита тендерного предложения перед заказчиком по автоматизации предприятия»: Методическое пособие/ М.: Академия ИБС, 2008.
2. ISO/IEC 15288:2002 «Systems engineering — System life cycle processes».
3. Гради Буч. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений (3-е изд.) М.: «Вильямс», 2008 г.
4. Зиндер. «3D-предприятие» — модель трансформирующейся системы.//CWR Директору информационной службы, №4, 2000.
5. Калянов Г.Н. CASE: структурный системный анализ (автоматизация и применение) // М.: ЛОРИ, 1996. 2.
6. Калянов Г.Н. Консалтинг при автоматизации предприятий (подходы, методы, средства) // М.: СИНТЕГ, 1997.Е. 3.

ИКТ ДЛЯ ПОЖИЛЫХ: СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННАЯ АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ БОЛЬНЫХ ДИАБЕТОМ

Н.В. Заикина,

студент магистратуры факультета бизнес-информатики
Государственного университета-Высшей школы экономики,
e-mail: nvzaikina@gmail.com.

Е.И. Марухина,

студент магистратуры факультета Бизнес-информатики ГУ-ВШЭ,
e-mail: jainny@gmail.com.

Н.Л. Сергеева,

студент магистратуры факультета Бизнес-информатики ГУ-ВШЭ,
e-mail: sergeevan@gmail.com.

Адрес: г. Москва, ул. Кирпичная, д. 33.,

Fitterer René,

Research Associate, SAP Research CEC St. Gallen, SAP (Switzerland) Inc.
e-mail: rene.fitterer@sap.com.

Проблема старения населения на сегодняшний день особо остро стоит перед развитыми странами. Улучшение качества жизни и медицинского обслуживания приводит к увеличению продолжительности жизни с одной стороны, а также серьезным трудностям, таким как увеличение спроса на медицинское обслуживание, высокие риски развития хронических болезней, повышение затрат на пенсии и здравоохранение, с другой. В такой ситуации ИКТ рассматривается как инновационный подход к решению подобных проблем. С развитием концепций дистанционного медицинского обслуживания появляется все больше и больше частных сервисов и продуктов, которые, при использовании СОА, могут работать вместе для получения эффекта синергии. В данной статье на примере диабета разрабатывается система дистанционного мониторинга состояния здоровья пациента на основе сервис-ориентированной архитектуры, управляемой событиями. Вместе с детальным описанием архитектуры системы и ее преимуществ в статье дается обзор рынка дистанционного медицинского обслуживания, его барьеров и потенциала развития.

Ключевые слова: ИКТ, СОА управляемая событиями, ИКТ для пожилых, дистанционная медицинская помощь, диабет.

Introduction

A major issue currently facing Europe and other developed countries is the population ageing. Life expectancy, for example, in Europe has increased from 55 in 1920 to over 80 today and it is expected to continue to increase [1,2]. It is projected that the number of people aged from 65 to 80 will rise by nearly 40% between 2010 and 2030 [2].

At the same time the demographic dependency ratio (the ratio of the population aged 0 – 14 and over 65 to the population aged between 15 and 64 years) is expected to reach 51% by 2050 [3]. This means that the EU will have four people aged 65 and above for only two people of working age.

These changes in society demographic situation are being driven by a number of factors. On the one hand, those people who were born after the Second World War baby boom are getting old now. And on the other hand, the current demographic situation is not ideal: based on the EU statistics for every woman there are only 1.5 children born while the natural replacement rate that ensures current population size sustainability equals to 2.1 [4].

Key challenges raised by population ageing

Despite the fact that the increase in life continuity is a great achievement for society, it leads to significant social and economical challenges.

Health situation

One problem that is directly connected to population ageing is the problem of chronic diseases. Over 50% of the deaths in the world, ranging from 87% in high income countries to 51% in low income countries are caused by them [5]. World Health Organization projects that by 2030 the number of chronic disease-related deaths will rise to 65% of all deaths worldwide [6] and elder people are even at a greater risk group as they are most likely to have more than one chronic condition. For example, according to a Dutch General Practice, around 79% of ageing people with a chronic health condition has one or more comorbid diseases. A Dutch cancer registry also found that the prevalence of comorbidity among cancer patients ranged from 12% among patients younger than 45 years to 60% among patients of 75 years or elder [7].

Diabetes, lung diseases, several types of cancer and heart disease are main chronic diseases that population faces nowadays [5]. However, recent studies show that, for example, constant control of the diabetes patient's health status leads to significant decrease in mortality

and long-term complication prevention [8]. This means that by improving the healthcare system and developing innovative ways for diabetes and other diseases management the whole situation can be changed.

Despite the chronic diseases burden, more elder people prefer to live independently and stay longer at their own homes. But 45% of those aged 75 and elder are impaired in their daily living activities [2]. These social changes require new healthcare models like independent living and remote medical care management.

Economic pressure

Another significant challenge raised by population ageing is economic situation. Together with the growth of elder people population with chronic conditions and drop in workers/retired people ratio the spending on pensions, health and long-term care increase significantly. Expensive medical technologies and high costs for medical care such as ambulances, inpatient or outpatient care, rehabilitation, community health services, medication and etc. change government budget distribution. Health expenditure in Europe has been rising over the past decades, and is expected to continue to increase. According to OECD Health Data 2006, in 1990, health spending accounted for 7% of GDP on average across OECD countries, and reached 8.9% in 2004. It is projected that by 2050 health spending could reach on average 10% of GDP in developed countries [9].

EU actions to tackle the problem

Coping with increased ageing population is one of the key problems that the European society and government have to face in coming years. To prepare for these challenges, effective delivery of health and social care will require reorganization of the care processes and depend more on different technological solutions. Currently European Commission and EU countries governments support research programs and development of the solutions for successful ageing problems resolutions, organize first trials of telehealth and telemedicine systems. Key EU Commission's programs that address ageing population challenges are:

1. The Ambient Assisted Living (AAL) Joint Programme

The AAL joint programme is a new joint research and development (R&D) funding activity implemented by actual 20 European Member States and 3 Associated States with the financial support of the European Community based on article 169 of the EC treaty. The overall objective of the programme is to enhance the quality of life of elder people and strengthen the industrial base in

Europe through the use of Information and Communication Technologies (ICT).

2. i2010 Action Plan on Information and Communications Technology

i2010 is the EU policy framework for the information society and media. It promotes the positive contribution that ICT can make to the economy, society and personal quality of life. Part of the i2010 action plan focuses also on elder people. It has not only the objectives of enabling a better quality of life for senior citizens significant cost-savings in health and social care, but also aims to help creating a strong industrial basis in Europe for ICT and ageing [10].

3. Sixth and Seventh Framework Programme (FP6, FP7)

FP6 and FP7 are the European Union's chief instruments for funding research projects over the period from 2002 to 2006 and from 2007 to 2013 respectively. Among others FP6 and FP7 support researches that are connected to ageing problems resolutions [11, 12].

ICT for successful ageing

As can be seen from the list of key EU Commission initiatives supporting research and development for successful ageing, ICT is considered the needed innovative way that can become part of healthcare and help solve challenges raised by ageing population. According to EU i2010 Action Plan the usage of ICT has great potential for ageing problems resolution while delivering benefits for elder citizens suffering from chronic diseases, companies, European authorities and overall society:

- ◆ For citizens – a better quality of life and better health through prolonged independent living; active ageing at work ensuring that elder workers with great accumulated knowledge assets and experience can regularly update their competencies; increased social participation, and savings in time and cost for medical care.

- ◆ For companies – increased market size and market opportunities in the internal market for ICT and ageing in Europe: better skilled and productive workforce and a stronger position in the growing markets worldwide.

- ◆ For authorities and society at large – cost-reductions, increased efficiencies and better overall quality in health and social care systems, and great accumulated by elder people knowledge and experience assets [10].

Despite the fact that the usage of ICT for ageing problems resolutions has clear potential for many stakeholders the market of ICT for successful ageing is in its' infancy and does not yet fully ensure the availability and take-up of the necessary ICT-enabled solutions [10].

Comparatively low market awareness and visibility, lack of established standards, unsustainable business

models and lack of exchange of practical experiences, regulatory and many other barriers lead to the diversity of limited in scale and expensive in cost solutions and slow down market development.

Key barriers

While analyzing and reviewing the first fragmented solutions presented in the market it becomes clear that from a technological point of view significant requirements for the shift to telecare and telemedicine for elderly are established, however, there are still no scalable solutions and products fulfilling entirely the existing needs. There are several reasons that can explain current situation.

Market situation

Plenty of small and mid-size companies develop their own proprietary services, technologies, devices and other telecare solutions for elderly [12]. However lack of awareness among ICT industry, government and final users leads to significant number of expensive test and trial projects. While undergoing the lack of transparency of the applicable rules and regulations and lack of practical experience exchange these companies bare risk of developing telecare solutions for elderly on their own and hardly can support huge investments needed for a shift.

On the other hand, large companies like Microsoft, Intel and others have entered the field not so long ago and only start developing their solutions. However, the promising trend is emerging nowadays: big companies set up alliances and partner with each other to develop telecare solutions that can be widely used to solve existing challenges. For example Continua Alliance, a non-profit, open industry coalition of around 200 healthcare and technology companies that aim to improve the quality of personal healthcare [13]. By joining forces these companies bring investments and knowledge they have, another example comes from Intel and General Electric that in April 2009 announced their healthcare alliance invest in total around 250 million dollars to market and develop home-based health technologies that will help seniors live independently and patients with chronic conditions manage their care from the comfort of their home or wherever they choose [14].

Adoption constraints

Elder people experience problems while facing new technologies. The reasons are most often insufficient motivation, financial means, digital competencies and

lack of convenient training. Even basic Internet access is quite limited for the people at this age: only 10% of people over 65 use the Internet regularly compared to 47% for the EU25 on average [15]. Moreover, often products and services are not adapted to meet the specific needs of elder users or are not adequately available, thus limiting their adoption rate.

To tackle this significant problem, research aimed at elder users understanding should be undertaken together with better training and education for seniors on the available solutions.

Regulatory barriers

Lack of common standards, regulations and conformity assessment procedures slow down the process of expansion of telecare and telehealth solutions such as integrated health and social care ICT systems, and assistive technologies. Different social and health care reimbursement schemes, uncertainties about the legal requirements of medical certification for ICT-enabled services, privacy and personal security questions reduce the potential for collective insurance schemes to cover upfront costs for these services and hamper their development and implementation.

Proposed solution

Existing barriers prevent market from fast expansion, but new approaches develop it further. ICT solution proposed in this article connects existing services and products and by gaining synergetic effect helps solving problems of elderly.

Event-driven SOA

To manage their health problems successfully elder and chronically ill people have to constantly monitor various parameters of their health state. For this they utilize a number of services provided by healthcare facilities. Commonly for each service an elder person has to visit a different doctor and a different place.

Current state of ICT makes it possible to automate part of the activities performed by medical staff at hospitals and integrate the provided services bringing them to people's homes in a single solution. The concept of integration of healthcare services being brought to the patient by different providers corresponds to the methodology of service-oriented computing. This methodology comprises a set of tools, technologies and best practices of developing an ICT solution that makes use of various services. Services in ICT sense are defined as discrete pieces of functionality that exist to solve certain business problems. These pieces of code are independent of

the programming languages used to develop them or to address them, of communication protocols that invoke them. Services can be easily addressed by any application that utilizes them consuming the data from this application and producing certain output for the invoking application in the end [16]. Such independence of services from the environment enables the service-oriented solution to be agile and scalable with easy adding or removing of functionality.

From another side, the daily routine of chronically ill and elder people consists of a number of simple activities performed in certain sequence. These activities include regular vital signs measurements performance, immediate documentation of measuring results, medication intake and other health-related information. As a rule the activities performed by an elder or chronically ill person are triggered by events occurring during the day including the approach of certain moments in time, changes in health state, initiatives of medical staff. Accordingly, it is possible to describe the typical day of a chronically ill or an elder person as a process that comprises measurement, documentation and communication activities with each activity being started with a certain event and resulting in another event. Furthermore, the resulting events of patient's actions can trigger activities conducted by other participants of a healthcare process. For example, an event indicating an emergency situation on the side of the patient can trigger the process of communication initiated by an emergency unit with further emergency unit dispatch or other kind of intervention.

While taking care of his health, the independent-living patient has to perform vital signs measurements with the use of different measuring devices and document the results making them available to medical staff for further analysis and treatment plan adjusting. The implementation of an ICT solution for elder and chronically ill people makes it possible to automate the communication of data from measuring devices to a single storage place which provides patients with options for sharing the information with others. To ensure that the solution is independent from the devices that are communicating data through, the process of uploading data from devices to a storage place shall employ the service-oriented methodology described above. This way the patient will be able to connect different kinds of measuring devices provided by various producers. All of the connected devices will communicate their data to a single information hub through a standardized set of services. By another set of services it shall be possible to upload the data from the information hub to the patient's personal healthcare record or another data storage place from where the data can be accessed and analyzed by medical staff.

So, from an IT point of view the routine of an elder or chronically ill person involved in a process of independent health state management can be described as an event-driven process with the patient consuming various services on each stage, all of them being integrated into one solution provided for the patient at home. The services utilized in the solution are provided by the devices used by the patient for health state monitoring and by medical facilities that access the patient's data and analyze it. According to this view it is proposed that the solution for elder and chronically ill people shall be developed on the basis of an event-driven SOA.

Diabetes focus

To narrow down the usage area of the proposed solution for the first prototypes it was decided to focus on patients with diabetes as a chronic disease where implementation of an ICT solution can bring the most benefit to suffering people.

Healthcare organizations around the world are paying special attention to the Diabetes disease with the increasing number of diabetes cases in many countries including Europe and United States. The World Health Organization (WHO) estimates that more than 180 million people worldwide have diabetes. This number is likely to more than double by 2030 [16]. Diabetes causes about 5% of all deaths globally each year [17]. According to 2004 data, in Europe 45.4 million people [18] suffer from diabetes mellitus. Since it has been shown that control of diabetes helps to decrease mortality and prevent long-term complications [8] it is important that further innovative developments are made in the area of diabetes management. Such a development can be an implementation of an ICT solution that will automate part of the activities involved in diabetes management process.

Daily routine of diabetes patients includes the need to take into account a lot of details on their health state. This requires frequent measurements of blood sugar level to be performed along with injections, constant control of the weight and special diet [19]. Effective diabetes management also calls for continuous monitoring of the patient's health state by a treatment specialist which requires from the patient a lot of documentation and reporting work.

The issues of diabetes management described above and its high prevalence make diabetes a worth-focusing case for an ICT solution that will help diabetes patients lead their life by reminding them of necessary activities, automatically uploading data on their health state to a storage place, tracking patient's health condition and alerting medical staff on major threats. Diabetes is an

incurable disease and thus a patient with diabetes has to receive a lifelong treatment. The ICT solution for people with diabetes will focus especially on elder people with this condition, since they have not only to cope with problems caused by the disease itself, but also with issues brought up by the ageing process.

Usage scenario

The proposed solution will be utilized by its user for easier maintenance of health caring routine including automated documentation of vital signs, reminding of medical activities to be performed, alerting the necessary medical staff in case of emergency situation, and providing interfaces for medical information review.

A typical user of the proposed solution is aged 60 or more and suffers from diabetes. According to the doctor's recommendations patient's vital signs should be constantly monitored.

So, on time when a certain measurement should be performed or a medication should be taken by the patient, a reminder is displayed on his mobile device. When a measurement is performed all the data from the patient's measuring devices is automatically transferred to the mobile device that the patient carries around constantly and that is capable of uploading data to a patient's Personal Health Record system (PHR) for further storage and sharing. Each time the patient takes a medication he registers the intake through the system's interface. Medication intake data entries are stored in the patient's PHR as well.

The patient's doctor, his family and the patient himself can access the PHR anytime and review the patient's medical information. In case of any alerting changes in vital signs the doctor can adjust the treatment plan or schedule an examination. In this case system alerts the patient of the changes in the PHR.

During the day the patient constantly wears a fall detecting device. With its help the body position is being monitored by the system. If the system registers a fall it automatically alerts the emergency unit. The emergency normally tries to contact the patient and dispatches a team if needed. The system also monitors all the data uploaded by the patient's devices for any critical values. In case a peak in vital signs is registered by the system the doctor is automatically notified. His decision then maybe to contact the patient, notify the emergency unit or access the PHR for further review. The same alerting mechanism works if the patient does not perform any activity after a certain critical time since the reminder being sent passes. All the critical times, measurement results values and reminding schedule are derived from the treatment plan which is formed and uploaded by the doctor.

Functional requirements

For the usage scenario described above to be realized in the proposed solution the functionality of the system for independent living with chronic diseases shall include the following functions as a basis.

1. Automated immediate upload of data from measuring devices to an information hub that is constantly carried around by the patient.
2. Translation of all incoming data into the PHR data format and automated upload of patient's data to PHR.
3. Constant monitoring of all patient's data for critical values and alerting of emergency unit and doctor when needed.
4. Reminding the patient on the necessary activities to be performed during the daily routine.
5. Monitoring of patient's reaction to reminders and alerting the doctor if no action is taken for the critical time.
6. Automated retrieval of the reminding schedule, critical waiting times and critical values for each vital sign from the treatment plan formed and uploaded by the doctor.
7. Providing interfaces for the patient's manual documentation of medication intake, automated upload of documented data to PHR.
8. Providing interfaces for PHR review.
9. Providing means of communication among the users of the system including the patient, the doctor, the emergency unit and users with whom patient decides to share his medical records, such as family members.

Architecture description

Based on the functional requirements defined according to the chosen scenario the high-level architecture of the system is defined as the following consisting of 3 parts (see Figure 1):

◆ Presentation or User Interfaces layer

This is the top-most level of the system. The main function of it is to translate user's actions into tasks for the systems, collect the data to be processed on the next application layer of the system, translate results provided by the system into the user-understandable format.

◆ Logic or Application layer

This layer is a core of the system as it is responsible for coordination of the application, processing commands, making logical decisions and evaluations, performing analysis and calculations. It also moves and processes the data between the two surrounding layers.

◆ Data layer

Here the information is stored and retrieved from a database. The information is then passed back to the logic layer for processing and then eventually back to user.

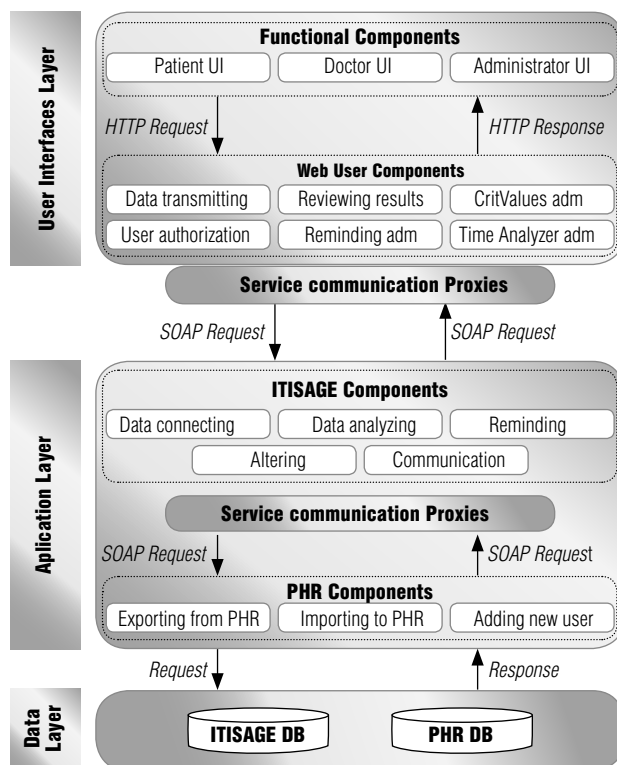


Figure 1. High-level architecture

User interfaces layer

The user interfaces layer is built as a client-server architecture. It consists of the user interfaces browser layer (client side) and web application layer (server side). The client offers the web user interfaces for different groups of system users: Patients, Doctors and Administrators. Client is realized as web pages constructed with the use of HTML, JavaScript, CSS, and JSP and is accessible via web browser on the mobile phone or on PC. The client communicates with the server via HTTP standard in order to provide the users with the full range of functionality.

Web application layer represents the server and consists of six functional components compiled according to the major functions that the user should be able to perform through the corresponding interfaces. These functional components are: user authorization, data transmission, reviewing results, reminding administration, critical values and time analyzer administration. The functional components are connected via Service Communication Proxies with the web services running on the application layer. Service Communication Proxies communicate the data gathered through the user interfaces to the application layer web services and receive the result back via SOAP communication standard.

Application layer

The application layer of the system serves to process all

the data transferred between user interfaces and the data storage layer so that the data exchange between these layers would be possible. The functionality of the application layer includes:

- ◆ calculation and generation of reminders that are to be sent to the user on occasion of necessary medication intake or vital sign measurement;
- ◆ conversion between data formats provided by user interfaces and supported by PHR;
- ◆ analysis of all incoming vital signs data for the case of exceeding emergency vital signs thresholds;
- ◆ generation of alerting messages and calls in case of critical values present in vital signs or emergency button pressed by the patient;
- ◆ communication of reminding and alerting information to the corresponding contacts through integration with SIP API;
- ◆ support of the system administration process which allows to register new users in the system, retrieve and change information on reminders to be sent, change the information on critical vital signs values;
- ◆ exporting data to the PHR database and importing data from it;
- ◆ administration of the user's PHR account.

This functionality is realized on the application layer in the form of web services divided into two groups. The first group provides means for data exchange between different parts of the system and data processing, the other group is working directly with the PHR system writing and reading data from the PHR database as well as supporting PHR user account administration. Each web service has its own network address and can be accessed and used from other parts of the system or other applications. The communication with the web services is carried out via SOAP standard.

As part of its services the application layer contains two data connectors that convert data between devices output data format and PHR data format through an additional data format used by the solution. The application layer also incorporates analyzing components that are run on the server permanently. The time analyzing component does the work of constantly checking with the data generated from the treatment plan for determining the moments when reminders should be sent to a patient, or when an alerting component should be invoked due to patient's non-responsiveness to sent reminders. The data analyzing component compares all vital signs data incoming from the user interfaces layer with its critical values and invokes the work of alerting component if some of patient's vital signs go over the critical thresholds. The reminding and alerting compo-

nents are invoked by analyzing components and work to gather necessary information either for the patient or the doctor for further communicating this information with the help of communication component. The communication component establishes the connection to communication server and provides the functionality to send reminders and alerts in the form of text messages as well as to connect the patient with the emergency unit in case an emergency button is pressed by the patient.

Data layer

The data layer makes use of two databases containing all the information on the system users. The ITISAGE database temporarily stores the data on user's vital signs collected from the measuring devices and information needed to send proper reminders to the patient. The PHR database serves as a permanent data storage and contains all the information about system users, their vital signs history, their access rights, contact data etc.

Data flow

This data flow in the proposed architecture typically starts with both the patient and the doctor providing data for the system through corresponding user interfaces. The patient is reminded to provide measurement and medication intake data by reminders that are sent to the patient at times defined by the time analyzer based on the information provided by the doctor. The incoming data is translated into an analysis suitable format by one of the data connectors, processed by the data analyzer and converted with the help of the other data connector into a form defined by the PHR system requirements. After conversion the data is submitted into the PHR system with the help of the data importing PHR web service. If the data analyzer notices certain events in the data flow, it invokes the alerting functionality. End-users also perform data-retrieval operations. In this case the data is retrieved from the PHR by the data exporting PHR web service, processed by both data connectors being transformed from a PHR-suitable into the form which can be interpreted by user interfaces.

Implications

The emerging market of independent living and elder care has specific requirements with regards to consumption of electronic and real-world services. Independent living consumers use supportive services to increase their independence which are supplied by a diverse set of providers from different industries and size (SMEs and large enterprise) typically located in the local or regional ecosystem of the consumers. At the same time independent living is a sector that brings together diverse tar-

get groups / consumers such as seniors, family, or small service providers with large enterprises from different industries such as retailers, facility managers, care/nursing providers, consumer goods. To enable these stakeholders to collaborate in an Internet of Services environment the previously outlined specific requirements need to be considered. Research into the field of the Internet of Services is still in the early phases of the technology adoption lifecycle, meaning it is mainly used by innovators and early adopters, such as knowledge workers and innovative enterprises. To enlarge the user base and make IoS accessible to a broad audience the chasm between the early adopters and the large mass of mainstream users has to be bridged. Standards for providing, trading, composing and consuming services solutions are being established. The proposed approach to integrate the diverse set of devices in a service oriented fashion will enable an event-driven service oriented architecture thereby pervasiveness can be facilitated by enabling interaction between self-contained components of disparate applications that can be integrated in a "mix and match" fashion based on clear descriptions of the components' interfaces.

Existing technology such as the SAP Netweaver components can provide a technical infrastructure, but a number of operational and organizational questions need to be addressed such as sensitiveness of the domain, potential players of the market i.e. service providers and business models used.

Sensitive domain

As the health of the patient is concerned we are facing the privacy and personal data regulations. For different countries there are quite diverse legal rules and best practices of working with such sensitive data. All these regulations should be taken into consideration while developing the solutions for independent living and health management. On the other hand digitalization of the health care brings the problem of eInclusion. Elder people living distantly could feel the isolation while using independent living solutions. In order to eliminate the lack of personal communication for example teleconferencing services can be used. To make sure that all new solutions and services are bringing value to end user and are developed according to the best practices, regulations and target audience demands peculiarities the certification process should be established.

Services providers

The sensitiveness of the domain as well as the essence of medical care that is mostly managed by government

limits the number and type of institutions that could provide independent living and telemedicine type of services. Logically the government bodies are the ones that can support some of the services such as medical care provision. But there is a room also for other players such as large health/nursing services providers that already have all needed certifications to work in the field, insurance companies that can create special elder care insurance plans to support elder users. Currently medical care market is an ecosystem of diverse players already so the independent living and telemedicine market that by the nature similar to it could operate in the same way.

Business models

Different business models could be used in independent living and telecare market. For the end users these services can be fully or partially provided by government. If government covers only part of the cost patient or insurances companies take the burden for the rest of the cost. Service providers can charge their customers for service provision, for infrastructure set up and maintenance etc. To sum up the diversity of the market players as well as products and solutions brings the possibility of the different business models to be used.

Conclusions

The solution proposed in this article considers the implementation of an IT system that deals with the problems of elder and chronically ill people helping them to maintain their daily routine through making use of reminding mechanisms, automation of vital signs documentation, monitoring of health state and alerting the medical staff in case of emergencies. The solution also employs a PHR system as one of its parts which makes it possible for the patient to store and share easily all his medical data with the doctor or other people.

The proposed solution is developed with regards to the principles of service-oriented architecture and event-driven business process models. Implication of these principles gives the solution certain benefits, such as scalability, versatility and portability. The fact that the proposed solution is composed from different services run on a web server makes it possible to add various monitoring devices to the solution, to diversify the activities that are supported by the system, to add other participants of the health caring process as users, all done by developing and implementing new services on the server. In the same way, by removing one services and adding others the system can be easily tailored to the needs of the patient, including the change of chronic disease put in focus. Running the services on the web server and storing user's data in a remote stor-

age place makes the solution easily portable and highly undependable on the user's hardware configuration or physical location.

Considering the focus of the solution being on the supporting life of elder and chronically ill people its actual implementation shall be of great social and economic impact. It is now acknowledged by the governments of all developed countries that improving life of elder and chronically ill people especially with the focus on moving the patients from the hospitals to self-managing their health at home is economically justified. Chronic diseases and old population health problems nowadays already require huge investments. With the share of chronic diseases accountable for deaths growing quickly and population on the whole getting older the amount of investment needed would increase even further in the future. The possibility of elder and chronically ill people to take care of themselves at home can shorten the number of human resources needed for managing health problems of one patient as well as the amount of time spent by the medical staff on each patient. However, for being able to take care of themselves properly elder and

chronically ill people needed a supporting system. With the implementation of the solution proposed in this article chronically ill and elder people would receive the necessary support for better independent living and easier coping with their health problems at home.

Potentially the solution can be expanded by other providers developing and implementing new services for the system. Such additional providers may include other health caring facilities, like pharmacies, or non-specialized providers who would like to tailor their products to the needs of senior or chronically ill people, for example, shopping centres. The underlying service-oriented architecture also makes it possible to integrate the proposed solution with other IT solutions implicated in the living process of the users. For example, the solution proposed can be integrated with the hospital's ERP system for easier billing process or with insurance systems.

Therefore, ICT solution proposed in this article connects existing services and products, provides ability to develop new services and products, and by gaining synergetic effect helps solving problems of elderly and chronically ill.■

Литература

1. DG SANCO, DG ECFIN & DG EMPL Healthy ageing: keystone for a sustainable Europe, European Commission, 2007 [Electronic resource]. Access mode: http://ec.europa.eu/health/ph_information/indicators/docs/healthy_ageing_en.pdf (accessed 1 July 2009).
2. European Commission. Communication from the Commission: Ageing well in the Information Society. An i2010 Initiative. Action Plan on Information and Communication Technologies and Ageing, 2007 [Electronic resource]. Access mode: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/en/com/2007/com2007_0332en01.pdf. (accessed 1 July 2009).
3. European Commission. Communication from the Commission: Green Paper on 'Confronting Demographic Change: A New Solidarity Between the Generations', 2005 [Electronic resource]. Access mode: http://ec.europa.eu/employment_social/news/2005/mar/comm2005-94_en.pdf. (accessed 1 July 2009).
4. Levy J. Demographic changes in Europe: Opportunity or threat? // Medical Marketing. — 2007. — №7, p. 287-293.
5. Suhrcke M., Nugent R., Stuckler D., Rocco L. Chronic Disease: An Economic Perspective, Oxford Health Alliance, 2006 [Electronic resource]. Access mode: <http://www.oxha.org/knowledge/publications/oxha-chronic-disease-an-economic-perspective.pdf>. (accessed 1 July 2009).
6. Mathers C. D., Loncar D. Updated Projections of Global Mortality and Burden of Disease, 2002 – 2030: data Sources, Methods and Results. World Health Organization, Geneva (Evidence and Information for Policy Working Paper), 2005.
7. Gijzen R., Hoeymans N., Schellevis F. G., Ruwaard, D., Satariano, W. A., van den Bos, G. A. Causes and consequences of comorbidity: a review. // Clin. Epidemiol. — 2001. — №54, p. 661 – 674.
8. Azar M., Gabbay R. Web-based management of diabetes through glucose uploads: Has the time come for telemedicine? Review. // Diabetes Research and Clinical Practice. — 2009. — №83, p. 9 – 17.
9. OECD Health Data, 2006 [Electronic resource]. Access mode: http://www.oecd.org/document/30/0,2340,en_2649_7407_12968734_1_1_1_37407,00.html (accessed 20 May 2009).
10. European Commission. Communication from the Commission: "i2010 – A European Information Society for growth and employment", 2005 [Electronic resource]. Access mode: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0229:FIN:EN:PDF> (accessed 1 July 2009).

11. European Commission Cordis website [Electronic resource]. Access mode: <http://cordis.europa.eu/> (accessed 1 July 2009).
12. ICT & Ageing: European Study on Users, Markets and Technologies. Preliminary findings, 2008 [Electronic resource]. Access mode: http://www.ict-ageing.eu/ict-ageing-website/wp-content/uploads/2008/11/ictageing_vienna_handout_final2.pdf (accessed 1 July 2009).
13. Continua Alliance website [Electronic resource]. Access mode: <http://www.continuaalliance.org/about-the-alliance.html> (accessed 1 July 2009).
14. GE and Intel to Form Healthcare Alliance. Press-release. [Electronic resource] Access mode: <http://www.intel.com/pressroom/archive/releases/20090402corp.htm> (accessed 1 July 2009).
15. Eurostat, 2006 Community survey on ICT usage in household and by individuals. [Electronic resource]. Access mode: <http://ec.europa.eu/eurostat> (accessed 1 July 2009).
16. Mittal K., Kanchanavally S. Pro Apache Beehive. — 2005. — p. 15-25.
17. Diabetes Factsheet. World Health Organization, 2008 [Electronic resource]. Access mode: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs312/en/index.html> (accessed 05 May 2009).
18. The global burden of disease. World Health Organization, 2004 [Electronic resource]. Access mode: http://www.who.int/entity/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004update_full.pdf (accessed 15 May 2009).
19. Wallace J. Diabetes daily routine, 2005 [Electronic resource]. Access mode: http://www.iowaonlinejournalism.com/online_journalism/JeffWallace/diabetes3.html (accessed 22 May 2009).
20. Заикина Н., Марухина Е., Сергеева Н. Дистанционная поддержка пожилых // Открытые Системы. — 2009. — №6.



Прогрессивные программы риск-менеджмента — это ключ к успешному развитию Вашего бизнеса!

«Международный Институт Исследования Риска» обеспечивает обучение и консультирование в управлении рисками в течение более чем 9 лет.

Чтобы достичь устойчивости в развитии компании, сотрудники должны обладать современными знаниями в рамках разработанных нами обучающих программ.

Преимущества наших учебных программ:

- комплексный подход;
- практическая направленность;
- актуальность и оперативность;
- профессионализм;
- гибкая система скидок.

Программы предназначены для: руководителей, менеджеров высшего и среднего звена предприятий, специалистов по стратегическому планированию и управлению, а также для тех, у кого есть желание повысить свой уровень знаний и навыков в области управления рисками организаций.

Обучение в «МИИР» проводится стабильным профессорско-преподавательским составом известных государственных ВУЗов и квалифицированными преподавателями-практиками (руководителями крупных организаций) с использованием авторских методических разработок.

Контакты: 117418, г. Москва, Новочеремушкинская ул., д. 42а.

Телефон: (495) 128-91-77, 128-91-67

e-mail: marfinuk@miir.ru, www.miir.ru

ЭКСПЕРТНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ВИРТУАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Т.Ю. Васильева,

кандидат технических наук, доцент, Московский авиационный институт.

Адрес: 127206 Москва, ул. Чуксин тупик, д. 5, кв. 66,

e-mail: vtu-74@mail.ru.

Современные программы управления процессами при виртуальном производстве не учитывают вопросы проведения испытаний разрабатываемых изделий, что сказывается на сроках и качестве их изготовления. В статье представлена методология создания экспертного модуля, предназначенного для совершенствования программных комплексов в области проведения всех видов испытаний.

Ключевые слова: CALS, логистика, метаданные, технический надзор, исполнительные производственные системы.

С целью интеграции промышленных автоматизированных систем проектирования и управления созданием и эксплуатацией сложной техники применяются CALS (computer aided logistics support) — технологий, преимущества которых проявляются в улучшении качества изделий за счет более полного учета имеющейся информации при проектировании и принятии управленческих решений, сокращении материальных и временных затрат на проектирование и изготовление изделий, значительном снижении затрат на эксплуатацию. При этом существенно облегчается решение проблем ремонтпригодности, интеграции продукции в различного рода системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации и т.п. [1].

CALS-технология — это технология комплексной компьютеризации сфер промышленного производства, комплексность обеспечивается унификацией и стандартизацией спецификаций промышленных изделий на всех этапах их жизненного цикла. Основные спецификации представлены проек-

тной, технологической, производственной, маркетинговой, эксплуатационной документацией. В CALS-системах предусмотрены хранение, обработка и передача информации в компьютерных средах, оперативный доступ к данным.

В связи с возникшими практическими потребностями рядом комиссий и комитетов в рамках международных организаций были начаты работы по созданию информационных технологий взаимодействия предприятий и выражающих их международных стандартов. В настоящее время в ведущих индустриальных странах мира созданы национальные организации, координирующие работу в области CALS-технологий. В международном масштабе развитием CALS помимо ISO (International Standard organization) занимаются и такие организации, как ICC (International CALS-congress), EIA (Electronics Industry Association), IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) и др. В России в рамках Госстандарта создан технический комитет № 431 «CALS-технологии».

Таблица 1.

Вид обеспечения CALS	Характеристика вида представлена
лингвистический	языками и форматами данных о промышленных изделиях и процессах, используемых для представления и обмена информацией на этапах жизненного цикла изделий.
информационный	базами данных, в которых имеются сведения о промышленных изделиях, используемых разными системами в процессе проектирования, производства, эксплуатации и утилизации продукции (серии международных и национальных CALS-стандартов и спецификаций).
программный	программными комплексами, предназначенными для поддержки единого информационного пространства этапов жизненного цикла изделий (системы управления документами и документооборотом, управления проектными данными (РЭМ), взаимодействия предприятий в совместном электронном бизнесе (СРС), подготовки интерактивных электронных технических руководств и некоторые другие).
математический	методами и алгоритмами создания и использования моделей взаимодействия различных систем в CALS-технологиях (методы имитационного моделирования сложных систем, методы планирования процессов и распределения ресурсов).
методический	методиками выполнения таких процессов, как параллельное (совмещенное) проектирование и производство, структурирование сложных объектов, их функциональное и информационное моделирование, объектно-ориентированное проектирование, создание онтологии приложений.
технический	аппаратными средствами получения, хранения, обработки и визуализации данных при информационном сопровождении изделий (линии передачи данных и сетевое коммутирующее оборудование).
организационный	различного рода документами, совокупностью соглашений и инструкций, регламентирующих роли и обязанности участников жизненного цикла промышленных изделий.

Развитие CALS-технологий стимулирует образование виртуальных производств, при которых процесс создания спецификаций с информацией для программно управляемого технологического оборудования, достаточной для изготовления изделия, может быть распределен во времени и пространстве между многими организационно автономными проектными организациями.

Главная задача создания и внедрения CALS-технологий — обеспечение единообразных описания и интерпретации данных независимо от места и времени их получения в общей системе.

CALS-технологии не отвергают существующие автоматизированные системы проектирования и управления, а являются средством их эффективного взаимодействия. Поэтому интеграция автоматизированных систем на современных предприятиях должна быть основана на CALS-технологиях. Внедрение их требует освоения имеющихся технологий и CALS-стандартов, развития моделей, методов и программ автоматизированного проектирования и управления. Важные проблемы, требующие решения при создании CALS-систем — управление сложностью проектов и интеграция программного обеспечения, включая вопросы декомпозиции проектов, распараллеливания проектных работ, целостности данных, межпрограммных интерфейсов и др.

Проблематика CALS имеет ряд аспектов, представленных в таблице 1.



Рис. 1. Системы автоматизации этапов жизненного цикла изделий РЭС.

Основные этапы жизненного цикла промышленных изделий представлены на *рис. 1*, где:

CAE — (Computer Aided Engineering) — автоматизированные расчеты и анализ;

CAD — (Computer Aided Design) — автоматизированное проектирование;

CAM — (Computer Aided Manufacturing) — автоматизированная технологическая подготовка производства;

SCM — (Supply Chain Management) — управление цепочками поставок.

Современные САПР (или системы CAE/САП), обеспечивающие сквозное проектирование сложных изделий или, по крайней мере, выполняющие большинство проектных процедур, имеют многомодульную структуру.

Для решения проблем совместного функционирования компонентов САПР различного назначения разрабатываются системы управления проектными данными — системы PDM (Product Data Management). Они либо входят в состав модулей конкретной САПР, либо имеют самостоятельное значение и могут работать совместно с разными САПР.

Функции управления на промышленных предприятиях выполняются автоматизированными системами на нескольких иерархических уровнях.

Автоматизацию управления на верхних уровнях от корпорации (производственных объединений предприятий) до цеха осуществляют АСУП, классифицируемые как системы ERP (Enterprise Resource Planning), выполняющие различные бизнес-функции, связанные с планированием производства, закупками, сбытом продукции, анализом перспектив маркетинга, управлением финансами, персоналом, складским хозяйством, учетом основных фондов и т.п.

АСУТП контролируют и используют данные, характеризующие состояние технологического оборудования и протекание технологических процессов. Именно их чаще всего называют системами промышленной автоматизации.

Для выполнения диспетчерских функций (сбора и обработки данных о состоянии оборудования и технологических процессов) и разработки программного обеспечения для встроенного оборудования в состав АСУТП вводят систему SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

На этапе реализации продукции выполняются функции управления отношениями с заказчиками и покупателями, проводится анализ рыночной си-

туации, определяются перспективы спроса на планируемые к выпуску изделия.

На этапе эксплуатации применяются специализированные компьютерные системы, занятые вопросами ремонта, контроля, диагностики эксплуатируемых систем.

Перечисленные автоматизированные системы могут работать автономно, и в настоящее время так обычно и происходит. Однако эффективность автоматизации будет заметно выше, если данные, генерируемые в одной из систем, будут доступны в других системах, поскольку принимаемые в них решения станут более обоснованными.

Чтобы достичь должного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем, требуется создание единого информационного пространства не только на отдельных предприятиях, но и, что более важно, в рамках объединения предприятий. Единое информационное пространство обеспечивается благодаря унификации, как формы, так и содержания информации о конкретных изделиях на различных этапах их жизненного цикла.

Унификация формы достигается использованием стандартных форматов и языков представления информации в межпрограммных обменах и при документировании.

Унификация содержания, понимаемая как однозначная правильная интерпретация данных о конкретном изделии на всех этапах его жизненного цикла, обеспечивается разработкой онтологии (метаописаний) приложений, закрепляемых в прикладных CALS-протоколах.

Унификация перечней и наименований сущностей, атрибутов и отношений в определенных предметных областях является основой для единого электронного описания изделия в CALS-пространстве.

Рассмотрим существующие системы управления данными, включенными в производственно-исполнительную систему:

- ◆ синтез расписаний производственных операций;
- ◆ распределение ресурсов;
- ◆ диспетчирование потоков заказов и работ;
- ◆ управление документами;
- ◆ оперативный контроль качества;
- ◆ оперативная корректировка параметров процессов и др.

Мировыми лидерами среди программного обеспечения ERP является система R3 SAP, Oracle Applications, Omega Production. Среди российских АСУП — системы «Парус», «Галактика», «Флагман», «Компас» и др.

Все перечисленные системы имеют подсистему «Производство» или «управление производством», которые служат для сопровождения данных об изделиях, планирования и оперативного управления производственными процессами, однако ни одна из них не имеет модуля, решающего вопросы проведения испытаний.

Как известно, процесс проведения испытаний во многом творческий, а методики составляются в технических условиях на изделия конкретных видов. К тому же, процесс проведения испытаний должен осуществляться специалистом с большим стажем работы в данной отрасли и лучше — на предприятии-производителе.

Современное производство РЭС, которое стремится вывести свою продукцию на мировой уровень и включиться в структуру виртуального производства обязано учесть этот весомый довод. На сегодняшний день явно видны проблемы связанные, как с недостаточным количеством высококвалифицированных инженеров-испытателей, так и программных комплексов, помогающих решать данную задачу.

Например, программный комплекс, созданный компанией-разработчиком ERP-систем «Компас» (г. Санкт-Петербург) составлен из информационных модулей, базы данных и конфигурацию которых формируют по требованиям компании — заказчика [2]. Данный программный комплекс рассчитан на решение следующих производственных задач:

- ◆ подготовки и ведению конструкторско-технологической документации;
- ◆ оперативной работе по сопровождению заказов.

Однако, сейчас ведутся переговоры с разработчиками ERP-системы «Компас» о доработке программного модуля, решающего общепроизводственные задачи. Предлагается осуществить его дополнение экспертными данными о процессе проведения испытаний для предприятий радиопромышленности.

В рамках НИР «Разработка информационной системы анализа и учета сертификационной продукции» кафедры «Конструирование, технология и производство РЭС» МАИ (ГТУ) проводятся работы по созданию методологии проведения испытаний [3].

Были разработаны экспертные системы по созданию виртуальных приборов и методик проведения испытаний электротехнических изделий [4]. Экспертные системы были созданы с использованием различных программных оболочек по методике структурирования баз знаний ЭС ТПП РЭА, которая включена в стандарт предприятия («Опытный завод №408 ФАС России» г. Москвы) и активно используется для создания экспертных систем на предприятиях радиопромышленности [5].

Таким образом, предлагается совершенствовать существующие программные комплексы ERP систем экспертными подсистемами, решающими задачи проведения всех видов испытаний, что несомненно повлечет за собой сокращение сроков разработки и производства продукции, повышения её качества, а следовательно — конкурентоспособности на мировом рынке.■

Литература

1. Норенков И.П., Кузьмик П.К. Информационная поддержка наукоемких изделий. CALS-технологии. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002.-320с.: ил.
2. Организация управленческого учета на базе ERP- системы «Компас» www.compass.ru
3. Информационно-измерительная экспертная система проведения испытаний технических средств по требованиям безопасности// «ChipNEWS — инженерная микроэлектроника», 2008, №6, с.41- 44.
4. Васильева Т.Ю., Филатова А.И. Интеллектуальная информационная система проведения испытаний технических средств по требованиям безопасности// «Информатика: проблемы, методология, технологии» Материалы IX международной научно-методической конференции. — Воронеж, 12-13 февраля 2009, с. 170-173.
5. Васильева Т.Ю. Методика структурирования технологических знаний о производстве РЭА// XVII Международный научно-технических семинар «Современные технологии в задачах управления, автоматизации и обработки информации» Сборник докладов — С-Пб.: Изд-во ГУАП, 18-25 сентября 2008, с.7.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ НОРМАТИВНО СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

К.А. Линев,

аспирант кафедры кибернетики Московского института электроники
и математики (технического университета).

Адрес: г. Москва, Б.Трехсвятительский переулок, д. 3,
e-mail: ZnTenshi@hotmail.com.

В статье рассматривается задача построения систем управления нормативно справочной информацией (СУ НСИ) для систем сбора, контроля качества и обработки статистической информации. Выделяются особенности, характерные для СУ НСИ, предназначенных для использования в области автоматизации статистических исследований, формулируются требования к таким системам. Рассматриваются подходы к построению некоторых из компонентов изучаемых систем на основании опыта построения СУ НСИ для Всероссийской переписи населения 2010 года (ВПН-2010).

Ключевые слова: мастер-данные, древовидный справочник, статистические обзоры, компьютерная поддержка, статистический справочник.

Под термином нормативно-справочная информация (НСИ), или мастер-данные, как правило, понимают условно-постоянную часть всей корпоративной (учрежденческой) информации, не претерпевающую существенных изменений в процессе повседневной деятельности организации, на основании которой формируются текущие документы. [1]

В крупных, особенно — территориально-распределенных компаниях, в силу исторического их развития, часто сосуществует большое количество действующих систем ведения НСИ, в том числе и не автоматизированных, а также различных спра-

вочников, часто никогда не предназначавшихся для использования в IT инфраструктуре. При этом в каждой такой системе присутствуют собственные источники пополнения НСИ. Эта ситуация оказывается серьезным препятствием на пути интеграции корпоративной IT-инфраструктуры и вызывает огромные трудности при обмене данными между локальными приложениями, а также при создании сводных аналитических отчетов.

Одним из ярких примеров предприятий, которым приходится работать с большим количеством НСИ, являются органы государственной статистики и частные статистические компании. Огромное

количество различных справочников и таблиц используется при обработке данных различных исследований, проводимых этими организациями. При этом справочники постоянно обновляются по результатам уже проведенных исследований, территориально-административных изменений, изменений законодательства и по множеству других причин. Рассмотрению вопросов организации СУ НСИ в контексте работы именно таких предприятий и посвящена эта работа.

СУ НСИ наряду с самой информацией включает также комплекс средств ее поиска, хранения, обработки и распределения, методов ее ведения, поддержания в актуальном состоянии, а также совокупность организационно-распорядительных документов и регламентов, регулирующих использование и ведение данных НСИ. [2]

Любая претендующая на промышленное использование информационная система должна поддерживать управляемые ею данные на высоком уровне качества. Важную роль играют критерии, которые на сегодня универсальны для любых типов корпоративных данных, такие как полнота, непротиворечивость, корректность и актуальность. Причем применительно к данным НСИ, жизненный цикл которых по определению превышает аналогичный цикл для оперативных данных, они имеют еще большее значение.

Вместе с тем, помимо этих классических критериев (реализация которых на сегодня обеспечивается вполне отработанными методиками проектирования данных и надежными программными продуктами), существуют и более специфические, характерные именно для НСИ. Это идентифицируемость и уникальность, которые обеспечивают однозначную и уникальную идентификацию данных, что необходимо для установления ссылок на них из других элементов НСИ и прикладных документов [2].

СУ НСИ для систем информационного обеспечения статистических исследований обладают рядом особенностей, которые приводят к особенной актуальности качественного управления НСИ в таких системах. Перечислим наиболее заметные из этих особенностей.

Полный цикл жизни СУ НСИ в течение сравнительно небольшого промежутка времени. Поскольку практически каждое статистическое исследование уникально за счет как различия требований разных организаций к содержанию статистической информации, так и изменения представления о содержании исследования на основании уже про-

веденных аналогичных исследований, для каждого исследования необходимо заново производить первичную загрузку и развертывание системы. Каждое исследование также потребует новых способов работы с бизнес-приложениями.

Высокая стоимость восстановления утерянных в результате ошибок данных. Поскольку сбор информации и представляет собой суть исследования, в случае ее потери стоимость восстановления утраченных данных равняется стоимости их изначального получения. Таким образом, каждый сбой в СУ НСИ наносит серьезный урон всему исследованию. Это в свою очередь делает низкосортное управление НСИ неприемлемым в информационных системах, связанных с обработкой статистической информации.

Географическая удаленность элементов системы друг от друга. Любое крупное исследование связано с управлением большими объемами данных, получаемыми в удаленных друг от друга узлах системы. Это создает ряд специфических сложностей, начиная с проблем со связью между узлами, заканчивая различиями в местном времени.

Централизованность. В силу природы поставленной задачи, поток информации при сборе статистической информации всегда направлен к одному центральному узлу системы, в котором должна быть произведена обработка собранных данных. Эту особенность таких систем можно использовать при построении СУ НСИ для упрощения, а соответственно — повышения надежности таких систем.

Таким образом, разработка программного обеспечения для СУ НСИ сталкивается со следующим набором задач:

- ◆ Первичная загрузка мастер-данных
- ◆ Организация хранения мастер-данных
- ◆ Организация обновления и распространения мастер-данных
- ◆ Организация интерфейсов с бизнес-приложениями.

При выполнении всех этих операций, НСИ должна в каждый момент времени отвечать обозначенному выше набору критериев качества.

Для каждой из этих задач характерен собственный круг вопросов, которые необходимо решить при разработке ПО СУ НСИ.

При первичной загрузке данных возникает задача преобразования большого объема существующих разнородных справочников к некоторому эталонному виду. Типичной является ситуация, когда при проведении очередного большого статистического исследования приходится создавать для обработ-

ки его результатов отдельную информационную систему. Наиболее характерный способ хранения справочников в компаниях со слабой автоматизацией бизнес-процессов — электронные таблицы. Как правило, это файлы Excel или легко приводимые к ним форматы. Конечно, можно вручную переносить справочники, однако объемы справочной информации могут быть невероятно большими. Например, представьте себе всероссийский справочник, сопоставляющий городские кварталы и сельские населенные пункты их индексам. Даже если проделать всю эту работу вручную, количество допущенных в ней ошибок может обесценить справочник. Таким образом, возникает вопрос о необходимости автоматического преобразования данных.

Для решения этой проблемы в рамках проекта по техническому обеспечению Всероссийской переписи населения 2010 года была решена задача автоматического преобразования множества взаимосвязанных свободно редактируемых справочников, сохраненных в формате Excel в инструкции на языке T-SQL для СУБД Microsoft SQL Server по заполнению таблиц БД содержащимися в справочниках мастер-данными. Поскольку таблицы Word и многих других офисных приложений легко преобразуются в таблицы Excel путем прямого копирования данных, это решение фактически позволяет решить проблему первичного заполнения БД, входящей в СУ НСИ на основании эталонных справочников, хранящихся в виде электронных документов.

Приложение использует при работе метаданные о структуре справочников в формате XML и с помощью компонента Aspose Cells производит обработку документов Excel. Оно поддерживает сложные представления данных, такие, как древовидные справочники или связь записей различных справочников на основании их геометрического расположения на листе Excel. При загрузке производится контроль целостности данных, то есть загруженные мастер-данные гарантированно имеют корректную структуру.

Вторым по популярности после электронных документов способом хранения справочников в организациях являются «малые» СУБД, такие, как, например, Microsoft Access. Причем зачастую БД, в которых хранится НСИ, спроектирована неудачно и не обеспечивает должного качества НСИ. Кроме того, необходимо обеспечение связи между справочниками, загружаемыми из различных, до того не связанных источников.

В рамках того же проекта было создано приложе-

ние, решающее и эту задачу. Приложение работало с объемным, порядка 180000 записей, территориальным справочником, имеющим древовидную структуру. Оно обеспечивало обработку множественных локальных БД, содержащих часть этого справочника в виде плоских таблиц, и заполняло централизованный справочник с обеспечением всех нужных ссылок для формирования древовидного справочника.

После загрузки данных необходимо решить задачу об организации их хранения, обновления и распространения. В этом вопросе существуют три возможных подхода [1]:

- ◆ Централизованный, характеризующийся централизованным хранением эталонов мастер-данных
- ◆ Децентрализованный, характеризующийся созданием распределенного виртуального хранилища НСИ

- ◆ Смешанный, представляющий собой попытку объединить наилучшие качества предыдущих двух подходов.

Первый подход обладает целым рядом преимуществ, таких, как простота разработки и автоматическое решение проблемы поддержания целостности данных при условии замены всех копий на эталоны.

С другой стороны, представим себе систему, узлы которой расположены по всей России, каковым свойством обладает система, обеспечивающая работу любого всероссийского статистического исследования. Необходимость при каждой операции обращаться к некоторому центральному хранилищу, допустим, расположенному в Москве, не только приведет к катастрофическому падению скорости работы системы в узлах, расположенных в восточной Сибири, но и в ряде случаев просто сделает работу системы невозможной из-за отсутствия каналов связи с центральной системой.

Однако и традиционный распределенный подход в случае с всероссийским исследованием также не годится. Традиционным методом обновления справочников и поддержания целостности системы является ночная нормализация данных, когда никакие пользовательские операции не производятся. Однако что будет делать такая система, если в одном ее узле полночь, а в другом скоро полдень?

Таким образом, необходимо разработать некоторый гибридный механизм работы с распределенными данными, позволяющий обеспечить максимум преимуществ централизованного подхода, но при этом способный справиться со специфическими трудностями при работе на обширной территории.

Для решения этой проблемы предлагается с помощью методов теории графов оптимальным с точки зрения затрат сетевого трафика и времени образом разделить сеть на подсети, управляемые централизованным способом. Каждая такая подсеть должна быть связана с другими подсетями с помощью специального набора программных инструментов, позволяющего незаметно для подсети обеспечивать доставку в нее обновлений из центрального узла и передачу результатов работы. Важно отметить, что для обеспечения максимальной эффективности должны поддерживаться самые различные способы связи, начиная от защищенной передачи через Интернет и заканчивая транспортировкой данных на физических носителях.

В связи с последним требованием приходится признать, что информационная система, скорее всего, сможет гарантировать актуальность данных только в центральном узле, в подсетях же будет поддерживаться только локальная целостность и информация, необходимая для связывания данных с, возможно, изменившимися данными центрального узла в тот момент, когда это будет возможно.

Таким образом, будет обеспечена, с одной стороны, централизация управления НСИ в каждой отдельной подсети, с другой стороны, ценой необходимости поддержания репликации данных лишь на небольшом числе узлов будет достигнута гибкость и масштабируемость распределенной системы.

На данном этапе в ходе работы над СУ НСИ для статистических исследований удалось выделить свойственные таким системам особенности, кото-

рые должны учитываться при разработке. Поставлены основные задачи, которые должны решаться системой. Продемонстрирована возможность эффективного решения одной из поставленных задач — выполнения первичной загрузки данных из имеющейся у клиентской организации слабо структурированной информации — путем создания модулей, выполняющих загрузку данных из электронных документов и слабо структурированных БД в систему таблиц НСИ заданной структуры. Предложен способ решения задачи организации хранения, распространения и обновления данных с помощью двухуровневой схемы хранения, сочетающей свойства централизованной и децентрализованной моделей хранения данных.

В настоящее время производится исследование возможностей по практической реализации предложенной в статье схемы хранения, обновления и распространения данных. Кроме этого ведется разработка механизма взаимодействия СУ НСИ с бизнес-приложениями, который предоставлял бы возможности максимально гибкого ввода и вывода данных в различных представлениях, сохраняя при этом идентифицируемость и уникальность всех записей, управляемых системой. ■

Литература

1. Ярослав Помазков, «Системы НСИ: мировой опыт и тенденции развития», журнал PC Week, №522, Москва, 2006 г.
2. Дмитрий Гулько, «Мастер-данные: найден кратчайший путь к COA», CNews, Москва, 2006 г.



*Издательство «Техносфера»
пополнило серию «Мир программирования»
новой книгой
Виктора Александровича Сердюка,
преподавателя кафедры управления
разработкой программного обеспечения
ГУ-ВШЭ
и генерального директора ЗАО «ДиалогНаука»
«Новое в защите от взлома
корпоративных систем».*

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРЕДПРИЯТИИ

А.А. Шутов,

старший преподаватель Нижегородского филиала
Государственного университета-Высшей школы экономики,
Адрес: г. Нижний Новгород, ул. Б.Печерская, д. 25/12,
Нижегородский филиал ГУ-ВШЭ,
e-mail: ashutov@hse.nnov.ru.

Д.Н. Трушин,

ООО «Теком», инженер-исследователь,
e-mail: trushin@tecomgroup.ru.

В данной статье рассматривается проблема оценки экономической эффективности внедрения информационных систем на предприятиях, а также риски, связанные с внедрением. Авторами предлагается возможный метод решения, основанный на имитационном моделировании и принятии решения по его результатам. Имитационное моделирование позволяет эффективно строить ситуации с большим количеством параметров и зависимостей.

Ключевые слова: имитационное моделирование, корпоративные информационные системы, эффективность внедрения, принятие решений.

Введение

Корпоративные информационные системы (КИС) являются неотъемлемой частью современного бизнеса. Существуют различные классы КИС, начиная от систем, обеспечивающих возможность получения некоторой аналитической информации по предприятию, и заканчивая сложными системами управления производством. В каждом классе представлен широкий выбор продуктов от разных производителей. Стоимость подобных систем для средних и крупных предприятий измеряется десятками и сотнями тысяч долларов. Для крупных компаний топливно-

энергетического комплекса или гигантов машиностроения это могут быть и миллионы. В связи с этим у руководителей предприятий возникает естественный вопрос об эффекте, который может принести подобная система.

Сложности расчёта эффекта от внедрения ИТ-проекта, риски

Расчет эффекта от внедрения любого сложного программного продукта нельзя произвести, используя только стоимость владения и финансовые показатели отдачи продукта, так как преимущества, которые обеспечивает внедрение информаци-

онных систем, не всегда связаны с автоматизацией работ персонала предприятия. В результате автоматизации появляются косвенные преимущества: например, благодаря ускорению обработки заказов, можно увеличить лояльность клиентов к компании, или же компания может предоставлять большее количество услуг своим клиентам, что обеспечит приток новых клиентов.

Для учета прямых и косвенных факторов использоваться «смешанный» («сбалансированный») подход. Основная сложность в данном подходе заключается в том, что для его эффективного применения предприятию необходимо самостоятельно разработать собственную детальную систему показателей и внедрить ее во всех подразделениях по всей цепочке использования продукта.

Кроме учета финансовых показателей и косвенного влияния, необходимо учитывать возможные риски при, и после автоматизации:

- ◆ проектные риски при создании системы,
- ◆ бизнес-риски, связанные с эксплуатацией системы (возникающие, в конечном счете, из-за технических рисков). Например, у пользователя постоянно перебои с доступом к «Личному кабинету» в системе, соответственно пользователь меняет поставщика услуг,
- ◆ бизнес-риски, связанные с изменением бизнес-процессов. При этом потери происходят оттого, что: а) бизнес-процессы надо изменять, а информационная система не готова к этому, и потери связаны с неоптимальным функционированием бизнеса, и б) оттого, что имеется стоимость модификации системы,
- ◆ технические риски, состоящие в простоях, отказах, потере или искажении данных и т.п.цц

В связи со сложностью учета всех параметров, в настоящее время еще не сформирована целостная методология расчета экономической эффективности внедрения ИТ-проектов, и нет программных продуктов, которые обеспечили бы реализацию данной задачи.

Таким образом, целью данной работы является исследование методов оценки эффективности внедрения информационных систем и разработка комплексного подхода для оценки эффективности внедрения.

Направления имитационного моделирования

Для решения подобных задач, в настоящее время применяются системы имитационного моделирования, которые позволяют получить результат там, где, в связи с большим количеством исходных дан-

ных, получить его аналитически не возможно.

Можно выделить несколько направлений применения имитационного моделирования на предприятии:

◆ моделирование ситуации, когда на предприятии надвигается внедрение сложного программного продукта. Необходимо перед таким мероприятием оценить будущий экономический эффект, изменения касающиеся реструктуризации персонала и его дальнейшего функционирования;

◆ моделирование в случае оптимизации планирования и управления ресурсами предприятия. Можно выделить два уровня планирования и управления. Стратегический уровень, здесь идёт речь о долгосрочном планировании на глобальном уровне. Суть оперативного уровня состоит в эффективном оперировании в краткосрочной перспективе уже существующими ресурсами и их оптимизации.

Говоря о сценариях использования имитационных моделей на практике можно выделить следующие:

- ◆ модель полностью встроена в производственный бизнес-процесс и запускается автоматически при выполнении соответствующих операции;
- ◆ модель оформлена в виде утилиты, регулярно запускающейся при принятии оперативных решений;
- ◆ модель создаётся для оценки и сравнения вариантов предполагаемых изменений или выработки оптимальной стратегии;
- ◆ модель создаётся с целью динамической визуализации работы проектируемого объекта;
- ◆ модель оформлена в виде распределённой игры, использующейся для обучения сотрудников.

Важно на начальном этапе проекта или оптимизационного мероприятия выделить необходимость использования имитационного моделирования. Иногда при анализе задачи становится ясно, что решить задачу можно более простыми методами, например с помощью линейного программирования, и в качестве инструментария при анализе и принятии решений часто используются простые математические вычисления, которые предоставляют некоторую статическую оценку. Но стоит отметить, что при таком подходе нет возможности качественно учесть ни динамику развития событий, ни стохастическую составляющую. Решение такой проблемы достигается применением систем поддержки принятия решения на основе имитационного моделирования, которые позволяют учитывать большинство факторов и их взаимосвязей, проанализировать поведение моделируемой системы во времени и оптимизировать её параметры, что качественно сказывается на результатах оценки ре-

шений, значительно повышая их надёжность.

Эффективное управление ресурсами предприятия заключается в эффективном управлении всеми ресурсами и фактически сводится к долгосрочному и краткосрочному планированию и требования могут предъявляться совершенно разные. Единственным методом, который бы позволил найти оптимальное решение, является полный перебор всех возможных вариантов развития событий, но это представляет собой не решаемую задачу. Разработка оптимизирующих имитационных решений позволяет проиграть различные схемы управления, проанализировать различные варианты развития событий, на основе которых можно выбрать наиболее эффективное, близкое к оптимальному решение.

Пути решения

Для обеспечения реализации заданной цели необходимо разработать Систему, которая должна являться каркасом, для разработки и анализа моделей по оценке эффективности внедрения информационных систем на предприятии.

Система должна состоять из следующих модулей:

1. модуль ввода данных
2. модуль имитационного моделирования и банк моделей
3. модуль принятия бизнес-решения.

Общая схема взаимодействия модулей системы представлена на рис. 1

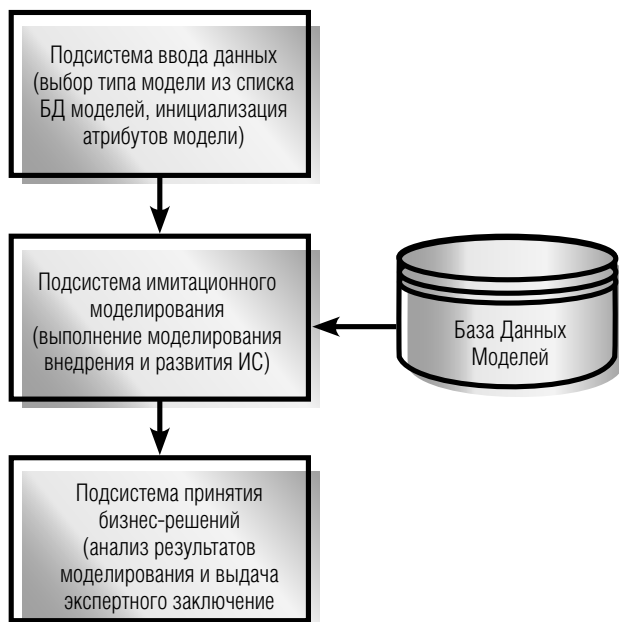


Рис. 1. Схема взаимодействия модулей системы

Рассмотрим более подробно каждый из модулей:

1. Модуль ввода данных

Должен обеспечивать возможность ввода общих параметров модели, а так же возможность ввода дополнительных параметров с описанием правил влияния данных параметров на модель.

Так как, в первую очередь эффективность внедрения информационной системы определяется степенью достижения поставленной цели вне зависимости от типа системы, то необходимо четкое определение целей проекта, задач, которые должны быть решены при внедрении системы. Для этого необходимо связать стратегические планы развития бизнеса и процесс развития информационной системы. После решения данной задачи, можно будет более четко определить какие результаты должна получить компания в результате внедрения информационной системы. Процесс выбора целей проекта является не тривиальным, так как большинство информационных систем не имеют непосредственного влияния на производственно-технологические процессы и поэтому, в таких случаях, нельзя ограничиваться общими формулировками: «увеличение капитализации фирмы», «достижение заданной прибыли» и т. д. Поставленные цели не всегда могут быть финансовыми, в некоторых случаях, они могут быть социально-экономическими. Экономическую цель, в некоторых случаях, сложно сформулировать с необходимой степенью определенности.

В зависимости от поставленных целей будут выбираться параметры модели, необходимые для выполнения процесса моделирования. Базовый набор параметров модели будет зависеть от используемой парадигмы моделирования и от исследуемой предметной области.

2. Модуль имитационного моделирования

Предполагается в качестве среды имитационного моделирования использовать программный продукт AnyLogic. Самым ответственным этапом в моделировании является правильное описание модели. Необходимо разработать модель для каждого типа информационных систем. Для начала, мы планируем ограничиться одним-двумя типами информационных систем.

При создании моделей могут использоваться различные парадигмы моделирования. Одни задачи легко решаются в рамках системной динамики, другие — с использованием агентного подхода, а третьи — в рамках дискретно-событийного подхода.

Описание поведения сложных систем является основной задачей имитационного моделирования.

ния. Например, в исследовании экономических и социальных систем, обычно используется метод системной динамики, позволяющий при моделировании абстрагироваться от единичных событий. При использовании методов системной динамики, основным средством описания структуры и функционирования моделей является описание причинно-следственных зависимостей параметров и характеристик системы. В противоположность методу системной динамики, агентный подход использует совершенно другой подход к моделированию, который основан на представлении единичных объектов системы со своими параметрами и поведением. При решении некоторых задач, данные подходы являются взаимозаменяемыми, т.е., существуют методики построения агентных моделей на основе системно-динамических и наоборот. Кроме того, иногда используются смешанные подходы к моделированию, которые используют более одной парадигмы.

При создании базы данных моделей выбор парадигмы будет обусловлен поставленными задачами, например, при необходимости учета факторов связанных с индивидуальными объектами предпочтительнее использовать агентный подход, который обычно дает более полные и качественные результаты.

Средство для автоматизации разработки моделей выходит за рамки данной Системы. На этапе подготовки базы знаний моделей, для создания моделей планируется использовать среду имитационного моделирования AnyLogic.

3. Модуль принятия бизнес-решения

Представление и анализ результатов моделирования является важнейшей задачей в моделировании. Под анализом понимается выполнение оценки полученных результатов, сравнение полученного состояния организации с исходным и выдача экспертного заключения об эффективности применения данной информационной системы на предприятии. Для решения данной задачи необходимо применение математического аппарата. Т.е. данный модуль будет определять оценку эффективности внедрения информационной системы, на основании результатов имитационного моделирования.

Для того, чтобы количественно оценить эффективность проекта, необходимо определить и проанализировать какие изменения (положительные и отрицательные) произойдут в бизнес-процессах после внедрения информационной системы, кроме того,

необходимо провести сравнение исходных значений и значений полученных на выходе модели.

Для оценки результатов внедрения, могут применяться различные методы для оценки затрат на внедрение системы и на оценку владения системой.

Существуют методики расчёта прямых затрат (Direct costing) на внедрение информационных систем на предприятии, но такой подход не даёт полной картины состояния предприятия на момент исследования.

Чтобы получить представление о полных расходах, используются затратные методы, среди которых можно назвать определение совокупной стоимости владения (TCO, total cost of ownership), а также связанных с ней истинной стоимости владения (RCO, real cost of ownership) и совокупной стоимости владения приложениями (TCA, total cost of application ownership). Основным среди перечисленных показателей является TCO, под которым понимается сумма прямых и косвенных затрат, которые несет владелец системы за период жизненного цикла последней. Существует две основных модели расчета совокупной стоимости владения: концепция, предложенная Gartner Group, и результат совместных усилий Microsoft и Interpose.

Gartner в своей методике акцентирует внимание на том, что помимо первоначальных затрат на собственно внедрение систем необходимы расходы (причем довольно значительные) на то, чтобы система работала. Gartner делит все ИТ-затраты на фиксированные и текущие. К фиксированным следует относить:

- ◆ стоимость внедрения проекта;
- ◆ привлечение внешних консультантов;
- ◆ первоначальные закупки основного программного обеспечения (ПО);
- ◆ первоначальные закупки дополнительного ПО;
- ◆ первоначальные закупки аппаратного обеспечения.

Фиксированными эти затраты называются потому, что делаются, как правило, один раз, на начальных этапах создания ИС. При этом выбор той или иной стратегии, аппаратной и программной платформ весьма существенно влияет на последующие текущие затраты.

Текущие затраты — расходы, обеспечивающие функционирование системы — требуются постоянно, пока система работает. Они состоят из трех основных статей:

- ◆ обновление и модернизация системы;
- ◆ управление системой в целом (администриро-

вание, обучение администрации и конечных пользователей, заработная плата, привлечение внешних ресурсов);

♦ «активность пользователя» (разработка приложений и дополнительные настройки, формальное и неформальное обучение, работа с данными, последствия некомпетентных действий пользователя — futz-фактор).

По некоторым данным, основные факторы, влияющие на ТСО, на 75% обусловлены проблемами конечных пользователей. Причем значительная часть затрат не только не закладывается заранее, но даже нигде не учитывается. Именно на них акцентируется внимание в модели подсчета ТСО, разработанной Microsoft и Interpose. Согласно этой методике, затраты делятся на прямые и косвенные.

Прямые затраты, как правило, предусматриваются в бюджетах центрального ИТ-департамента, а также рабочих или проектных групп по поддержке и внедрению информационных технологий внутри производственных и административных подразделений. К ним относятся затраты:

- на аппаратное и программное обеспечение (покупка или аренда, новая установка или обновление и т. д.);
- на управление (сетевое и системное администрирование, проектирование);
- на поддержку (служба технической поддержки, обучение, контракты на поддержку и сопровождение);
- на разработку (постановка задачи и разработка приложений, документации, тестирование и сопровождение);
- на телекоммуникации (каналы связи и их обслуживание).

Косвенные затраты — те, которые не поддаются планированию и часто даже не учитываются. Согласно исследованиям Interpose, они составляют свыше 50% средних расходов организаций на информационные технологии. К ним можно отнести:

- пользовательские затраты (персональная поддержка, неформальное обучение, ошибки и просчеты);
- простои (потеря производительности из-за выхода из строя оборудования или профилактические плановые остановки работы).

Как правило, проект внедрения КИС, являющийся в основном результатом благоприятной возможности, всегда сопровождается рисками, поэтому они являются корректирующими факто-

рами на систему показателей. Надо понимать, что реализация риска может принести как отрицательный результат, так и положительный. Исходя из критериев оценки проекта, в первую очередь необходимо идентифицировать все риски, способные в значительной мере повлиять на достижение его цели и успех. Главное — определить, какие риски действительно должны привлекать самое пристальное внимание. Начать работу по идентификации рисков следует с понимания сути проекта внедрения КИС: какова реальная цель проекта; какие результаты должны быть получены после завершения проекта; какие существуют временные, финансовые, ресурсные ограничения.

Выделим четыре существенных риска практически любого проекта, в том числе проекта внедрения КИС:

1. риск низкого качества результатов проекта — выполнение работ с низким уровнем качества и неспособность удовлетворять разумные требования конечных пользователей;
2. риск срыва сроков проекта — невыполнение работ в установленные сроки, зависимость выполнения работ от смежных проектов и мероприятий;
3. риск увеличения затрат — недостаток определенных бюджетом проекта средств, необходимость увеличения бюджета;
4. риск остановки проекта — изменение условий и масштабов проекта.

Далее следует определить факторы риска. Фактор риска — это характеристики (события, свойства, факты) проекта, которые существенно влияют на него и качество его результатов.

Необходимо отметить, что малозначительные риски в совокупности могут образовать критическую массу, представляющую серьезную угрозу проекту. Точно так же и маловероятные риски в случае возникновения могут завести проект в тупик.

После запуска системы в промышленную эксплуатацию, то есть после завершения проекта по внедрению системы выше перечисленные риски перестают действовать — зато начинают проявляться другие, долгосрочные риски, препятствующие дальнейшему развитию системы на предприятии. Главные долгосрочные риски порождаются неадекватной поддержкой внешних и внутренних изменений. При этом внутренние изменения важнее внешних, ибо ничто не может причинить компании большего вреда, чем тот, который она наносит себе сама. Некоторые консультанты отмечают и другой значительный долгосрочный риск, связанный с

человеческим фактором. Дело в том, что в течение внедрения профессиональная ценность проектной команды заказчика заметно возрастает. Если по завершению внедрения системы предприятие не сможет занять членов этой команды в столь же интересном и масштабном проекте, то, скорее всего, эти дефицитные, очень востребованные на рынке труда специалисты будут искать место приложения своих сил за пределами предприятия.

Долгосрочные факторы риска на этапе дальнейшего развития системы после завершения проекта по внедрению, в порядке убывания частоты встречаемости:

- ◆ изменение структуры и бизнес-целей компании;
- ◆ изменения законодательства и отношений с государственными органами;
- ◆ смена собственников компании;
- ◆ трудности с поддержанием функционирования внедрённой системы после ухода консультантов, обусловленные недостаточной квалификацией ответственного персонала на предприятии и неэффективной организацией работы;
- ◆ изменения в отношениях с поставщиками, клиентами, другими коммерческими контрагентами, обуславливающие необходимость значительных изменений во внедрённой системе;
- ◆ утрата локальной гибкости бизнес-процессов — снижение скорости перестройки локальных хозяйственных процессов в тех случаях, когда требования бизнеса меняются в процессе эксплуатации системы;
- ◆ снижение информационной безопасности, то есть увеличение потерь и утечки информации;
- ◆ появление новых технологий, моральное устаревание внедренной системы.

Наиболее серьезные последствия имеют следующие факторы риска:

- ◆ снижение информационной безопасности;
- ◆ изменение структуры и бизнес-целей компании;
- ◆ утрата локальной гибкости бизнес-процессов;
- ◆ смена собственников компании.

Надо отметить, что риск снижения информационной безопасности, наиболее серьезный из всех выше перечисленных, проявляется крайне редко. Однако другой серьезный фактор, порожденный изменением структуры и бизнес-целей предприятий, встречается во внедренческих проектах чаще других.

Серьезный урон развитию системы наносят риски, обусловленные изменениями законодательства и отношений с государственными органами. Что касается факторов, по которым консультанты и заказчики пришли к единому мнению, то лидерство среди долгосрочных рисков — в совокупности по степени серьезности и по трудоемкости преодоления последствий, — как и следовало, ожидать, принадлежит факторам, связанным с реорганизацией предприятий, а также с утратой гибкости бизнес-процессов.

В целом серьезность долгосрочных факторов риска оценивают как среднюю или низкую, а возможности нейтрализации этих рисков, наоборот, превышают средний уровень. Следовательно, долгосрочные риски оказывают лишь второстепенное влияние на жизненный цикл внедрённой системы — если ее внедрение завершилось успешно и основные функциональные компоненты были запущены в промышленную эксплуатацию.

Цель оценки рисков — всесторонний анализ вероятности каждого риска и влияния его последствий на проект и его результаты.

Существует множество моделей и методов для оценки рисков, но, как показывает практика, в большинстве случаев оценку вероятности неблагоприятного события и степени его влияния делают на основе субъективных суждений. Для обеспечения целей проекта внедрения и сопровождения информационных систем достаточно провести элементарную категоризацию или ранжирование рисков по степени вероятности и последствий по степени серьезности (тяжести последствий). Последующее перемножение этих величин позволит определить статус риска, который может быть минимальным, низким, средним, высоким и чрезвычайно высоким. Есть и более сложные методы оценки, которые не рассматриваются в рамках этой статьи.

Как уже говорилось выше, по отдельности эти методы не дают полной картины эффективности внедрения информационной системы, поэтому предполагается разработать обобщенный метод, который будет объединять в себе перечисленные выше методы и возможно другие методы, которые в совокупности позволяют сделать оценку внедрения информационных систем на предприятии.

Для представления информации могут использоваться специальные средства представления в графическом или структурированном виде.

Выводы

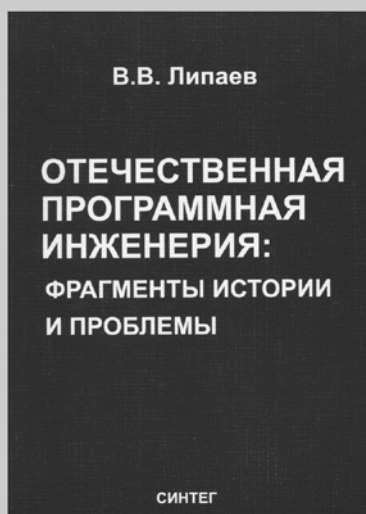
Известно, что внедрение новых информационных технологий, само по себе, не приносит прямых финансовых результатов. В связи с этим деятельность предприятия должна рассматриваться комплексно,

и методы используемые для оценки должны учитывать не только прямые показатели эффективности.

Подобная система должна обеспечить возможность эффективного решения задач по оценке внедрения сложных информационных систем на предприятиях. ■

Литература

1. Применение Имитационного Моделирования в России – Состояние на 2007г [электронный ресурс]: www.xjtek.ru/file/120/
2. Мировой опыт оценки стратегических решений и рисков [электронный ресурс]: www.xjtek.ru/file/122/
3. Оптимизация цепочек поставок: транспортные сети [электронный ресурс]: www.xjtek.ru/file/125/
4. Карпов Ю. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400с.: ил.
5. Скрипкин К.Г. Экономическая эффективность информационных систем. – М.: «ДМКпресс», 2002.
6. Decision Tools for Cost Management [электронный ресурс]: http://www3.gartner.com/4_decision_tools/measurement/decision_tools/tco/tco.html.
7. Баронов В.В. Калянов Г.Н. Попов Ю.И. Информационные технологии и управление предприятием – М.: «ДМКпресс», 2004. – 328с.:ил.



*Издательство «Синтег» выпустило новую книгу
Владимира Васильевича Липаева,
профессора кафедры управления
программной инженерии ГУ-ВШЭ
и главного научного сотрудника
Института системного программирования РАН
«Отечественная программная инженерия:
фрагменты истории и проблемы».*

В монографии проанализированы этапы отечественной истории развития вычислительной техники с акцентом на методы и процессы программирования. Первая глава отражает развитие в стране автоматизации программирования в 50–60-е гг. Представлены процессы, начальные проекты отечественной вычислительной техники, развитие программирования и роль ведущих специалистов, заложивших основы в этой области. Выделены особенности развития специализированных вычислительных машин и программирования для оборонных систем реального времени. Формированию программной инженерии в 70-е гг. посвящена вторая глава. В третьей главе отражено развитие программной инженерии в 80-е гг. Изложена история развития экономики, методов и процессов программной инженерии в 70–80-е гг. Значительное внимание уделено реализации ПРОМЕТЕЙ-технологии программной инженерии для создания крупных комплексов программ реального времени оборонных систем. В четвертой главе подведены итоги развития программной инженерии и формирования ее методологии. Представлены проблемы расширения состава и совершенствования международных стандартов и инструментария программной инженерии, а также проблемы обучения методологией программной инженерии студентов и специалистов.

Книга предназначена для специалистов по вычислительной технике и программной инженерии, студентов и аспирантов, интересующихся историей развития и проблемами отечественной науки и техники в этой области.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УЧЕТА СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ НА СКЛАДЕ

К.Н. Дудко,

магистрант кафедры Управленческого консалтинга факультета
Информационных бизнес-систем МФТИ, стажер-консультант департамента
Управленческого консалтинга.

Адрес: г. Москва, Дмитровское шоссе, д. 9 Б,
e-mail: kndudko@gmail.com, kdudko@ibs.ru.

В работе рассмотрена разработка новой методики расчета объема сырья на складе и представлено программное обеспечение по учету сыпучих материалов, созданное на ее основе. Кратко изложен принцип работы программно-аппаратного комплекса.

Для реализации методики используется лазерное средство измерения MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082).

Ключевые слова: процедуры проектирования, измерение сыпучих материалов, программно-аппаратный комплекс, лазерные измерения.

Введение

Сырье и материалы составляют значительную часть затрат предприятия на производство продукции, поэтому повышение эффективности их использования является одним из важнейших факторов снижения себестоимости продукции и роста прибыли.

В настоящее время возникает необходимость контроля и учета различных ресурсов. Особую трудность представляет учет сыпучих материалов в строительстве, не находящихся в упаковке, таких как известь, керамзит, песок, гравий, щебень и т.д.

Целью данного исследования является разработка методики вычисления объема сыпучего сырья на складе и получение программного продукта, обеспечивающего автоматизацию процесса вычислений.

В данной работе предлагается принципиально новый путь решения весьма важной для предпри-

ятия проблемы. Предложенный метод учета сырья позволяет производить контроль после каждой отгрузки сырья и осуществлять мониторинг движения материалов.

Кроме этого, предлагаемая методика и программное обеспечение обладает рядом неоспоримых преимуществ. А именно:

- ♦ отсутствие воздействия на материал благодаря бесконтактному измерению;
- ♦ высокая точность;
- ♦ независимость от вибрации и других внешних условий;
- ♦ простая установка и настройка;

В работе рассматривается предлагаемая методика вычисления объема сыпучих материалов на складе, используемая математическая модель расчета, описание программного продукта, созданного на ее основе и принцип работы программно-аппаратного комплекса; затрагиваются вопросы контроля точности вычислений.

Методика расчета объемов

Для расчета объема сыпучих материалов на складе предлагается использовать следующую методику: отказаться от нахождения объема сыпучего материала (смеси) и вычислять объем свободного пространства склада.

$$V_{\text{смеси}} = V_{\text{склада}} - V_0 \quad (1)$$

где V_0 — объем незаполненного смесью пространства склада, $V_{\text{склада}} = a \cdot b \cdot c$, здесь $a \cdot b \cdot c$ — заданные размеры склада.

Первая компонента $V_{\text{склада}}$ известна и для конкретного склада постоянна, так как параметры склада не меняются.

Для нахождения объема свободного пространства V_0 используется программно-аппаратный комплекс, включающий в себя MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082) и разработанное программное обеспечение.

Описание работы

программно-аппаратного комплекса

Лазерное средство измерения MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082) крепится на передвигающуюся платформу над поверхностью смеси сыпучих материалов.

Устройство состоит из двух дистанционных дальномеров. Один из них замеряет расстояние в продольной плоскости до противоположной стены склада, другой (это вращающийся дальномер) замеряет расстояние до объекта в поперечном сечении с заданным угловым шагом поворота.

Измерение производится бесконтактно с помощью цифровых лазерных измерителей, обеспечивающих измерение расстояния до профиля объекта. Сканирование профилей объекта производится с высокой скоростью и синхронизировано со скоростью движения платформы, на которой закреплен данный лазерный дальномер.

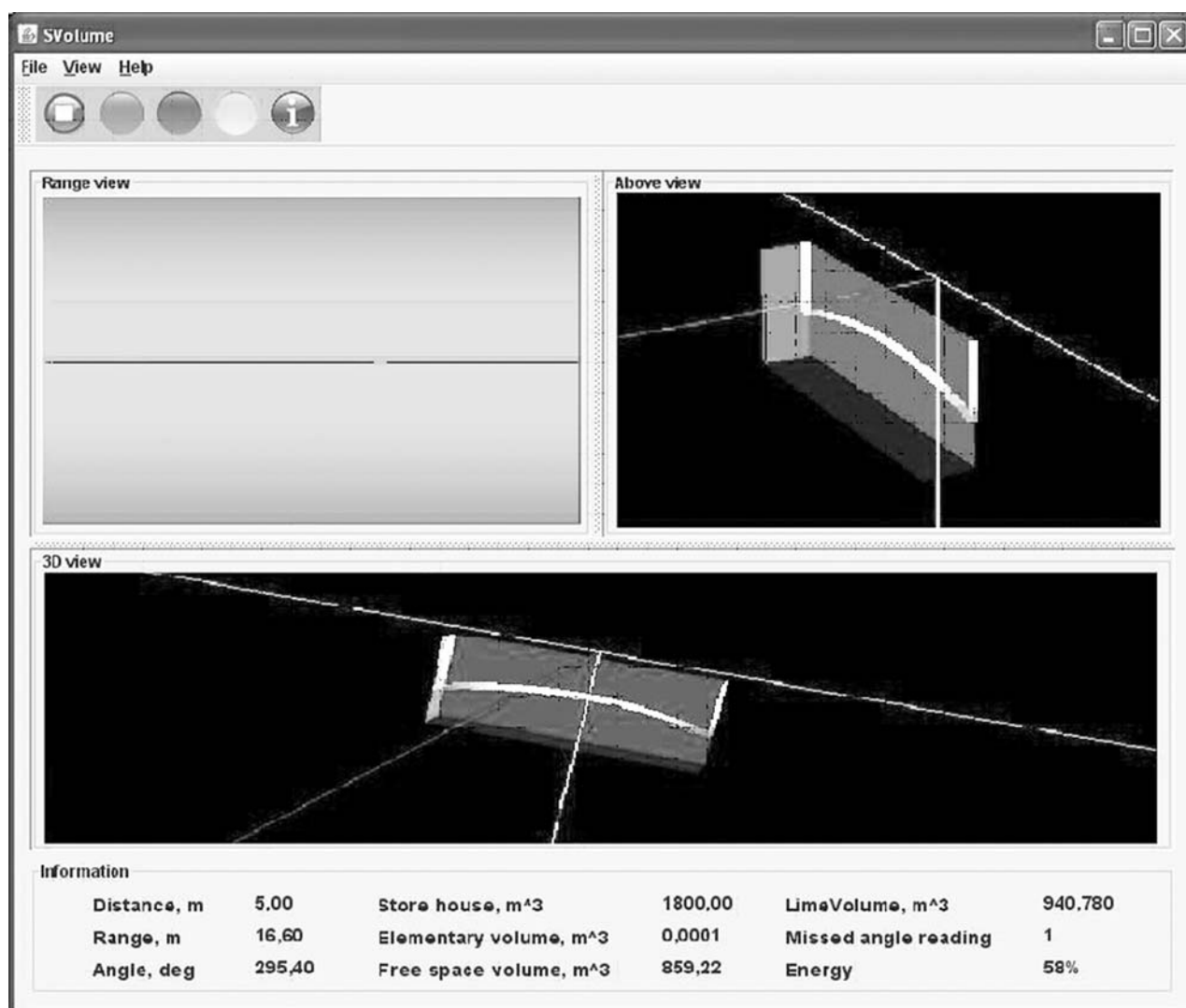


Рис.1. Интерфейс программы

Дистанционный дальномер, измеряющий расстояние в продольной плоскости до противоположной стены склада выдает данные с частотой 9 Hz.

Для настройки и установки четкого взаимодействия с вращающимся дистанционным дальномером используется ряд специально отведенных для этого команд.

В процессе работы прибор измеряет следующие параметры: расстояние до противоположной стены склада (в продольной плоскости), расстояние до сыпучего материала.

Расчет объема в реальном времени обеспечивает программная часть комплекса.

Описание программного продукта

Программный продукт разработан на языке Java, графическая часть — с использованием библиотеки OpenGL. Получение данных от сканирующего устройства происходит по сети Ethernet с использованием протокола UDP.

В ходе создания программы были разработаны:

- ♦ интерфейс взаимодействия со сканирующим устройством MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082);
- ♦ графическая интерпретация находящегося на складе объема смеси;
- ♦ для контроля и тестирования программы - имитаторы поверхности различного вида.

Программа обладает интуитивно понятным и легким для освоения интерфейсом, который изображен на рис. 1.

Отображаемая область разбита на 4 части:

Range view — в данной области происходит отображение сканируемого пространства в двух мерной графике;

Above view — в данной области отображается сканируемое пространство в трех мерной графике и с заданного ракурса;

3D view — область отображения сканируемого пространства в трех мерной графике с использованием функций поворота, приближения и удаления картинки;

Information — в данной области собрана вся информация о ходе сканирования.

В программное обеспечение заложена математическая модель расчета для вычисления объема смеси сыпучих материалов по выше рассмотренной методике.

Математическая модель расчета

На рисунке 2 представлен элементарный объем. Суммируя все элементарные объемы мы и получим объем пустого пространства над смесью.

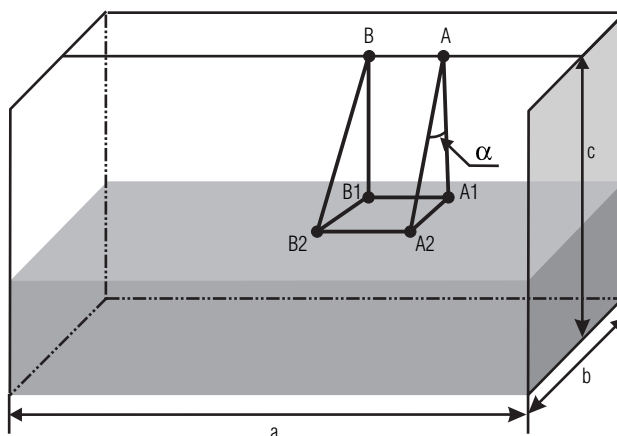


Рис. 2. Схематическое изображение склада

Пусть прибор находится в точке A и измеряет расстояние до точек A_1 и A_2 , лежащих на поверхности смеси. Угол между векторами $\overline{AA_1}$ и $\overline{AA_2}$ равен задаваемому шагу поворота прибора, обозначим его α . Тогда

$$S_{\Delta A A_1 A_2} = \frac{1}{2} |AA_1| \cdot |AA_2| \cdot \sin \alpha \quad (2)$$

Следующим положением прибора при его движении по горизонтальной оси будет точка B . При этом шаг $|AB|$ может быть задан, обозначим его l . Тогда

$$S_{\Delta B B_1 B_2} = \frac{1}{2} |BB_1| \cdot |BB_2| \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

Будем считать шаг горизонтального перемещения прибора, столь малым, что расстояние $|AA_1| = |BB_1|$ и $|AA_2| = |BB_2|$, при этом полученную фигуру $AA_1 A_2 BB_1 B_2$ будем считать треугольной призмой, объем которой равен:

$$V_{\text{призмы}} = S_{\text{осн}} \cdot h = S_{\Delta A A_1 A_2} \cdot l = \frac{1}{2} |AA_1| \cdot |AA_2| \cdot l \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

В дальнейшем объем такой призмы будем называть элементарным. Так как общий объем пустого пространства зависит от положения направления и положения прибора на оси, обозначим его $V_{\text{эл}}$. Тогда общий пустой объем будет равен

$$V_0 = \sum_i V_i = \sum_l \sum_{\alpha} V_{\text{эл}} \quad (5)$$

Элементарный объем может быть подсчитан двумя способами:

1. По формуле объема призмы

$$V_{\text{смеси}} = V_{\text{склада}} - V_0 \quad (6)$$

2. По формуле объема усеченной пирамиды.

$$V_{\text{пирамиды}} = \frac{1}{3} \cdot h \cdot (S_1 + \sqrt{S_1 \cdot S_2} + S_2) \quad (7)$$

В зависимости от сканируемой поверхности, меняя настройки программы, возникает возможность вычислять объем смеси либо по одной методике, либо по другой (в зависимости от «сыпучести» смеси). По формуле (6) можно вычислять объем гравия, песка. По формуле (7) удобно вычислять объемы цемента, извести, удобрений, торфа и других более текучих смесей.

Контроль правильности результатов вычислений

Для контроля правильности вычислений результатов были спроектированы имитаторы дистанционных дальномеров.

Имитаторам была задана поверхность вида $y(x) = 0.01x^2 + 5$, шириной в поперечном сечении тридцать метров.

В программе были заданы следующие параметры склады и сканируемой области: *Left wall = 15; Right wall = 15; Height = 12; Position Start = 10; Position Stop = 5; Angular step = 0.1; Method = avg;*

Рассчитаем аналитическим методом объем, который должна вычислить программа.

$$\begin{aligned} & \int_{\text{Stop-Left}}^{\text{Start-Right}} (Height - (ax^2 + bx + c)) dx dy = \\ & = \int_5^{10} (12x - (0.01 \frac{x^3}{3} + 5x)) \Big|_{-15}^{15} dy = \\ & = 2 (12 \cdot 15 - (0.01 \frac{15^3}{3} + 15 \cdot 5)) \cdot (10 - 5) = 937.5 \text{ м}^3 \end{aligned}$$

Анализ и сопоставление полученных результатов программы с результатами аналитического расчета позволяют увидеть, что погрешность расчета программы относительно мала и равна 3,28 м³, что составляет 0.35% от реального объема.

Заключение

В ходе исследования была разработана новая методика расчета объема сыпучего сырья на складе и создано программное обеспечение для работы со сканирующим устройством MDA082 на основе разработанной методики.

Данное программное обеспечение позволяет автоматизировать процесс учета и контроля расхода смеси сыпучих материалов на складе. Применение данного программного обеспечения на производстве целесообразно и экономически выгодно, так как точность расчетов высока.

Разработанное программное обеспечение недорогое, понятное в использовании и легко дополняемое, что не требует дополнительных затрат на обучение персонала.

Усовершенствование работы возможно в сторону расширения сканирующего пространства, путем применения других лазерных средств измерения и разработки программного обеспечения для сканирования пространства на открытой местности. ■

Литература

1. Леоненков А.В. Самоучитель UML 2. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 576 с.
2. Ноутон П., Шилдт Г. Java 2. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 1072 с.
3. Сайт MDL, производитель устройства MDA082: <http://www.mdl.co.uk/>
4. Уваренков И.М., Маллер М.З. Курс математического анализа. Учебное пособие для физико-математических факультетов педагогических институтов. Т. II. М., «Просвещение», 1976. — 479 с.

СРАВНЕНИЕ OCR-СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ТОЧНОСТИ АНАЛИЗА ИЗОБРАЖЕНИЯ

А.И. Андрианов,

бакалавр кафедры «Распознавание изображений и обработка текста»,
Московский Физико-Технический Институт (Государственный Университет).
Адрес: 129301, Россия, Москва, а/я 49, компания ABYY,
e-mail: atwice@yandex.ru.

В статье описаны методы оценки и сравнения OCR-систем по качеству анализа графического изображения. Приведена модель разметки структуры графического изображения, содержащего текст. Предложены два вида сравнительной оценки блока анализа OCR-системы. На основании предложенных оценок проведено сравнение двух OCR-систем, разработанных компанией ABYY: FineReader 8 и FineReader 9.

Ключевые слова: OCR, анализ изображения, распознавание текста, оценка и сравнение OCR-систем.

Введение

В современном деловом документообороте широкое распространение получили безбумажные информационные технологии и системы электронного документооборота. Основной проблемой при переходе на новые технологии является перевод информации с бумажных носителей в электронную форму. Эта задача решается системами оптического распознавания символов (OCR-системы, от англ. optical char recognition). Большинство OCR-систем работают с растровым изображением, которое получено через факс-модем, сканер, цифровую фотокамеру или другое устройство. Результатом работы системы распознавания текста является отформатированный документ, сохраненный на компьютере в одном из распространенных форматов данных.

В связи с тем, что на рынке представлено достаточно много систем OCR, возникает задача сравнения и оценки данных систем. Основным критерием оценки систем оптического распознавания символов традиционно является точность

распознавания. Однако на сегодняшний день точность практически всех систем распознавания текста превышает 99,9%. Эта точность фактически означает, что на каждую страницу печатного текста приходится в среднем 1-2 неверно распознанных символа. Следовательно, результат оцифровки любой OCR-системой пока требует человеческого контроля. Таким образом, точность распознавания является недостаточным критерием для сравнения OCR-систем.

Важной подзадачей оцифровки электронного документа является анализ изображения. На этапе анализа в графическом документе OCR-системы выделяет зоны разнотипной информации и сохраняет расположение и размеры этих областей. Текстовые области анализируются дополнительно. При этом выделяются отдельные строки текста. Несмотря на кажущуюся простоту, это не такая очевидная задача, так как на практике неизбежны перекос изображения страницы или фрагментов страницы при сгибах. Даже небольшой наклон приводит к тому, что левый край одной строки стано-

вится ниже правого края следующей, особенно при маленьком межстрочном интервале. В результате возникает проблема определения строки, к которой относится тот или иной фрагмент изображения. Например, для букв j, й, ё при небольшом наклоне уже сложно определить, к какой строке относится верхняя (отдельная) часть символа (в некоторых случаях ее можно принять за запятую или точку).

На этом же этапе анализируется структура таблиц. После анализа распознаванию будут подлежать конкретные строки, а также области ячеек в таблицах. Неклассифицированные области, содержащие графическую информацию, система распознавания помечает как «изображение». Изображение не подлежит распознаванию, а переносится в целевой документ с сохранением масштаба и положения в документе.

От результатов анализа изображения так же зависит другой этап оцифровки — *синтез*. На этапе *синтеза* по атрибутам символов система OCR восстанавливает шрифт текста, в частности начертание (полужирный, курсив), размер, цвет. Текст форматируется в соответствии с расположением областей, полученным во время *анализа*. То есть создается разметка для колонок, задаются отступы строк, межстрочные интервалы и т.п.

Таким образом, от результата *анализа* зависят два других этапа оцифровки документов: распознавание и синтез. В данной статье рассмотрен метод оценки качества анализа графического изображения, основанный на типичных ошибках анализа.

Анализ графического документа

Под задачей анализа понимают следующую задачу.

На входе дан графический документ. На выходе имеется разметка документа. В общем случае, документ имеет произвольную форму. Документ может содержать информацию разного рода: отдельные символы, текст, форматированный текст, картинки, таблицы, диаграммы, штрих-код и графики.

Результатом задачи анализа должна быть разметка документа. Разметка представляет собой набор областей того или иного типа. Области текста, штрих-кода или картинки характеризуются только типом и границами. Область таблицы должна также содержать разметку для ячеек.

Пример.

Для текстового документа (рисунк 1) должна быть получена разметка (рисунк 2).

Ошибки в задаче анализа

Примером неправильного анализа документа могут служить следующие ошибки:

- ♦ Маркер маркированного списка в строке потерян. Теряется информация о том, что данный текст является списком.
- ♦ Потеря двоеточия в конце строки.
- ♦ Подписи в диаграмме ошибочно принимаются за часть картинки.
- ♦ В следующем примере цвет букв сливается с внешним фоном и строка целиком теряется.

EXAMPLE

There was a time when a B.Tech or a B.E. was considered sufficient to fetch a good job. In fact, the Masters programmes were taken only by those who were unable to fetch a job or wanted to pursue a career in teaching and research. However, this phenomenon is true only for India. Compare, for instance, the annual output of Masters and Doctoral degrees in CS/CE/MIS and data processing/Business Information system in the US to that of India. According to the 1994-95 statistics from the National Center for

to do with the work garnered at the lower end. Thus, when we talk of the outbidding business bags by Indian companies, and international competition is on the rise, both employees and companies need to upgrade skills to prepare themselves for the future," says Prof. R.C. Malhotra, Chairman, Quantum Institute. CISCO, Nucleus Software and GE Medical Systems are some of the companies that have identified this programme as an incentive that is of high merit for both the employee and employer. "About twenty five employees are already enrolled into the program, to get the undifferentiated degree from UIUC," says Arun Dang, VC, Quantum Institute.

Thus what we see are companies investing money into higher education in niche areas and universities entering corporate corridors to bring the gurukul to the student. And though for the academicians and policy makers the message is to incorporate flexibility into the Indian education system, for the students it is to look at education as a lifelong process, with a bachelor's degree as only the beginning of the journey. And for those fearing or bearing the brunt of retrenchment, it is the ideal opportunity to upgrade knowledge and skills, as Masters and doctorate level study followed by continuous updating is the route to the summit. ■

A look at the typical educational preparation needed for various categories of IT workers

	Skills Training	Diploma Holder	Bachelor's Degree	Master's Degree	Doctorate
Conceptualiser	2	2	3	4	4
Developer	1	1	3	3	2
Modifier/ Extender	2	2	3	3	2
Supporter	4	4	3	1	1

1 = Usually, 2 = Occasionally, 3 = Common, 4 = Frequently

Although there isn't any one-to-one mapping between the educational degree and the category of occupation, a reasonably good correlation is discernible. For example, Conceptualisers are usually Master's and Doctoral degree holders whilst Developers are mainly Master and Bachelor degree holders. Supporters have normally only skills training or at most, are Diploma holders.

Рис. 1

There was a time when a B.Tech or a B.E. was considered sufficient to fetch a good job. In fact, the Masters programmes were taken only by those who were unable to fetch a job or wanted to pursue a career in teaching and research. However, this phenomenon is true only for India. Compare, for instance, the annual output of Masters and Doctoral degrees in CS/CE/MIS and data processing/Business Information system in the US to that of India. According to the 1994-95 statistics from the National Center for

to do with the work garnered at the lower end. Thus, when we talk of the outbidding business bags by Indian companies, and international competition is on the rise, both employees and companies need to upgrade skills to prepare themselves for the future," says Prof. R.C. Malhotra, Chairman, Quantum Institute. CISCO, Nucleus Software and GE Medical Systems are some of the companies that have identified this programme as an incentive that is of high merit for both the employee and employer. "About twenty five employees are already enrolled into the program, to get the undifferentiated degree from UIUC," says Arun Dang, VC, Quantum Institute.

Thus what we see are companies investing money into higher education in niche areas and universities entering corporate corridors to bring the gurukul to the student. And though for the academicians and policy makers the message is to incorporate flexibility into the Indian education system, for the students it is to look at education as a lifelong process, with a bachelor's degree as only the beginning of the journey. And for those fearing or bearing the brunt of retrenchment, it is the ideal opportunity to upgrade knowledge and skills, as Masters and doctorate level study followed by continuous updating is the route to the summit. ■

A look at the typical educational preparation needed for various categories of IT workers

	Skills Training	Diploma Holder	Bachelor's Degree	Master's Degree	Doctorate
Conceptualiser	2	2	3	4	4
Developer	1	1	3	3	2
Modifier/ Extender	2	2	3	3	2
Supporter	4	4	3	1	1

1 = Usually, 2 = Occasionally, 3 = Common, 4 = Frequently

Although there isn't any one-to-one mapping between the educational degree and the category of occupation, a reasonably good correlation is discernible. For example, Conceptualisers are usually Master's and Doctoral degree holders whilst Developers are mainly Master and Bachelor degree holders. Supporters have normally only skills training or at most, are Diploma holders.

Рис. 2

◆ Несколько колонок в тексте ошибочно объединены в одну.

Существует много разных типов ошибок. При этом разные типы ошибок неравнозначны. Одни ошибки приводят к совершенно неверному распознаванию текста, другие же просто приводят к незначительным потерям информации. Ошибки также неравнозначны по времени, затрачиваемому на их исправление. Например, маркированный список можно создать уже после распознавания текста за несколько секунд, однако неправильно выделенную картинку сложной формы придется выделять вручную заново, при этом необходимо заново распознавать страницу.

Для того, чтобы можно было сравнивать результаты анализа графического документа необходимо во-первых, иметь эталонную разметку документа, а во-вторых, классифицировать ошибки. Обе эти задачи решает разметка структуры документа, описанная ниже.



Рис. 3 Разметка структуры документа

Разметка структуры служит для того, чтобы абстрагироваться от конкретных реализаций выделения зон документа. Например, в ABBYY FineReader зона текста выделяется целым текстовым блоком с горизонтальными и вертикальными границами, при этом пользователь не видит границы выделения конкретных строк (рис. 3). Для оценки качества анализа такой формат разметки плох.

На рис. 3 области 1, 2, 3 — текстовые, 4 — область картинки. Видно, что часть картинки (облако) попадает в текстовую область 3, однако это не приведет к ошибке, т.к. строки символов будут распознаны как текст, а облако не попадет в эти области. Тем не менее, при оценке мы точно должны знать, когда система OCR пытается распознать картинку, так как это является ошибкой.

Другой пример — необходимость сравнивать качество анализа документа систем разных производителей. Возможно, форматы разметки таких

систем будут отличаться, тогда просто необходимо привести их к одному виду.

Наконец, в любом случае, правильная разметка не уникальна. Захват дополнительной пустой области в любую другую не является ошибкой. При выделении колонок также неважно, в каком месте пройдет разделение между колонками. Если колонки распознаны отдельно — ошибки нет.

Примитивы модели.

В предложенной модели разметки графического документа всего 6 видов блоков разметки:

2. Линия текста;
3. Картинка;
4. Таблица;
5. Штрих-код;
6. Разделитель;
7. Мусор.

Каждый блок разметки, кроме вида «таблица», представляет собой прямоугольник. Внутри одного такого прямоугольника содержится только информация данного типа.

Линия текста — это блок, в который заключена одна строка текста, содержащая единый смысл. Например, в тексте, разделенном на 2 колонки линия текста — это одна строка из одной колонки.

Картинка — блок, содержащий графическую информацию, которая должна быть перенесена в электронный документ, но не подлежащая распознаванию. Часто картинки имеют не прямоугольные очертания. В таком случае, область картинки должна быть помечена несколькими, возможно, пересекающимися элементами разметки вида «картинка».

Таблица — в блоке этого вида разметки указываются не только границы таблицы, но и внутренняя структура, т.е. указываются все столбцы и строки таблицы, а также объединенные ячейки (если есть).

Штрих-код — блок, изображение внутри которого должно быть распознано, как штрих код. С точки зрения дальнейшего распознавания текста, штрих-код — это просто картинка, однако если система умеет распознавать штрих-код, то необходимо оценивать качество выделения данной зоны.

Разделитель — это служебный элемент, обычно в виде тонкой линии. Смысл его в том, что один текстовый блок не может содержать строки одновременно справа и слева от разделителя. Проще говоря, строки текста не должны пересекать разделитель.

Мусор. Графический документ может содержать элементы, не несущие информацию. Шумы и мусор нужно выделять специальным блоком, чтобы эта информация не подлежала распознаванию и не переносилась в распознанный документ.

Классификация ошибок на основе унифицированной разметки

На основе примитивов модели выделяются следующие ошибки, характерные системам OCR при анализе документа:

Незаконченная строка. Возникает, если анализатор не целиком выделил строку текста, то есть часть строки потеряна. Примером такой ошибки является неучтенный при анализе маркер маркированного списка. Маркер является частью строки, однако анализатор часто теряет его. Подобная ошибка происходит со знаками препинания в конце строки. Другой пример этой ошибки — знак подчеркивания «земля», как поле для заполнения. Обычно текст находится по обе стороны от подчеркивания на одной строке, но анализатор, подлежащий оценке, считает такую конструкцию разными блоками текста.

Картинка вместо текста. Возникает, если разметкой выделен текст, а испытуемый анализатор считает эту строку частью картинки. Такие ошибки часто возникают, если фон картинки и текста одного цвета, или текст находится очень близко к картинке, например подпись к диаграмме или фотографии.

Неправильное выделение абзаца. Обычно возникает сразу несколько ошибок данного типа, когда анализатор объединяет несколько абзацев. Чаще всего появляется, если границы текста имеют смещения, например, из-за картинки внутри текста.

Потеря строки. Возникает, если анализатор не нашел целую линию текста. Такая ошибка часто возникает, если буквы в колонтитулах очень маленькие или ошибочно выделена таблица.

Пересечение разделителя. Возникает, если какой-либо блок разметки пересекает разделитель. Эта ошибка признак того, что текст из разных колонок объединен в один блок.

Текст вместо картинки. Возникает, если анализатор считает текстом часть области картинки. Ошибка часто появляется, если в картинке присутствуют буквы или при анализе диаграмм.

Захват региона штрих-код. Возникает, если часть области «штрих-код» помечена как текстовая область.

Захват мусора. Возникает, если часть области «мусор» помечена как текстовая область.

Ошибка поиска таблицы. Возникает, если анализатор пропускает таблицу или «находит» несуществующую таблицу. Чаще всего появляется, если в картинке содержатся клетки или текст организован в виде похожего на таблицу.

Ошибка анализа таблицы. Возникает, если в таблице неправильно выделены границы ячеек. Чаще всего появляется, если таблица не регулярная

(часть ячеек объединены или каждая ячейка содержит разнородную информацию, например, разными шрифтами).

Разметка структуры документа является средством оценки модуля анализа OCR-систем. Чтобы оценить качество анализа, система OCR при распознавании, основываясь на результатах анализа, генерирует унифицированную разметку, соответствующую результатам своего анализа. Затем эта разметка сравнивается с разметкой введенной вручную. На большом пакете документов подсчитывается количество ошибок разного вида. На основе информации об этих ошибках составляется оценка анализатора системы OCR.

Положительной чертой данной разметки является то, что она сглаживает возможные неоднозначности разметки. Очевидно, что не существует единственно правильной разметки. Если система OCR захватит в текстовый блок пустое пространство, то это не повлечет ошибок. Такая ситуация предусматривается унифицированной разметкой так: вручную выделяются только строки текста, если эти строки целиком попали в блок, который выделила система OCR, ошибки нет, однако если часть строки не попала в блок, значит она не будет распознана — это ошибка.

Другой пример — две колонки. Вручную между колонками должен быть вставлен блок «Разделитель». Если система OCR выделила блок, пересекающий разделитель, это значит, что она не распознала в тексте 2 колонки. В противном случае, неважно как границы разных колонок расположены между собой. Колонки распознаны отдельно, ошибки нет.

Также к положительным чертам предложенной модели следует отнести возможность автоматической генерации такой разметки. Действительно, любая система распознавания выделяет строки текста, абзацы, таблицы и картинки. Также любая область может быть представлена в виде объединения прямоугольников.

Однако у данной модели разметки есть также отрицательные стороны. Во-первых, все блоки представляют собой прямоугольник. Это играет важную роль при составлении разметки для картинок. Очень многие картинки в современных печатных изданиях имеют диагональные или фигурные границы. Если текст расположен непосредственно вблизи картинки, то выделение такой области может занять у оператора большое количество времени. Однако, вертикальные и горизонтальные границы вполне объяснимы. С такой разметкой значительно проще вычислить, входит ли одна об-

ласть в другую. Иначе, вычислительная сложность алгоритмов проверки повышается.

Во-вторых, часто приходится сталкиваться с логотипами. Логотипы с одной стороны — это картинки, с другой стороны в них может присутствовать текст, который системы OCR может распознать. Если пометить логотип блоком картинка, а в нем присутствует текст, то возникает ошибка «Захват картинки». Если же пометить весь логотип, как текстовое поле, то будет потеряна картинка и, соответственно, суть логотипа. Однако даже если такая ошибка будет встречаться при распознавании довольно часто, она может быть легко исправлена в системе OCR выделением логотипа как картинки. Таким образом, можно считать этот минус несущественным.

Инструмент для задания разметки структуры документа

Компанией ABBYY был специально разработан инструмент для задания описанной разметки. Он называется BatchAnalyzer. Эта программа позволяет не только интерактивно задавать разметку для целого пакета документов, но также вызывать блок анализа одной из версий системы OCR FineReader 7, 8 или 9. После анализа, BatchAnalyzer автоматически сверяет разметку полученную системой OCR и заданную вручную оператором, считает количество ошибок каждого вида и даже может выделить ошибочно распознанные области. В программе BatchAnalyzer также предусмотрена возможность сравнения двух результатов анализа, сопоставления ошибок и просмотр отличий результатов.

С помощью инструмента BatchAnalyzer было проведено сравнение работы модуля анализа двух OCR-систем: FineReader 8 и FineReader 9.

Пакет данных для сравнения OCR-систем

К пакету документов, на котором проводится сравнение OCR-систем предъявляются требования содержать достаточно сложные документы, чтобы были возможны ошибки анализа всех типов. Требовалось выявить как можно больше промахов различных систем OCR. Однако в пакете не должны содержаться документы нестандартной структуры, такие как описанные ниже в разделе «Одна строка — одна ошибка» (см. рис. 5).

Пакет содержал 300 графических документов из различных источников. Большинство документов — отсканированные страницы из журналов и книг. Также пакет содержал снимки экранов интернет страниц. Поскольку часть документов была эко-

номической тематики, а другая часть содержала информацию о компьютерах, то неизбежно в документах присутствовали графики, диаграммы, а также изображения со снимками окон компьютерных программ. В пакете также присутствовали таблицы разной сложности (с сеткой и без), были таблицы со слиянием ячеек. Присутствовал текст, оформленный в виде таблицы, но, по сути, таблицей не являющийся, например содержание книги. В журнальных статьях присутствовали картинки с непрямоугольными краями.

Итак, графические документы были довольно сложны для анализа. FineReader 9 на всем пакете делал ошибки всех вышеперечисленных типов. Таким образом, можно считать, что пакет документов удовлетворяет требованиям.

Целевой метод сравнения результатов анализа

Целевой метод предполагает выбор системы, совершающей наименьшее количество ошибок заданного типа. Пользователь, который имеет дело с оцифровкой большого количества документов, содержащих таблицы, не заинтересован в OCR-системе, которая производит анализ лучше других систем. Такому пользователю нужна OCR-система, которая лучше других систем умеет анализировать именно табличные данные. Пользователю, который оцифровывает журнальные статьи, нужна OCR-система, которая не теряет текст около картинки. Таким образом, получаем оценку, отвечающую нуждам пользователя, работающего с однотипными данными.

Таблица 1.

Количество ошибок разных типов в сравниваемых версиях FineReader.

Тип ошибки	Количество ошибок	
	FineReader 8	FineReader 9
Незаконченная строка	885	592
Картинка вместо текста	0	284
Неправильный абзац	327	145
Потеря строки	410	1556
Пересечение разделителя	35	28
Текст вместо картинки	745	440
Лишний текст	66	45
Потеря таблицы	94	25
Лишняя таблица	0	35

В табл. 1 приведено количество ошибок в пакете из 300 документов для систем FineReader 8 и FineReader 9.

Как описывалось выше, суммарное количество не обусловлено случайными «выпадами» количества ошибок того или иного анализатора. Количество ошибок каждого типа растет в среднем пропорционально размеру пробного пакета. Таким образом, данные из таблицы действительно отражают реальную картину распределения ошибок по типам.

Сравним общее количество ошибок анализа по каждому из типов. Из результатов видно, что анализатор FineReader9 делает больше ошибок типа «Потеря строки», однако другие ошибки в результате работы встречаются реже.

Нули в строках «Картинка вместо текста» и «Лишняя таблица» не говорят о том, что анализатор FineReader8 правильно находит картинки и не делает лишних таблиц. Этих ошибок нет, потому что этот анализатор просто не выделяет таблицы и картинки. Становится понятно, почему нужно учитывать не только количество сделанных ошибок, но и количество правильно найденных элементов данного типа.

Метод «Одна строка — одна ошибка»

На первый взгляд может показаться, что объективной интегральной оценкой качества анализа графического изображения могла бы выступать сумма или взвешенная сумма ошибок, допущенных модулем анализа OCR-системы. Однако, это не так. Ошибки, основанные на модели разметки структуры документа не аддитивны. Например, если документ состоит из одной таблицы на целый лист, то разметкой такого документа является один блок «таблица». Соответственно, если анализатор ошибается и не находит таблиц, то оценка учитывает эту ошибку, как одну ошибку типа «Поиск таблицы». Однако таблица состояла из сотни ячеек, в каждой по строке текста. Некоторые строки в дальнейшем не будут распознаны, между другими будут потеряны связи, возможно в один блок будут объединены строки из разных колонок. Налицо несоответствие оценки результату. На рис. 4 приведен пример такого документа. Таблица неверно разбита на несколько блоков. Смысл данных потерян.

Чтобы учитывать такие ошибки, предлагается использовать метод «Одна строка — одна ошибка». То есть, ошибкой считается каждая неправильно проанализированная строка текста. Если в одной ячейке таблицы три строки текста, то при потере ячейки такой таблицы предложенный метод оценки считает, что анализатор совершил три ошибки. Оценкой

анализа будет являться сумма ошибок анализатора. Чем больше строк проанализировано правильно, тем меньше это число.

BAN - IBANESTO.COM

Address: M. Francisco Javier VALERA MARTIN, Mesena 80 - 8a Planta, E-28033 MADRID, SPAIN
Tel: (+34) 91-338.10.37, Fax: (+34) 91-338.31.37
E-Mail: fvalera@euroclear.es
Internet: http://www.ibanesto.com
Organization: Manager: ECHAVARRI GARCIA José Miguel, Team Manager: LINZUE LARIANO Eusebio, Asst. Team Manager: JAPHERENA LAURINAGARAY José Luis, Asst. Team Manager: GALLUEA ZURBANO Alfonso, Public Relations: LAFARGUE Francis, Logistics Manager: VALERA MARTIN Francisco Javier

Name	Nat	2001	2000	1999	Born
ARRIETA LUJAMBIO José Luis	SPA	BAN	BAN	BAN	710616
BARANOWSKI Dariusz	POL	BAN	BAN	BAN	720822
BARBOSA Candido	POR	BAN	BAN	BAN	741231
BENITO GUERRERO Alberto	SPA	BAN	BAN	-	750303
BLANCO GIL Santiago	SPA	BAN	VIT	VIT	740613
BROZINA Thomas	POL	BAN	BAN	BAN	750919
BRUSEGHIN Marzio	ITA	BAN	BAN	BAN	740615
DOMINGUEZ DOMINGUEZ Juan Carlos	SPA	BAN	VIT	VIT	710413
GARCIA ACOSTA José Vicente	SPA	BAN	BAN	BAN	720804
GARCIA GUISADA Adolfo (neo)	SPA	BAN	-	-	770927
GIL PEREZ Koldo (neo)	SPA	BAN	-	-	780116
JIMENEZ SANCHEZ Eladio	SPA	BAN	BAN	BAN	760310
JIMENEZ SASTRE José Maria	SPA	BAN	BAN	BAN	710206
LASTRAS GARCIA Pablo	SPA	BAN	BAN	BAN	760120
LATASA LASA David	SPA	BAN	BAN	BAN	740214
MANCIBO PEREZ Francisco	SPA	BAN	BAN	BAN	760309
MENCHOV Denis	RUS	BAN	BAN	-	780125
MERICADO MARTIN Juan Miguel	SPA	BAN	-	VIT	780708
NAVAS CHICA David	SPA	BAN	BAN	BAN	740610
ODRIOZOLA MUGARZA Jon	SPA	BAN	BAN	BAN	701226
OSA EIZAGUIRRE Aitor	SPA	BAN	BAN	BAN	730909
OSA EIZAGUIRRE Unai	SPA	BAN	BAN	BAN	750612
PASCUAL RODRIGUEZ Javier	SPA	BAN	KEL	KEL	711114
PEPOLI Leonardo	ITA	BAN	BAN	BAN	710929
PLAZA MOLINA Ruben (neo)	SPA	BAN	-	-	800229
ZANDIO ECHAZADE Xabier (neo)	SPA	BAN	-	-	770317

C.A - CREDIT AGRICOLE

Address: Véliz Club de Paris, 59 Avenue Simone, F-91800 BRUNY, FRANCE
Tel: (+33) 1-40-46.31.90, Fax: (+33) 1-40-46.31.05
E-Mail: veloclubdepart@wanadoo.fr
Organization: Team Manager: LEGEAY Roger, Asst. Team Manager: ROUX Denis, Asst. Team Manager: BEUCHERIE Serge, Asst. Team Manager: LAURENT Michel

Name	Nat	2001	2000	1999	Born
LAURENT Michel	SPA	BAN	-	-	-

Рис. 4.

Оценка основана на том, что распознавание текста проходит построчно. Таким образом, если анализ теряет строку, выделяет её не целиком или ошибочно объединяет с другой строкой, то распознавание будет проведено неверно для того же числа строк. Оценка «одна строка — одна ошибка» ориентирована на правильное распознавание максимального количества строк текста.

Однако данный метод имеет недостатки. Рассмотрим пример (рис. 5). Данные в документе организованы в табличном виде, в ячейках, но таблицей этот документ не является. Нет единого признака у каждого столбца или у каждой строки таблицы. Это просто набор отдельных записей.

Анализатор OCR-системы ошибается и принимает данный документ за таблицу. Несмотря на то, что все строки текста внутри ячеек будут распознаны правильно, такой анализ согласно оценке будет иметь очень низкую оценку. Чтобы избежать это, можно усложнять оценку, учитывая отдельно строки, отдельно контекст, в котором они распознаны правильно или неправильно (таблица или просто текст), однако усложнять оценку нежелательно. Для простоты откажемся от документов такого вида и исключим их из оценочного пакета. Это - распространенная форма документа, а составлять оценку на нестандартных формах неразумно.

Итак, рассмотренный метод даёт разумные оценки работе анализаторов, но следует исключить из пробного пакета некоторые документы нестандартной формы.

Motors • Peugeot • Citroën (peugeot-citroen.com) • Skoda (skoda.com) • Aston Martin (astonmartin.com) 2000-2001

COORDONNEES DES GROSSISTES

ACIL Forme juridique : S.A.R.L. Forme capital : 50 000 F Siège : 419 50 40 19 Date de création : 1997 Adresse : 134, avenue de la République Code Postal : 93800 Ville : JOYEUX-LE-BREZONNEUX Téléphone : 01 34 44 88 99 Télécopie : 01 37 44 47 91 Web : www.acil.fr E-mail : info@acil.fr Directeur : M. GABOYARD Directeur Commercial : M. Christian ROUSSEAU	ACCES GRAPHICS Forme juridique : S.A.R.L. Forme capital : 50 000 F Siège : 409 50 08 45 Date de création : 2004 Adresse : 8-10, rue de la République Code Postal : 97100 Ville : BOUTTE, BELLEFLORE Téléphone : 01 49 49 49 30 Télécopie : 01 49 49 49 30 Web : www.acg.com E-mail : M. Jacques VYRÉS Directeur Commercial : M. Louis PÉRENE	ACEL Forme juridique : S.A.S. Forme capital : 66 000 euros Siège : 423 02 83 29 Date de création : 30, avenue Robert Schuman Code Postal : 78040 Ville : VIGNY-LE-ROUGE Téléphone : 01 34 42 55 50 Télécopie : 01 33 43 13 78 Web : www.acerl.com E-mail : M. Jean-Paul MORALES Directeur Commercial : M. Philippe AMBAZ	ACERIS-PSM Forme juridique : S.A. Forme capital : 80 040 000 F Siège : 291 141 140 Date de création : 1997 Adresse : Parc d'Exploita des Sables de l'Or Code Postal : 92382 Ville : Saint Ouen Téléphone : 01 47 40 40 00 Télécopie : 01 49 47 49 79 Web : www.aceris.fr E-mail : webmaster@aceris.com Directeur : M. Yves REAUBOURN Directeur Commercial : M. Yves REAUBOURN
ACTUAL SYSTEMS Forme juridique : S.A.R.L. Forme capital : 200 000 F Siège : 388 197 432 Date de création : 1996 Adresse : Parc Club CADERE Nord - lot 83 Code Postal : 92700 Ville : AIX-LES-BAINS Téléphone : 05 52 92 92 72 Télécopie : 05 54 12 85 05 Web : www.actualsystems.fr E-mail : actual@actualsystems.fr Directeur : M. Alain LE GAUER Directeur Commercial : M. Alain LE GAUER	AEE Forme juridique : S.A.R.L. Forme capital : 8 000 000 F Siège : 623 023 024 Date de création : 1976 Adresse : 10, rue Henri Sallé Code Postal : 91006 Ville : YVY SAINT-PIERRE Téléphone : 01 46 79 18 18 Télécopie : 01 46 79 18 10 Web : www.aee.fr E-mail : M. Michel TRICOT Directeur : M. Michel TRICOT Directeur Commercial : M. Long WONG	AEI ONE Forme juridique : S.A. Forme capital : 10 820 000 F Siège : 623 200 491 Date de création : 1947 Adresse : 1847, avenue Jeanne d'Arc Code Postal : 98120 Ville : NUKUNU Téléphone : 04 78 27 70 78 Télécopie : 04 78 27 72 48 Web : www.aei-one.fr E-mail : jayco@aei-one.fr Directeur : M. Jacques REBERT Directeur Commercial : M. Jacques REBERT	AIX Computer Forme juridique : S.A. Forme capital : 9 000 000 F Siège : 412 043 226 Date de création : 1977 Adresse : 50, rue de la République Code Postal : 92190 Ville : VILLENEUVE LA GARENNE Téléphone : 01 41 21 10 13 Télécopie : 01 41 21 04 32 Web : www.aixcomp.fr E-mail : M. Joseph GROS Directeur : M. Joseph GROS Directeur Commercial : M. David BRAY
ALSCAT AUDIOVISUEL Forme juridique : S.A. Forme capital : 1 150 000 F Siège : 333 240 187 Date de création : 1978 Adresse : 25, rue de la République Code Postal : 97100 Ville : BOUTTE, BELLEFLORE Téléphone : 02 98 78 98 78 Télécopie : 02 98 78 31 14 Web : www.alscatgroup.fr E-mail : als@alscatgroup.fr Directeur : M. KÉVELY Directeur Commercial : M. MAURICIO	ALYS Forme juridique : S.A. Forme capital : 1 000 000 F Siège : 97266 Date de création : 1988 Adresse : 4, avenue Henri Barbus Code Postal : 66100 Ville : NICE Téléphone : 04 93 52 04 81 Télécopie : 04 93 51 39 41 Web : www.elys.com	A PLUS Forme juridique : S.A. Forme capital : 1 990 000 F Siège : 345 378 554 Date de création : 1988 Adresse : 10, rue de la République Code Postal : 91270 Ville : LE PLESSIS-FAVIA Téléphone : 01 49 88 97 97 Télécopie : 01 49 88 97 97 Web : www.aplus.fr E-mail : M. Joël DUGAST Directeur : M. Joël DUGAST Directeur Commercial : M. Stéphane GUITTON	AKN Informations Forme juridique : S.A. Forme capital : 1 880 000 F Siège : 326 055 354 Date de création : 2, avenue de la République Code Postal : 92714 Ville : SEVRES Téléphone : 01 41 84 28 98 Télécopie : 01 41 78 03 22 Web : www.akn.com E-mail : M. Pierre de BAILLEULOUX Directeur : M. Pierre de BAILLEULOUX Directeur Commercial : M. Laurent MARTIN
ASALIAH Forme juridique : S.A. Forme capital : 250 000 F Siège : 383 422 214 Date de création : 1991 Adresse : 49, rue de la République Code Postal : 92123 Ville : AULNAY-SOUS-BOIS Téléphone : 01 49 29 03 00 Télécopie : 01 49 29 03 00 Web : www.asaliah.com E-mail : M. Olivier PÉREZ Directeur : M. Olivier PÉREZ Directeur Commercial : M. MAURICIO	ASNET Forme juridique : S.A. Forme capital : 216 500 000 F Siège : 348 769 729 Date de création : 1988 Adresse : 79, rue Pierre Sarrasin Code Postal : 91000 Ville : ORLÉANS Téléphone : 01 45 25 05 00 Télécopie : 01 45 25 05 00 Web : www.asnet.com E-mail : M. Jean-Pierre VIRET Directeur : M. Jean-Pierre VIRET Directeur Commercial : M. Jean-Pierre VIRET	ASAZON Forme juridique : S.A.R.L. Forme capital : 1 610 000 F Siège : 431 293 493 Date de création : 1990 Adresse : 53, rue de la République Code Postal : 12500 Ville : ALENÇON Téléphone : 04 42 32 10 50 Télécopie : 04 42 32 10 50 Web : www	SANQUE INACTIVITE Forme juridique : S.A. Forme capital : 7 500 000 F Siège : 240 262 112 Date de création : 1980 Adresse : 72, avenue Gustave-Ernest Code Postal : 95198 Ville : GOSNOLLES-VAL-DE-MAISON Téléphone : 01 38 28 30 30 Télécopie : 01 38 28 30 30 Web : www

Рис. 5

При сравнении OCR-систем FineReader 8 и FineReader 9 было подсчитано количество ошибок, согласно методу «Одна строка – одна ошибка». Данные приведены в табл. 2.

Таблица 2.

OCR-система	Количество ошибок, приводящих к неверному распознаванию строки
FineReader 8	7682
FineReader 9	4398

FineReader 9 сделал на 3284 ошибки меньше (т.е. правильно распознал на 3284 строк больше). От общего количества ошибок сделанных системой

FineReader 8 это составляет 42,75%. На основании этих данных можно судить об улучшении качества анализа OCR-системы FineReader 9 по сравнению с предыдущей версией.

Выводы

В работе типы ошибок анализа были формализованы с помощью унифицированной системы разметки документа. Ошибки анализа делятся на 10 типов. Эти ошибки разнородны, их нельзя складывать для получения оценки вида «Количество ошибок». Поэтому предложены два типа оценки.

Первый тип оценки — сравнение количества ошибок определенного типа. Эта дифференциальная оценка, позволяет сравнивать 2 системы OCR. Анализатор системы FineReader 8 лучше справится с задачей поиска всех строк текста в документе. Но по количеству других ошибок эта система явно уступает системе FineReader 9.

Второй тип оценки — направлен на улучшение распознавания текста. Эта оценка точнее, поскольку она учитывает все неверно распознанные строки. Однако для этой оценки нужно осторожнее выбирать документы для проверочного пакета документов.

По количеству строк, неверно проанализированных двумя системами, можно сказать, что FineReader 9 лучше предыдущей версии на 43%.

Таким образом, FineReader 9 часто проводит анализ документа качественнее, чем 8-я версия системы, что согласуется с субъективной оценкой качества анализа. Предложенные оценки действительно могут использоваться для оценки блока анализа. ■

Литература

1. Арлазаров В.Л., Славин О.А. «Алгоритмы распознавания и технологии ввода текстов в ЭВМ». — Информационные технологии и вычислительные системы № 1, 1996
2. Славин О.А., Федоров Г.О. «Вопросы распознавания текста, оцифрованного с помощью видеокамер». <ftp://ftp.dol.ru/pub/users/cgntv/download/sbornic/sbornic3/FEDOROV.DOC>
3. Н. Е. Бузикашвили «Выделение и представление картинок на немонахромных изображениях». <ftp://ftp.dol.ru/pub/users/cgntv/download/sbornic/sbornic1/buzik2.doc>
4. Владимир Вежнев «Оценка качества работы классификаторов» <http://cgm.graphicon.ru/content/view/106/60/>
5. Kazem Taghva, Julie Borsack, Steven Lumos, Allen Condit «A comparison of automatic and manual zoning». — International Journal on Document Analysis and Recognition, Volume 6, Number 4 / April, 2003
6. Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. М., Мир, 1976
7. Коулмен Г. Б., Эндрюс Х. С. Сегментация изображений при помощи автоматической классификации. ТИИЭР. 1979. Т. 67. №5. с. 39-49

ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ: КОМПОНЕНТЫ, ЛОГИКА И МЕТОДЫ РАНЖИРОВАНИЯ

А.В. Кириллов,

аспирант кафедры инноваций и бизнеса в сфере информационных технологий
факультета бизнес-информатики Государственного университета-
Высшей школы экономики, инженер-программист ЗАО Фирма «Клуб 400».

Адрес: г. Москва, Варшавское шоссе, д. 39,
e-mail: antonv.kirillov@gmail.com.

Аннотация В статье рассматриваются принципы построения поисковой системы и ее компонентов, а также методы ранжирования результатов, в частности, основанный на рейтинге цитирования алгоритм PageRank. Детально анализируется проблема выборки документов, релевантных поисковому запросу, в гетерогенной среде, такой как World Wide Web. Продемонстрирована необходимость расширения классических методов поиска информации при помощи методов ранжирования, учитывающих рейтинг цитирования.

Ключевые слова: поисковые машины, рейтинг цитирования, гетерогенное окружение.

1. Введение

В настоящее время все большее количество знаний, накопленных человечеством, хранится в компьютеризированных репозиториях, таких как Всемирная Сеть (World Wide Web). Данная ситуация влечет за собой проблему поиска определенной информации в этих часто неструктурированных репозиториях, которая решается при помощи поисковых систем. Концепция поисковой системы достаточно проста: пользователь вводит поисковый запрос, состоящий из нескольких ключевых слов, относящихся к целевым документам, которые должны быть извлечены из репозитория. Результатом работы поисковой системы является упорядоченный набор документов, которые считаются релевантными данному запросу.

Фундаментальной проблемой при разработке поисковых систем является определение релевантности — ситуации, когда документ соответствует запросу. Архитектура поисковой системы основывается на идеях из области поиска информации, предоставляющей методы определения релевантности документа по его фактическому содержанию. Тем не менее, в гетерогенной среде, такой как WWW, эти методы сами по себе оказываются неэффективными. Кроме того, что гораздо хуже, эти методы не защищены от мошенничества со стороны людей, пытающихся извлечь из поисковых систем коммерческую выгоду.

Именно поэтому современные поисковые системы рассматривают весовые факторы, которые не имеют прямой зависимости от содержимого документа. Общий метод, пригодный в информаци-

онных репозиториях, использующих гиперссылки, таких как WWW, состоит в анализе структуры ссылок, образованной между документами. Наиболее успешным алгоритмом из этой категории является алгоритм PageRank, предложенный основателями поисковой системы Google.

2. Поисковые системы

В повседневной речи под термином «поисковая система» понимается программное обеспечение, состоящее из базы данных документов, снабженной пользовательским интерфейсом, позволяющим пользователю получить упорядоченное подмножество этих документов как ответ на его поисковый запрос. Основная задача поисковой системы заключается в выборе наилучшего возможного подмножества в ответ на конкретный запрос, т.е. множества документов, которые наиболее соответствуют тому, что ищет пользователь (обычно в порядке убывания релевантности).

Самыми распространенными примерами поисковых систем, используемых повсюду, являются поисковые системы для Веба (такие как Google и Yahoo, например), которые применяются для обнаружения текстовой информации (например, документы в формате HTML и PDF), хранящейся на веб-серверах, расположенных по всему миру. Схожие технологии используются и при поиске информации в корпоративных внутренних сетях.

3 Формальные компоненты поисковой системы

Большинство поисковых систем состоит из двух основных, независимых компонентов, которыми являются компонент индексирования и компонент поиска. Пользователю доступен только поисковый компонент. Компонент индексирования используется для создания внутреннего эффективного представления данных, в которых будет производиться поиск необходимой информации, а поисковый компонент отвечает за получение результатов из внутренней базы данных в ответ на поисковый запрос пользователя.

Формально компонент индексации может быть представлен функцией $I:U \rightarrow R$. Множество U называется универсумом и содержит данные, среди которых будет вестись поиск. Для поисковой системы Интернета — это страницы, которые мы загружаем из сети, для графической поисковой системы им будет являться набор изображений, а для академической поисковой системы универсум будет представлен, например, собранием работ, статей и книг.

Множество R , являющееся внутренним представлением универсума U , называется репозиторием. Репозиторий имеет вид $R = \{\sigma_d | 1 \leq d \leq n\}$, где каждое σ_d является документом, а d — соответствующим уникальным идентификатором этого документа, называемым DOCID. Когда речь идет о документе d , используется преобразование $d \mapsto \sigma_d$. Каждое представление σ_d зависит, в первую очередь, от поисковой системы.

Следует отметить, что функция I обычно применяется к подмножеству U' множества U , и поэтому поиск происходит только в части всего репозитория $R' = I(U')$. Объясняется это тем, что множество U слишком велико, чтобы быть проанализировано полностью (см. ниже).

Проиллюстрируем концепцию индексирования на примере поисковой системы для Веба. Место-нахождение веб-страниц обычно определяется по Unified Resource Locator или URL (например, <http://www.hse.ru>). При индексировании сети система имеет дело с набором URL различных документов (которые в Вебе называются страницами) и последовательно присваивает им идентификаторы (DOCID). Затем данные страницы выгружаются из Веба и создается репозиторий, т.е. хранилище внутренних представлений каждой из страниц. Количество выгружаемых страниц обычно очень велико (в современных поисковых системах это порядка 1010 документов), но, тем не менее, оно значительно меньше реального числа страниц в U , т.е. количества страниц, находящихся в Интернете. Таким образом, основной задачей построения поисковых систем для Веба является определение адекватного подмножества U' множества U .

Рассмотрим компонент поиска, который обращается к документам, расположенным в репозитории для того, чтобы осуществить выборку, соответствующую поисковому запросу. Формально, поисковый компонент может быть представлен как программа, реализующая преобразование $S:\omega \mapsto \tau$, где ω — поисковый запрос, т.е. конечная строка, введенная пользователем (принадлежащая используемому алфавиту). Поисковый запрос ω принято считать состоящим из термов, являющихся атомарными словами, поиск которых ведется, и операторов, которые описывают, как интерпретировать термы. Например, в поисковом запросе «цепи Маркова», запрос состоит из термов $\omega_1 = \text{Маркова}$ и $\omega_2 = \text{цепи}$. Оператором в данном случае будет являться «логическое И», что описывает ситуацию, когда нам необходимы документы, содержащие оба этих термина.

В преобразовании $S: \omega \mapsto \tau$ τ — это результат, являющийся упорядоченным набором (или же вектором) отдельных документов: $\tau = (\sigma_{\tau_1}, \sigma_{\tau_2}, \dots, \sigma_{\tau_r}) \sim (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_r)$, где используется свойство изоморфности документов, такое, что $\tau_i : s$ фактически является идентификатором документа (DOCID). Количество возвращаемых документов, $r = |\tau|$, называется *эффективностью поиска* для данного поискового запроса. Очевидно, что $0 \leq r \leq n$.

Результат τ — это информация, представляемая пользователю. Элементы τ — это все документы, которые поисковая система сочла достаточно подходящими для включения в результирующий набор. Более того, элементы в результирующем множестве расположены в таком порядке, что τ_i считается более значимым для пользователя, чем τ_{i+1} . При обычном веб-поиске 10 документов, представленных на первой странице результатов, будут соответствовать $\tau_1 - \tau_{10}$. *Точность* определяется долей возвращенных документов, которые фактически релевантны, т.е.

$$\text{Точность} = \frac{|\{\text{Релевантные_документы}\} \cap \tau|}{|\tau|}$$

Здесь понятие *релевантности* является абсолютно произвольным и полностью зависит от поисковой системы (или, возможно, от ее пользователей).

Рассмотрим проблему получения τ на основании поискового запроса ω и репозитория R . Поисковая система обычно осуществляет выборку τ в два этапа:

1. Выбор множества претендентов $\tilde{\tau} \subset R$, такого, что все элементы $\tilde{\tau}$ в той или иной степени релевантны поисковому запросу. Определение релевантности на данном этапе очень приближенное. Например, может быть использован *логический метод*, рассматриваемый далее.

2. Для каждого $\tau_i \in \tilde{\tau}$ определяется его *релевантность* $\text{Rel}(\tau_i)$, а затем $\tilde{\tau}$ сортируется в порядке уменьшения релевантности. В процессе сортировки некоторые элементы, имеющие релевантность ниже порогового значения, могут быть исключены из выборки. Результирующей выборкой будет являться τ .

4. Логический метод определения множества претендентов

Рассмотрим процесс определения множества претендентов $\tilde{\tau}$, который обычно происходит с

использованием *логического метода*. Основная идея данного метода заключается в том, что результирующее множество поискового запроса (такого как, например, «цепи Маркова») должно содержать только страницы, относящиеся ко всем уникальным термам запроса (в данном случае ими будут являться «Маркова» и «цепи»). Затем ответ на поисковый запрос может быть дан после просмотра всех документов, содержащих термы «Маркова» и «Цепи», используя документы, содержащие пересечение данных термов как результирующее множество претендентов.

Так происходит по той причине, что основной задачей компонента индексации является построение *инвертированного индекса*, являющегося структурой данных, в которой термам в соответствие ставятся документы (или же DOCID), содержащие данные слова (как расширение в, например, поисковой системе изображений, терм «лицо» может быть привязан ко всем документам, которые классифицируются как содержащие лица).

Таблица 1.

Пример инвертированного индекса.

Терм	DOCID документов, содержащих данный терм
Маркова	35, 678, 432, 1839, 6456, ...
цепи	7834, 889, 8912, 325, 91, ...
.	.
.	.
.	.

В *таблице 1* представлен пример инвертированного индекса. Инвертированный индекс является одной из важных частей вышеупомянутого внутреннего представления документов. Запрос, таким образом, подвергается декомпозиции в древовидную структуру с термами (т.е. атомарными словами или фразами) в качестве листьев и логическими операторами в качестве узлов.

Наиболее используемыми логическими операторами являются AND, OR и NOT, равнозначные операциям $\cap$ (пересечения), $\cup$ (объединения) и $\complement$ (дополнения) между множествами DOCID соответственно. В дальнейшем эти символы будут использованы для того, чтобы различать операции над множествами и логические операции. AND обычно подразумевает отсутствие оператора между двумя термами. Несколько примеров логических представлений поисковых запросов представлены в *таблице 2*.

Логическое сравнение является простым путем получения множества $\tilde{\tau}$ потенциально релевантных документов, но, конечно, не представляет их в порядке соответствия запросу. Поэтому необходимо использовать разные методы при сортировке $\tilde{\tau}$ и при получении τ .

Таблица 2.

Примеры логических интерпретаций поисковых запросов.

Запрос	Логическая интерпретация
Маркова Цепи	$\{\text{Маркова}\} \cap \{\text{Цепи}\}$
Маркова –Цепи	$\{\text{Маркова}\} \cap \overline{\{\text{Цепи}\}}$
Маркова (Цепь OR Процесс)	$\{\text{Маркова}\} \cap (\{\text{Цепь}\} \cup \{\text{Процесс}\})$

5. Проблема ранжирования: переход от $\tilde{\tau}$ к τ

В дальнейшем, после определения $\tilde{\tau}$, происходит поиск зависимой от поискового запроса функции ранжирования или релевантности $Rel_{\omega} : \tilde{\tau} \rightarrow [0, \infty)$ такой, что $Rel_{\omega}(\tau_i) > Rel_{\omega}(\tau_j)$, если элемент τ_i считается более релевантным запросу, чем τ_j , и, таким образом, должен находиться в τ до него. Другими словами, результирующее множество τ должно быть отсортировано по убыванию значения Rel_{ω} . Функции класса Rel_{ω} являются строго охраняемым секретным компонентом любой поисковой системы и определяют схему ранжирования, т.е. те характеристики документа, которые были определены как значимые при формировании результатов для определенного поискового запроса.

Логический метод в той или иной степени является применимым к любому набору данных, однако проблема ранжирования в высшей степени зависит от окружения U , из которого данные были извлечены. Например, поисковые системы для веба постоянно сталкиваются с проблемой спама: веб-страницы, которые пытаются «перехитрить» поисковые системы, предоставляя необычайно высокое значение Rel_{ω} для конкурентоспособного $\omega : s$, тем самым, рассчитывая на увеличение количества появлений страницы в результатах поиска. Данная проблема приводит к тому, что функция Rel_{ω} должна определяться как можно тщательнее и скептически. Тем временем также и не стоит отсеивать «честные» документы. Это приводит к тому, что решение проблемы ранжирования результатов в неконтролируемой среде становится очень востребованным и перспективным. Обычно спам не

является проблемой в более контролируемых средах, таких как поисковые системы для академических работ или внутренних сетей.

Обратим внимание на особенности ранжирования в неконтролируемых средах, таких как Веб. Здесь функция ранжирования принимает в расчет как *внешние* факторы (*on-page factors*): информационное содержимое и его размещение на странице, так и *внутренние* факторы (*inter-page factors*): обычно, информация о том, как страницы соотносятся с другими посредством гиперссылок и т.п. Основное внимание следует уделить внутреннему фактору гиперссылок между страницами: предварительно проведем небольшой обзор процесса ранжирования в целом. Мотивацией к изучению внутренних факторов является то, что все внешние факторы находятся под полным контролем автора страницы. Изучение различных отношений внутри документа с гораздо большим числом страниц позволяет более эластично оценить качество исследуемой страницы.

В общем случае, функция ранжирования поисковой системы для Веба выбирается следующим образом:

$$Rel_{\omega}(\tau) = P(\tau, \omega)q(\tau) \quad (1)$$

где $P(\tau, \omega)$ является показателем документа τ для запроса ω по внешним факторам, т.е. насколько релевантна информация, расположенная на странице τ , по отношению к запросу ω , а $q(\tau)$ является *качественной* функцией от τ , которая рассчитывается на основании факторов, не представленных непосредственно на самой странице. Качественная функция q может включать в себя такие вещи, как внутренние факторы страницы и ручное вмешательство (т.е. страница была специально изменена для поднятия рейтинга и позиции в результатах поиска). Следует отметить, что q не является функцией, зависящей от запроса, а скорее присваивает обобщенный весовой коэффициент каждой странице независимо от запроса. Функция q принимает значения в пределах $[0;1]$, таким образом, умножение на q используется для дампинга рангов документов (т.е. набранных ими «очков» по внешним факторам).

Рассмотрим далее три возможных метода определения $P(\tau, \omega)$.

5.1. Логический метод ранжирования

Представим простейшую поисковую систему, принимающую значение $P(\tau, \omega) = 1$, и в результате

имеющую $ReI_{\omega}(\tau) = q(\tau)$. Результирующее множество τ будет состоять исключительно из множества претендентов $\tilde{\tau}$, отсортированного по убыванию значения q . Так функционирует чисто логическая поисковая система: все страницы, имеющие *любое* отношение к термам, которые ищет пользователь, одинаково релевантны поисковому запросу.

5.2. Ранжирование на основе вектора документа

Подход к ранжированию с использованием *вектора документа* является достаточно популярной технологией.

Первым предположением в данной модели является то, что документ τ должен иметь высокий рейтинг по терму ω_i , если данный терм часто встречается на этой странице. Предположим, что запрос ω состоит из L термов: $\omega_1, \dots, \omega_L$. Зададим частоту термов, $TF_{\omega_i}(\tau)$, как отношение количества появлений терма ω_i в документе к размеру (S_{τ}) документа в некоторых удобных единицах измерения (например, количество слов или байтов).

Далее, предположим, что некоторые термы более значимы при поиске, чем другие. Стандартный метод определения значимости термов заключается в нахождении инверсивной частоты документа. Предположим, что R_{ω_i} является подмножеством репозитория, состоящим из документов, содержащих терм ω_i . Вероятность p того, что документ, выбранный случайно, будет содержать терм ω_i , такова:

$$p = \frac{|R_{\omega_i}|}{|R|}.$$

В Теории информации Шэннона [1] это соответствует собственной информации (self-information) $\log_2\left(\frac{1}{p}\right)$.

На основании этого определяется *инверсивная частота документа*

$$IDF(\omega_i) = \log\left(\frac{|R|}{|R_{\omega_i}|}\right),$$

т.е. логарифм отношения общего числа документов в репозитории к количеству документов, содержащих терм ω_i (обычно, принято использовать логарифм по основанию 10). Инверсивная частота документа представляет собой оценку количества информации, свойственной терму. Если терм часто встречается в документах, находящихся в репозитории, то вероятность того, что он весьма общий, высока, и поиск определенного ресурса при помощи поисковой системы не даст значительных результатов, поэтому ему присваивается низкое

значение *IDF*. В *таблице 3* представлены примеры вычисленных значений *IDF* для некоторых термов (в примере используются словосочетания), относящихся к хорошо известной теории множеств, но с возрастающей степенью обобщения и, поэтому, с убывающим количеством содержащейся в документах полезной информации.

TF и *IDF* будут использоваться для определения оценки документа. Для каждого $\tau \in \tilde{\tau}$ определим *вектор документа* δ_{τ} , состоящий из L элементов (по одному для каждого терма), такой, что выполняется соотношение

$$[\delta_{\tau}]_i = IDF(\omega_i) \cdot TF_{\omega_i}(\tau).$$

Элементы вектора документа, таким образом, являются относительной единицей измерения отношения частоты вхождений терма в документ к частоте появления терма в репозитории в целом и, по существу, данные элементы принимают во внимание как значимость терма в документе, так и его предполагаемую информационную значимость.

Таблица 3.

IDF, вычисленные поисковой системой Yahoo, при $|R|$ приблизительно равном $2 \cdot 10^9$

Терм	Количество вхождений	IDF
теорема Перрона - Фробениуса	8270	6.38
цепь Маркова	1050000	4.28
теория вероятностей	10900000	3.26
математика	92900000	2.33
наука	816000000	1.39

Можно рассматривать *поисковый запрос* как документ сортов, в котором каждый из термов запроса встречается только один раз. Пусть v – это L – вектор для каждого $v_i = S_v^{-1} IDF(\omega_i)$ (где S_v – это размер запроса, представленный в тех же единицах измерения, что и размер документа, о котором говорилось ранее). Помимо этого, можно рассматривать это как вектор документа для запроса. Так как неизвестно, каким образом пользователь задает приоритеты термам в его запросе, то весовые коэффициенты термам будут присвоены в соответствии с их *IDF*.

Определим зависящую от запроса часть функции отношения, т.е. $P(\tau, \omega)$ в (1), чтобы установить соответствие между δ_{τ} и v , а определением

соответствия, в данном случае, будет являться угол между векторами в L -пространстве:

$$P(\tau, \omega) = \cos(\angle(\delta_\tau, v)) = \frac{\delta_\tau \cdot v}{\|\delta_\tau\|^2 \cdot \|v\|^2} \quad (2)$$

Пример 1. Продемонстрируем векторную модель на практике, рассмотрев процесс поиска для запроса «связный граф».

В хорошо известной поисковой системе для Веба можно обнаружить примерно $20 \cdot 10^9$ документов, в которых терм «связный» встречается в $7 \cdot 10^9$ документах, а терм «граф» в $150 \cdot 10^6$ документах. Таким образом, значения IDF будут следующими: $IDF(\text{связный}) = 0.46$ и $IDF(\text{граф}) = 2.1$. Используя количество слов как единицу измерения, получаем размер запроса, равный 2, и вектор запроса

$$v = \frac{1}{2}(1 \cdot IDF(\text{связный}), 1 \cdot IDF(\text{граф})) = (0.23, 1.05)$$

Необходимо сравнить по релевантности два документа А и В, которые, предположим, одного размера. Следовательно, мы можем использовать количество вхождений термина в документ в качестве его TF -значения. В таблице 4 приведены количество вхождений термов запроса в документы, а также соответствующие векторы документов.

Таблица 4.

Количество вхождений термов запроса в документы и соответствующие векторы документов.

	Документ А	Документ В
Количество вхождений термина «связный»	10	2
Количество вхождений термина «граф»	4	3
Вектор документа	$\delta_A = (4.6, 8.4)$ $\ \delta_A\ = 9.6$	$\delta_B = (0.92, 6.3)$ $\ \delta_B\ = 6.4$
Оценка (по (2))	0.96	0.9975

Простой подсчет количества вхождений термов дает преимущество документу А, однако видно, что В фактически лучше удовлетворяет запросу. Это интуитивно доказуемо. Например, большее число вхождений термина «связный» в документе А показывает, что этот документ посвящен связям в несколько другом контексте, чем «связные графы», и поэтому слабо удовлетворяет запросу.

5.3. Реалистичные модели ранжирования

Большинство поисковых систем в действительности используют улучшенную модель вектора документа. Тем не менее, существует множество противников данной модели, поскольку самый существенный ее недостаток в том, что подход, использующий подсчет частоты вхождений термов, может дать ошибочные результаты, т.к. количество слов на странице подсчитывается «вслепую». Поэтому вносятся корректирующие коэффициенты, основанные на таких факторах, как расположение термов относительно друг друга, статистические измерения корреляции между терминами и аспектами форматирования страницы (такими как шрифт и размер шрифта, которым представлены термы).

Одним из популярных методов ранжирования является OKAPI BM25 [2], где рейтинг документа вычисляется на основе формулы:

$$P(\tau, \omega) = \sum_{\omega_i \in \omega} IDF(\omega_i) \frac{(k+1)TF_{\omega_i}(\tau)}{TF_{\omega_i}(\tau) + k(1-b + b \frac{d_\tau}{\bar{d}})},$$

где, обычно, $k=1.2$, $b=0.75$, d_τ — длина документа τ (т.е. количество слов в документе) и $\bar{d}$ — средняя длина всех документов. Данная функция пытается нормализовать рейтинги документов, исходя из их длины: большой документ может содержать гораздо больше повторений отдельных термов, чем маленький, и, тем не менее, быть менее релевантным запросу.

Следующим улучшенным вариантом является функция OKAPI BM25F, в которой ранжирующая функция разбивается на части относительно *полей* документа, таких как заголовки, ссылки, основной текст и т.д.

Однако у всех представленных методов существует еще одна проблема. Пользователь, совершающий поиск, ожидает найти авторитетную информацию в результатах поиска раньше, чем все остальное. Но в большинстве случаев стандартные слова в поисковом запросе не выделены особым образом на анализируемых при поиске страницах. Например, не все производители автомобилей используют слово «машина» на своих веб-сайтах! Более того, неавторитетные или даже вредоносные ресурсы могут легко обогнать авторитетные по рейтингу, просто используя термы по несколько раз на своих страницах: к примеру, при поиске «Volvo», главная страница компании Volvo будет находится гораздо ниже в рейтинге, чем локальные дистрибьюторы автомобилей, использующие сло-

во «Volvo» десятки раз у себя на страницах. Это не тот эффект, который необходим. Необходимо решение, которое позволило бы оценивать *качество* страницы независимо от запроса.

Эта проблема, а также проблема спама, являются основными причинами введения в функцию ранжирования (1) коэффициента $q(\tau)$.

6. Оценка качества документа на основе цитирования: алгоритм PageRank

Рассмотрим один из наиболее популярных и широко используемых методов оценки качества документов, основанный на ссылках между документами, так называемый метод рейтинга цитируемости. Примерами цитат могут служить список цитированной литературы в научных работах или гиперссылки между веб-страницами. Идея рейтинга цитируемости заключается в определении качественной оценки документа на основании количества и качества ссылающихся на него документов.

Абстрагируясь от того, что цитата представляет собой только ссылку с одной страницы на другую без каких-либо специфических атрибутов (т.е. не учитывается размещение ссылки в документе, ее формат и т.д.), можно представить ссылочную структуру в виде графа. Предположим, репозиторий состоит из n документов, имеющих уникальные идентификаторы DOCID, последовательно присвоенные документам и находящиеся в интервале $V = [1, n]$.

Определение 1. Цитатой, или же другими словами, ссылкой называется упорядоченная пара документов $(i, j) \in V^2$. Ссылками называются *исходящая связь* документа i и *входящая связь* документа j .

Сформировав из всех ссылок между документами из V множество E , становится ясно, что $G = (V, E)$ является ориентированным графом с вершинами, являющимися ссылками. Назовем данный граф *графом ссылок*.

Определение 2. Пусть $G = (V, E)$ где V — конечное множество вершин графа, $E \subset V * V$, и $i \in V$. Тогда множество входящих связей будет обозначаться как $I(i)$, а множество исходящих связей как $O(i)$, т.е.

$$I(i) = \{e \in E \mid e = (j, i) \ j \in V\},$$

$$O(i) = \{e \in E \mid e = (i, j) \ j \in V\}.$$

Страница	$I(i)$	$ I(i) $	Рейтинг
1	$\{(2,1)\}$	1	0.091
2	$\{(1,2),(3,2)\}$	2	0.18
3	$\{(1,3),(2,3)\}$	2	0.18
4	$\{(1,4),(2,4),(3,4),(5,4)\}$	4	0.36
5	$\{(1,5)\}$	1	0.091
6	$\{(4,6)\}$	1	0.091

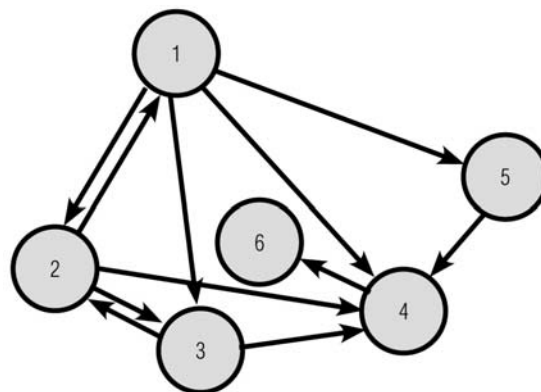


Рис. 1. Индекс цитирования с подсчетом входящих связей.

Определение 3. Документ $i \in V$ называется *висячим*, если $O(i) = \emptyset$.

Пример 2. Тривиальным примером для рейтинга цитируемости будет служить $q(i) = \text{const} \cdot |I(i)|$, т.е. документу i присваивается рейтинг прямо пропорциональный числу документов, ссылающихся на него. На рисунке 1 представлен граф, в котором простой подсчет входящих связей для каждого узла и формирует представленные показатели рейтинга (после нормализации по общему числу связей в графе).

Данный метод ранжирования редко применяется при ранжировании печатных работ или авторов в академической сфере. Очевидный недостаток данного метода заключается в том, что всем цитатам присваиваются равные весовые коэффициенты. Другими словами, цитата автора, на которого имеется много ссылок из других ресурсов, приравнивается цитате автора, не имеющего ссылок с других ресурсов. Кроме того, в таких средах как Веб, данная оценка является абсолютно неадекватной, т.к. основной задачей данного метода является простой подсчет огромного количества входящих ссылок со страниц с низким качеством.

Проблема поиска метода оценки качества ссылок, который бы работал в такой разнородной среде как Веб, наиболее успешно решилась с изобретением алгоритма PageRank. Этот алгоритм был разработан двумя аспирантами Стэнфордского университета: Сергеем Брином и Лоренсом Пейджем, в

дальнейшем он послужил частью технологической базы поисковой системы Google (www.google.com). Впервые алгоритм был описан в [3] и [4], после этого была проведена многолетняя работа в связи с данными публикациями.

6.1. Вычисление рейтинга страницы по алгоритму PageRank

Можно провести аналогию между списками использованной литературы в академических работах и ссылками на определенные страницы в Вебе. Подсчет ссылок на страницу из разных источников дает приближенное значение важности или, другими словами, качества страницы. Алгоритм PageRank расширяет данный подход не только подсчетом количества ссылок (принимая значимость ссылок с каждой из страниц равной), но и упорядочивая страницы по количеству ссылок, содержащихся в них. Рейтинг страницы по PageRank определяется следующим образом [4]:

Предположим, что на документ A ссылаются страницы $T_1...T_n$. А параметр d является коэффициентом затухания, находящимся в интервале $(0;1)$. Обычно d присваивается значение равное 0.85. Коэффициент d необходим для того, чтобы ограничить количество переходов по ссылкам в графе документов. Функция $C(T)$ определяет количество исходящих со страницы T ссылок. Тогда рейтинг страницы A по PageRank определяется как

$$PR(A) = (1 - d) + d(PR(T_1)/C(T_1) + ... + PR(T_n)/C(T_n))$$

Можно видеть, что при вычислении $PR(A)$ (рейтинга страницы A по PageRank) также учитываются рейтинги страниц $T_1...T_n$ по PageRank ($PR(T_k)$). Таким образом, при определении рейтинга документа во внимание принимается рейтинг страниц, ссылающихся на него, т.е. рейтинг документа зависит от качества ссылающихся на него страниц

Следует отметить, что PageRank определяет распределение вероятностей для каждой страницы таким образом, что сумма рейтингов PageRank всех страниц будет равна единице.

Рейтинг PageRank ($PR(A)$) может быть вычислен с использованием простого итеративного алгоритма и будет соответствовать главному собственному вектору нормализованной матрицы ссылок. Следует отметить, что рейтинг PageRank для 26 миллионов веб-страниц может быть вычислен за несколько часов на рабочей станции средней мощности [3].

6.2. Наглядное обоснование

Алгоритм PageRank можно рассматривать как модель поведения пользователя. Предполагается, что *веб-серфер* (пользователь, «путешествующий» по веб-страницам, т.е. переходящий по ссылкам с одной на другую) с заданной случайным образом стартовой страницы переходит по ссылкам (снова выбирая их случайным образом) на другие страницы и никогда не возвращается на предыдущую страницу, иногда прерывая переход по ссылкам и начиная снова с другой случайной страницы. Вероятность того, что веб-серфер посетит определенную страницу, и является ее рейтингом PageRank. А коэффициент затухания d определяет насколько скоро веб-серфер начнет процесс заново, перейдя на случайную страницу. Единственное важное различие в задании фактора d заключается в том, что он может быть присвоен как группе страниц, так и отдельным страницам. Данный подход позволяет персонализировать выборку и сводит к минимуму вероятность того, что система ошибется, присваивая странице рейтинг. Существует несколько расширений алгоритма Page Rank, описанных в [5].

Другое наглядное обоснование того, что страница может иметь высокий рейтинг PageRank, заключается в определении количества страниц, ссылающихся на нее и имеющих также высокий рейтинг PageRank. Таким образом, страницы, на которые ссылаются множество документов в вебе, являются более предпочтительными. Кроме того, страницы, имеющие хотя бы одну ссылку, например, с домашней страницы Yahoo!, являются более предпочтительными. Если ссылка на страницу не работает, или страница низкого качества, то маловероятно, что домашняя страница Yahoo! будет ссылаться на нее. PageRank анализирует подобные ситуации, а также рекурсивные ссылки нескольких страниц, посредством которых их владельцы пытаются повысить их рейтинг.

6.3. Анкерный текст

Рассмотрим некоторые особенности поисковой системы Google, основой которой является алгоритм PageRank. В поисковой системе Google анкерный текст обрабатывается особым образом. *Анкером* называется слово или группа слов (фраза), к которым привязана гипертекстовая ссылка. Большинство поисковых систем связывают текст ссылки со страницей, на которой эта ссылка находится. В Google анкерный текст так же ассоциируется со страницей, на которую эта ссылка указывает. Дан-

ный подход имеет несколько преимуществ в силу того, что анкеры обрабатываются особым образом. Во-первых, анкеры содержат более точное описание страниц, чем сами страницы. Во-вторых, анкеры могут описывать документы, которые не могут быть проиндексированы системой без графического интерфейса, такие как изображения, приложения и базы данных. Таким образом, становится возможным отбирать веб-страницы, которые фактически не были проиндексированы.

Следует отметить, что неиндексированные страницы могут вызвать некоторые проблемы в силу того, что они не проверялись на точность до представления пользователю. В таких случаях поисковая система никогда не сможет вернуть страницу, которой фактически не существует, однако имеются гиперссылки, указывающие на нее. Тем не менее, сортировка результатов по-прежнему возможна, так как с данной проблемой сталкиваются крайне редко.

Идея привязки анкерного текста к странице, на которую он ссылается, впервые была реализована в World Wide Web Worm [6] именно из-за того, что данный подход позволяет находить информацию, представленную не в виде текста, а также расширяет возможности стандартной поисковой системы. В Google используют анкерную привязку в основном для того, чтобы получить наиболее качественную выборку. Эффективное использование анкерного текста очень проблематично с технической точки зрения: необходимо обрабатывать огромное количество информации. К примеру, для репозитория, содержащего 24 миллиона страниц, было проиндексировано более 259 миллионов анкеров [3].

7. Заключение

Поиск информации в гетерогенной среде, такой как World Wide Web, является актуальной задачей, для которой существует множество методов решения. При поиске данных в репозитории поисковой системы производится выборка проиндексированных документов и определяется их релевантность поисковому запросу, введенному пользователем. Если для определения множества претендентов для выборки подходит логический метод, то для определения релевантности документов используются гораздо более сложные методы, самым эффективным из которых является алгоритм PageRank. Этот алгоритм основан на анализе как ссылок, исходящих из документа, так и документов, ссылающихся на него. При этом также производится оценка качества ссылающихся документов.

Тем не менее, перед поисковыми системами стоит множество проблем, таких как проблема спама и ситуации, когда создатель страницы добавляет искусственную избыточную информацию с целью повысить рейтинг своей страницы. Кроме того, существуют проблемы анализа документов, не имеющих текстовой информации (таких, как изображения или медиа). Для их решения используются различные подходы, которые применяются в крупных поисковых системах и являются коммерческой тайной компаний, их разрабатывающих. В настоящее время ведется активная работа над существующими методами поиска, направленная на их оптимизацию. ■

Литература

1. Shannon, C.E.: A mathematical theory of communication. Bell Syst. Tech. J. 27 (1948)
2. Sparck-Jones, K., Walker, S., Robertson, S.E.: A probabilistic model of information retrieval: Development and comparative experiments. Inf. Process. Manag. 36(6), 779–808 (2000)
3. Brin, S., Page, L.: The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. In: Proceedings of the 7th International World Wide Web Conference, 1998
4. Page, L., Brin, S., Motwani, R., Winograd, T.: The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web. Stanford Digital Libraries Working Paper, Stanford University (1998)
5. Lawrence Page, Sergey Brin, Rajeev Motwani, Terry Winograd. The PageRank Citation Ranking: Bringing Order to the Web. Manuscript in progress. <http://google.stanford.edu/~backrub/pageranksub.ps>
6. Oliver A. McBryan. GENVL and WWW: Tools for Taming the Web. First International Conference on the World Wide Web. CERN, Geneva (Switzerland), May 25–26–27 1994. <http://www.cs.colorado.edu/home/mcbryan/mypapers/www94.ps>

ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ К МОДЕЛИРОВАНИЮ «ЭЛЕКТРОННОГО ПРАВИТЕЛЬСТВА»

Ю.В. Борздый,

*аспирант факультета бизнес-информатики Государственного университета-
Высшей школы экономики.*

Адрес: г. Москва, ул. Севанская, д. 4, кв. 354,

e-mail: yuri.borzdy@gmail.com

Рассматриваются современные подходы к моделированию «электронного правительства» как системы автоматизированных государственных сервисов. Приводится обзор различных аспектов моделирования, обусловленных сложностью и концепцией такой системы.

Ключевые слова: электронное правительство, архитектура деятельности, архитектура непрерывности и безопасности, системная архитектура.

1. Введение

В настоящий момент можно говорить о наличии достаточного для всестороннего анализа числа реализаций или попыток реализации Электронного Правительства. Большинство стран-доноров технологий, стандартов и инноваций уже имеют значительные системы автоматизированных государственных сервисов и четкую регламентацию процессов развития этих систем путём добавления новых и улучшения существующих сервисов. Выработка эффективных подходов к разработке и внедрению столь объемных систем невозможна без серьёзной исследовательской работы, отраженной в целом ряде статей различных авторов, посвященных моделированию сервисов ЭП. Цель данной работы — сделать обзор статей такого рода за последние 5 лет и систематизировать подходы к мо-

делированию сервисов ЭП, выделив наименее исследованные аспекты.

Структура статьи следующая: во второй части анализируются модели, актуальные на первых шагах проектирования и внедрения сервисов, помогающие понять цели и задачи ЭП в конкретной реализации, допустимые механизмы взаимодействия и готовность потребителей к предлагаемым инновациям. В третьей части рассматриваются подходы к оценке эффективности реализованных сервисов и упоминается про трансформационную роль ЭП. В четвертой исследуется российский опыт моделирования сервисов ЭП. В заключении делается вывод о том, выработка какого подхода к моделированию была бы наиболее полезна на текущем этапе развития знаний о проектировании, реализации и оценке сервисов электронного правительства.

2. Методология построения системы сервисов

2.1 Подходы к проектированию

Исторически, комплексная трансформирующая автоматизация затронула в первую очередь коммерческие структуры в силу их динамичности и готовности к переменам — жизненно важных качеств при существовании в конкурентной среде. Бизнес может работать с неизбежными при трансформации рабочих процессов рисками, применяя многочисленные методики страхования и резервирования, оперативно меняя регламентацию и оценивая непосредственный экономический эффект каждого изменения. Государственная структура связана гораздо более жесткими регламентами (законы, подзаконные акты) и ограничениями (бюджет, целевые показатели), а механизмы внесения и утверждения изменений таковы, что динамическое исправление ошибок планирования зачастую не представляется возможным. Поэтому примеры автоматизации государственных сервисов появились только тогда, когда автоматизация бизнес-процессов показала свою эффективность на примере большого числа коммерческих структур, претерпевших переход на новые электронные технологии.

Во многом естественным на первых порах становления идеи электронного правительства представлялся простой перенос методологий автоматизации бизнеса на государственные структуры. В монографии «Успехи архитектуры предприятия в применении к нуждам госуправления» [1] исследуется роль так называемой «архитектуры предприятия» для госструктур, принимающих участие в построении ЭП. В терминах автоматизации бизнеса, архитектура предприятия (АП) — это карта всех затрагиваемых автоматизацией бизнес-процессов объекта. Автор показывает, каким образом наличие проработанной АП способствует решению основных типов проблем, возникающих на пути построения ЭП. Демонстрируется также связь различных уровней зрелости ЭП с уровнем проработки АП государственных структур: от фрагментированных бизнес-процессов и их частей на низких уровнях зрелости к комплексной межведомственной карте бизнес-процессов на высоких уровнях.

Признание главенствующей роли комплексной архитектуры предприятия при построении системы сервисов ЭП подразумевает наличие единого центра, отвечающего за выработку АП и обладающего полномочиями, достаточными если не для оптимизации АП, то хотя бы для перевода затрагиваемых ведомств на рельсы автоматизации. При этом

помимо возможного ущемления интересов самих ведомств, теряется как видение обратной связи от физических и юридических лиц — конечных потребителей сервисов ЭП, так и возможный вклад частных партнеров (если допустить возможность частно-государственного партнерства при создании ЭП). В статье «Новые модели сотрудничества в предоставлении государственных сервисов» [2] предлагается модель, основанная на непрерывном взаимодействии всех сторон, заинтересованных в разработке и запуске сервисов ЭП.

Предложенная концептуальная модель располагает рядом достоинств, актуальных в условиях развитого гражданского и информационного общества. Основным двигателем процессов создания государственных сервисов предполагается «инициатива снизу». Создание каждого отдельного сервиса осуществляется именно там, где в этом есть наибольшая необходимость, осознанная всеми участниками процесса. Значительная роль уделяется частно-государственным партнёрствам, в которых частная сторона является источником технологических инноваций. Ключевым недостатком модели является отсутствие в ней целостной структуры ЭП. С точки зрения применяемых технологий это означает увеличение финансовых и временных издержек на межсистемную интеграцию, а с точки зрения создания сквозных бизнес-процессов — усложняет такую задачу в разы. В *таблице 1* приведено краткое сравнение обоих подходов.

Таблица 1.

Сравнение инициативного и директивного подходов к созданию ЭП

«Архитектура предприятия»	Инициатива «снизу»
Комплексная переработка системы государственного управления.	Локальные улучшения работы госорганов в наиболее востребованных потребителями сервисах.
Сложность проектирования и риски неприменимости выбранного решения на местах.	Простота проектирования и легкость локальной оптимизации сервиса и архитектуры решения.
Длительные проекты.	Короткие сроки реализации проектов.
Соответствие парадигме вертикального госуправления	Применимость в традициях широкого самоуправления на местах.

Разделение подходов к созданию сервисов ЭП на коллаборационный и стратегический является наиболее типичным спором среди авторов, занимающихся данной тематикой. К первой группе

можно также отнести работы Джейн Федорович (*Fedorovicz*) [3]–[4], в которых исследуются вопросы мотивации сторон в совместной деятельности по разработке и предоставлению сервисов, а так же способы максимального использования творческого и инновационного потенциала таких взаимодействий.

Вторая группа уделяет меньше внимания вопросам творческой переработки деятельности госструктур и концентрируется на проблеме комплексной автоматизации системы уже функционирующих на основе бумажного документооборота государственных сервисов. Большинство авторов из этой группы проповедует поэтапное развертывание ЭП с применением моделей уровня зрелости. Например, Роберт Девисон (*Davison*) в [5] предлагает несколько возможных путей трансформации традиционных госсервисов в электронные, от нижних уровней зрелости к верхним. Одна из первых моделей зрелости ЭП была предложена Х. Ченом (*Chen*) в [6]. Она предполагает 4 уровня:

1. Публикация информации госорганами в Интернете.
2. Двусторонняя коммуникация госорганов с физическими и юридическими лицами через Интернет-порталы и посредством электронной почты.
3. Поддержка полноценного электронного документооборота между госорганами и потребителями их сервисов.
4. Трансформация госсервисов с учетом потребностей их потребителей и новых технологических возможностей.

Учитывая высокий уровень цитируемости работ Х. Чена по прошествии семи лет, данную модель уровней зрелости можно считать канонической. Другие авторы могут выделять пять уровней, давать более детальное описание каждого из уровней, но в целом друг другу не противоречат. Таким образом, комплексный архитектурный подход и подход, опирающийся на инициативу «снизу», соглашаются с идеей о трансформационной суперцели ЭП, но первый предусматривает достижение этой цели только для развитых функционирующих систем автоматизированных госсервисов, а второй ставит эту цель во главе угла с первых шагов проектирования каждого отдельного сервиса.

2.2 Взаимодействие сторон в функционирующем ЭП

Технологические проблемы централизации данных и организации эффективного инфообмена достаточно хорошо изучены на примерах частных

компаний, прошедших через организационные слияния и поглощения. Настоящей проблемой при организации хранилищ и потоков данных в рамках ЭП является изменение существующих в различных государственных учреждениях регламентов обмена информацией с внешними структурами. Традиционно, такой обмен осуществляется посредством дискретных запросов, оформленных в виде бумажного документа, ответом на который является документ-справка. В случае инфообмена в рамках иерархической структуры учреждений имеют место также и регулярные отчеты, передаваемые вверх по иерархии. В теории, при организации электронного взаимодействия можно было бы отойти от такого формализма и просто наделять специалистов одной структуры правами доступа к участкам баз данных другой, но, как отмечают авторы в [7], подобный переход требует серьезной перестройки внутриучрежденческой культуры.

Отечественные авторы по умолчанию соглашались с тем, что основой формирующегося ЭП должен стать электронный документооборот, реализующий уже установившиеся процедуры работы госорганов с документами и по сути всего лишь упрощающий учет и пересылку документов, без значительной модификации процессов предоставления государственных сервисов. Такую же точку зрения, правда, применительно к процессу построения ЭП в Республике Беларусь, высказывает М.В. Дорошевич в [8]: «...Однако во всех государственных программах информатизация — создание мощной унифицированной среды для обмена колоссальными объемами разнообразной информации — рассматривается не как основа, первый шаг на пути построения открытого информационного общества, а как конечная цель. В этом контексте создание «электронного правительства» понимается как перенесение в новую информационную инфраструктуру методов старого аппарата, обеспечивающее, в лучшем случае повышение эффективности и производительности труда. При этом белорусская бюрократия активно сопротивляется идеям реструктуризации существующего аппарата в соответствии с кардинальными изменениями общественных институтов, обеспечивающих построение информационного общества.» Публикации в Интернете и неакадемической периодике показывают, что российские должностные лица, ответственные за реализацию программ ЭП на федеральном и региональном уровнях понимают задачу обмена информацией в точно таком же контексте.

Подобное упрощение может иметь место по той причине, что даже простой перевод документооборота с бумажных на электронные технологии встречает серьезные препятствия, которые не удастся обойти на протяжении нескольких лет, с момента принятия первых федеральных программ построения Информационного общества и ЭП. А.В. Чугунов в [9] отмечает признаваемое всеми экспертами основное препятствие: отсутствие законодательного признания электронного документа наравне с бумажным. Возможно, именно сложность преодоления этого препятствия мешает более широкому видению межведомственной интеграции в ЭП.

Взаимодействие различных правительственных учреждений при построении ЭП в России рассматривается в свете проводимой административной реформы. Наиболее полный обзор соответствующей проблемной области представлен в [10]. В качестве основных проблем автор отмечает рамочность прописанных в законодательстве процедур взаимодействия органов государственной власти и неоднородность степени детализации таких процедур. В то же время отмечаются конкретные шаги по налаживанию взаимодействия, предпринимаемые как федеральным, так и отдельными региональными правительствами.

С точки зрения проблемы выстраивания единой взаимосвязанной системы процедур и регламентов, бизнес успел продвинуться далеко вперед по сравнению с государственным делопроизводством. Именно бизнес-процессы были впервые записаны в виде схем, которые можно свести в единую карту, иллюстрирующие функционирование всей организации в целом. Такое видение позволяет достаточно легко находить заведомо уязвимые и устранимые операции и осуществлять оптимизацию. Деятельность государственных структур, как внутренняя, так и направленная на осуществление внешних сервисов, регламентирована в текстах законов и нормативных актов и по умолчанию не предусматривает какой-либо альтернативной нотации. Ряд авторов справедливо относят устранение такой регламентной отсталости госструктур к одной из ключевых задач ЭП и предлагают различные способы её решения.

Приверженцы «инициативного» подхода к построению системы сервисов ЭП начинают с рассмотрения интеграционных проектов в отрыве от технологической схемы. Например, с выяснения позиции участвующих в интеграции должностных лиц. Коллектив авторов под руководством Т.

Пардо (*Pardo*) провел масштабный опрос таких должностных лиц на предмет выявления наиболее важных задач, решаемых в процессе межведомственной интеграции, и опубликовал результаты в [11]. В опросе поучаствовало 173 должностных лица из всех 50 штатов США. Разработанная авторами методика опроса вместе с проверяемыми критериями вполне может быть применена в любой другой стране для выяснения местной специфики. Развитием данного направления стала модель динамического взаимодействия сторон в целях интеграции, предложенная в [12].

2.3. Готовность к развертыванию ЭП

Электронное правительство является атрибутом высокоразвитого информационного общества. Успех любой инициативы зависит от степени готовности вовлекаемых в нее субъектов. Если готовность правительственной стороны к созданию ЭП определяется во многом выбором эффективных стратегий проектирования и интеграции, то готовность потребителей к новым сервисам требует отдельных исследований, аналогичных маркетинговым исследованиям, проводимым коммерческой компанией перед выводом на рынок какого-либо нового товара или услуги.

Главным вопросом, ответ на который должны в первую очередь получить уже заинтересованные стороны, является вопрос доверия пользователей к сервисам ЭП и принятия предлагаемых инноваций. Ответ можно получить как путём опроса пользователей реализованных сервисов [13], так и посредством обобщающего анализа нескольких реализованных пробных фронт-офисных сервисов ЭП [14]. Однако, если пробные попытки внедрения были произведены на «неподготовленной почве» слабо развитого информационного общества, то постимплементационная оценка окажется почти наверняка негативной. Именно поэтому в выступлениях общественно-политических деятелей за последний год постулируется связь развития собственно ИО с внедрением ЭП [15]. Такая же связь отслеживается и в отчете ООН, посвященном текущему состоянию инициатив в мире, в котором предлагается композитный индекс готовности общества к ЭП на основе индексов Сетевого присутствия, Развития телекоммуникационной инфраструктуры и Человеческого капитала [16].

В частности, различная степень информационной готовности обществ препятствует тиражированию опыта по реализации развитых стран на

развивающиеся [17]. Следует отметить, что не существует и однозначной связи между состоянием информационного общества в стране с уровнем её экономического развития. Сравнение успешных опытов в строительстве ЭП таких стран как Сингапур, Финляндия и Эстония, с опытом экономических тяжеловесов США, Китая, Франции и Германии показывает важность нефинансовых факторов развития ИО и ЭП.

3. Моделирование системы сервисов ЭП после внедрения

3.1. Оценка эффективности реализованной системы госсервисов

Существенным преимуществом системы автоматизированных сервисов ЭП перед аналогичными бизнес-системами является свобода выбора критериев оценки эффективности и связанных с ними метрик. Коммерческая автоматизация должна быть выгодна в первую очередь с экономической точки зрения: уменьшать издержки, масштабировать в сторону увеличения объемы производства, увеличивать добавленную стоимость произведенной единицы товаров и услуг. Уменьшение издержек в работе государственных органов является приоритетной, но не единственной задачей. Поэтому в данном направлении исследователи могут предложить что-то новое. Например, Леонова М.В. и Якимец В.Н в [18]-[19] предлагают композитный индекс оценки эффективности обратных связей информационных сайтов госорганов — метрику, показывающую, степень прогресса ЭП: высокие значения индекса свидетельствуют о переходе сервиса на второй уровень зрелости, низкие показывают, что сервис остался на самом простом первом уровне Информационного присутствия и пассивного взаимодействия.

Аналогичной задаче оценки правительственных онлайн-сервисов посвящена работа *Cristiano Codagnone* [20], выполненная по заказу Европейской Комиссии. Автором предложены и применены к странам-членам ЕС композитные индексы оценки зрелости правительственных онлайн-сервисов на разных уровнях госуправления. Следует отметить, что в качестве максимального уровня зрелости ЭП автор рассматривает уровень онлайн-транзакций, не затрагивая область трансформации сервисов. Другое исследование того же автора [21] по заказу Европейской Комиссии посвящено

финансово-экономическим, политическим и административным эффектам внедрения ЭП. Три изолированных аспекта, рассматриваемые при оценке эффективности отражают фундаментальные отличия в целеполагании государственных и коммерческих структур. Тем не менее, практика развертывания ЭП в различных странах показывает, что без тщательной ревизии экономической эффективности, такого рода проекты обречены на неудачу. Первые попытки реализации ЭП в Германии, Франции и России оказались чрезвычайно затратными и настолько безрезультатными, что, в конце концов, привели к перезапуску соответствующих программ. В качестве примера всестороннего руководства по оценке эффективности инвестирования в ИТ-проекты для нужд государственных структур можно привести методологию WiBe 4.0, предложенную Федеральным агентством по координации и консультированию в области информационных технологий при германском Министерстве внутренних дел [22].

3.2 Трансформационная роль ЭП

Идеологами ЭП особо выделяется трансформационный потенциал инфокоммуникационных технологий (ИКТ) в их применении к органам государственной власти. В этом контексте выдвигается отдельный термин, «электронное правление», определяющий новые технологии осуществления госуправления, появившиеся благодаря внедрению ИКТ. Следует отметить существенную размытость термина «электронное правление». В [23] выделяются целых три отдельных концептуализации электронного правления:

- ◆ электронное правление как удовлетворение запросов пользователей;
- ◆ электронное правление как автоматизированные процессы и взаимодействия;
- ◆ электронное правление как инструменты и технологии.

Достаточно простой, но от этого не менее показательный пример трансформации административных практик под влиянием ЭП описывается в [26]: централизованная публикация нормативно-правовой базы в сочетании с механизмом обращения в орган местной власти через сайт помогла гражданину получить в этом органе власти нетипичный для повседневной практики, но предусмотренный законодательством сервис. Отсутствие авторитетного источника информации и контролируемого вышестоящими органами способа обращения в местный орган фактически препятствовало реализации прав

гражданина, но это препятствие было устранено сервисами ЭП всего лишь второго уровня зрелости.

4. Российский опыт моделирования ЭП

Внимание российских авторов, рассматривающих ЭП как систему автоматизированных сервисов, а не как автоматизацию документооборота, сосредоточено зачастую на технологических аспектах автоматизации. Поскольку абсолютное большинство работающих сервисов ЭП используют Интернет в качестве витрины взаимодействия с конечным потребителем, то одним из системообразующих факторов является стандартизация такого взаимодействия на уровне Интернет-технологий и, в частности, применения стандарта XML для решения этой задачи [27], [28]. Необходимость использования преимуществ международных стандартов организационно-управленческого характера отмечается авторами в [29].

Наиболее ценной работой, посвященной вопросам моделирования ЭП в России, представляется монография [30], созданная по результатам НИОКР, выполненных по заказу Министерства экономического развития РФ в рамках ФЦП «Электронная Россия». Для единой системы сервисов ЭП авторы предлагают пять специализированных архитектур, три из которых разбиваются на несколько справочных моделей.

Таблица 2.

Архитектуры деятельности и справочные модели ЭП

архитектура деятельности	справочная модель функций (СМ-Ф)
	справочная модель информации (СМ-И)
	справочная модель размещения (СМ-Р)
	справочная модель организации (СМ-О)
	справочная модель графиков деятельности (СМ-Г)
системная архитектура	справочная модель прикладных компонентов (СМ-ПК)
	справочная модель объединенных государственных информационных ресурсов (СМ-ОГИР)
	справочная модель электронных административных регламентов (СМ-ЭАР)
техническая архитектура	справочная модель организации данных (СМ-ОД)
	справочная модель базовых ИТ-сервисов (СМ-БС)
	справочная модель технических стандартов (СМ-ТС)
архитектура непрерывности деятельности и безопасности	
архитектура производительности	

Обширность предлагаемой авторами методологии, с одной стороны, способствует ясности и унифицированности при проведении проектировочных работ, но не гарантирует завершения таких работ в приемлемые сроки. Философия единой «архитектуры предприятия», на первый, взгляд кажется логичной в масштабах федеральных органов власти, и эта логичность подтверждается тем, что такая же философия проповедуется в США при реализации федеральных программ ЭП. Однако, опыт США в построении ЭП, приводимый в монографии в качестве образца, нельзя назвать однозначно успешным. Возможно, более удачной могла бы стать методология последовательного улучшения и унификации запускаемых сервисов ЭП. В свете планов Правительства Российской Федерации по запуску 46 полнофункциональных сервисов до конца 2011г. [31] полномасштабная и всесторонняя проработка всех предлагаемых моделей на этапе проектирования представляется маловероятной.

5. Перспективные направления исследования

Относительная новизна темы электронного правительства на сегодняшний день приводит к тому, что большинство посвященных ей работ носят наблюдательный характер: анализируются закономерности, оцениваются реализованные проекты, высказываются предложения по оценке готовности. Предлагаются отдельные индексы, полученные путём интервьюирования экспертов (в основном, экспертов со стороны затрагиваемых автоматизацией органов государственной власти). Оценки влияния ЭП на общество в целом, как на потребителя правительственных сервисов, а также на экономику государства или региона носят преимущественно качественный характер.

В этом контексте выработка методологии совокупной количественной оценки инициатив ЭП представляется чрезвычайно интересной. Необходим инструмент, позволяющий унифицировано оценивать как крупные первопроходческие проекты, связанные с массовым развертыванием сервисов ЭП, так и относительно мелкие модернизационные инициативы, направленные на улучшение уже работающих сервисов. Идеология постоянного улучшения, присущая современным стандартам управления корпоративными ИТ-сервисами, должна быть доработана и применена к сервисам ЭП, опираясь на как можно более полную модель априорной оценки эффективности.

Лучшие практики управления ИТ-сервисами в бизнесе предусматривают их непрерывное эволюционирование. Сервис запускается в минимально достаточной для выполнения своих задач конфигурации и постепенно улучшается с учетом запросов пользователей, целеполагания владель-

цев и влияния внешних факторов. Такой подход вполне может быть применен к сервисам ЭП, и поэтому изучение применимости соответствующих бизнес-стандартов и методологий к задаче построения ЭП представляется чрезвычайно актуальной задачей.■

Литература

1. Saha P. *Advances in Government Enterprise Architecture* / Idea Group Inc (IGI), 2008. 474 с.
2. Dawes S. S., Eglene O. New models of collaboration for delivering e-government services: A dynamic model drawn from multi-national research // CTG Working Paper 2008 № 1.
3. Fedorowicz J., Gelinis U. J. Jr., Gogan J. L. Strategic alignment of participant motivations in e-government collaborations: The Internet Payment Platform pilot // *Government Information Quarterly*, January 2009 Vol. 26 № 1 p.51-59.
4. Fedorowicz J., Laso-Ballesteros I., Padilla-Meléndez A. Creativity, Innovation, and E-Collaboration // *International Journal of e-Collaboration*, Oct.-Nov. 2008 Vol. 4 № 4.
5. Davison R. M., Wagner C., Ma L. From government to e-government: a transition model // *Information Technology & People*, 2005 Vol. 18 № 3.
6. Chen H. Digital government: technologies and practices // *Decision Support Systems*, 2002 Vol. 34 №3 P. 223-227.
7. Pardo T. A., Gil-Garcia J. R., Burke G. B. *Sustainable Cross-Boundary Information Sharing* // *Digital government: Advanced research and case studies, and Implementation*. — Нью-Йорк: Springer. 2008. P.421-438.
8. Дорошевич М.В. Архитектура сети и информационное общество // Сб. трудов «Интернет и современное общество», Труды V Всероссийской объединенной конференции. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2007, С. 275-278.
9. А.В. Чугунов. Электронное правительство: базовые концепции и российская практика // Технологии информационного общества — Интернет и современное общество: Труды IX Всероссийской объединенной конференции. Санкт-Петербург, 14-16 ноября 2006 г.
10. Дмитриева Н.Е. Информационное взаимодействие органов публичной власти: от межведомственного обмена к единому информационному пространству // Сб. трудов «Интернет и современное общество», Труды XI Всероссийской объединенной конференции. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2008, С.151-154.
11. Factors Influencing Government Cross-Boundary Information Sharing: Preliminary Analysis of a National Survey [Текст] / Pardo T. A., Gil-Garcia J. R., Burke, G. B., Guler A. // Center for Technology in Government, University at Albany, 2009.
12. Luna-Reyes L. F., Andersen D. F., Richardson G. P. Emergence of the governance structure for information integration across governmental agencies: a system dynamics approach / *Proceedings of the 8th annual international conference on Digital government research: bridging disciplines & domains*. 2007.
13. Carter L., Bélanger F. The utilization of e-government services: citizen trust, innovation and acceptance factors // *Information Systems Journal*, 2005 Vol. 15 № 1 P. 5-25.
14. Dawes S. S., Pardo T. A., Cresswell A. M. Designing Government Information Access Programs: A Holistic Approach // *Government Information Quarterly* 2004 Vol. 21 № 1 P.3-23.
15. Вступительное слово Президента Российской Федерации на заседании Совета по развитию информационного общества в России (электронная версия: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://archive.kremlin.ru/text/appears/2009/02/212834.shtml>)
16. United Nations e-Government Survey 2008 / Департамент по экономическим и социальным вопросам ООН, 2008. 224 с.

17. Chen Y.N., Chen H. M., Huang W. E-Government Strategies in Developed and Developing Countries: An Implementation Framework and Case Study. //Journal of Global Information Management 2009 Vol. 14 №1 P. 23-46.
18. Леонова М.В., Якимец В.Н. Индексы оценки полноты и качества обратных связей информационных ресурсов государственной власти. В сб. «Инновации в общественной сфере /Под ред. Б.В. Сазонова. Т.34. — М.: Издательство ЛКИ, 2008. — 400 с.
19. Леонова М.В., Якимец В.Н. Композитный индекс оценки эффективности обратных связей информационных ресурсов ФОИВ России. //Сб. трудов «Интернет и современное общество», Труды X Всероссийской объединенной конференции. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2007, С.217-220
20. Codagnone C. Benchmarking on-line Public Services—To develop and improve the eGovernment indicators, Second Year Contract, Final Report /RSO SPA, 2008.
21. Codagnone C. e-Government Economics Project (eGEP)—Measurement Framework Final Version /RSO SPA, 2006.
22. WiBe 4.0 Empfehlung zur Durchführung von Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen in der Bundesverwaltung, insbesondere beim Einsatz der IT /Koordinierungs- und Beratungsstelle der Bundesregierung für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (KBSt) im Bundesministerium des Innern 2004.
23. Finger, Matthias; Pécoud, Gaëlle From e-Government to e-Governance? Towards a model of e-Governance // EJEG, Electronic Journal of e-Government. 2003. №1 том 1 (электронная версия: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ejeg.com/volume-1/volume1-issue-1/issue1-art1.htm>)
24. Каневский М.А., Зарин М.К. М—democracy от пилотных проектов к массовому внедрению //Сб. трудов «Интернет и современное общество», Труды X Всероссийской объединенной конференции. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2007, С.196-197.
25. Bicharra Garcia A. C., Pinto F. B., Ferraz Neves, I. Electronic participatory budgeting (e-PPB): increasing people participation in the decision-making process // International Journal of Web Based Communities, 2005 Vol. 1 №4.
26. Orita A. TKAS Model: Citizen Interaction to Resolve Minority Issues in Public Administration // EJEG, Electronic Journal of e-Government. 2005. Vol. 3 №3 (электронная версия: [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.ejeg.com/volume-3/vol3-iss3/v3-i3-art4.htm>)
27. Коголовский М.Р., Хохлов Ю.Е. Стандарты XML для электронного правительства. М.: Институт развития информационного общества, 2008. — 416с.
28. Коголовский М.Р., Хохлов Ю.Е. Стандарты Всемирной паутины в разработках электронного правительства М.Р. Коголовский, Ю.Е. Хохлов //Информационное общество, 2009 №2.
29. Карпов В.В., Трутнев Д.Р. Применение международных стандартов в проектах электронного правительства // Сб. трудов «Интернет и современное общество», Труды X Всероссийской объединенной конференции. СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2007, С.198-200.
30. Электронное правительство: рекомендации по внедрению в Российской Федерации/ Под. ред. В.И. Дрожжина, Е.З. Зиндера. — М.: Эко-Тренз, 2005. — 352 с.
31. Перечень государственных услуг и (или) функций, осуществляемых с использованием информационных и телекоммуникационных технологий (в том числе в электронном виде) / утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 июня 2009 г. № 872-р.



PLANNING OF TRANSPORT ROUTES IN THE DEMAND RESPONSIVE TRANSPORT MODELING USING COMBINATORIAL AUCTIONS

S. Satunin

Annotation

The present paper discusses an agent-based approach to the modeling of Demand Responsive Transport system. We're investigating applicability of Combinatorial Auctions for dynamic generation of effective routes in such systems. Various modeling problems outlined, approaches for resolving these problems are described shortly. Also discussed a program prototype, which demonstrates described approach.

Key words: combinatory auction, agent-based approach, multi-agent models, intellectual transport systems, demand responsive transport, winner determination problem, routing algorithms.



«REALIZATION PHASES AND ANALYZE OF THE TEAM WORKING RESULTS OF THE MASTERS DEGREE PROGRAM WITHIN THE FRAMEWORK OF THE RESEARCH ICT-PROJECT OF IBS ACADEMY»

M. Nezhurina

Annotation

The object of the description is a process of the research project of IBS Academy. The purpose of the work is to study the practical side of project-management on automations of the processes of a large-scale enterprise, to analyze the problems the participants of the design team will face and to offer the recommendations to their solution.

Key words: Enterprise architecture, project-management, design team, team building.



ICT FOR AGEING: EVENT-DRIVEN SOA APPROACH FOR DISTANT DIABETES MANAGEMENT SYSTEM

N. Zaikina, E. Maruhina N. Sergeeva, Fitterer René

Annotation

The problem of population ageing became very important for the recent decades especially for developed countries. Better quality of life together with improvements in medical care allows people to live longer, however the population ageing brings severe social and economic impacts such as increased demand for medical care, high risk of chronic disease, growing pensions and medicine spends. ICT is seen now as an innovative way of solving some of these problems. Recent concepts of telecare, telemedicine and independent living brought the opportunities for ageing problems resolutions. Diverse service providers and solution developers work separately on their own products while there is huge opportunity of combining them together using SOA. In this article the diabetes case is examined and the event-driven service oriented approach is used to create the architecture of information system supporting distant health management. Together with detailed architecture description and its advantages, ICT for ageing market overview and its' key barriers are given in this paper.

Key words: ICT, Event-drive SOA, Telemedicine, Independent Living, Telecare, Successful Ageing, ICT for Ageing, Telecare for Diabetes.



MDMS DEVELOPMENT IN THE FIELD OF COMPUTATIONAL SUPPORT FOR STATISTICAL SURVEYS

K. Linev

Annotation

This article contains an analysis of the problem of master data management systems (MDMS) development in the field of computational support for statistical surveys. Features and challenges specific to the field are pointed out, as well as a set of requirements for the MDMS to fulfill to be considered successful. Some approaches to development of certain components of MDMS are evaluated based on the experience of building a MDMS for the Russia-wide census 2010.

Key words: master data, statistical surveys, tree reference book, computational support, computational support, census abstract.



RESEARCH METHODS FOR EVALUATION OF ECONOMIC EFFECTIVENESS OF CORPORATE INFORMATION SYSTEMS' DEPLOYMENT

A. Shutov, D. Trushin

Annotation

The article examines the problems of evaluation of economic effectiveness of corporate information systems' deployment and related risks. The authors propose a solution based on simulation modeling and a decision-making scheme based on the modeling results. The simulation modeling allows for an efficient drawing up of situations with numerous parameters and dependencies.

Key words: Simulation modeling, corporate information systems, effectiveness of deployment, decision-making



AUTOMATION OF PROCESS OF THE CALCULATION OF THE BULK SOLIDS IN A STOREHOUSE

K. Dudko

Annotation

In this work the problem of a new design procedure of volume of raw materials in a store-house is considered and the account of the bulk solids software, created on its basis is presented. The principle of work of a hardware-software complex is short stated in this article.

For technique realization laser measurement instrument MDL SLM Stockpile Scanner (MDA082) is used.

Key words: design procedure, bulk solids measurement, hardware-software complex, laser measurement



COMPARISON OF OCR-SYSTEMS BASED ON THE ACCURACY OF THE IMAGE ANALYSIS

A. Andrianov

Annotation

Methods of valuation and comparisons of OCR-systems based on quality of the image analysis are described. The model of structure marking of the graphic image is resulted. Two kinds of a comparative evaluation of the analysis phase of OCR-system are offered. Comparison of FineReader 8 and FineReader 9 OCR-systems developed by company ABBYY is carried out.

Key words: OCR, image analysis, text recognition, evaluation and comparison of OCR-systems.



SEARCH ENGINES: COMPONENTS, LOGIC AND RANKING METHODS

A. Kirillov

Annotation

This article presents search engine and its components' construction principles and techniques for ranking results in search engines, with emphasis on citation ranking methods and the PageRank algorithm. The problem of selecting the documents, relevant to a user search query, from a heterogeneous environment such as the WWW is analyzed in detail. The necessity for improving classic information search methods with citation ranking methods is demonstrated.

Key words: search engine, citation ranking method, heterogeneous environment.



MODERN APPROACHES IN MODELING OF E-GOVERNMENT

Y. Borzdy

Annotation

The article provides a survey of the most modern approaches in modeling of e-government as a system of public IT-services. The complex is multi-targeted as e-government requires different aspects of modeling which are presented in the survey.

Key words: e-governement, process architecture, government enterprise architecture, continuity and security architecture, system architecture.



THE EXPERT MODULE FOR VIRTUAL MANUFACTURING EXECUTIVE SYSTEM SOFTWARE SUPPORT

T. Vasil'eva

Annotation

Actual software for E-manufacturing process support often ignores the domain of testing of items under development which impacts the production quality and timing parameters. The article describes the methodology of the creation of a software expert module, dedicated to the improvement of the software complexes in the domain of tests of all kinds.

Key words : CALS, logistics, metadata, testing, supervisory control, executive production system..

**ЖУРНАЛ «БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА»
ОСУЩЕСТВЛЯЕТ РАЗМЕЩЕНИЕ РЕКЛАМНЫХ
И РЕКЛАМНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Расценки:

Обложка: 2, 3, 4 страница обложки, полноцветная печать, полоса 210×290 мм (A4) – 40 тыс. руб.

Текстовый блок, чёрно-белая печать:

- ◆ полоса – 20 тыс. руб.;
- ◆ 1/2 полосы – 15 тыс. руб.;
- ◆ 1/4 полосы – 10 тыс. руб.;
- ◆ меньший объём – 7 тыс. руб.

Вставка (4 полосы, полноцветная печать – 60 тыс. руб.).

Рекламно-информационный блок (8 полос, полноцветная печать) – 80 тыс. руб.

Рекламно-информационный блок (16 полос, полноцветная печать) – 90 тыс. руб.

Корпоративный специальный выпуск –
по договоренности.

Материалы принимаются с учётом следующих параметров:

- ◆ дообрезной формат – 215×300 мм;
- ◆ обрезной формат – 210×290 мм;
- ◆ поле набора полосной рекламы – 190×270 мм – с отступом от границ обрезного формата по 10 мм с каждой стороны;
- ◆ файл TIF, EPS, PDF – разрешение не менее 300 dpi.

Тематические рубрики журнала
«БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА»

№	Специальность номенклатуры	Рубрика
1	05.13.10	Математические модели социальных и экономических систем
2	05.13.11	Программная инженерия
3	05.13.17	Анализ данных и интеллектуальные системы
4	05.13.18	Математические методы и алгоритмы решения задач бизнес-информатики
5	05.13.18	Моделирование и анализ бизнес-процессов
6	05.25.05	Информационные системы и технологии в бизнесе
7	05.25.05, 05.13.11	Электронный бизнес
8	05.25.05, 05.13.17	Интернет-технологии
Дополнительные рубрики вне номенклатуры		
9		Тематические обзоры
10		Правовые вопросы бизнес-информатики
11		Стандартизация, сертификация, качество, инновации
12		Дискуссионный клуб / Опыт бизнеса

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Редакция просит авторов при оформлении статей и тематических обзоров придерживаться следующих правил и рекомендаций:

1. Предоставляемый авторами материал должен соответствовать рекомендуемой структуре статей журнала.

2. Статья направляется в редакцию в электронном виде (в формате MS WORD версия 2003) и в виде бумажной копии, распечатанной на одной стороне листов А4. Первая страница оригинала подписывается всеми авторами статьи.

3. Ориентировочный объем статьи, предлагаемой к публикации, – 20–25 тыс. знаков (с пробелами) или 30–35 тыс. знаков – для обзорных статей по направлениям.

4. Кегль набора – 12 пунктов с полупетельным интервалом. Нумерация страниц – сверху по центру. Поля: левое – 2,5 см, верхнее, нижнее и правое – по 1,5 см.

5. При наборе выключных и строчных формул должен быть использован редактор формул MS Equation. В формульных и символических записях греческие (русские) символы, а также математические функции записываются прямыми шрифтами, переменные аргументы функций в виде английских (латинских) букв записываются наклонным начертанием (курсивом), например, « $\cos a$ », « $\sin b$ », « $\min$ », « $\max$ ».

6. Формулы, таблицы и сноски (не концевые) оформляются стандартными средствами редактора MS WORD. Нумерация формул, рисунков и таблиц – сквозная, по желанию авторов допускается двойная нумерация формул с указанием структурного номера раздела статьи и – через точку – номера формулы в разделе.

7. Рисунки (графики, диаграммы и т.п.) оформляются средствами Word, Excel, Illustrator. Ссылки на рисунки в тексте обязательны и должны предшествовать позиции размещения рисунка. Допускается использование графического векторного файла в формате wmf/emf или cdr v.10. Фотографические материалы предоставляются в формате TIF или JPEG с разрешением не менее 300 dpi.

8. Библиографический список составляется в соответствии с требованиями ГОСТ. Нумерация библиографических источников – в порядке цитирования. Ссылки на иностранную литературу – на языке оригинала без сокращений.

Структура статей строится по правилам, рекомендованным журналом «Бизнес-информатика».

Плата с аспирантов
за публикацию рукописей не взимается.

Журнал «БИЗНЕС-ИНФОРМАТИКА»
Рекомендуемая структура статей

Журнал публикует исследовательские научные статьи, размещаемые в рубриках журнала, тематические обзоры, отражающие современное состояние проблем в области бизнес-информатики и сообщения, размещаемые в рубриках «Дискуссионный клуб» и «Опыт бизнеса».

Титульный лист рукописи начинается с указания Ф.И.О. авторов публикации с обязательным указанием учёной степени, учёного звания, должности, основного места работы и e-mail. Титульный лист должен быть подписан всеми авторами статьи.

I. Исследовательские научные статьи
(для размещения в тематических рубриках)

Редакция рекомендует авторам после названия статьи приводить **аннотацию**, в которой излагается краткое содержание статьи, её основные результаты и область применения. Авторам рекомендуется структурировать статью, выделяя **введение**, содержащее описание проблемы или задачи, обзор существующих подходов или методов решения, их недостатки, и основную цель статьи; **постановку задачи**, включающую допущения и ограничения; **содержательную часть** статьи, в которой предлагаемые решения должны быть аргументированы и сравниваться с существующими подходами или решениями; **заключение**, содержащее краткое изложение новых результатов, полученных в статье и область их применения; **библиографический список**, оформленный в соответствии с ГОСТ. Текст статьи должен содержать нумерованные ссылки на все указанные библиографические источники. Структурирование статьи и нумерация её разделов проводится по усмотрению авторов.

Возможный вариант структуры статьи:

- ◆ Ф.И.О;
- ◆ учёная степень, учёное звание, должность, основное место работы, e-mail;
- ◆ название статьи.
- ◆ аннотация;
- ◆ 1. Введение.
- ◆ 2. Постановка задачи.
- ◆ 3. Основная содержательная часть статьи.
- ◆ 4. Экспериментальные результаты (опционально).
- ◆ 5. Заключение.
- ◆ 6. Библиографический список.

II. Тематические обзоры по направлениям

Редакция рекомендует авторам структурировать обзор, выделяя аннотацию, содержащую тематику, краткое содержание обзора и область применения; **введение**, в котором даётся краткий исторический обзор тематики; **содержательную часть** обзора с критическим анализом существующих направлений; **заключение**, в котором отражаются перспективы развития в рамках обзора тематики и наиболее интересные направления с точки зрения научных и практических разработок и методов; **библиографический список**, оформленный в соответствии с ГОСТ.

Текст обзора должен содержать нумерованные ссылки на все указанные библиографические источники. Структурирование обзора и нумерация его разделов проводится по усмотрению авторов.

Возможный вариант структуры обзора:

- ◆ Ф.И.О;
- ◆ учёная степень, учёное звание, должность, основное место работы, e-mail;
- ◆ название обзора;
- ◆ аннотация;
- ◆ 1. Введение.
- ◆ 2. Основная содержательная часть обзора.
- ◆ 3. Заключение.
- ◆ 4. Библиографический список.

Редакция журнала проводит обязательное рецензирование рукописей. Статья принимается к публикации только после получения положительного заключения рецензента и одобрения на заседании редакционной коллегии журнала.