

А.Г. Феоктистов, Р.О. Костромин, Ю.А. Дядькин

**МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЗНАНИЙ
В МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ВЫЧИСЛЕНИЯМИ***

*Институт динамики систем и теории управления
им. В.М. Матросова СО РАН, г. Иркутск,
agf65@yandex.ru, rotang70055@gmail.com, dyadkin_ua@inbox.ru*

Стремительный рост числа вычислительных компонентов в высокопроизводительных системах, например, в гетерогенных распределенных вычислительных средах (ГРВС), актуализирует разработку масштабируемых приложений. Масштабируемость вычислений означает то, что время решения задачи пропорционально уменьшается с увеличением числа вычислительных узлов, используемых приложением. Таким образом, возникает необходимость в системе управления, которая бы поддерживала возможность декомпозиции крупномасштабной задачи на подзадачи, которые могут быть решены с максимальной степенью независимости друг от друга, с учетом особенностей предметной области решаемой задачи и характеристик доступных вычислительных ресурсов, а также пожеланий их владельцев и пользователей.

Эффективным подходом к управлению вычислениями в ГРВС является применение мультиагентных технологий, агентов [1 – 3]. В рамках такого подхода мультиагентная система (МАС) осуществляет управление расчетами. Агенты могут представлять пользователей и владельцев ресурсов, а также общаться друг с другом в процессе достижения собственных целей. Извлечение знаний агентами для эффективного управления распределенными вычислениями является нетривиальной проблемой.

Авторами доклада разработана мультиагентная система для управления масштабируемыми приложениями [4, 5]. В отличие от известных мультиагентных систем [6 – 8], она основана на применении специальной концептуальной модели вычислительной среды, включающей различные компоненты комплексных знаний как об окружающей среде, так и о предметных областях решаемых задач.

* Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ, проекты № 15-29-07955-офи_м и № 16-07-00931-а, Программы 1.33П фундаментальных исследований Президиума РАН, проект «Разработка новых подходов к созданию и исследованию моделей сложных информационно-вычислительных и динамических систем с приложениями», а также Совета по грантам Президента Российской Федерации, государственная поддержка ведущих научных школ Российской Федерации (НШ-8081.2016.9).

В докладе предложен новый подход к извлечению этих компонентов знаний посредством комплексного использования концептуального моделирования распределенных вычислений, классификации заданий и ресурсов, а также параметрической настройки алгоритмов функционирования агентов.

Известен широкий диапазон методов извлечения знаний [9]. Концептуальное и имитационное моделирование являются основными методами, используемыми агентами в рамках предложенного подхода. Использование концептуальной модели проблемно-ориентированной ГРВС позволяет разработчикам приложений представлять и структурировать результаты своего экспертного анализа предметной области. Схема извлечения знаний представлена на рис. 1.

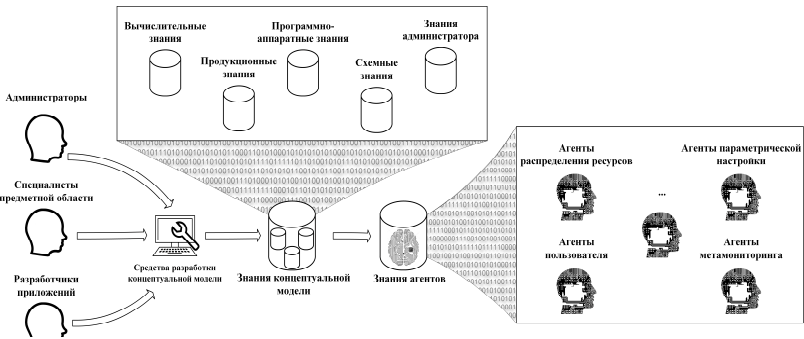


Рис. 1. Схема извлечения знаний агентами

Концептуальная модель ГРВС включает следующие компоненты знаний: алгоритмические знания, а также знания о программно-аппаратной инфраструктуре среды и административные знания. Алгоритмические знания делятся на слои вычислительных, схемных и производственных знаний. Разработан специализированный инструментальный комплекс SIRIUS II для построения концептуальной модели и извлечения знаний специалистов предметной области, разработчиков приложений и администраторов ГРВС.

Важной составляющей SIRIUS II является система классификации заданий, обеспечивающая администраторам возможность определять специфические классы заданий и назначать им для выполнения наиболее подходящие ресурсы на основе их экспертных знаний.

SIRIUS II обеспечивает также автоматизацию построения и применения имитационных моделей ГРВС на основе ее концептуальной модели. Применение имитационных моделей позволяет прогнозировать развитие состояния ГРВС и настраивать управляющие параметры алго-

ритмов работы агентов с целью повышения эффективности управления распределенными вычислениями.

Практические эксперименты показывают эффективность мультиагентного управления масштабируемыми приложениями за счет использования классификации заданий и параметрической настройки алгоритмов работы агентов.

1. *Amato A., Venticinqe S.* A Distributed Agent-Based Decision Support for Cloud Brokering // Scalable Computing: Practice and Experience. – 2014. – Vol. 15. – №1. – P. 65–78.
2. *Каляев, А.И.* Метод мультиагентного диспетчирования ресурсов в облачных вычислительных средах [Текст] / А.И. Каляев, И.А. Каляев // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2016. – №2. – С. 51–63.
3. *Oleinikova S.A., Kravets O.Ya., Zolotukhina E.B., Shkurkin D.V., Kobersy I.S., Shadrina V.V.* Mathematical and Software of the Distributed Computing System Work Planning on the Multiagent Approach Basis // International Journal of Applied Engineering Research. – 2016. – Vol. 11. – №4. – P. 2872–2878.
4. *Феокистов, А.Г.* Разработка и применение проблемно-ориентированных мультиагентных систем управления распределенными вычислениями [Текст] / А.Г. Феокистов, Р.О. Костромин // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2016. – №11. – С. 65–74.
5. *Феокистов, А.Г.* Мультиагентный алгоритм перераспределения вычислительных ресурсов для остаточной схемы решения задачи в Grid [Текст] / А.Г. Феокистов, Р.О. Костромин // Современные наукоемкие технологии. – 2016. – № 9-2. – С. 244–248.
6. *Frey J., Tannenbaum T., Foster I., Livny M., Tuecke S.* Condor-G: A Computation Management Agent for Multi-Institutional Grids // Journal of Cluster Computing. – 2002. – Vol. – 5. – P. 237–246.
7. *YarKhan A., Dongarra J., Seymour K.* GridSolve: The Evolution of a Network Enabled Solver // Grid-based problem solving environments. – 2007. – P. 215–224.
8. *Laxmi CH.V.T.E.V., Somasundaram K.* Application Level Scheduling (AppLeS) in Grid with Quality of Service (QoS) // International Journal of Grid Computing and Applications. – 2014. – Vol. 5. – №2. – P. 1–10.
9. *Cooke N. J.* Varieties of knowledge elicitation techniques. International Journal of Human-Computer Studies. – 1994. – Vol. 41. – №6. – P. 801–849.

С.А. Черненко, В.А. Непомнящий

ВЕРИФИКАЦИЯ МОДЕЛЕЙ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ ВРЕМЕННЫМИ MSC-ДИАГРАММАМИ

*Институт систем информатики имени СО РАН, г. Новосибирск,
schernenok@yandex.ru, vnep@iis.nsk.su*

Проблема анализа и верификации распределенных систем является актуальной для современного программирования. Для представления