

А.М. КАШЕВНИК
**ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД
К КОНТЕКСТНО-ОРИЕНТИРОВАННОМУ УПРАВЛЕНИЮ
ЗНАНИЯМИ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СРЕДЕ**

Кашевник А.М. Онтологический подход к контекстно-ориентированному управлению знаниями в интеллектуальной среде.

Аннотация. В статье описывается онтологический подход к контекстно-ориентированному управлению знаниями в интеллектуальной среде. В рамках подхода была разработана концептуальная модель системы управления знаниями в интеллектуальной среде. Для апробации предложенного подхода была разработана система управления знаниями для платформы автоматизированного проведения конференций в интеллектуальной среде, которая успешно применяется на конференциях проводимых ассоциацией FRUCT.

Ключевые слова: онтологии, управление знаниями, контекст.

Kashevnik A.M. Ontological approach for context-oriented knowledge management in smart environment.

Abstract. The paper describes ontological approach to context-oriented knowledge management in smart environment. A conceptual model of knowledge management system in smart environment has been developed. The knowledge management system for intelligent conference management system in smart environment has been developed. This system has been successfully tested in the FRUCT association conferences.

Keywords: ontologies, knowledge management, context.

1. Введение. Под интеллектуальной средой понимается инфраструктура, позволяющая различным вычислительным устройствам взаимодействовать и предоставлять друг другу совместный доступ к информации и знаниям для автоматизации процессов в некоторой предметной области.

В настоящее время одним из передовых подходов к обеспечению интероперабельности различных информационных систем является онтологический подход. Онтология – это подробная спецификация модели предметной области; она включает в себя словарь (т.е. список логических констант и предикатных символов) для описания предметной области и набор логических высказываний, формулирующих существующие в данной проблемной области ограничения и определяющих интерпретацию словаря. В рамках разработанного подхода онтологии описываются в формализме объектно-ориентированных сетей ограничений, который позволяет облегчить построение и интерпретацию задач реального мира, поскольку большинство из этих задач описываются в терминах удовлетворения ограничений [1].

Моделирование и формализация текущей ситуации в интеллектуальной среде с использованием технологии управления контекстом является актуальной и востребованной задачей на сегодняшний день. Интеллектуальная среда содержит в себе большое количество информации и знаний его участников, тогда как выявление именно той информации и знаний, которая нужна участнику в данный момент времени позволит системе управления знаниями существенно сузить пространство поиска и предоставлять участникам актуальную и востребованную в текущий момент времени информацию и знания.

2. Современные системы, базирующиеся на концепции интеллектуальной среды. В работе [2] рассматривается проблема семантического взаимодействия нескольких информационных систем. В качестве прикладной области авторы выбрали интеллектуальное окружение, которое определяют как физическое пространство с большим количеством устройств и программных сервисов, которые могут взаимодействовать с людьми, окружением и внешними сетевыми сервисами. Авторы вводят понятие управления интеллектуальным окружением (smart space management), которое определяется как динамическая адаптация устройств и сервисов окружения для предоставления необходимой поддержки в выполнении задач пользователя.

Подход к взаимодействию различных устройств в сетевом окружении [3] предлагает пользователю наиболее подходящее устройство для взаимодействия с ним в рамках его текущей потребностей. Текущие потребности пользователя описываются контекстом пользователя (user context). Также представлена платформа для предоставления контекстных сервисов для мобильных пользователей.

В итальянском инновационном центре компании Hewlett Packard разрабатывается информационная платформа для поддержки пациентов больницы в условиях их проживания дома [4]. Для этого, по мнению авторов, необходима разработка расширяемого множества сервисов, позволяющего пациентам (обычно пожилым людям), находящимся дома, получать постоянную поддержку (умный дом). Мобильные устройства используются как для взаимодействия с пользователем, так и для возможности распознавания окружения больного для возможности более точной помощи ему доктором.

Европейский проект AMASE [5] занимается расширением существующей мультиагентной платформы для поддержки стационарных и мобильных агентов для взаимодействия в беспроводной среде. В проекте используется платформа Siemens SWARM. Данная платформа написана на языке Java и имеет доступные исходные коды.

В статье [6] описана архитектура для построения общей платформы управления (eGovernment), доступной из различных стран. Платформа основана на веб-сервисах.

Авторы статьи [7] обсуждают проблему оптимизации процессов в форме системы информации о продажах работающей со многими поставщиками для небольших торговых агентств. Так как большинство информационных систем, разрабатываемых в мире, рассчитаны на большие компании, в статье говорится о роли мобильных устройств при разработке такого класса систем именно для небольших торговых агентств, и приводится подход с использованием мобильных устройств.

Статья [8] посвящена управлению перевозкой опасных грузов. Авторы разрабатывают концепцию, благодаря которой перевозка опасных грузов должна стать безопаснее и эффективнее. Для решения этой задачи предлагается использование различных типов мобильных устройств, которые взаимодействуют между собой и предоставляют необходимую информацию. Интересной идеей в данной статье является использование мобильного прокси-сервера (mobile proxy) для доступа к веб-сервисам мобильными устройствами. Авторы предлагают использовать его для выполнения таких функций как предоставление сервисов необходимых мобильным устройствам, но ненужных для настольных компьютеров, а также в качестве промежуточного звена между мобильными устройствами и веб-сервисами, что позволяет использовать веб-сервисы, не ориентированные на работу с мобильными устройствами. В мобильном окружении устройства часто перемещаются с места на место. В этом случае использование прокси-сервера даёт возможность устройству продолжать работать с теми же данными, с которыми оно работало до перемещения.

Целью проекта [9] является предложение интеллектуальной инфраструктуры, которая может предоставлять прозрачную поддержку пользователя для переноса его задач при смене им платформы, с помощью которой он взаимодействует с системой (migratory interactive service).

Целью проекта [10] является изучение и реализация ориентированного на пользователя персонального интеллектуального окружения. Персональное интеллектуальное окружение должно предоставлять возможность краткосрочного обмена информацией и сервисами. Оно должно включать в себя предпочтения пользователя для персонализации его окружения, а также создание новых бизнес моделей, например: Андрей подходит к автобусной остановке и хочет посмотре-

реть в интернете расписание автобусов, но не имеет доступа к сети. Тем временем Света, другой пассажир, стоящий на остановке имеет доступ в интернет через UMTS соединение. Персональное интеллектуальное окружение Светы предлагает персональному интеллектуальному окружению Андрея соединиться с интернет через телефон Светы.

В статье [11] описывается основанный на контексте подход к построению умного дома будущего. Авторы считают, что сервисы в мобильном окружении должны быть основаны на контексте, для возможности самоадаптирования в быстроменяющемся окружении. Авторами предложена пятиуровневая модель для такой системы (уровень приобретения, уровень представления, уровень объединения, уровень интерпретации и уровень использования). На уровне приобретения информация извлекается из сенсоров и датчиков. На уровне представления сырая информация от сенсоров и датчиков представляется в машинночитаемом виде. Затем, на уровне объединения, вся эта информация объединяется в контекст. На уровне интерпретации происходит вывод из полученного контекста новой информации и знаний (если пользователь находится в комнате и свет выключен и уровень шума низкий, то пользователь спит). На уровне использования происходит изменение действий сервисов на основе контекста (если пользователь спит, то все вызовы на сотовый телефон переадресовываются на голосовую почту).

Основной целью проекта [12] является осуществление, подтверждение и апробирование инфраструктуры для бизнес-приложений, основанных на Semantic Web based и использующих сервисы на основе мобильных и стационарных сетей.

Таким образом, можно выделить две основные задачи, которые необходимо решить для успешного формирования интеллектуальных сред. Первая задача заключается в эффективном размещении информации. Очевидно, что наличие излишней избыточности информации, возникающей при копировании всей информации на все устройства среды, не является эффективным решением в силу значительных различий в возможностях устройств (например, максимальный объем хранимой информации, вычислительная мощность и т.п.) и затрат на излишнее перемещение информации (например, связанных с энергозатратами, влиянием на производительность системы и т.п.). Кроме того, динамическая топология интеллектуальной среды усложняет решение данной задачи при условии гарантированного доступа ко всей информации со всех устройств. Решение данной задачи было предложено в работах [1–3]. Другой важной задачей является обеспечение согласованности работы устройств в рамках информационной среды.

Проведенный анализ состояния дел в области интеллектуальных сред позволил сформулировать основные задачи и требования к контекстно-ориентированным системам управления знаниями в интеллектуальной среде:

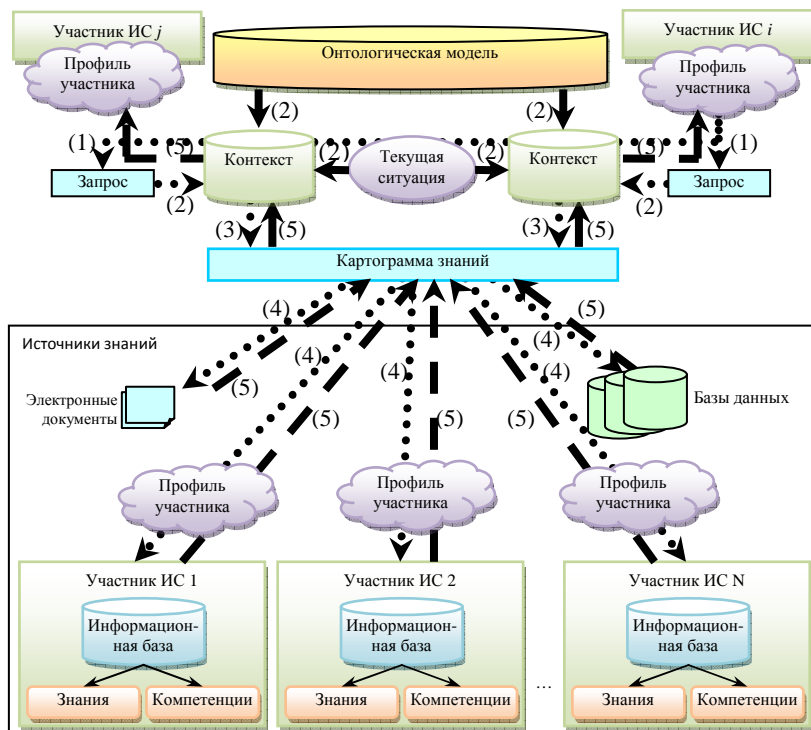
- обеспечение "понимания" (интероперабельности) взаимодействующими участниками интеллектуальной среды друг с другом;
- обеспечение возможности учёта текущей ситуации в интеллектуальной среде и своевременной реакции на её изменения;
- обеспечение возможности обмена знаниями с внешними источниками на этапе управления онтологией;
- обеспечение возможности работы с разрозненными знаниями и участниками интеллектуальной среды;
- обеспечение описания каждого участника интеллектуальной среды профилем, отражающим необходимую для системы управления знаниями информацию об участнике;
- обеспечение возможности выявления предпочтений участников интеллектуальной среды;
- обеспечение возможности взаимодействия устройств интеллектуальной среды с минимальным вовлечением участников в этот процесс.

3. Концептуальная модель системы управления знаниями в интеллектуальной среде. Концептуальная модель системы управления знаниями в интеллектуальной среде (рис. 1) основана на комплексном использовании технологий управления онтологиями и управления контекстом, позволяющая обеспечить интероперабельность различных вычислительных устройств и учет текущей ситуации в интеллектуальной среде. Основными понятиями в системе управления знаниями в интеллектуальной среде являются: онтология, контекст, пользователь, профиль пользователя, интеллектуальная среда, мобильное устройство пользователя, различные сервисы.

Участник интеллектуальной среды задаёт запрос системе (1). На основе этого запроса, онтологической модели предметной области и текущей ситуации формируется контекст (2), представляющий собой описание запроса пользователя в терминах онтологической модели предметной области с учётом текущей ситуации.

Картограмма знаний определяет связи между онтологической моделью (3) и источниками знаний (4), что позволяет использовать разрозненные источники различных компаний как одну распределенную базу знаний. На основе картограммы знаний и формализованного запроса пользователя из различных источников извлекаются те знания и

информация (5), которые необходимы пользователю в рамках заданного им запроса. В роли источников знаний могут выступать как базы данных и электронные документы, так и другие участники интеллектуальной среды.



ИС – интеллектуальная среда

•➤ Запрос ➔ Информационный поток

Рис. 1. Концептуальная модель системы управления знаниями в интеллектуальной среде.

4. Апробация разработанного подхода. Апробация разработанного подхода посредством исследовательского прототипирования системы управления знаниями для платформы автоматизированного проведения конференций в интеллектуальной среде (рис. 4) позволила выявить основные достоинства и недостатки предложенного подхода и сделать вывод, что в целом предложенный подход работоспособен и

эффективен. Разработанная комплексная система была апробирована в СПИИРАН и на конференциях проводимых ассоциацией FRUCT в 2011-2012 году (рис. 2).



Рис. 2. Апробация разработанной системы.

Разработка системы управления знаниями была проведена на основе платформы Smart-M3 объединяющей в себе идеи распределенных сетевых систем и Semantic Web. Ее ключевыми идеями является независимость от конкретных производителей, оборудования, области применения и возможность обмена информацией между различными программными модулями посредством простого и общедоступного информационного брокера. Благодаря использованию Semantic Web в качестве основы, обмен информацией между участниками пространств может осуществляться на основе протокола HTTP и с использованием унифицированных идентификаторов ресурсов (Uniform Resource Identifier — URI) [15].

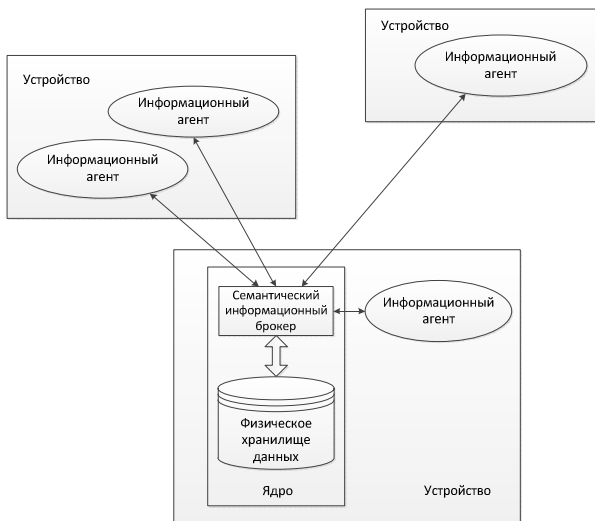


Рис. 3. Структура платформы Smart-M3.

Общая структура платформы представлена на рис. 3. Ядро системы подразделяется на 2 элемента: СИБ (семантический информационный брокер, *Semantic Information Broker — SIB*) и физическое хранилище данных. СИБ предоставляет доступ информационным агентам к информационному пространству, обеспечивая их функциями обработки информации, такие как вставка, извлечение, редактирование, удаление и подписки на изменение информации в интеллектуальном пространстве. В хранилище данных вся информация сохраняется как граф, удовлетворяющий требованиям стандарта *RDF (Resource Description Framework)* [16], описывающего семантические сети, в которых узлы и дуги имеют унифицированные идентификаторы ресурсов. Каждое утверждение в соответствии с этим стандартом описывается тройкой «субъект – предикат – объект» и, по своей сути, является простым предложением. Информационные агенты — это программные модули, с помощью которых осуществляется взаимодействие с семантическим информационным брокером через *Smart Space Access Protocol (SSAP — протокол доступа к интеллектуальному пространству)* [14, 17].

Система состоит из следующих основных модулей: модуль управления проектором, модуль управления и визуализации расписания конференции, модуль интерфейса пользователя и модули управления различными дополнительными сервисами. Для обеспечения инте-

роперабельности вышеуказанных модулей использовалась платформа Smart-M3, реализующая концепцию интеллектуальной среды и позволяющая обеспечивать взаимодействие указанных выше модулей на основе их онтологий. Для каждого из перечисленных модулей были разработаны онтологии, описывающие их функционирование [13]. Применение технологии управления контекстом позволило вышеперечисленным модулям отслеживать текущую ситуацию и интеллектуальной среде и должным образом реагировать на её изменение. В рамках модуля интерфейса пользователя был разработан профиль пользователя, включающий основную информацию, необходимую для функционирования системы.

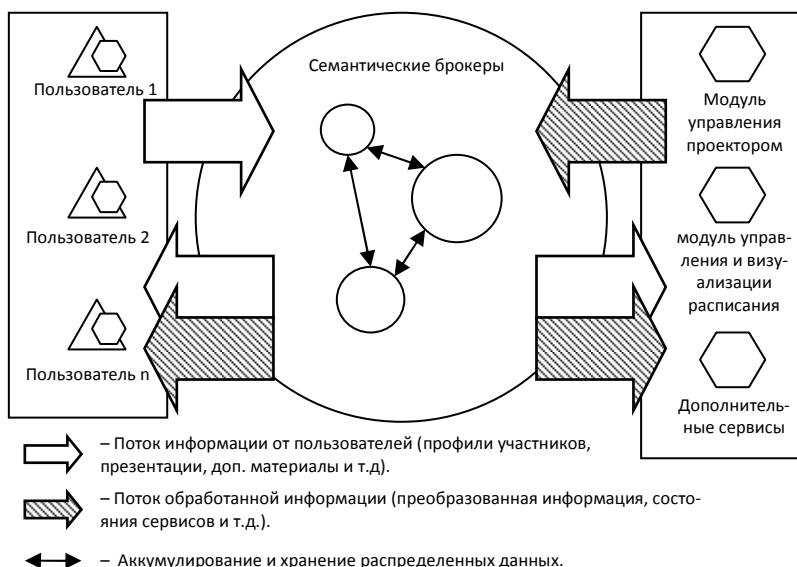


Рис. 4. Архитектура интеллектуальной системы автоматизированного проведения конференции.

Заключение. Разработанная концептуальная модель системы управления знаниями в интеллектуальной среде, позволяющая обеспечить интероперабельность различных вычислительных устройств и учет текущей ситуации в интеллектуальной среде, основана на комплексном использовании технологий управления онтологиями и управления контекстом.

В рамках апробации предложенного подхода была разработана система управления знаниями для платформы автоматизированного проведения конференций в интеллектуальной среде. Система управления знаниями позволила обеспечить интероперабельность основных модулей платформы управления конференциями, а применение технология управления контекстом позволило отслеживать и обрабатывать текущую ситуацию во время проведения конференции.

Литература

1. *Smirnov A., Levashova T., Shilov N., Kashevnik A.* Knowledge sharing in flexible supply networks: a context-based approach. *Control & Cybernetics. Systems Research Institute of the Polish Academy of Sciences. Special issue on "Performance Evaluation Models of Manufacturing Systems"* (Zbigniew A. Banaszak and Oleg Zaikin, eds.). Vol. 39, no. 1, 2010, pp. 177–196.
2. *Declan O., Vincent W.* Negotiation on Your Own Terms // *ERCIM News, Special Issue on Semantic Web*, 2002, Vol. 51, pp. 42–43.
3. *Mikio H., Masugi I., Bandara U., Masateru M., Hiroyuki M.* Context-Aware Service Mobility and Smart Space // *Journal of the National Institute of Information and Communications Technology*, 2006, Vol. 53, No. 4.
4. *Mamelli A., Barone P.* Mobile Caregivers in Continuous Care Network: a Supporting Multimedia Platform // *Collaboration and knowledge economy*, 2008, pp. 130–137.
5. *Kovacs E., Lach H., Sciemann B., Rohrle K., Pils C.* Agent Based Mobile Access to Information Services. URL: <ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/ist/docs/ka4/10146.pdf>
6. *Cuno S., Glickman Y., Hoepner P., Karantjias T., Markovic M., Schmidt M.* The Architecture of an Interoperable and Secure eGovernment Platform Which Provides Mobile Services // *Collaboration and knowledge economy*, 2008, pp. 278–285.
7. *Kett H., Kokemuller J., Hob O., Engelbach W., Weisbecker A.* A Mobile MultiSupplier Sales Information System for Micro-sized Commercial Agencies // *Collaboration and knowledge economy*, 2008, pp. 1240–1247.
8. *Fisichella M., Targon V., Pandolfi A.* The framework for dangerous goods tracking and management, The Integrated Information System.
9. Seventh Framework Programme: Open Pervasive Environment for Migratory Interactive Services, <http://www.ict-open.eu>, 2008-2010.
10. Seventh Framework Programme: Personal Self-Improving Smart Spaces, www.ict-persist.eu, 2008-2010.
11. *Zhang D., Gu T., Wang X.* Enabling Context-aware Smart Home with Semantic Web Technologies, *International Journal of Human-friendly Welfare Robotic Systems*, 2005.
12. Sixth Framework Programme: Context-aware business application Service Coordination in Mobile Computing Environments, <http://www.ist-cascom.org>, 2004-2007.
13. *Кашевник А.М., Вальченко Ю., Сутаев М.М., Шилов Н.Г.* Интеллектуальная система автоматизированного проведения конференций // *Труды СПИИРАН*. 2010. Вып. 14. С. 228–245.
14. *Jukka Honkola, Hannu Laine, Ronald Brown, Olli Tyrkkö.* Smart-M3 Information Sharing Platform. URL: http://fruct.org/conf7/Honkola_Smart_M3.pdf (дата обращения: 04.02.2013).
15. *T. Berners-Lee, R. Fielding, L. Masinter.* RFC 3986 – Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax. // URL: <http://tools.ietf.org/html/rfc3986> (дата обращения: 04.02.2013).

16. Resource Description Framework (RDF) // [Электронный ресурс]. URL: <http://www.w3.org/RDF/> (дата обращения: 04.02.2013).
17. Smart-M3. Wikipedia. // [Электронный ресурс]. URL: <http://en.wikipedia.org/wiki/Smart-M3> (дата обращения: 04.02.2013).

Кашевник Алексей Михайлович — канд. техн. наук; старший научный сотрудник лаборатории интегрированных систем автоматизации СПИИРАН. Область научных интересов: управление знаниями, профилирование, онтологии, интеллектуальные пространства, логистические системы. Число научных публикаций — 85. alexey@iias.spb.su; СПИИРАН, 14-я линия, д.39, Санкт-Петербург, 199178, РФ; р.т. +7(812)328-8071, факс +7(812)328-0685.

Kashevnik Alexey — Ph.D.; senior researcher of the laboratory of computer aided integrated systems SPIIRAS. Research area: knowledge management, profiling, ontologies, smart-spaces, logistics systems. Number of publications — 85. alexey@iias.spb.su; SPIIRAS, 14th Line V.O., 39, Saint-Petersburg, 199178, Russia; office phone +7(812)328-8071, fax +7(812)328-0685.

Поддержка исследований. В публикации представлены результаты исследований, выполненные в рамках гранта РФФИ №13-07-00271-а.

Рекомендовано лабораторией ИСА, зав. лаб. А.В. Смирнов, д-р техн. наук, проф.
Статья поступила в редакцию 01.02.2013

РЕФЕРАТ

Кашевник А.М. **Онтологический подход к контекстно-ориентированному управлению знаниями в интеллектуальной среде.**

В статье описывается онтологический подход к контекстно-ориентированному управлению знаниями в интеллектуальной среде. В рамках подхода была разработана концептуальная модель системы управления знаниями в интеллектуальной среде, позволяющая обеспечить интероперабельность различных вычислительных устройств и учет текущей ситуации в интеллектуальной среде. В рамках апробации предложенного подхода была разработана система управления знаниями для платформы автоматизированного проведения конференций в интеллектуальной среде, которая успешно применяется на конференциях проводимых ассоциацией FRUCT.

SUMMARY

Kashevnik A.M. **Development of Platform for Production Planning Using Cloud Computing Technology.**

Paper describes ontological approach to context-oriented knowledge management in smart environment. A conceptual model of knowledge management system in smart environment has been developed. This model allows interoperability between different computational devices and context management in smart environment. A knowledge management system for the intelligent conference management platform in smart environment has been developed for testing presented approach. This system has been successfully implemented in FRUCT association conferences.