

УДК 004.89

Н.Г. Аксак, С.А. Коргут

## **РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ РАБОТ МЕЖДУ АГЕНТАМИ В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ**

*Аннотация. В работе рассматривается концепция построения мультиагентной системы (МАС) поиска знаний в Интернет. Сделан обзор существующих направлений построения МАС. Предложена обобщенная модель мультиагентной системы, определены ее состав и функции агентов при решении задачи пополнения знаний адаптивных информационных систем. Решена задача распределения объемов работ между агентами в МАС извлечения знаний из неструктурированных источников для адаптивных веб-ресурсов.*

*Ключевые слова. Мультиагентная система, знания, агент, веб-ресурс.*

### **Введение**

Современное развитие информационных технологий сопровождается созданием и наполнением разрозненных информационных источников и хранилищ, которые характеризуются различными способами представления информации и охватывают интересы большого неоднородного коллектива пользователей. Автоматизация процесса извлечения знаний из больших объемов информации является одним из приоритетных направлений развития искусственного интеллекта и активно применяется при разработке систем, основанных на знаниях, которые активно применяются в научных исследованиях, бизнесе, обучении. Возникновение сетевых технологий и сети Интернет способствует использованию этих ресурсов в качестве источников получения знаний. Однако, кроме положительных сторон, процесс получения знаний сопровождается рядом проблем, связанных с увеличением объема избыточной информации вследствие многократного дублирования, слабой структурированностью информации, представлением ее на естественном языке. Призванная решить эти проблемы концепция семантического Web в настоящее время находится на стадии развития и основная масса информационных ресурсов, накопленных в Web первого поколения, продолжает оставаться в виде, не приспособленном для поиска знаний. В связи с этим к процессу

---

© Аксак Н.Г., Коргут С.А., 2010

извлечения знаний предъявляется ряд требований: высокая скорость обработки больших объемов данных; гибкость относительно постоянно меняющегося окружения; масштабируемость; адаптируемость к типам информационных ресурсов и их содержимому; работа с неструктурированными естественноязыковыми источниками.

Для решения проблем извлечения знаний из распределенных источников информации в настоящее время применяются технологии мультиагентных систем [1], [2] вследствие ряда преимуществ по сравнению с другими способами организации распределенных вычислений: уменьшение нагрузки на сеть; автономное и асинхронное выполнение вычислений; адаптация к условиям выполнения и т.д.

Концепция построения МАС поиска знаний в распределенных неструктурированных информационных источниках рассматривается в [3]. В работе предложен состав, определены функции и взаимодействия коллективов агентов при решении задачи пополнения знаний интеллектуальных многопредметных обучающих систем. Предложенные типы агентов и многоагентная организация средств автоматизации создания и пополнения баз знаний экспертных обучающих и тестирующих систем реализуется в проекте интеллектуальной обучающей среды для цикла дисциплин направления подготовки студентов «Компьютерные науки».

Авторы работы [4] рассматривают подход к построению МАС для поиска информации в распределенной информационной среде. Предложен состав, определены функции и взаимодействия агентов при решении данной задачи. Авторы подчеркивают перспективность агентных технологий как области исследования - построение рассматриваемой системы поможет автоматизировать и интеллектуализировать обработку информации и, как следствие, ускорить и улучшить эту обработку.

В работе [5] рассмотрена методика создания обучающегося поискового агента (LR-agent), работающего со знаниями в семантической сети (ASN). В основе алгоритма обучения LR-агента лежит принцип «усиливающегося обучения» («Reinforcement Learning»). Основной проблемой создания подобного агента авторы видят проблему адаптации к пользовательскому пониманию работы

поиска в семантической сети - его индивидуальной части в каждом запросе поиска. В качестве решения предложено использование моделей запроса, в которых характеристики пользователя определяют интерпретацию каждого запроса. Преимуществом такого подхода авторы считают возможность создания гибкого поискового метода, в котором пользователь взаимодействует с агентом в процессе поиска, тем самым повышая качество результата.

При разработке архитектуры многоагентной системы в [2] различают архитектуру, поддерживающую методы взаимодействия агентов в процессе функционирования системы в целом, и архитектуру отдельного агента. Архитектура взаимодействия системы агентов обеспечивает скоординированное поведение агентов: одноуровневая архитектура взаимодействия агентов (решение общей задачи в распределенном варианте) и иерархическая архитектура взаимодействия агентов (координация функционирования агентов осуществляется специальным агентом).

Взаимодействие агентов осуществляется на основе протоколов. Протоколы описывают сценарии выполнения отдельных функций различными агентами в распределенном алгоритме решения задач. Протоколы описываются в терминах ролей, назначенных агентам. Получение агентом сообщения от одного или от нескольких агентов инициирует выполнение им некоторой функции. Сценарий обмена сообщениями задает общую модель выполнения распределенного алгоритма, исполняемого коллективом агентов.

Таким образом, формальные модели МАС, полученные в различных предметных областях, находят недостаточно полное отражение. Существующие трудности учета предметной специфики затрудняют решение задачи адаптивности информационных систем.

### **Постановка задачи**

Распределить объем работ между агентами в мультиагентной системе извлечения знаний из неструктурированных источников для адаптивных веб-ресурсов.

Для решения поставленной задачи необходимо:

1. Проанализировать концепцию построения МАС поиска знаний в Интернет.
2. Определить состав МАС и функции агентов.

### Решение задачи

*Концепция построения МАС.* Будем считать адаптивным интернет-ресурсом распределенную двухзвенную клиент-серверную информационную систему, предназначенную для своевременного обеспечения пользователей актуальной информацией, приспособляющуюся к изменяющимся условиям окружения за счет автоматического изменения параметров системы.

Выделим характеристики агентов в рамках решения задачи извлечения знаний из неструктурированных источников:

- 1) единство цели (предоставление пользователям актуальной информации, своевременность информирования пользователей);
- 2) совместная деятельность (поиск документов, извлечение знаний, пополнение/обновление базы знаний системы);
- 3) автономность деятельности (поиск новых документов, автоматическое изменение базы знаний, предоставляемой пользователю информации, уведомления об изменениях);
- 4) специализация.

Для МАС выделяют два временных этапа существования – этап ее формирования и этап функционирования. Формирование МАС подразделяется на формирование функций МАС и их адаптацию, после чего наступает этап функционирования (рис. 1).



Рисунок 1 - Этапы существования МАС

Исходя из этого, для построения МАС адаптивной информационной системы выберем аппарат оптимизации для решения задач формирования состава МАС, распределения ролей и объемов работ агентов. Такая модель будет учитывать следующие свойства МАС: единство цели, совместная деятельность и специализация.

*Обобщенная модель МАС.* На рисунке 2 показано взаимодействие коллективов агентов поиска и извлечения знаний. Принятые обозначения: ИРИ – информационные ресурсы Интернета, КД ПО – коллекции документов предметных областей, БЗ ПО – базы знаний предметных областей.

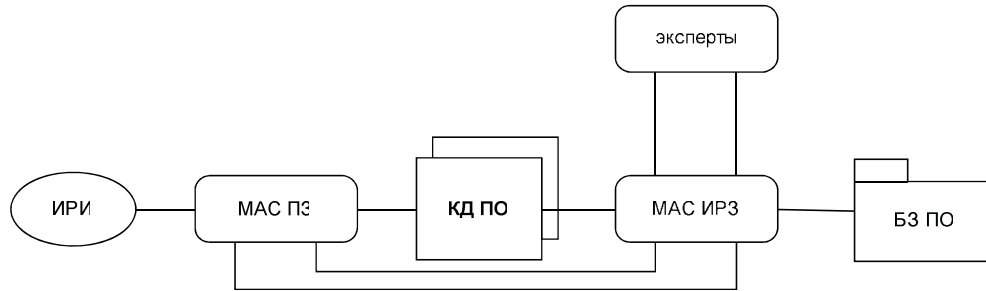


Рисунок 2 - Структурная схема МАС поиска знаний в Интернет  
 Определим такие компоненты модели МАС поиска знаний в Интернет как состав МАС и состояния агентов.

**1. Состав МАС.** Процесс получения знаний из Интернет [3], [6] обеспечивается двумя коллективами агентов – мультиагентной системой поиска информации (МАС ПЗ), содержащей знания в распределенных удаленных источниках и мультиагентной системой извлечения и редактирования знаний (МАС ИРЗ) из коллекций документов по предметным областям

$$M = \langle \text{МАС}, S, O \rangle,$$

$$\text{МАС} = \text{МАС\_ПЗ} \cap \text{МАС\_ИРЗ}.$$

Мультиагентную систему  $M$  представим в виде множества из трех элементов: агенты  $\{r_{mn_m}\} (m = \overline{1, k+j})$  окружение  $V$ , связи  $C$  между агентами и окружением

$$\text{МАС\_ПЗ} = \langle \{r_k\}_{k \in N}, V, C \rangle,$$

$$r_k = \{r_{k1}, r_{k2}, \dots, r_{kn_k}\},$$

$$\text{МАС\_ИРЗ} = \langle \{r_j\}_{j \in N}, V, C \rangle,$$

$$r_j = \{r_{j1}, r_{j2}, \dots, r_{jn_j}\}.$$

где  $n_k$  - количество агентов в  $k$ -ом подмножестве МАС ПЗ,  $n_j$  - количество агентов в  $j$ -ом подмножестве МАС ИРЗ.

МАС ПЗ состоит из  $k$  групп агентов, например ( $k=6$ ): множество  $r_1 = \{r_{11}, r_{12}, \dots, r_{1n_1}\}$  агентов-менеджеров поисковых агентов, множество  $r_2$  агентов поисковых систем, множество  $r_3$  агентов проверки существования документов, множество  $r_4$  агентов ранжирования документов, множество  $r_5$  агентов получения документов, множество  $r_6$  агентов-менеджеров коллекции документов предметных областей.

МАС ИРЗ состоит из  $j$  групп агентов ( $j=3$ ): агенты экспертов предметных областей  $r_7$ , агенты работы с локальными знаниями  $r_8$ , агенты работы с удаленными знаниями  $r_9$  (рис. 3).

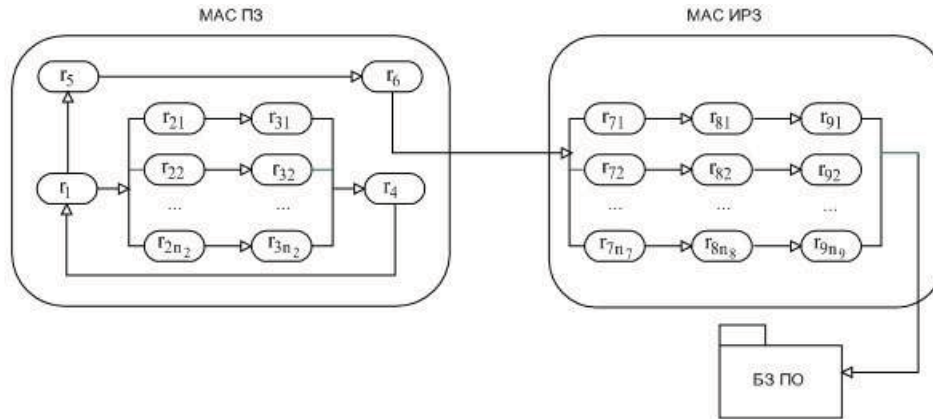


Рисунок 3 - Схема взаимодействия агентов ПЗ и ИРЗ при поиске знаний

Таким образом, состав МАС фиксирован и представляет собой множество неоднородных (по функциям, то есть выполняющих различные функции) агентов  $N = \sum n_m$ , известен суммарный объем работ  $R \geq 0$ , который требуется выполнить, и заданы типы агентов  $\{r_{mn_m}\} (m = \overline{1, k+j})$ .

**2. Состояния агентов** включают выполняемые ими функции  $F$  и объемы работ  $R$

$$S = \langle F, R \rangle.$$

**2.1. Функции агентов.** Агент  $r_1$  (Рис.3.) получает запросы на поиск документов по тематике предметных областей и выдает задания агентам поисковых систем  $r_2$  в форме запросов на поиск, использующие поисковые системы тематических коллекций документов по предметным областям и многоцелевые поисковые. Агенты проверки существования документов  $r_3$  устанавливают актуальность ссылок, выданных поисковыми агентами. Агенты ранжирования документов  $r_4$  исключают повторяющиеся ссылки и упорядочивают по степени релевантности ссылки на все документы, найденные используемыми поисковыми системами. Менеджер поисковых агентов  $r_1$  на основе ранжированного списка ссылок формирует задания агентам получения документов  $r_5$ . Агенты работы

с локальными знаниями  $r_7$  реализуют процедуры наполнения и корректировки баз знаний тематического веб-портала в процессе диалога с агентами экспертов  $r_8$ ; агенты работы с удаленными знаниями  $r_9$  в свою очередь реализуют алгоритмы автоматического извлечения знаний из коллекций документов по предметным областям.

**2.2. Задача распределения объемов работ.** Для того, чтобы формировать состав МАС, нужно знать, какие функции будет выполнять тот или иной агент, включаемый в МАС; а для оптимального распределения функций нужно знать, какой объем работ целесообразно выполнять данному агенту в рамках той или иной функции (Рис. 4). В данной работе сделаем акцент на задаче распределения объемов работ.



Рисунок 4 - Взаимосвязь задач формирования состава МАС ПЗ, распределения функций и распределения объемов работ

Для распределения объемов работ между агентами, обозначим объем работ, который может выполнить любой агент МАС, как  $d_i (i = \overline{1, N})$ , а объем работ, выполняемый конкретным агентом, как  $x_{mi}$ . Таким образом получим непрерывную задачу минимизации суммарных затрат агентов

$$\sum_{i=1}^{n_1} r_{1i}(t)x_{1i}(t) + \sum_{i=1}^{n_2} r_{2i}(t)x_{2i}(t) + \dots + \sum_{i=1}^{n_m} r_{mi}(t)x_{mi}(t) \rightarrow \min x_{mi}(t) \in [0; d_i(t)]$$

### Выводы

В работе исследованы существующие подходы к построению МАС поиска знаний в Интернет. Предложена обобщенная модель МАС поиска знаний в Интернет, позволяющая адаптировать информационные системы с учетом предметной области.

Решена задача распределения объемов работ между агентами в МАС извлечения знаний из неструктурированных источников для адаптивных веб-ресурсов.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Принципы построения систем для быстрой интеграции знаний из распределенных источников / Левашова Т.В., Пашкин М.П., Смирнов А.В., Шилов Н.Г. // Труды Международного конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке». – Дивноморское (Россия), 2001. – Т. 1. – С. 105-119.
2. Ланин В.В. Интеллектуальное управление документами как основа технологии создания адаптируемых информационных систем / В.В. Ланин // Труды Международной научно-технической конференции «Интеллектуальные системы» (AIS'07). – М. : Физматлит, 2007. – Т. 2. – С. 334-339.
3. Агентно-ориентированная система извлечения знаний из распределенных источников информации / И.С. Грунский, А.С. Вороной // Искусственный интеллект 3'2009. – С.336-339.
4. Некоторые аспекты организации и реализации мультиагентной системы поиска информации в распределенной информационной среде [Электронный ресурс] / Р. М. Алгулиев, М. Ш. Гаджирагимова // Институт информационных технологий НАНА, Баку, Азербайджан. — Режим доступа: [www/ URL: www.science.az/cyber/pci2006/3/!3r26-aliquliyev-hajirahimova.doc/](http://www.science.az/cyber/pci2006/3/!3r26-aliquliyev-hajirahimova.doc/) — 2004 г.
5. A Learning Agent for Knowledge Extraction from an Active Semantic Network / Simon Thiel, Stavros Dalakakis, and Dieter Roller // World Academy of Science, Engineering and Technology 7 2005. – P.217-219.
6. Ferber J., Muller J.P. Influences and reactions: a model of situated multi-agent systems // Proceedings of the 2nd International Conference on Multi-Agent Systems (ISMAC-96). – Menlo Park: IEEE Computer Society Press, 1996. – P.72-79.