

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Галова Ивана Викторовича на тему «Модели проектирования программной инфраструктуры интеллектуального пространства для ресурсно-ограниченных вычислительных сред», представленную 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 понятием «Интернет 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 программными агентами, встроенными в различные типы бытового или офисного оборудования, а также функционирующими на мобильных устройствах пользователя или в режиме Интернет-сервисов.

Реализация концепции Интернета вещей естественным образом связана с использованием ресурсно-ограниченных вычислительных платформ и коммуникационных каналов. Значительное разнообразие систем, создаваемых в рамках концепции ИП, их новизна и высокая динамика развития остро ставят вопрос разработки научных основ проектирования данного класса систем и, прежде всего, их программного обеспечения (ПО). В этой связи актуальность темы диссертационного исследования И.В. Галова, посвященного разработке методических основ проектирования ИП с косвенным взаимодействием агентов в ресурсно-ограниченных IoT-средах, не вызывает сомнений.

2. Научная новизна, обоснованность и достоверность полученных результатов

В постановочной части работы автором представлен достаточно полный и глубокий анализ рассматриваемой проблемной области, убедительно обоснована актуальность темы, четко сформулированы цели и задачи диссертационного исследования.

Основными научными результатами автора являются:

1. Метод разработки программной инфраструктуры ИП с косвенным взаимодействием программных агентов в ресурсно-ограниченных IoT-средах.

2. Модели проектирования ПО для организации косвенного взаимодействия агентов в рассматриваемых средах, в том числе:

- концептуальная модель управления сетевым доступом программных агентов к информационному хранилищу (ИнфХ);
- структурная модель обеспечения устойчивости компонентов программной инфраструктуры к сбоям;
- онтологическая модель информационных уведомлений.

3. Комплекс программных средств, включающий реализации информационного хранилища CuteSIB, компонентов программной инфраструктуры системы проведения мероприятий совместной деятельности и ПО для проведения экспериментального исследования и оценки возможностей применения предложенных моделей.

В рамках метода разработки программной инфраструктуры ИП с косвенным взаимодействием программных агентов автором выделены четыре этапа разработки: разработка ИнфХ, его настройка и запуск, обеспечение взаимодействия программных агентов сервиса, обеспечение устойчивости компонентов программной инфраструктуры к сбоям. Определены задачи, решаемые разработчиками на данных этапах с учетом ресурсных ограничений IoT-сред.

Новизна метода заключается в том, что он базируется на трех разработанных автором новых моделях проектирования ПО и позволяет создавать ИП на основе заданного множества разнообразных СВУ с учетом ограничений их коммуникационных и вычислительных ресурсов.

Метод обоснован разработкой программной инфраструктуры для ИП проведения мероприятий совместной деятельности, а также результатами экспериментов, подтверждающих возможность обеспечить требуемый уровень производительности ИП и устойчивости к сбоям.

Концептуальная модель управления сетевым доступом определяет организацию вычислений в ИнфХ при реализации косвенных взаимодействий с возможностью их настройки на заданную IoT-среду. Автором выделены основные этапы обработки сетевых запросов к хранилищу и множество требований со стороны агентов, среды и предметной области, определяющих выбор последовательного или параллельного способа обработки запросов на операции. Новизна модели заключается в возможности настройки ИнфХ для выполнения на заданном сетевом вычислительном устройстве (СВУ) IoT-среды путем выбора набора поддерживаемых операций сетевого доступа и способа их обработки.

Достоверность модели подтверждена ее использованием при разработке ИнфХ CuteSIB и результатами эксперимента, подтвердившими возможность долговременной работы такого хранилища. Для разработанного хранилища экспериментальным путем

установлены ограничения его применения. Полученные результаты подтвердили возможность его применения для построения ИП для проведения совместных мероприятий.

В структурной модели обеспечения устойчивости компонентов программной инфраструктуры к сбоям выделены уровни программной инфраструктуры, на которых целесообразно реализовать программные механизмы восстановления после сбоев в ИП с косвенным взаимодействием агентов. Восстановление после сбоев происходит на следующих уровнях: операции подписки, сетевого соединения, вычислительного процесса и хранения данных. Новизна модели заключается в возможности использования имеющихся в IoT-среде СВУ без привлечения множества дополнительных СВУ или программных агентов для восстановления после сбоев на нескольких уровнях.

Онтологическая модель информационных уведомлений является основой проектирования ПО для реализации косвенных взаимодействий программных агентов при построении информационных сервисов в создаваемом ИП. Модель формализует способ описания требуемых вариантов взаимодействия между агентами в виде онтологии информационных уведомлений и схему использования этой онтологии для программирования взаимодействия в агентах. Новизна модели заключается в возможности унифицированного событийно-ориентированного программирования индивидуального участия агентов во взаимодействии при построении ими информационного сервиса, что позволяет упростить разработку и интеграцию в ИП информационных сервисов.

Новизна комплекса программных средств состоит в том, что он создан на основе предложенных автором моделей проектирования ПО и метода разработки программной инфраструктуры с косвенным взаимодействием агентов в целом. Реализация ИнфХ CuteSIB отличается от известных возможностью создания и настройки ИП для различных ресурсно-ограниченных IoT-сред. Новизна реализации компонентов программной инфраструктуры на примере системы проведения мероприятий совместной деятельности заключается в возможности использования СВУ с ограниченными ресурсами для построения опорных сервисов системы, восстановления после сбоев IoT-среды и расширения системы за счет интеграции сервисов из других ИП и сети Интернет.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов диссертационной работы в целом обеспечивается достаточно глубоким анализом состояния исследований в данной области, согласованностью теоретических свойств предложенных моделей проектирования ПО и результатов экспериментального

исследования полученной программной реализации (ИнфХ CuteSIB, программная инфраструктура системы проведения мероприятий совместной деятельности), а также апробацией основных положений диссертации в печатных трудах и докладах на научных конференциях.

3. Практическая значимость работы

Практическая значимость работы состоит в разработке программной инфраструктуры, позволяющей создать требуемое ИП в заданной ресурсно-ограниченной IoT-среде с целью построения информационных сервисов для различных областей деятельности. Предложенный метод разработки и модели проектирования ПО позволяют:

- 1) реализовать информационное хранилище для создания и настройки ИП в заданной ресурсно-ограниченной IoT-среде;
- 2) обеспечить устойчивость компонентов программной инфраструктуры к сбоям IoT-среды;
- 3) организовать косвенное взаимодействие программных агентов информационного сервиса.

4. Замечания по диссертации и автореферату

1. В качестве цели работы заявлено, в частности, «*повышение эффективности построения информационных сервисов в интеллектуальном пространстве в условиях ресурсно-ограниченных IoT-сред за счет разработки моделей проектирования*». При этом критерии эффективности построения сервисов (сокращение времени проектирования, повышение качества создаваемых сервисов в смысле заданных характеристик и т. п.) явно не сформулированы.

2. Ресурсно-ограниченные среды определены как среды с использованием «коммуникационных сетей с ограничениями (низкая скорость передачи данных) и вовлечением в работу периферийных устройств с ограниченными вычислительными ресурсами». При этом не представлены какие-либо численные оценки ресурсных характеристик современных аппаратно-программных платформ, используемых для построения ИП. В Таблице 1.2 (с. 27) приведены основные классы платформ для создания ИП, однако *системные требования к аппаратным средствам* для их развертывания не указаны.

3. В постановочной части работы было бы желательно для различных классов IoT-сред (умный дом, умный офис, медицинская система мобильного мониторинга и др.) выделить подклассы ИП с точки зрения потребных им ресурсов в зависимости от числа

агентов, суммарного числа объектов и свойств (и, следовательно, максимального числа троек в ИнфХ) и динамики среды (частоте запросов к ИнфХ). Это позволило бы для различных выделенных подклассов ИП конкретизировать (хотя бы в первом приближении) требования к коммуникационным и/или вычислительным ресурсам.

4. В качестве примеров использования программной инфраструктуры ИП в работе рассмотрены система проведения мероприятий совместной деятельности и система мобильного мультиблоггинга SmartScribo. Однако не ясно, в какой мере результаты полученные для этих типов сред могут быть использованы при проектировании других типов ИП, например, в системах с массовым использованием сенсорных устройств.

5. На с. 60 отмечено, что «одним из параметров настройки информационного хранилища является тип БД для хранения RDF троек». Из контекста можно предположить, что речь идет о поддержке параллелизма. Однако явного выделения возможных типов БД не приводится.

6. При рассмотрении модели информационных уведомлений, ориентированной на задачи интеграции существующих сервисов, желательно было бы систематизировано представить все ее достоинства (например, в виде сводной таблицы).

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

5. Общая характеристика работы

Выносимые на защиту положения соответствуют паспорту специальности 05.13.11 и достаточно полно отражены в опубликованных работах. По теме диссертационного исследования опубликовано 19 печатных работ, в том числе 3 – в изданиях из перечня ВАК, 10 – в международных изданиях, индексируемых в реферативных базах Web of Science и Scopus.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертация логично построена, написана грамотным научным языком, в достаточной степени иллюстрирована.

6. Заключение

Диссертация И. В. Галова по своему содержанию, объему выполненных исследований, научной новизне и практической значимости результатов представляет законченное исследование и является научно-квалификационной работой, в которой решается актуальная задача по получению нового метода разработки программной инфраструктуры и новых моделей проектирования программного обеспечения,

позволяющих обеспечить техническую возможность и повысить эффективность построения информационных сервисов взаимодействующими программными агентами в условиях ресурсно-ограниченных IoT-сред.

Считаю, что диссертационная работа И. В. Галова «Модели проектирования программной инфраструктуры интеллектуального пространства для ресурсно-ограниченных вычислительных сред» соответствуют требованиям пп. 9, 10, 11 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения искомой ученой 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 техн
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

М. Г. Пантелеев

«29» ноября 2017 г.

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 кафедры вычислительной техники

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

Телефон: +7 812 234-25-03

E-mail: mpanteleyev@gmail.com

Пантелеев М. Г.
научный ОПС
и др

М. Г. Пантелеев