УДК 004.75, 004.62, 004.942

А.В. Владимиров
Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент А.Н. Сорокин

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АГЕНТОВ В МНОГОАГЕНТНОЙ АДАПТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА ЦВЕТНЫХ СЕТЕЙ ПЕТРИ

Рассмотрена структура адаптивной информационной системы, агентной составляющей адаптивной информационной системы, функции агентов системы. Разработана модель процесса взаимодействия агентов в многоагентной адаптивной информационной системе с использованием аппарата цветных сетей Петри. Выделены основные составляющие модели. Исследована работа модели на разных этапах, произведен анализ основных свойств системы.

Многоагентные системы, адаптивные системы, моделирование взаимодействия агентов, цветные сети Петри, агентная архитектура, информационные системы, агентно-ориентированная архитектура.

The article considers the structure of adaptive information system, its agent component and the functions of system agent. The model of interaction between agents in an adaptive multiagent information system using the apparatus of colored Petri nets is developed in the paper. The main components of the model are defined. The model work at different stages is studied; the main properties of the system are analysed.

Multiagent systems, adaptive systems, simulation of agents' interaction, colored Petri nets, agent-based architecture, information systems, agent-oriented architecture.

В настоящее время востребовано наличие систем, способных адаптироваться под возникающие требования к их функционированию. В некоторых случаях необходимо производить адаптацию работы системы при минимальном вмешательстве человека или при его отсутствии. Важными в сфере функционирования крупных адаптивных информационных систем являются проблемы внутреннего взаимодействия компонентов, которые порождаются наличием больших объемов неупорядоченной разнородной информации.

Адаптивные информационные системы позволяют динамически учитывать предоставляемые персональные требования пользователей, перераспределять рабочие процессы между компонентами системы, реагировать на возникающие проблемные ситуации, более эффективно использовать ресурсы системы.

Опишем разработанный в процессе исследований алгоритм взаимодействия информационной системы с пользователем, а также ее структуру (см. рисунок). Выделим три сегмента в системе: административный и сервис-агентный сегмент, интеллектуальный сегмент, сегмент оперирования с данными.

Административный и сервис-агентный сегмент включает в себя инструменты администрирования базы знаний, базу данных, агента мониторинга, агента базы знаний, агента пользователя, агента базы данных, сервис формирования запрашиваемых данных, сервис извлечения данных, сервис поиска и накопления данных, сервис доступа к данным, сервис сбора данных о рабочем процессе. Интеллектуальный сегмент включает в себя: базу знаний, агента управления, модуль управления сервисами, сервис адаптации, агента адаптации. Сегмент оперирования с данными включает в себя интерфейс пользователя.

В процессе работы системы от пользователя поступает воздействие с последующим запуском соответствующих процессов по обработке данных. В ситуации, связанной с принятием определенного рода решения, получения информации из базы знаний, осуществляется взаимодействие с интеллектуальным сегментом. Происходит процесс вызова соответствующего сервиса с передачей данных, описывающих текущее состояние системы, а также запроса, который должна выполнить интеллектуальная подсистема. Механизм логического вывода информации реализуется с помощью разноцелевых сервисов и агентов. Поиск решения сервисом или агентом основывается на входных данных и информации, хранящейся в базе знаний. База знаний модифицируется экспертом через «Модуль управления базой знаний» и включает в себя базы правил, факты, информацию, описывающую интерпретацию фактов. Данный модуль также выполняет такие функции, как: контроль непротиворечивости системы правил и контроль правильности ввода новых знаний [1].

Логический элемент базы знаний включает основной набор алгоритмов для работы с фактами и правилами, механизмы логического вывода, а также принимает входные факты и запросы, проверяет, соответствуют ли переданные факты хранящейся в базе знаний логической модели предметной области, осуществляет логический вывод, исходя из входящих данных, а также формирует результаты выполнения запроса.

Графический интерфейс пользователя (GUI) обеспечивает пользовательский доступ к системе. Он принимает запросы пользователей, передает запросы сервисам и отображает соответствующие ответы на запросы пользователя, упрощает для пользователя процесс формирования запросов, выполняя необходимые операции по их подготовке, и, автоматизируя некоторые задачи, помогает пользователям быстро изучить систему.

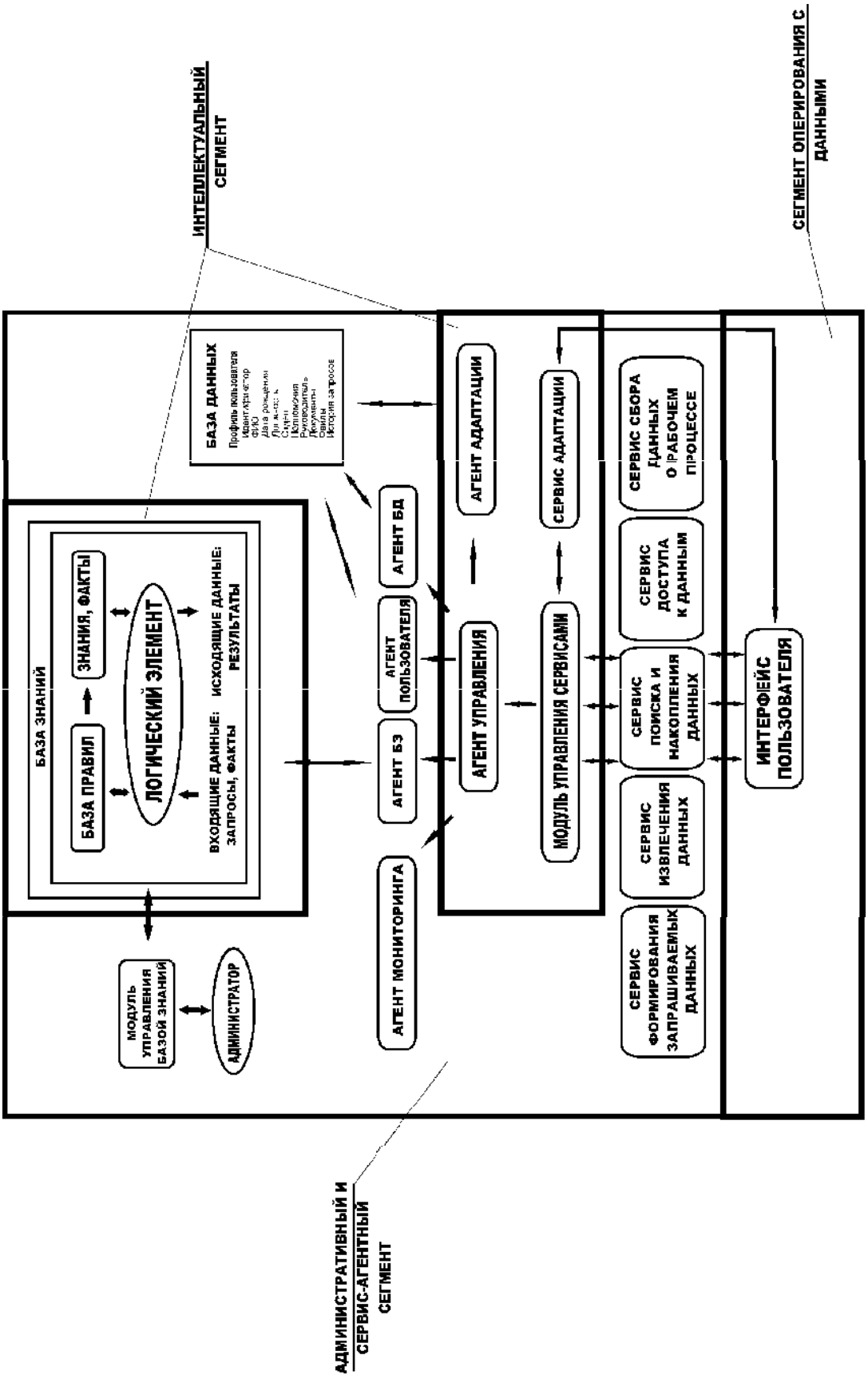


Рисунок. Структура адаптивной информационной системы

Уровень сервисов осуществляет трансляцию запросов агентов в необходимые действия по работе с распределенными данными. Они выполняет операции, включающие доступ к back-end ресурсам и форматирование данных для представления агентам.

Перечислим используемый набор агентов:

1. Сервис формирования запрашиваемых данных.
2. Сервисы извлечения данных.
3. Сервисы поиска и накопления данных.
4. Сервис доступа к данным.
5. Сервис сбора данных о рабочем процессе.
6. Сервис адаптации.

Опишем функциональные назначения сервисов.

1. Сервис формирования запрашиваемых данных предоставляет систематизированный набор информации.

2. Функция сервиса извлечения данных состоит в сравнении, анализе и синтезе информации из разрозненных фактов, размещенных в текстах.

Обнаруженная в тексте информация преобразуется в структурированный формат: выявляются целевые факты, объекты, отношения в виде, пригодном для дальнейшей автоматической обработки.

3. Сервис поиска включает в себя функции полнотекстового информационного поиска.

4. Сервис доступа к данным обеспечивают централизованный доступ к распределенным информационным ресурсам.

5. Сервис сбора данных о рабочем процессе обеспечивает возможность регистрации всех действий и событий, которые инициируют пользователи сервиса в специализированной базе данных.

6. Сервис адаптации обеспечивает модификацию интерфейсов пользователей.

При рассмотрении структуры адаптивной информационной системы стоит уделить внимание сегменту, содержащему набор разноцелевых агентов, а также моделированию их взаимодействия. Разберем далее более детально агентную составляющую информационной системы, включающую агентов исполнителей: агента мониторинга, агента базы знаний, агента пользователя, агента базы данных, агента адаптации, а также агента управления. Агент управления осуществляет координацию работы подчиненных ему агентов, постановку задач. Среди функций агентов исполнителей можно выделить следующие: подготовка и сбор необходимой информации. Агент мониторинга производит слежение за текущим состоянием агентов в системе, количеством поступивших задач. Агент базы данных предназначен для осуществления взаимодействия с базой данных, резервного копирования информации. Агент базы знаний осуществляет передачу входных запросов к базе знаний. Агент пользователя позволяет собирать информацию о действиях пользователей. Агент адаптации собирает данные о функционировании используемых компонентов системы [2].

Процесс взаимодействия между агентами в многоагентной информационной системе рассмотрим с использованием аппарата цветных сетей Петри.

В цветных сетях Петри важное место занимает типизация данных, основанная на использовании множества цветов. Граф сетей Петри состоит из позиций и переходов. Каждый переход в цветных сетях Петри имеет такие атрибуты, как: условие запуска, время задержки и выполняемое действие. Каждая позиция имеет атрибуты: начальная маркировка и тип позиции. В позициях сети размещаются фишки с определенным типом данных [3].

Рассмотрим построение агентной составляющей и ее моделирование в среде CPN Tools на примере. В заданной ситуации определено множество цветов tasks с элементами *tasks_for_database_agent*, *tasks_for_adaptation_agent*, *tasks_for_user_agent*, *tasks_for_knowledgebase_agent*, *tasks_for_monitoring_agent*, *task_for_agent_coordination*, обозначающими соответствующие задачи для каждого из имеющихся агентов. Позиция *coordination service* имеет множество цветов *q* с фишкой *coordination_task*, переходящей в позицию *agent coordination*, тем самым инициализируется процесс координации задач агентом управления. Переменные *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *i*, *h*, *x*, *z* используются, чтобы извлечь фишки из входных позиций и поместить новую фишку в выходную позицию.

Агент координации распределяет задачи в соответствии с указанным типом задачи. Агент мониторинга с использованием счетчиков *Counter* собирает информацию о количестве задач у каждого из агентов с целью выявления степени загруженности определенных агентов.

Если текущая задача находится в процессе обработки, то следующая задача добавляется в конец очереди *Queue*. Задачи обслуживаются по принципу: «первым пришел – первым обслужен» (FIFO). В случае отсутствия задач в очереди новые поступающие начинают обрабатываться незамедлительно.

Рассмотрим модель промежуточной стадии моделирования. Некоторое количество задач ожидают обработки агентами. Агент базы знаний, агент пользователя, агент адаптации выполняют обработку поступившей задачи. Наибольшее количество задач выполняется агентом координации.

В процессе обработки задач агентами используются следующие состояния: *knowledgebase agent free* (агент базы знаний свободен), *knowledgebase agent busy* (агент базы знаний занят), *knowledgebase agent use* (агент базы знаний используется), *user agent free* (агент пользователя свободен), *user agent busy* (агент пользователя занят), *user agent use* (агент пользователя используется), *database agent free* (агент базы данных свободен), *database agent busy* (агент базы данных занят), *database agent use* (агент базы данных используется), *adaptation agent free* (агент адаптации свободен), *adaptation agent busy* (агент адаптации занят), *adaptation agent use* (агент адаптации используется).

Также используются состояние *wait* (ожидание обработки агентом), состояние *timer 2c* (таймер на 2 с) типа Boolean, которое служит для моделирования задержки, принимая от перехода захвата агента фишку с временным штампом. Фишки, находящиеся при инициализации обработки задачи в позициях,

свидетельствующих о том, что агент свободен, в ходе работы сети отражают его состояние (свободен или занят), при этом цвет фишки содержит информацию о задаче, обрабатываемой агентом. После поступления задачи на обработку переход, свидетельствующий о том, что агент захвачен, сработать не сможет, так как нет фишки в позиции, указывающей, что агент свободен. Не разрешен также переход, демонстрирующий, что агент выполняет обработку из-за того, что фишка, имитирующая таймер, несет временной штамп, равный 2 с (2000 мс). В случае, если установлено, что нет доступных переходов, происходит наращивание счетчика глобальных часов до тех пор, пока не «откроется» переход, указывающий на то, что агент выполняет обработку, так как штамп фишки в позиции *timer 2c* окажется равен значению глобальных часов. В результате начнется освобождение агентов посредством срабатывания перехода, свидетельствующего о том, что агент выполняет обработку. Таким образом, позиция, свидетельствующая о свободе агента, приобретает фишку со значением *done* (задача выполнена), переход захвата агента активизируется, перемещая следующую фишку на позицию использования агента. Процесс обработки задач прекращается в случае, если не остается фишек в позиции *wait* [5].

При выполнении процесса моделирования сложных систем на базе аппарата сетей Петри задается определенное количество входных задач и анализируется поведение системы. На основе выходных данных формируются статистические результаты.

При анализе сложных систем с использованием аппарата сетей Петри стоит выделить такие основные свойства, как: ограниченность, безопасность, сохраняемость, достижимость, живость [4].

Анализируя свойства вышеупомянутой модели можно сделать вывод, что она:

1. Неограниченная, так как число меток в любой позиции рассматриваемой модели может превысить некоторое максимальное значения K.

2. Небезопасная, так как K≠1.

3. Несохраняемая в силу непостоянства загрузки ресурсов. Число входов в каждый переход не равняется числу выходов.

4. Достижимая из-за наличия возможности перехода модели из одного заданного состояния (характеризуемого распределением меток) в другое.

5. Живая, так как любой из переходов срабатывает при наличии поступающих задач.

6. Наличие данных свойств у модели вызвано заданной архитектурой, большими объемами поставленных задач.

Полученные результаты моделирования применяются при построении агентной составляющей адаптивной информационной системы, оценке качества функционирования на предприятиях или их отделах, оперирующих значительными объемами информации.

Сети Петри позволяют отражать динамические характеристики моделей. Аппарат цветных сетей Петри, реализуемый в среде CPN Tools, позволил смоделировать и проанализировать работу системы на предприятии, специализирующемся на предоставлении услуг в области создания интернет-ресурсов и их продвижении в поисковых системах, с учетом ее архитектуры, выявить наиболее загруженные элементы.

Литература

1. *Владимиров, А.В.* Общая модель взаимодействия интеллектуальных агентов в многоагентной адаптивной информационной системе / А.В. Владимиров // Вузовская наука – региону: Материалы X Всероссийской научно-технической конференции. – Вологда, 2012. – С. 104 – 106.

2. *Владимиров, А.В.* Построение адаптивной информационной системы на основе базы знаний / А.В. Владимиров // Вузовская наука – региону: Материалы IX Всероссийской научно-технической конференции. – Вологда, 2011. – С. 48 – 49.

3. *Зайцев, Д.А.* Моделирование телекоммуникационных систем в CPN Tools: учеб. пособие по курсу «Математическое моделирование информационных систем» для подготовки магистров в отрасли связи / Д.А. Зайцев, Т.Р. Шмелева. – Одесса, 2008.

4. Сети Петри. – URL: http://ru.wikipedia.org/ wiki/ Сети_Петри.

5. *Шахов, В.Ю.* Моделирование программно-аппаратных «реактивных» систем раскрашенными сетями Петри / В.Ю. Шахов. – Долгопрудный, 2005. – URL: http:// www.softcraft.ru/theory/mrs/index.shtml.

УДК 662.6/9

В.К. Любов, П.В. Малыгин, А.Н. Попов, Е.И. Попова, С.В. Дементей

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ОТОПИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В МОДУЛЬНЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

В статье рассмотрен вопрос эффективности энергетического использования биотоплива и торфа в установках малой мощности. Приведены результаты экспериментальных исследований и тепловизионной съемки камина и модульного дома.

Камин, биотопливо, торф, тепловизионная съемка, коммунально-бытовой сектор.