

**СРЕДСТВА РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ
ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ
МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ
РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ВЫЧИСЛЕНИЯМИ***

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

Введение

В настоящее время требуемая эффективность управления масштабируемыми вычислениями в современной разнородной РВС может быть достигнута только за счет интеллектуализации системы управления [1]. Широко используемым на практике подходом к интеллектуализации систем управления распределенными вычислениями является применение мультиагентных технологий [2].

Известно большое число инструментариев организации мультиагентных систем (МАС) [3] как универсальных, так и узкоспециализированных, предназначенных для создания МАС, которые ориентируются на решение научных и прикладных задач в конкретных проблемных областях (медицина, экономика, торговля, логистика и др.). Среди универсальных инструментариев на сегодняшний день наиболее популярными являются [4] системы Java Agent DEvelopment framework (JADE) и Cougaar [5]. Данные инструментарии предоставляют базовый набор алгоритмов, механизмов, форматов и протоколов для создания агентов, описания базовых принципов взаимодействия и поведения агентов, а также средств для организации платформы, предназначенной для выполнения разрабатываемых агентов. Однако разработка агентов, ориентированных на предметную область вычислительных задач, остается актуальной проблемой

В докладе рассматриваются новые инструментальные средства разработки МАС для управления в разнородных РВС, свойства которых рассмотрены в [6]. Схема управления вычислениями в РВС в общем виде представлена в [7].

Структура МАС

Структура МАС является иерархической и может включать два или более уровней функционирования агентов. На каждом уровне могут

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проекты № 15-29-07955-офи_м и № 16-07-00931-а)

функционировать агенты, играющие различные роли и соответственно выполняющие различные функции. Роли агентов могут быть постоянными и временными, возникающими в дискретные моменты времени в связи необходимостью организации коллективного взаимодействия.

Уровни иерархии агентов отличаются объемом знаний агентов – агенты более высокого уровня иерархии обладают большим объемом знаний по сравнению с агентами более низкого уровня иерархии и, кроме того, могут обращаться к агентам любого ниже лежащего уровня с запросом на получение локальных знаний этих агентов. На каждом уровне иерархии агенты могут объединяться в виртуальные сообщества, кооперироваться и конкурировать в рамках этих сообществ.

Схемы баз знаний агентов формируются на основе оригинальной агрегированной модели РВС [8], которая, в отличие от известных вычислительных моделей, обеспечивает взаимосвязанное представление проблемно-ориентированного, программно-аппаратного, имитационного и управляющего слоев знаний о РВС. Тем самым обеспечивается проблемная ориентация МАС. Данные о текущем состоянии РВС передаются в базу данных РВС системой метамониторинга [9]. Эффективность функционирования разрабатываемых МАС исследуется с помощью имитационного моделирования.

Инструментальные средства

Программная реализация МАС выполняется с помощью инструментария JADE [10], который включает набор системных компонентов (стандартных агентов) для управления конструируемыми агентами и библиотеку стандартных классов для Java-программ. С помощью инструментария JADE организуется агентская платформа, в общем случае включающая: один или несколько вычислительных узлов; набор стандартных агентов, представляющих управляющие элементы абстрактной архитектуры Foundation for Intelligent Physical Agents [11], такие как Agent Management System, Directory Facilitator и Remote Monitoring Agent; набор агентов создаваемой МАС.

Стандартные агенты создаются автоматически при компиляции Java-программы, реализующей агентскую платформу, в исполняемый байт-код. Агентская платформа может функционировать на распределенных вычислительных узлах, работающих под управлением различных операционных систем.

При традиционном подходе к использованию JADE в процессе организации МАС расширение стандартных классов JADE при конструировании агентов МАС является весьма трудоемкой, рутинной работой, требующей высокой программистской квалификации и погружения во все тонкости представления и использования проблемно-ориентированных знаний агентом.

Предложенный в докладе подход к автоматизации конструирования агента МАС на базе стандартных классов JADE позволит существенно упростить этот процесс. Данный подход реализуется следующим образом: с помощью разрабатываемого инструментария для организации проблемно-ориентированной МАС формируются множества состояний агента, условий (функций) переходов состояний агента и сообщений агента. На основе этих множеств строится граф переходов состояний агента. Затем создается база знаний агента путем конкретизации агрегированной модели РВС с учетом роли этого агента в МАС. Граф переходов состояний агента, база знаний, библиотека стандартных классов JADE и библиотека оригинальных алгоритмов функционирования агентов используются для синтеза абстрактной программы, специфицирующей поведение агента, а также для генерации программного кода агента на языке Java.

Представленный в докладе инструментарий для организации проблемно-ориентированных МАС является интеллектуальной надстройкой над средствами системы JADE, существенно расширяющей возможности этой системы. Для реализации дополнительных методов стандартных классов JADE, представляющих функции конструируемых агентов МАС, используется библиотека «встроенных» оригинальных алгоритмов функционирования агентов. Алгоритмы адаптивного поведения агентов базируются на использовании конечно-автоматной модели и различных сценариев действий агентов в зависимости от текущего состояния РВС. Алгоритмы извлечения и применения проблемно-ориентированных знаний агентами, как было отмечено выше, реализуются на основе методов конкретизирующего программирования, а также с помощью экономических механизмов в процессе планирования вычислений и распределения ресурсов [12].

Эффективность распределенных алгоритмов взаимодействия агентов обеспечивается путем снижения временных затрат на обмен сообщениями за счет устранения избыточности известных распределенных алгоритмов, используемых на практике. При этом надежность распределенных алгоритмов взаимодействия агентов обеспечивается за счет применения систем логического времени и контрольных точек.

Гибкая модернизация алгоритмов функционирования агентов обеспечивается возможностью подключения «внешних» библиотек, включающих соответствующие алгоритмы, разработанные пользователями МАС (например, администраторами РВС). Процесс подключения «внешних» библиотек и разработки их алгоритмов будет определяться специальными интерфейсами и спецификациями.

Основные особенности предложенной методологии заключаются в комплексном применении методов концептуального программирования,

самоорганизации, адаптивного обучения и имитационного моделирования в процессе организации МАС. Рассматриваемые в докладе инструментальные средства обеспечивают в отличие от известных инструментариев (см., например, обзорную работу [13]) проблемную ориентацию и корректность функционирования агентов, а также частичную автоматизацию их конструирования.

Заключение

Рассматриваемые инструментальные средства обеспечивают эффективность процесса организации и применения МАС. Методика организации МАС, предлагаемая в докладе, основывается на восходящем подходе к организационному проектированию подобных систем.

Дальнейшие исследования связаны с развитием системы обучения агентов на основе теории параметрической адаптации [14] путем применения управляющих воздействий на параметры агентов, отвечающие за многокритериальное принятие решений агентами.

1. *Коваленко В.Н., Корягин Д.А.* Грид: истоки, принципы и перспективы развития // Информационные технологии и вычислительные системы. – 2008. – № 4. – С. 38 – 50.
2. *Jennings N.* An Agent-Based Approach for Building Complex Software Systems // Communications of the ACM. – 2001. – Vol. 44. – №. 4. – P. 35 – 41.
3. *Nikolai C., Madey G.* Tools of the Trade: A Survey of Various Agent Based Modeling Platforms // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2009. – Vol. 12. – № 2. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/12/2/2.html> (дата обращения: 29.04.2016).
4. *Радченко Г.И.* Распределенные вычислительные системы: уч. пособие. – Челябинск: Фотохудожник, 2012. – 184 с.
5. *Helsing A., Wright T.* Cougaar: A Robust Configurable Multi Agent Platform // Aerospace Conference, IEEE. – 2005. – P. 1 – 10.
6. *Bogdanova V.G., Bychkov I.V., Korsukov A.S., Oparin G.A., Feoktistov A.G.* Multiagent Approach to Controlling Distributed Computing in a Cluster Grid System // Journal of Computer and Systems Sciences International. – 2014. – Vol. 53. – No. 5. – P. 713 – 722.
7. *Bychkov I.V., Oparin G.A., Feoktistov A.G., Bogdanova V.G., Pashinin A.A.* Service-oriented multiagent control of distributed computations // Automation and Remote Control. – 2015. – Vol. 76. – № 11. – P. 2000 – 2010.
8. *Опарин Г.А., Феоктистов А.Г.* Модели и инструментальные средства организации распределенных вычислений // Параллельные вычисления и задачи управления // Труды IV Междунар. конф. – М.: Изд-во ИПУ РАН, 2008. – С. 1126 – 1135.
9. *Бычков И.В., Опарин Г.А., Феоктистов А.Г., Сидоров И.А., Богданова В.Г., Горский С.А.* Мультиагентное управление вычислительной системой на основе метамониторинга и имитационного моделирования // Автометрия. – 2016. – Т.52. – № 2. – С. 3 – 9.

10. *Bellifemine F., Bergenti F., Caire G., Poggi A. Jade. A Java Agent Development Framework // Multiagent Systems, Artificial Societies, And Simulated Organizations: Multi-Agent Programming / Eds. R. Bordini, M. Dastani, J. Dix, A. El Fallax Seghrouchni. Springer, 2006. – Vol. 15. – P. 125 – 147.*
11. *Foundation for Intelligent Physical Agents: FIPA Agent Management Specification. – 2000. – 57 p.*
12. *Бычков И.В., Опарин Г.А., Феоктистов А.Г., Кантер А.Н. Мультиагентный алгоритм распределения вычислительных ресурсов на основе экономического механизма регулирования их спроса и предложения // Вестник компьютерных и информационных технологий. – 2014. – № 1. – С. 39 – 45.*
13. *Kravari K., Bassiliades N. A Survey of Agent Platforms // Journal of Artificial Societies and Social Simulation. – 2015. – Vol. 18 (1). – № 11. URL: <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/18/1/11.html> (дата обращения: 29.04.2016).*
14. *Цыпкин Я.З. Адаптация и обучение в автоматических системах. – М.: Наука, 1968. – 399 с.*

В.Б. Шабанов, Д.Я. Иванов

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГРУППОЙ МАЛОРАЗМЕРНЫХ МОБИЛЬНЫХ РОБОТОВ*

*Южный научный центр РАН, г. Ростов-на-Дону,
НИИ многопроцессорных вычислительных систем ЮФУ, г. Таганрог,
donat.ivanov@gmail.com*

Введение

Современные тенденции к миниатюризации вычислительных, сенсорных и даже исполнительных устройств, позволяют разрабатывать и производить малоразмерных роботов. Однако возможности одиночного малоразмерного робота крайне ограничены. При групповом применении малоразмерные роботы позволят решать более широкий спектр прикладных задач. К тому же при массовом производстве улучшаются экономические показатели отдельных экземпляров. Одной из важных проблем на пути применения групп малоразмерных роботов является проработка способов управления такими группами. В данной работе рассмотрены вопросы сетецентрического управления группами малоразмерных мобильных роботов.

Преимущества сетецентрического управления группами роботов

Сетецентрическое управление группой малоразмерных мобильных роботов имеет ряд преимуществ:

* Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 14-08-01176-а, № 16-08-00875-а, № 16-29-04194, № 16-58-00226)