

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Ломова Александра Андреевича
«МОДЕЛИ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ
ПРОГРАММИРОВАНИЯ КОСВЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ
АГЕНТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ПРОСТРАНСТВ»,

представленную к защите в диссертационный совет Д 002.199.01 на базе «Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 «математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

1. Актуальность темы диссертации

Область исследований и разработок, объединяемая понятиями повсеместных вычислений (ubiquitous/pervasive computing) и Интернета вещей (Internet of Things, IoT), является в настоящее время одной из наиболее динамично развивающихся в сфере информационных технологий. В рамках данной области значительный интерес вызывает концепция интеллектуальных пространств (ИП), обеспечивающих конечным пользователям качественно новый уровень сервисов на основе динамического обмена контекстно-зависимой информацией между агентами, встроенными в различные типы бытового или офисного оборудования, а также функционирующими на мобильных устройствах пользователя или в режиме Интернет-сервисов.

Исследования в этой области, выполненные в последние годы, позволили уточнить базовые требования и подходы к построению таких систем и поставили в повестку дня вопросы эффективной разработки ПО агентов, функционирующих в ИП различного типа на различных вычислительных платформах. Особенностью данного класса систем является значительное разнообразие устройств, взаимодействующих в рамках ИП, а ключевым требованием - обеспечение интероперабельности при обмене знаниями. При этом в качестве общей модели представления знаний в настоящее время используются языки семантического Web.

С учетом этих обстоятельств тема диссертационного исследования А.А. Ломова, посвященного разработке методов и механизмов, позволяющих повысить эффективность процесса разработки программного обеспечения агентов, функционирующих в ИП с косвенным взаимодействием, является, безусловно, актуальной.

2. Научная новизна, обоснованность и достоверность полученных результатов

В постановочной части работы автором проанализированы существующие подходы к построению ИП, обоснован выбор варианта организации на основе косвенного взаимодействия агентов, выделено два уровня разработки программных агентов для ИП. В рамках выбранного варианта общей организации определены базовые задачи программирования в логике агента косвенного взаимодействия в ИП.

Сформулирована и обоснована цель и подход – повышение эффективности разработки ПО агентов для ИП с косвенным взаимодействием, реализуемых на различных вычислительных платформах, за счет использования онтологического подхода и автоматизации программирования взаимодействия.

Основными научными результатами, полученными автором по результатам исследования являются:

1. *Метод программирования косвенного взаимодействия агентов.*
2. Три модели взаимодействия агентов, соответствующие выделенным базовым задачам программирования косвенного взаимодействия в логике агента:
 - модель на основе многоэлементной сессии;
 - модель на основе операции подписки;
 - модель на основе локальной обработки группы объектов,
3. Механизмы программирования косвенного взаимодействия на основе предложенных специализированных моделей.

Разработанный автором *метод программирования косвенного взаимодействия агентов* включает онтологическое моделирование проблемной области, построение частной онтологии, генерацию на ее основе программного кода, программирование логики агента и взаимодействия с другими агентами с использованием онтологической библиотеки. Определен состав и схема использования онтологической библиотеки как промежуточного ПО при программировании взаимодействия агентов в ИП. В составе онтологической библиотеки выделены инвариантная функциональная часть и часть представления сущностей предметной области.

Новизна метода заключается в генерации на основе частной онтологии программного кода онтологической библиотеки поддержки косвенного

взаимодействия, программировании взаимодействия в терминах предметной области (онтологических сущностей) с использованием онтологической библиотеки в качестве промежуточного ПО, а также в использовании для автоматизации разработки кода предложенных автором специализированных моделей взаимодействия. Метод универсален, поскольку поддерживает разработку ПО для разных платформ.

Метод обоснован полнотой анализа процесса разработки ПО с учетом особенностей организации косвенного взаимодействия агентов в ИП. Получены оценки временной и емкостной сложности онтологической библиотеки, отражающие влияние различных факторов.

Для формализации различных аспектов программной реализации косвенного взаимодействия агентов в ИП автор разработал 3 модели.

Модель взаимодействия на основе многоэлементной сессии учитывает возможность реализации *одновременной работы агента* в нескольких ИП, за счет организации в рамках одной сессии множества параллельных сеансов сетевого доступа. В составе сессии определено множество сеансов, подписок и объектов онтологической модели в локальном хранилище, а также введен функционально полный набор операций для управления сеансами, подписками и объектами. Управление предусматривает перевод сеансов и подписок в состояние ожидания, что позволяет более эффективно использовать ресурсы. Получена уточненная оценка емкостной сложности онтологической библиотеки с учетом состояний сеансов и подписок.

Новизна модели заключается в сочетании онтологического подхода с комплексным учетом и формализацией факторов, влияющих на эффективность организации в программном коде агента *взаимодействия при работе с множеством ИП*. Модель обоснована содержательным анализом особенностей процесса сетевого взаимодействия и рассмотрением конкретных примеров.

Модель взаимодействия на основе операции подписки предусматривает программирование отслеживания изменений на уровне онтологических объектов. Поскольку взаимодействие агента с ИП выполняется на уровне RDF-троек, модель также включает множества RDF-представлений отслеживаемых объектов и их

изменений в формате ИП-интерфейса. Определены соответствующие операции трансляции онтологических объектов в RDF-представления.

Новизна модели заключается в преобразовании онтологических сущностей в RDF-представления и обратно в контексте и с учетом особенностей реализации операций подписки агентов в ИП с косвенным взаимодействием. Модель обоснована анализом содержания и особенностей процесса подписки при программировании агента в терминах онтологий и взаимодействии с ИП на уровне RDF-представлений, а также рассмотрением сценариев реализации операции подписки в ИП.

Модель взаимодействия на основе обработки группы объектов локальной онтологической модели формализует ситуацию множественных (каскадных) изменений объектов в локальном хранилище и автоматического формирования запроса на множественные изменения в ИП в режиме транзакции.

Новизна модели заключается в формализации процесса каскадной обработки онтологических объектов на стороне агента и автоматическом формировании запроса на множественное изменение содержимого ИП в виде одной транзакции. Последнее позволяет сократить число сетевых обращений к ИП.

Достоверность всех моделей в совокупности подтверждается результатами практических разработок ИП, проведенных с использованием созданного с участием автора программного средства SmartSlog, в котором реализованы данные модели.

Механизмы программирования косвенного взаимодействия, рассмотренные в Главе 3, основаны на предложенных автором специализированных моделях и конкретизируют способы их использования непосредственно в процессе разработки ПО агентов.

Механизм генерации программного кода онтологической библиотеки формирует (в интерактивном режиме) для агента частную онтологическую модель на основе онтологий проблемной области и генерирует (в автоматическом режиме) программный код части I_{data} онтологической библиотеки. Для реализации данного механизма автором разработан специальный модуль расширения редактора Protégé, поддерживающий формирование частной онтологической модели на основе общей модели проблемной области. В процессе автоматической генерации кода анализируется тип свойств, их кардинальность, ограничения на значения и др.

Механизм программирования взаимодействия на основе многоэлементной сессии конкретизируют схему использования сессии, т.е. управления в рамках сессии жизненным циклом сеансов, подписок и локальным хранилищем с использованием введенного в модели множества операций.

Механизм программирования взаимодействия на основе операции подписки основан на соответствующей модели, позволяет отслеживать в ИП появление/удаление индивидов и изменения их свойств. Поддерживаются синхронный и асинхронный способ реализации операции подписки. Последний позволяет реализовать логику агента в виде множества параллельных вычислительных потоков.

Механизм программирования взаимодействия на основе обработки локальной группы объектов конкретизирует соответствующую модель за счет реализации дополнительного свойства у объектов локальной онтологической модели. Кроме того конкретизируются шаги обработки группы объектов, представленных OWL-индивидами, и автоматического построения запроса на множественные изменения в ИП с транзакционной реализацией.

Новизна всех механизмов в комплексе состоит в реализации предложенных моделей и поддержке онтолого-ориентированного программирования косвенного взаимодействия агентов. Достоверность подтверждена корректностью и полнотой анализа, выполненного при разработке механизмов, и результатами практической апробации программного средства SmartSlog, реализующего данные механизмы.

3. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы состоит:

1. В создании инструментального средства с открытым исходным кодом SmartSlog для платформы Smart-M3. Данное инструментальное средство реализует предложенные автором метод, модели и механизмы и позволяет сократить время разработки ПО и повысить качество создаваемого программного кода для различных программно-аппаратных платформ.

2. В разработке с использованием созданного инструмента системы интеллектуального зала SmartRoom, автоматизирующей проведение различных публичных мероприятий.

4. Замечания по диссертации и автореферату

1. Обзор работ в области ИП следовало бы расширить, уделив больше внимания анализу технологий проектирования и разработки программного обеспечения агентов ИП, используемых в существующих проектах. Результаты такого анализа целесообразно было бы представить в виде сводной таблицы, содержащей особенности и ограничения существующих подходов с точки зрения рассматриваемой автором проблемы.

2. В методе программирования косвенного взаимодействия агентов *для этапа онтологического моделирования проблемной области* следовало бы конкретизировать общий контекст реализации этого этапа. Из текста диссертации неясно, идет ли речь о полной (комплексной) разработке всего ИП, включая ПО всех агентов, предназначенных для работы в данном типе ИП, или ИП рассматривается как открытая система, т.е. допускается инкрементное добавление в ИП новых типов агентов, не предусмотренных на этапе исходного проектирования. В последнем случае, при условии генерации агентом новых типов сущностей, возникает задача доопределения базовой онтологии. Поддержание жизненного цикла онтологий, совместно используемых разными группами разработчиков ПО агентов, требует специальных организационно-технических регламентов.

3. Не определены требования к используемым в ИП онтологиям. Желательно было бы указать диалекты языка OWL, которые целесообразно использовать в системах данного класса, т.к. это может влиять на процесс генерации онтологических библиотек.

4. При описании реализации механизмов косвенного взаимодействия агентов не рассмотрен механизм авторизации агентов в ИП. Данный механизм представляется важным, в частности, с учетом возможности одновременной работы в различных ИП, где могут применяться разные политики доступа, ролевые модели агентов и т.п. Несмотря на то, что данные вопросы не относятся непосредственно к предмету данного исследования и автор не претендует на результаты в этой части, данный аспект является важным при создании кода библиотек косвенного взаимодействия и заслуживает хотя бы краткого упоминания.

5. В тексте диссертации (с. 91) примеры представления OWL-сущностей в программном коде приведены для конкретных языков программирования C и C#.

Однако, поскольку предложенный автором подход претендует на универсальность, было бы целесообразно специфицировать шаблоны для l_{data} и l_{func} в соответствии с подходом MDA на метаязыковом уровне с использованием диаграмм классов UML.

6. Полученные в работе результаты целесообразно было бы интегрировать в виде целостной методики проектирования и разработки ПО косвенного взаимодействия агентов в ИП. В дополнение к предложенным автором шагам, такая методика должна также содержать критерии и/или рекомендации по выбору вариантов реализации в зависимости от ограничений разработки конкретного агента. Например, критерии выбора одного из выделенных способов обработки уведомлений могут быть сформулированы в зависимости от размерности частной онтологии агента, ограничений целевой платформы и т.п. Наличие такой методики существенно способствовало бы внедрению полученных в диссертации результатов в инженерную практику проектирования и разработки данного класса систем.

Отмеченные недостатки не влияют на положительную оценку диссертационной работы в целом.

5. Общая характеристика работы

Основные результаты, выносимые на защиту, полностью соответствуют паспорту специальности 05.13.11 и достаточно полно отражены в опубликованных работах. По теме диссертационного исследования опубликовано 10 печатных работ, в том числе 3 - в изданиях из перечня ВАК, 1 – в индексируемом в БД Scopus.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация написана грамотным научным языком, имеет логичную структуру, хорошо иллюстрирована.


6. Заключение

Диссертация А.А. Ломова по своему содержанию, объему выполненных исследований, новизне, научной и практической значимости результатов представляет законченное исследование, является научно-квалификационной работой, в которой разработаны метод, модели и механизмы, позволяющие повысить эффективность процесса разработки программного обеспечения агентов, функционирующих в ИП с косвенным взаимодействием.

Считаю, что диссертационная работа А.А. Ломова «Модели и механизмы для автоматизации программирования косвенного взаимодействия агентов

интеллектуальных пространств» удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Официальный оппонент
кандидат технических наук, доцент
кафедры вычислительной техники
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»



М. Г. Пантелеев

дата 29.10.2014

Подпись М.Г. Пантелеева заверяю:

*Николаевен ора са
и 201*



М. Рудков

Сведения о составителе отзыва:

Фамилия, имя, отчество: Пантелеев Михаил Георгиевич

Ученая степень: кандидат технических наук

Ученое звание: доцент

Место работы: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)».

Должность: доцент

Почтовый адрес: 197376, Россия, Санкт-Петербург, улица Профессора Попова, дом 5

Телефон: +7 812 234-25-03

E-mail: mpanteleyev@gmail.com