

УДК 002

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ “TOUREAST: CRM AI”

Статья поступила в редакцию 11.10.2013, в окончательном варианте 13.10.2013.

Романенко Екатерина Викторовна, аспирант, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28, e-mail: romka.oranj.star@gmail.com

Кравец Алла Григорьевна, доктор технических наук, профессор, Волгоградский государственный технический университет, 400005, Российская Федерация, г. Волгоград, пр. им. Ленина, 28, e-mail: agk@gde.ru

В данной статье рассматриваются вопросы практической реализации многоагентного подхода для создания распределенной информационной системы управления взаимодействиями с клиентами. Преимуществом системы является экономия рабочего времени специалистов за счет передачи мультиагентным элементам части рутинных операций. В статье дается классификация типичных систем управления взаимоотношениями с клиентами, определяются их функции и основные недостатки. Предлагается гибридная технология проектирования таких систем, совмещающая мультиагентный подход с технологиями управления взаимоотношениями с клиентами. Продемонстрирован процесс построения моделей поведения агентов мультиагентной автоматизированной системы для туристического бизнеса на основе предложенной авторами архитектуры. Представлен прототип модуля, который позволяет производить анализ активности выбранных контрагентов за определенный период времени.

Ключевые слова: проектирование систем, мультиагентные системы, системы управления взаимоотношениями с клиентами, туристический бизнес, поведение агентов, гибридная технология, анализ активности контрагентов

DESIGN AND IMPLEMENTATION ISSUES OF DISTRIBUTED INFORMATION SYSTEM “TOUREAST: CRM AI”

Romanenko Yekaterina V., post-graduate student, Volgograd State Technical University, 28 Lenin av., Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: romka.oranj.star@gmail.com

Kravets Alla G., D.Sc. (Engineering), Professor, Volgograd State Technical University, 28 Lenin av., Volgograd, 400005, Russian Federation, e-mail: agk@gde.ru

This paper discusses the development and practical implementation of the multi-agent approach to support the process of requests execution in a customer relationship management distributed information system, in order to save the working time of professionals through the transfer to multi-agent elements of routine operations to search for information in databases. We give a customer relationship management systems classification, define their functions and typical shortcomings of such systems main representatives. We propose hybrid technology of how such systems combine multiagent approach with the technology of customer relationship management. We demonstrate the automated system agents' behavior modeling process, based on the developed client-oriented system for the tourist business. We present the contractor activity analysis module prototype, which enables the analysis of the selected contractors' activity for the specified period.

Keywords: systems design, multi-agent systems, customer relationship management, tourism business, agents behavior, hybrid technology, the analysis of counterparties activity

Введение. Современный динамичный бизнес в постоянно изменяющемся клиентском поле (уровень культуры, мода, вкусы, привычки, национальные особенности) существенно изменил сложившуюся парадигму взаимодействия компании с клиентом – оно все чаще происходит в условиях растущей неопределенности [1, 6, 12]. Возникает вопрос, каким образом компания может выстроить эффективную стратегию клиентоориентированного бизнеса? В этом ей могут помочь современные информационные технологии, в том числе и технологии мультиагентных систем. Возможный разрыв между теорией и реальными выгодами от использования систем управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) может быть преодолен с помощью интеллектуализации их подсистем, которые отвечают за эффективное взаимодействие с потребителем, подготовку решений в условиях неопределенности и которые специально адаптированы к нуждам конкретной компании. Это является неким гибридным подходом, использование которого оправданно в целом ряде случаев.

В данной статье предложен подход к созданию многоагентной системы для поддержки процессов исполнения запросов в распределенной информационной системе. Этот подход позволяет эффективно экономить рабочее время специалистов за счет передачи мультиагентной системе значительной части рутинных операций по поиску информации в базах данных.

Общие сведения о CRM-системах. «Система управления взаимодействием с клиентами (Customer Relationship Management System, CRM-система) – корпоративная информационная система, предназначенная для улучшения обслуживания клиентов путём сохранения информации о клиентах и истории взаимоотношений с клиентами, установления и улучшения бизнес-процедур на основе сохранённой информации и последующей оценки их эффективности» [12].

На основе анализа литературных источников нами предложена следующая классификация CRM-систем (рис. 1).

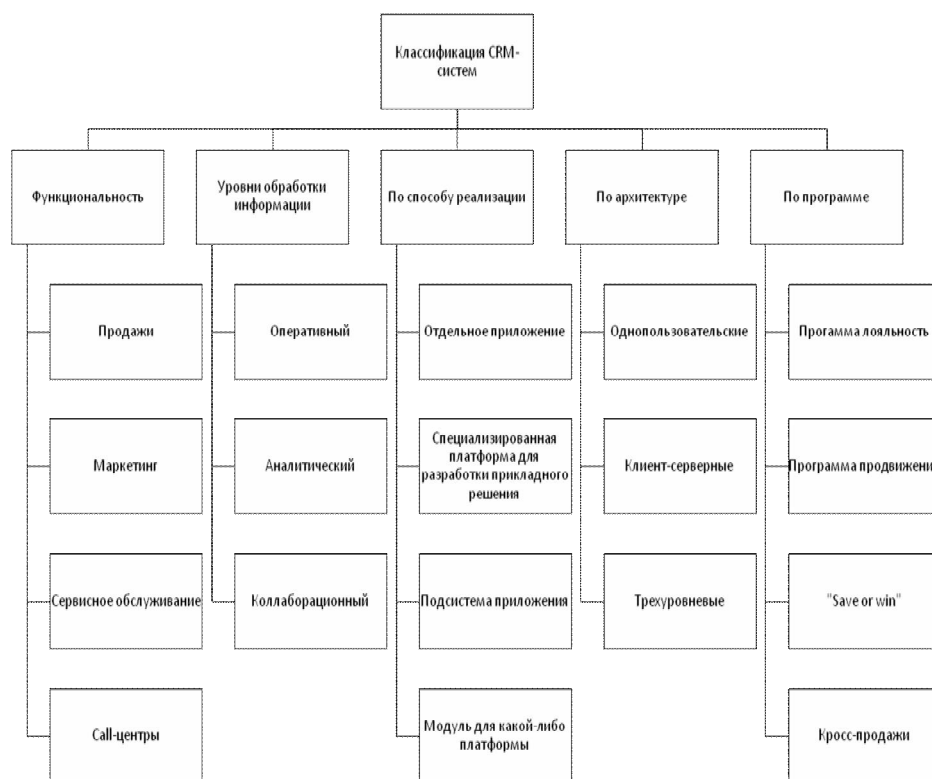


Рис. 1. Классификация CRM-систем

К недостаткам наиболее распространенных CRM-систем можно отнести следующие:

- 1) недостаточную гибкость систем при работе с новыми или нетиповыми случаями запросов;
- 2) трудности информационного взаимодействия систем, установленных в различных регионах или на различных предприятиях.

Основная проблема проектирования CRM-систем заключается в обеспечении адекватной сложности системы в отношении тех задач, которые ей придется решать. Как правило, создается многоуровневая система принятия решений, предполагающая предварительную оценку сложности предстоящих задач. Чаще всего верхний уровень принятия решений оказывается автоматизированным, а не автоматическим, и требует участия эксперта, что делает существенным влияние человеческого фактора.

Сущность гибридной технологии. Для решения задачи повышения эффективности взаимодействия с клиентами в информационных системах целесообразно использовать технологию многоагентных систем (MAC) [12, 13]. Это связано с тем, что такие системы обладают рядом преимуществ по сравнению с другими способами организации распределенных вычислений (уменьшается нагрузка на сеть, вычисления выполняются автономно и асинхронно, могут адаптироваться к условиям своего выполнения, включая отказы оборудования и др.) [4].

«Агент – это сущность, которая может воспринимать информацию из внешней среды и реагировать на внешние возмущения» [7, 13].

MAC и CRM методологии не просто способствуют автоматизации отдельных процессов, а на базе соответствующих технологий реализуют определенный комплексный подход к построению бизнеса.

Во-первых, CRM-технология предлагает гибкий подход к построению бизнеса компании, когда клиентские предпочтения не выявлены до конца и контингент пользователей продукта постоянно изменяется.

Во-вторых, мультиагентные системы заменяют централизованные системы полностью децентрализованными, в которых иерархическая структура уступает место адаптивной организации, жесткое бюрократическое управление по схеме «сверху – вниз» – переговорам, твердый план – гибким договоренностям.

Именно эти обстоятельства позволяют объединить две разноплановые методологии: MAC и CRM, исходя из необходимости удовлетворения потребностей пользователей наилучшим образом и в кратчайшие сроки.

Результат применения этой концепции – рост эффективности управления в условиях неопределенности, успешное решение задач, условия которых не оговорены заранее полностью и которые могут изменяться в процессе реализации задач.

Говорить о полной интеграции методологии CRM и мультиагентного подхода не верно, однако можно совместить положительный эффект от их использования. Реализация гибридной методологии MAC CRM заключается в следующем.

1. Проектирование агентов для автоматизации и усовершенствования процесса Customer Support (поддержки пользователей) в рамках CRM-концепции.
2. Координация работы подразделений компании с помощью мультиагентной системы.
3. Накопление знаний, навыков и опыта сотрудников отдела продаж в базах знаний соответствующих агентов.
4. Моделирование ситуаций и поведения клиентов в этих ситуациях, прогнозирование их решений с помощью агентов.
5. Мониторинг поисковым агентом внешней информации, прежде всего в Интернете.
6. Управление программным оборудованием клиента.

Архитектура мультиагентной CRM-системы и коллектива агентов сбора информации. В результате исследований нами была начата разработка интеллектуальной системы управления взаимодействиями с клиентами с использованием мультиагентных технологий. Архитектура системы представлена на рис. 2.

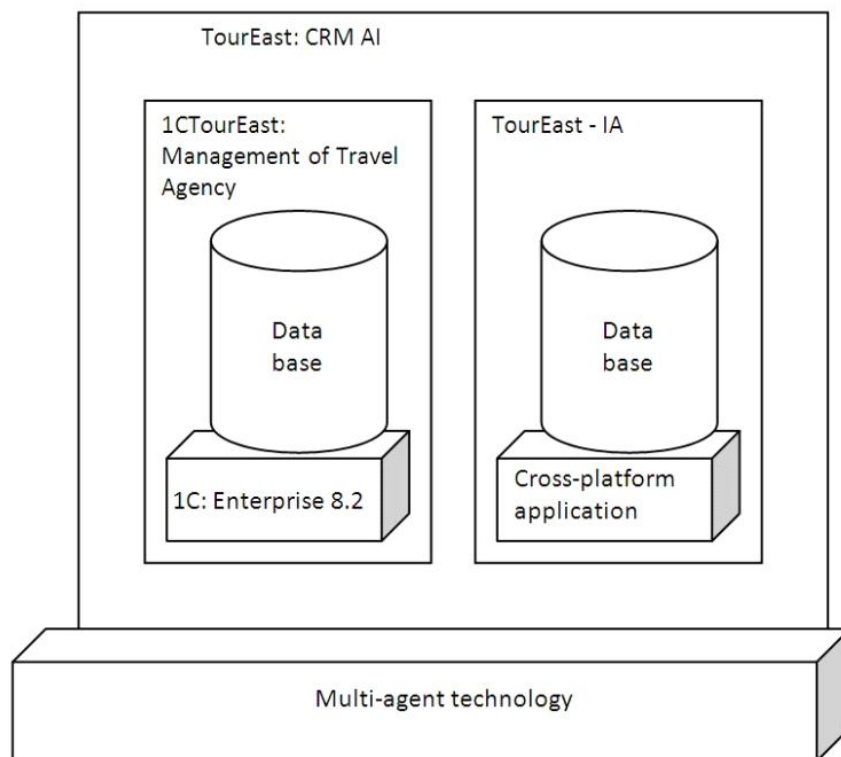


Рис. 2. Архитектура системы

На сегодняшний день авторами разработаны программные продукты, которые являются базовыми для предлагаемой комплексной автоматизированной системы. Первая подсистема комплекса предназначена для реализации взаимодействия на всем информационном пространстве туристической индустрии. Она является кросс-платформенным приложением, клиентская часть которого способна работать на операционных системах (ОС) персональных компьютеров, мобильных ОС, на базе банкоматов и терминалов оплаты услуг.

Вторая подсистема комплекса разработана на платформе 1С Предприятие 8.2 и позволяет автоматизировать управление бизнес-процессами на предприятии туристической индустрии.

Разрабатываемый программный комплекс характеризуется следующими возможностями [5].

1. «Run-time» управление агентами и объектами предметной области.
2. Масштабируемость.
3. Настраиваемое отображение объектов.
4. «Умный» поиск.
5. Удобная отчетная система.
6. Гибкая настройка прав доступа пользователей.
7. Взаимодействие с другими системами.
8. Интеллектуальная система оповещений.

9. Визуализация взаимодействий объектов.
10. Возможность расширения функционала за счет подключения дополнительных библиотек.

В соответствии с предложенной архитектурой, алгоритм сбора, анализа и выработки рекомендаций для пользователя будет основан на мультиагентном подходе.

Общая схема взаимодействия агентов разрабатываемой автоматизированной системы. Мультиагентная система автоматизации деятельности туристической фирмы содержит следующие типы агентов (рис. 3).

1. Агент интерфейса пользователя – в его задачи входит отображение GUI и перевод запросов во внутренний язык системы.
2. Агент-координатор – экземпляры агентов-координаторов служат для реализации всего цикла обработки запроса пользователя.
3. Агент-исполнитель – непосредственно выполняет такие задачи, как запись в оперативную базу данных (БД), отправка соответствующих запросов к оборудованию, сайтам и т.п.
4. Агент-субординатор – или иными словами планировщик, служит для оптимизации распределения нагрузки между агентами-исполнителями.

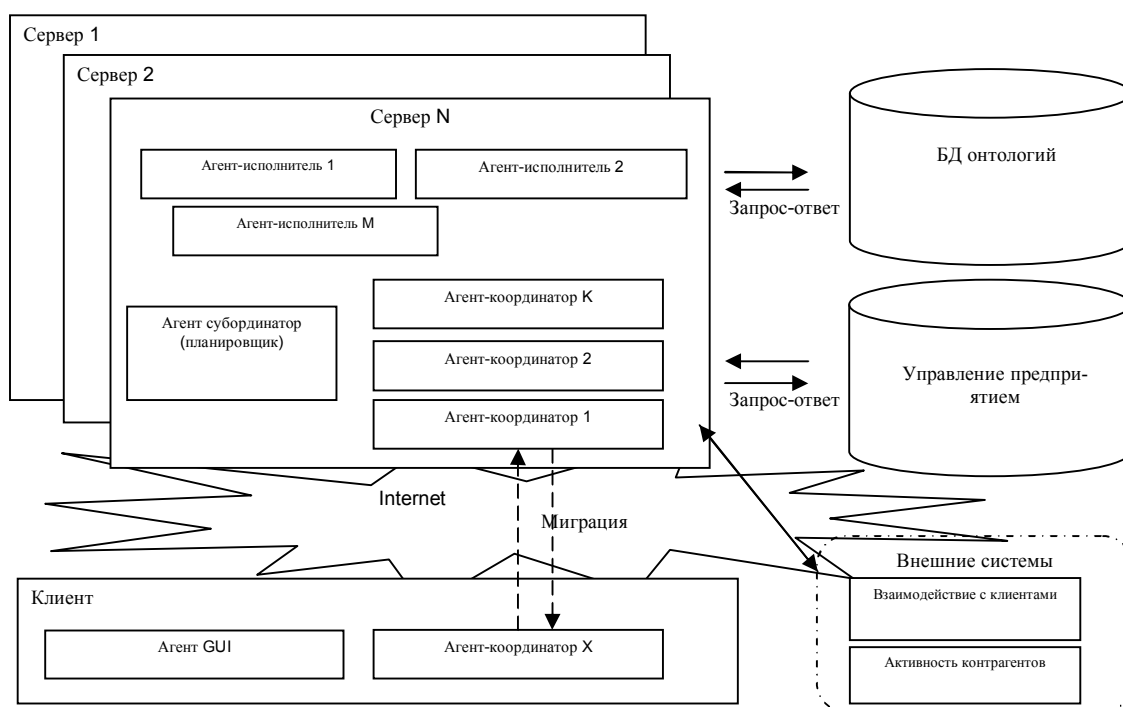


Рис. 3. Архитектура мультиагентной системы

Каждый агент получает информацию и может взаимодействовать с одним агентом на уровне выше или несколькими агентами на уровне ниже. Информация о ресурсе анонсируется как вверх, так и вниз, т.е. происходит поиск определенного ресурса или более быстродействующего. В файлах конфигурации агентов имеется информация о сервисах ближайших агентов, которую агент обрабатывает в процессе работы в зависимости от источника информации. Информация обновляется при получении анонса от соответствующего агента. При изменениях в ресурсе агент отправляет свой анонс соседним агентам, и если информация исчерпана, а агент не найден, то задача направляется к агенту выше уровнем [12].

Агент имеет два уровня:

1. Коммуникационный – обеспечивает обмен данными с другими агентами.
 2. Координационный – производит процесс планирования, то есть вычисляет ожидаемое время выполнения задачи и собственно отправку этой задачи на исполнение.
- В разрабатываемой распределенной информационной системе (РИС) «TOUREAST: CRM AI» многоагентный подход в отношении работы с сайтами в Интернете реализован согласно схеме, представленной на рис. 4.

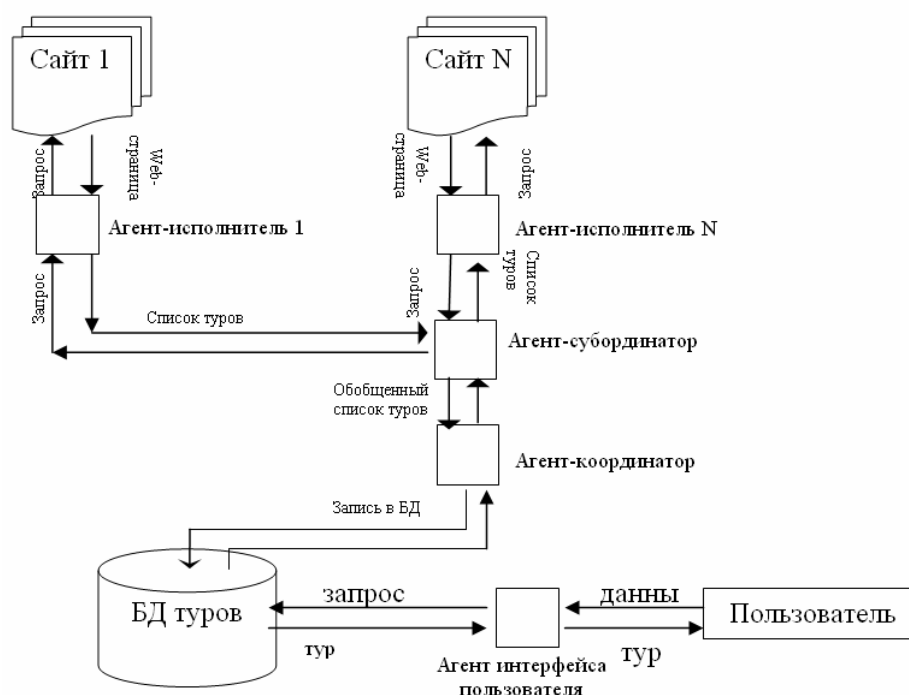


Рис. 4. Схема потоков данных в системе

В системе реализован следующий алгоритм (верхний уровень).

1. Вызывается небольшой управляющий модуль, который направляет запросы на сбор информации агентам.
2. Агенты, настроенные на удаленные сервера, получают запрос и определяют, могут ли они его выполнить. При возможности выполнения запроса они собирают данные с соответствующих удаленных сайтов и посылают результат управляющему агенту.
3. Управляющий агент заносит данные в базу [10].

В более подробной форме сводка основных функций агентов представлена в таблице.

Для типичного сценария работы разрабатываемой системы «TOUREAST: CRM AI» приведем алгоритм в словесной форме.

1. Подсистема анализа ресурса туроператора устанавливает соединение с ресурсом, инициализирует исходные данные, определяет местонахождение необходимой информации.
2. Формирование и посылка запроса на сервер поставщика туров.
3. Обработка запроса системой управления содержанием сайта.
4. Подсистема анализа инициирует обработку результатов запроса, которые приходят с сервера в виде разметки страницы и анализируются в соответствующей подсистеме;
5. Результаты запроса преобразуются в структуру данных, которая временно хранится в оперативной памяти.

6. Подсистема заполнения БД туров формирует запросы к серверу БД, используя данные из структуры страницы. Проверяется актуальность данных, при необходимости производится удаление устаревшей информации из БД [10].

Таблица

Основные функции агентов системы

Агент	Функция
Агент интерфейса пользователя	1. Регистрирует пользователя в базе данных. 2. Принимает от пользователя запрос на поиск в базе данных, а также оказывает помощь при формировании запроса. 3. Устанавливает связь с агентом-координатором и передает ему запрос
Агент-координатор	1. Принимает запрос на поиск. 2. Связывается с БД и передает запросы. 3. Иницирует запуск агента-исполнителя для поиска требуемой информации на удаленных сайтах, если в базе данных ничего не найдено. 4. Формирует общий ответ на запрос
Агент-исполнитель	1. Собирает информацию на удаленных сайтах в ответ на запрос, полученный от агента-координатора. 2. Перекодирует информацию, полученную от удаленных сайтов. 3. Записывает полученные данные в результирующий поток (файл, сокет)
Агент-субординатор	1. Оптимизирует распределение нагрузки между агентами-исполнителями

Рассмотрим более подробно поведение агента-исполнителя, так как это требует дополнительных пояснений.

Модель поведения агента-исполнителя. Поиск и сбор информации из Интернета – задача, наиболее часто реализуемая интеллектуальными агентами. Особенность работы агентов сбора информации – длительное время работы и настройка на конкретный ресурс. Такие агенты по принципу работы являются динамическими системами – программными решениями, способными вести постоянную работу с данными в фоновом режиме, а также выполнять множество задач без вмешательства пользователя. Реализация данных систем осуществляется благодаря вышеописанным мультиагентным технологиям [10].

Выделим основные требования к разрабатываемому агенту-исполнителю.

1. Клиент-серверная архитектура.
2. Интеграция с контролирующим агентом.
3. Хранение информации о турах в виде инвариантной структуры данных.

Функциональность агента опишем с помощью диаграммы прецедентов, показанной на рис. 5.

Архитектура агента представлена на рис. 6.

Агент использует два сервера: для размещения собственного ядра и для БД туров, которая заполняется в процессе работы агента.

Наиболее удобным способом реализации для анализатора объектной модели страницы является реализация паттерна объектно-ориентированного проектирования «Посетитель». Для каждого объекта создаем своего посетителя, который передается объекту в процессе обхода ресурсов.

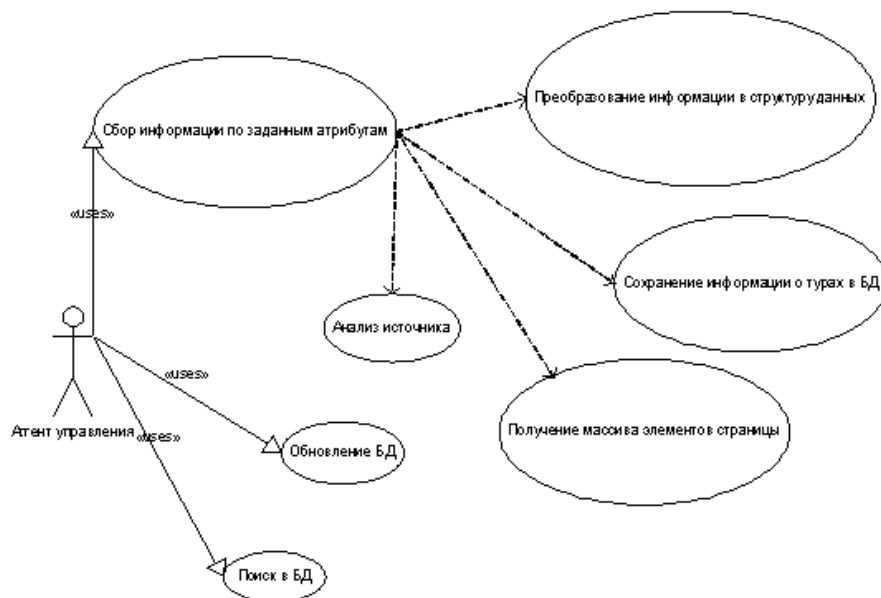


Рис. 5. Диаграмма прецедентов агента

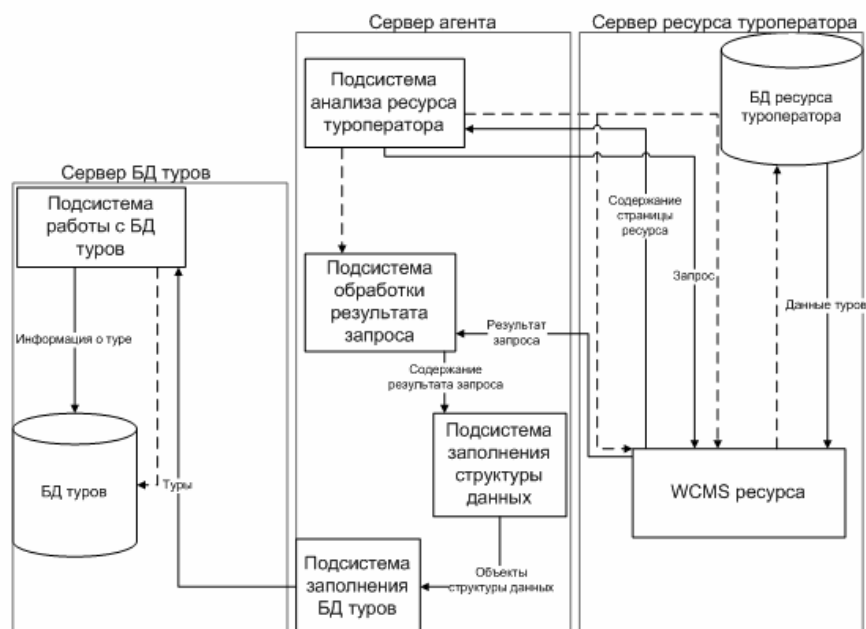


Рис. 6. Архитектура агента-исполнителя

В качестве средств реализации агента-исполнителя нами были использованы.

1. Библиотека Jade для построения мультиагентных систем на языке Java.
2. JSoup-парсер HTML для Java. Использовался только для установки соединения с сервером и получения объектной модели страницы.

Непосредственно обход содержимого объектной модели страницы в силу его структуры реализован в форме рекурсивного алгоритма.

Модуль анализа активности контрагентов. Укажем основные существующие методы анализа активности деятельности контрагентов.

1. ABC-анализ – метод, позволяющий классифицировать ресурсы фирмы по степени их важности.

2. XYZ-анализ – позволяет произвести классификацию ресурсов компании в зависимости от характера их потребления и точности прогнозирования изменений в их потребности в течение определенного временного цикла.

3. VEN-анализ – директивная сегментация «необходимости» ассортимента услуг или товаров.

4. FMR-анализ – анализ товарного ассортимента (ассортимента услуг) по частоте обращений/взятия/использования.

5. RFM-анализ – сегментация клиентов при анализе сбыта по лояльности. Этот вид анализа – маркетинговый инструмент, используемый для сегментации потребителей по степени их лояльности на основании предыдущего опыта и прогнозирования их действий [9].

Модуль анализа активности контрагентов позволяет учитывать детализированную информацию о контрагентах, распределять их по различным типам, назначать статусы, закреплять за ответственными сотрудниками, производить группировку и многое другое. Сегментация, проведенная посредством RFM-анализа, – немаловажное условие для продуктивного взаимодействия с потребителями и для обеспечения эффективности рекламной деятельности.

На основе RFM-анализа нами был разработан прототип модуля анализа активности контрагентов. Его интерфейсы представлены на рис. 7, 8.

Организация нормативно-справочной информации

- Справочник "Турагенты"
- Справочник "Клиенты"
- Справочник "Курорты"
- Справочник "Отели"
- Справочник "Рейсы"
- Справочник "Страны"
- Ведение информации о путевках
- Анализ активности контрагентов

База путевки

Короткое название турагента	Дата регистрации путевки	Цена (руб.)
Слон	8/23/2012 12:00:00 AM	20000
Слон	10/26/2012 12:00:00 AM	11000
Слон	9/2/2013 12:00:00 AM	25000
Слон	10/26/2013 12:00:00 AM	17000
Слон	9/22/2012 12:00:00 AM	22000
Слон	1/21/2012 12:00:00 AM	13000
Слон	9/24/2013 12:00:00 AM	24000
Слон	11/23/2013 12:00:00 AM	15000
Слон	8/25/2013 12:00:00 AM	22000
Слон	10/23/2013 12:00:00 AM	16000
Слон	9/20/2013 12:00:00 AM	25000
Евролинк-Тур	9/20/2012 12:00:00 AM	18000
Евролинк-Тур	10/10/2012 12:00:00 AM	18000

Рис. 7. Главная экранная форма модуля анализа активности контрагентов

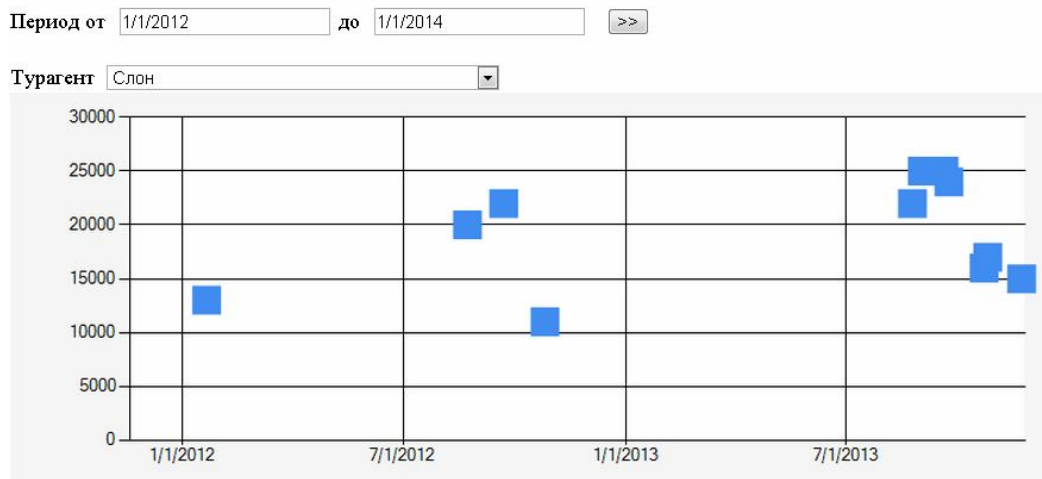


Рис. 8. Финансовые графики контрагента «Слон»

Закключение. В результате проведенных исследований нами была разработана методика использования интеллектуальных мультиагентных технологий для решения задач агрегации, анализа и обработки информации в системе туристической индустрии.

Функционал предлагаемого решения принципиально отличается от существующих разработок – использование мультиагентной технологии позволяет более эффективно собирать и обрабатывать бизнес-показатели, а взаимодействие с тиражируемой платформой 1С: Предприятие дает возможность адаптировать продукт под потребности любой туристической фирмы, настраивать сбор бизнес-показателей из учетных решений этой платформы. В свою очередь это значительно уменьшает стоимость и существенно повышает скорость внедрения разработки.

Авторы благодарят за поддержку данной разработки Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям), проект № 10753p/19703.

Список литературы

1. Гарин М. С. Автоматизация бизнес-администрирования в туристической фирме / М. С. Гарин, А. Г. Кравец, Е. В. Романенко // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2011. – Т. 3, № 10. – С. 100–102.
2. Городецкий В. И. Многоагентные системы / В. И. Городецкий, М. С. Грушинский, А. В. Хабалов // Новости искусственного интеллекта. – 1997. – № 1. – С. 15–30.
3. Федотов В. Б. Технология многоагентных систем и доступ к распределенным информационным ресурсам / В. Б. Федотов // VII Международная конференция по электронным публикациям (El-Pub 2002), 23–27 сентября 2002, г. – Новосибирск, 2002.
4. Аграновский А. В. Организация сетевых вычислений на основе многоагентных систем / А. В. Аграновский, М. А. Болотин, А. А. Букатов // Перспективные информационные технологии и интеллектуальные системы. – 2000. – № 4. – С. 17–18.
5. Романенко Е. В. Интеллектуальные технологии в управлении взаимоотношениями с клиентами на примере туристической индустрии / Е. В. Романенко // Динамика научных исследований : сб. тр. VIII науч.-практ. конф. – 2012. – Т. 3. – С. 72–76.
6. Будыльский А. В. Управление проектами разработки программного обеспечения с использованием агентных технологий / А. В. Будыльский, И. Ю. Квятковская // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2013. – № 3 (23). – С. 119–128.
7. Романенко Е. В. Разработка автоматизированной системы бизнес-администрирования предприятий гостиничного бизнеса / Е. В. Романенко // Проведение научных исследований в области обработки, хранения, передачи и защиты информации : сб. науч. тр. Всерос. конф. с элементами научной школы для молодежи : в 4 т. – 2009. – Т. 3. – С. 79–82.

8. Приходько М. А. Мультиагентные технологии в системах дистанционного обучения / М. А. Приходько // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2011. – № 3. – С. 113–117.
9. RFM-анализ на агрегированных данных о клиентах. – Режим доступа: <http://www.spsstools.ru/f.php?f=901> (дата обращения 17.05.2013), свободный. – Загл. с экрана. – Яз рус.
10. Romanenko E. V. Development and Implementation of Multi-Agent Approach to Support the Process of Requests Execution in a Distributed Information System «Tourest: CRM AI» / E. V. Romanenko, A. G. Kravets // World Applied Sciences Journal 24 (Information Technologies in Modern Industry, Education & Society). – 2013. – P. 145–150.
11. Ukustov S. S. Concerning Performance and Cooperative Effects On Math Approach to Tourist Project Team Formation Problem / S. S. Ukustov, I. Makarov, A. G. Kravets and E. V. Romanenko // World Applied Sciences Journal 24 (Information Technologies in Modern Industry, Education & Society). – 2013. – P. 238–242.
12. Weyns Danny. Architecture-Based Design of Multi-Agent Systems. – Springer, 2010. – P. 241.
13. Wooldridge M. J. An Introduction to Multiagent Systems / M. J. Wooldridge. – Chichester : J. Wiley, 2002.

References

1. Garin M. S., Kravets A. G., Romanenko Ye. V. Avtomatizatsiya biznes-administrirvaniya v turisticheckoy firme [The automation of business administration from the travel company]. *Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [News of the Volgograd State Technical University], 2011, no. 3 (10), pp. 100–102.
2. Gorodetskiy V. I., Grushinskiy M. S., Khabalov A. V. Mnogoagentnye sistemy [Multi-agent systems]. *Novosti iskusstvennogo intellekta* [AI News], 1997, no. 1, pp. 15–30.
3. Fedotov V. B. Tekhnologiya mnogoagentnykh sistem i dostup k raspredelennym informatsionnym resursam [The technology of multi-agent systems and access to distributed information resources]. *VII Mezhdunarodnaya konferentsiya po elektronnykh publikatsiyam (El-Pub 2002)* [VII International Conference on Electronic Publications (El-Pub 2002)], 23–27 September 2002. Novosibirsk, 2002, pp. 23–27.
4. Agranovskiy A. V., Bolotin M. A., Bukatov A. A. Organizatsiya setevykh vychisleniy na osnove mnogoagentnykh sistem [The organization of network computing based on multi-agent systems]. *Perspektivnye informatsionnye tekhnologii i intellektualnye sistemy* [Advanced information Technologies and Intelligent Systems], 2000, no. 4, pp. 17–18.
5. Romanenko Ye. V. Intellektualnye tekhnologii v upravlenii vzaimootnosheniyami s klientami na primere turisticheckoy industrii [Intelligent technologies in customer relationship management by the example of tourism industry]. *Dinamika nauchnykh issledovaniy: sbornik trudov VIII nauchno-prakticheskoy konferentsii* [The Dynamics of Scientific Researches: Proceedings of the VIII Scientific Conference], 2012, no. 3, pp. 72–76.
6. Budylskiy A. V., Kvyatkovskaya I. Yu. Upravlenie proektami razrabotki programmnogo obespecheniya s ispolzovaniem agentnykh tekhnologiy [Software development project management using agent technologies]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2013, no. 3 (23), pp. 119–128.
7. Romanenko Ye. V. Razrabotka avtomatizirovannoy sistemy biznes-administrirvaniya predpriyatiy gostinichnogo biznesa [Development of automated system of hotel area business management.]. *Provedenie nauchnykh issledovaniy v oblasti obrabotki, khraneniya, peredachi i zashchity informatsii : sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskoy konferentsii s elementami nauchnoy shkoly dlya molodezhi* [Carrying out researches in the field of processing, storage, transmission and protection of information: Proceedings of Scientific Works of the All-Russian Conference with Elements of Scientific School for Young People], in 4 vol., 2009, vol. 3, pp. 79–82.
8. Prihodko M. A. Multiagentnye tekhnologii v sistemakh distantsionnogo obucheniya [Multiagent technologies in distance learning systems]. *Prikaspiyskiy zhurnal: upravlenie i vysokie tekhnologii* [Caspian Journal: Management and High Technologies], 2011, no. 3, pp. 113–117.
9. RFM-analysis of aggregate data about customers. Available at: www.spsstools.ru/f.php?f=901 (accessed 17.05.2013).
10. Romanenko E. V., Kravets A. G. Development and Implementation of Multi-Agent Approach to Support the Process of Requests Execution in a Distributed Information System «Tourest: CRM AI». *World Applied Sciences Journal 24 (Information Technologies in Modern Industry, Education & Society)*, 2013, pp. 145–150.
11. Ukustov S. S., Makarov I., Kravets A. G. and Romanenko E. V. Concerning Performance and Cooperative Effects On Math Approach to Tourist Project Team Formation Problem. *World Applied Sciences Journal 24 (Information Technologies in Modern Industry, Education & Society)*, 2013, pp. 238–242.
12. Danny Weyns. *Architecture-Based Design of Multi-Agent Systems*. Springer, 2010, p. 241.
13. Wooldridge M. J. *An Introduction to Multiagent Systems*. Chichester, J. Wiley, 2002.