

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Феоктистова Александра Геннадьевича

«Организация предметно-ориентированных распределенных вычислений в гетерогенной среде на основе мультиагентного управления заданиями», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей»

Актуальность темы исследования

С каждым годом параллельные вычисления приобретают все большую значимость. При этом многообразие архитектур параллельных вычислительных систем не уменьшается, что во многом обуславливается спецификой решаемых задач, определяющих подходы к организации вычислений и выбору используемых вычислительных ресурсов. Значительное место в используемых системах занимают разнородные вычислительные среды, которые характеризуются нестационарностью состояния как самой среды, так и вычислительных процессов, выполняемых в ней. Это усложняет процесс планирования вычислений и распределения ресурсов, делает его сильно зависимым от модификации структуры, изменения разнородности, масштабируемости и других факторов. Их влияние на эффективность вычислений слабо прогнозируемо, что ведет к неопределенности при управлении вычислительными процессами. В подобных ситуациях использование методов оптимального управления зачастую трудоемко и вряд ли достижимо. Поэтому целесообразными являются эвристические подходы к планированию вычислений и распределению ресурсов при ослабленных требованиях, когда возможно нахождение рационального решения, удовлетворяющего как владельцев ресурсов, так и их пользователей. Вопросы подобного управления вычислительными ресурсами проработаны в недостаточной степени. Поэтому актуальность работы А.Г. Феоктистова, посвященной достижению критериев качества, определяющих предпочтения владельцев ресурсов и удовлетворяющих по эффективности пользователей этих ресурсов, не вызывает сомнений.

Общая характеристика работы

Диссертация изложена на 309 страницах основного текста, содержит введение, шесть разделов, заключение, список сокращений. Список используемых источников включает 402 наименования. Дополнительно в работе присутствует одиннадцать приложений. Автореферат в целом отражает содержание диссертации.

Основные результаты работы представлены автором на международных и российских научных конференциях и отражены в 76 публикациях. При этом 22 публикации представлены в российских журналах, рекомендованных ВАК РФ для опубликования научных результатов диссертации, столько же научных работ проиндексировано в международных базах цитирования Web of Science и Scopus. Получено 19 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Наличие научных работ и свидетельств, выполненных без соавторов, подтверждает самостоятельность проведенных исследований. Судя по контексту, из совместных работ в диссертацию включены только те результаты, которые принадлежат непосредственно автору.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования, формулируются цель и основные задачи, приводятся научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В первой главе, на основе анализа существующих подходов, автором предлагается агрегированная модель предметно-ориентированной разнородной вычислительной среды, которая, в отличие от известных, включает помимо традиционных алгоритмических знаний

предметных областей научных приложений (пактов прикладных программ) две дополнительные категории понятий: знания о программно-аппаратной инфраструктуре среды и знания об административных политиках, определенных для ее ресурсов. В диссертации она используется в качестве фундаментальной основы для разработки моделей и алгоритмов планирование вычислений и распределения ресурсов в рамках мультиагентного управления заданиями приложений с учетом отличительных особенностей рассматриваемой среды. Данная модель может считаться научным результатом, уточняющим информацию о предметной области и позволяющей в дальнейшем выстроить более точные целевые модели для анализ рассматриваемых критериев.

Во второй главе представлена вычислительная модель, на которой осуществляется формулировка постановок задач, построение схем их решения, определение критериев качества выполнения вычислительных процессов и применение механизмов многокритериального выбора управляющих воздействий. Сформулирована постановка задачи планирования вычислений и распределения ресурсов, а также определены основные критерии качества (время выполнения модулей и схем решения задач, надежность и стоимость выполнения этих схем, а также показатели эффективности использования ресурсов), отражающие предпочтения владельцев ресурсов и их пользователей относительно процесса выполнения заданий. Разработаны модели определения этих критериев и многокритериального выбора. На основе этого предложены модели и алгоритмы определения показателей качества решения задач, которые определяют научный результат работы. Предложенные модели обеспечивают основу для расчета требуемых показателей.

Третья глава предлагается система классификации заданий, определяющая соответствующий научный результат, позволяющий расширить возможности системы управления прохождением заданий. Теоретические положения подтверждены имитационным моделированием с использованием синтетических потоков заданий, сформированных на основе вычислительной истории выполнения реальных приложений в интегрированной разнородной кластерной среде.

В четвертой главе на основе сравнительного анализа известных мультиагентных средств, используемых для управления распределенными вычислениями, предложен мультиагентный подход к управлению заданиями в рассматриваемой в диссертации среде. Оригинальной особенностью, определяющей суть научного результата, является применение экономических механизмов регулирования спроса и предложения этих ресурсов. Проведенное полунатурное моделирование процессов обработки потоков типовых научных рабочих процессов показало преимущество разработанной мультиагентной системы в сравнении с известными системами управления заданиями.

Пятая глава посвящена разработке пакетов прикладных программ для решения крупномасштабных задач в среде, которая может включать различные инфраструктуры (кластеры, грид-системы, облака) и обеспечивать их совместное использование. Предложен пакетный подход к созданию пакетов для таких сред, основанный на интеграции концептуального и модульного программирования. Представлен ряд инструментальных программных комплексов, разработанных под руководством автора диссертации. Их создание опирается на исследования, представленные в работе.

В шестой главе рассмотрены результаты практического применения проведенного исследования. Приведены научные и прикладные задачи, которые решены с помощью пакетов, разработанных с использованием предложенных инструментальных комплексов. Для демонстрации достоинств предложенной технологии более подробно описано решение задач выявления критических элементов отраслевых систем энергетики и оптимизации складской логистики.

В заключении сформулированы основные результаты диссертации и приведены возможные аспекты их дальнейшего развития.

Научная новизна

Новизна и оригинальность научных результатов, представленных в работе, не вызывает сомнений. Работа вносит существенный вклад в развитие инструментальных средств, обеспечивающих повышение эффективности использования гетерогенных распределенных вычислительных сред. Отличительной особенностью предлагаемых моделей и алгоритмов является использование дополнительных знаний в процессе выявления свойств программ, заданий по их выполнению и ресурсов вычислительной среды с целью согласования критериев выполнения заданий и использования ресурсов. Это достигается за счет использования мультиагентной системы для планирования вычислений и распределения ресурсов на уровне среды. Полученные научные результаты подтверждаются использованием разработанной мультиагентной системы, демонстрирующей в большинстве случаев улучшение показателей рассматриваемых критериев по сравнению с метапланировщиками GridWay и Condor DAGMan.

Теоретическая и практическая значимость результатов работы

Разработаны модели, алгоритмы, система классификации заданий, пакетный подход и технология предметно-ориентированных распределенных вычислений в разнородной среде с мультиагентным управлением заданиями, расширяющие и дополняющие существующий теоретический базис в области предметно-ориентированных вычислений, что позволяет качественно улучшить процесс управления вычислениями в разнородной среде.

Результаты диссертации применены в ряде научных, образовательных и производственных организаций, а также использованы в рамках научных проектов Президиума РАН, РФФИ и Министерства науки и высшего образования РФ, госзаданий и базовых тем исследований ИДСТУ СО РАН. Полученные результаты можно рекомендовать к использованию в научно-исследовательских организациях, связанных с подготовкой и проведением крупномасштабных экспериментов в разнородных распределенных вычислительных средах.

Замечания

- 1) При определении научной новизны полученных результатов нужно было более четко подчеркнуть качественные или количественные характеристики, отличающие их от существующих.
- 2) В тексте диссертации следовало пояснить, может ли двудольный оргграф, представляющий схему решения задачи, быть циклическим? Это может быть важным для разрабатываемых модельных решений.
- 3) Не совсем понятно, как решаются задачи многокритериального анализа. Пример решения такой задачи хотелось бы видеть.
- 4) В некоторых примерах, приведенных в диссертации, учет специфики предметных областей для разработанных сред не вполне ясен. Его пояснение, а также уточнение полученных преимуществ при использовании данных сред в отдельных случаях позволило бы более выпукло подчеркнуть дополнительные достоинства предложенных теоретических и практических решений.
- 5) Результаты исследований включают как совокупность теоретических положений, так и технологию их реализации для организации распределенных вычислений. Однако в диссертации следовало более четко определить их в первую очередь как научное достижение, либо как изложение новых научно обоснованных технических,

технологические или иных решений, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

- б) Замеченные неточности в оформлении. Приведенное на рисунке 1.6 (стр. 33) обозначение «знание о предметной области, используемое в рамках Сатурн-технологии» в самом рисунке не выделено каким-то особенным цветом. В оглавлении отсутствуют названия приложений.

Указанные замечания не являются критическими и не снижают теоретическую и практическую ценность проведенных исследований.

Общее заключение по диссертации

В диссертации Александра Геннадьевича Феокистова решена научная проблема, имеющая важное значение для развития высокопроизводительных вычислений. Помимо этого, изложены новые научно обоснованные теоретические положения и технологические решения по их реализации, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие вычислительных технологий. Она посвящена исследованию и разработке средств управления неоднородными распределенными вычислительными ресурсами. Содержание работы и полученные результаты соответствуют паспорту специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертация соответствует установленным критериям действующего «Положения о порядке присуждения учёных степеней» ВАК Министерства образования и науки РФ, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора наук, а её автор, Александр Геннадьевич Феокистов, заслуживает, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 05.13.11 – «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей».

Официальный оппонент

доктор технических наук, профессор

— Легалов Александр Иванович

Организация и должность: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Департамент программной инженерии, профессор

Почтовый адрес: 109028, г. Москва, Покровский бульвар, д. 11.

Тел.: +7 (495) 772-95-90, +7 (915) 197-74-69

E-mail: alegalov@hse.ru

*Подпись завед
Специалист по
делопроизводс
Проколенко*

10.03.2022

