



УТВЕРЖДАЮ»

«17» декабря 2020 г.

Врио директора

ВЦ ДВО РАН, к.т.н.

А.А. Сорокин

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Костромина Романа Олеговича
«Модели, алгоритмы и инструментальные средства поддержки
мультиагентного управления потоками вычислительных заданий»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение
вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей

Диссертация Костромина Р. О. посвящена совершенствованию процессов управления потоками вычислительных заданий в распределённых вычислительных средах за счёт разработки и использования мультиагентных систем.

Актуальность разработки новых моделей, алгоритмов и инструментальных средств поддержки мультиагентного управления потоками вычислительных заданий обусловлена недостаточным качеством управления заданиями, которые предоставляют современные программные комплексы. Возрастающая вычислительная нагрузка приводит к необходимости решения целого ряда сопутствующих задач: повышения надежности выполнения заданий, минимизации времени решения задач, поддержки равномерной балансировки загрузки ресурсов, рационального предоставления последних для выполнения заданий в динамически изменяющихся средах. Перспективным подходом к решению вышеупомянутых проблем является внедрение мультиагентного подхода. Таким образом, тема диссертации является актуальной и представляет интерес для широкого круга специалистов в области организации и применения распределенных вычислений.

Цель работы заключается в разработке новых инструментальных средств, обеспечивающих снижение трудозатрат при построении мультиагентных систем (МАС) по сравнению с существующими инструментариями, а также моделей и алгоритмов работы агентов, создаваемых систем, позволяющих улучшить управление потоками вычислительных заданий в разнородной распределенной вычислительной системе (РВС) по сравнению с известными метапланировщиками.

Анализ содержания работы.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, формулируются цели и задачи диссертационной работы, указываются новизна и практическая значимость, перечисляются основные результаты.

Первая глава посвящена теории и практики применения МАС. Здесь же представлены результаты сравнительного анализа известных МАС

управления потоками вычислительных заданий. Автор приводит исчерпывающие сведения о подобных системах и их ключевых свойствах, описывает текущее состояние исследований в этой сфере, дает оценку средствам разработки агентов и характеризует особенности процесса самоорганизации агентов. В частности, обсуждаются общие черты и отличия объектно-ориентированного и агентного подходов. В заключении обосновывается необходимость создания нового инструментального комплекса разработки МАС для решения поставленных задач, а также формулируются системные и функциональные требования к данному комплексу.

Во второй главе рассматриваются новые модели и алгоритмы мультиагентного управления потоками вычислительных заданий. В разделах 2.1 и 2.2 даётся описание мультиагентного подхода и концептуальной модели РВС. Автор предлагает новую ролевую модель поведения агентов в рамках парадигмы конечно-автоматного программирования (раздел 2.3). В рамках этого подхода поведение агентов представлено конечными управляющими автоматами. В предложенной модели в качестве состояний автомата используются состояния-действия, находясь в которых агент может выполнять одно или несколько действий по управлению вычислительными процессами.

В разделе 2.4 предлагается расширение существующей концептуальной модели применительно к новой ролевой модели поведения агентов. На этой основе строятся алгоритмы поведения агентов, изложенные в разделе 2.5. Алгоритмы представлены графами переходов, где каждая вершина отражает некоторое действие, а условия переходов задаются соответствующими функциями.

Одним из факторов обеспечения заданного уровня качества обслуживания очередей заданий является степень отказоустойчивости. С этой целью в диссертации разработан новый алгоритм перераспределения ресурсов среды для остаточной схемы решения задачи в случае отказа ее программно-аппаратных средств (раздел 2.6). Введено понятие остаточной схемы решения задачи, формализован процесс ее построения, представлены сценарии обработки отказов.

В разделе 2.7 даётся описание системы машинного обучения агентов. Основой для подобного обучения выступают методы концептуального моделирования, классификации заданий и параметрической настройки системы управления. Приводятся методы, средства и субъекты обучения агентов.

В третьей главе рассматривается новая надстройка над агентной платформой JADE, позволяющая автоматизировать процесс конструирования агентов. Детально прорабатывается инструментальный комплекс автоматизации построения МАС. Автор излагает методику применения данного комплекса, а также даёт описание и демонстрирует скриншоты основных его компонентов. Здесь же приводится описание библиотеки алгоритмов функционирования агентов.

В четвертой главе даётся анализ результатов применения разработанных моделей, алгоритмов и инструментальных средств на практике. Обсуждается трудоемкость построения МАС при помощи разработанного комплекса и без него. Проводится оценка отказоустойчивости вычислений в рамках МАС с помощью полунатурного моделирования. В контексте теории массового обслуживания функционирование разработанной МАС сравнивается с системами GridWay и Condor DAGMan, что обнаруживает существенные преимущества МАС. В рамках приведенного анализа показано, что применение МАС позволяет улучшить балансировку вычислительных ресурсов среды по сравнению с балансировкой, обеспечиваемой системами HTCondor и PBS Torque, используемыми в узлах РВС.

В заключении приведены краткие выводы по основным результатам диссертационной работы.

Диссертация изложена на 173 страницах, включая 55 рисунков, 13 таблиц, состоит из введения, четырех глав, заключения, списка используемых сокращений, глоссария, библиографии, включающей 125 наименований, и 7 приложений. Текст работы изложен ясно и понятно, хорошо структурирован и оформлен в соответствии с требованиями. Автореферат полно отражает содержание диссертации. Представлен обширный список научных проектов и программ, в рамках которых проводились исследования.

Изложенный в диссертации подход к интеграции методов и средств концептуального, имитационного, конкретизирующего и автоматного программирования является новым. В рамках этого подхода основой машинного обучения агентов являются разработанные системы классификации заданий и параметрической настройки алгоритмов их работы. Обоснованность полученных в работе данных базируется на корректном применении классических методов исследования и подтверждается результатами проведённого полунатурного моделирования.

О практической значимости диссертации свидетельствуют результаты вычислительных экспериментов, а также их использование в рамках проектов президиума РАН №№ 27 и 30, базовых тем ИДСТУ №№ IV.38.1.2 и IV.38.1.1, проектов РФФИ №№ 14-08 3162-мол_a, 16-07-00931-а и 19-07-00097-а. Приводимая справка МИЭЛ ИГУ об использовании на практике результатов интеллектуальной деятельности для автоматизации проведения научных исследований содержит сведения о сокращении сроков и высокой эффективности проведения научно-исследовательских работ в целом.

Полученные в диссертации результаты представляют интерес для научно-исследовательских и учебных организаций (таких как ИСП РАН, ФИЦ ИВТ, ИВМиМГ СО РАН, ИВМ СО РАН, ВЦ ДВО РАН, ИСЭМ СО РАН), а также специалистов в области разработки инструментальных средств управления распределенными вычислениями.

Основные результаты по теме диссертации достаточно полно отражены в 34 научных работах. В их числе - 6 публикаций в российских журналах, рекомендованных ВАК для опубликования научных результатов диссертаций, 8 публикаций, проиндексированных в международных базах цитирования

Web of Science и Scopus. Результаты исследований были представлены на международных, всероссийских и региональных научных конференциях, а также семинарах института. Автором получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Замечания.

1) Во второй главе недостаточно полно формализована система передачи сообщений между агентами.

2) Представленная в Главе 2 система машинного обучения агентов, составляющая второе защищаемое положение, освещена недостаточно подробно. В связи с этим не совсем понятно, как конкретно методы машинного обучения применялись в работе.

3) При распределении заданий в рамках тендера вычислительных работ учитывается только один из критериев (стоимость, надежность или время выполнения заданий). Очевидные и актуальные задачи многокритериальной оптимизации по какой-то причине в работе не рассматриваются.

4) Гипервизорная оболочка, представленная в Главе 4, является важным компонентом РВС. Однако не всем аспектам ее работы уделено должное внимание в диссертации.

5) В разделе 4.3 разработанные средства прогнозирования размеров и продолжительности свободных слотов в расписаниях обслуживания заданий в узлах ресурсов центра коллективного пользования описаны недостаточно подробно. Такое описание позволило бы более качественно оценить погрешность прогнозирования на практике.

Выводы. Отмеченные недостатки не снижают высокого научного уровня и практической значимости диссертации. В целом диссертационная работа Костромина Р.О. представляет собой законченную научную квалификационную работу, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для теории и практики поддержки мультиагентного управления потоками заданий в распределенных вычислительных системах. Основные результаты диссертации опубликованы и прошли апробацию на международных, всероссийских и региональных конференциях. Работа выполнена на хорошем научно-практическом уровне, что свидетельствует о высокой профессиональной квалификации автора в области математического и программного обеспечения распределенных вычислительных систем. Содержание диссертационной работы соответствует пунктам 3, 8 области исследований из паспорта специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей.

Таким образом, диссертационная работа «Модели, алгоритмы и инструментальные средства поддержки мультиагентного управления потоками вычислительных заданий» отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.11 – Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и

компьютерных сетей, а ее автор, Костромин Роман Олегович, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени.

Отзыв о диссертации Костромине Романа Олеговиче обсужден и одобрен на Объединенном научном семинаре при Ученом совете Вычислительного центра ДВО РАН «17» декабря 2020 г., протокол №50. На заседании присутствовало 23 человека: из них 6 докторов наук и 3 кандидатов наук.

И.о. ученого секретаря ВЦ ДВО РАН,
старший научный сотрудник, к.ф.-м.н.

В.Д. Власенко

Ведущий научный сотрудник ВЦ ДВО РАН,
д.т.н.

А.Н. Родионов

Наименование организации:

Вычислительный центр ДВО РАН – обособленное подразделение
Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Хабаровского Федерального исследовательского центра Дальневосточного
отделения Российской академии наук.

Адрес: 680000, г. Хабаровск, ул. Ким Ю Чена, д.65

Email: admvc@ccfebras.ru

Телефон/факс: +7(4212)227267