

УДК 004.4'244

**БАНК ДАННЫХ АГЕНТОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ
МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ И МОДУЛЕЙ****¹Кравец А.Д., ²Петрова И.Ю., ¹Кравец А.Г.**¹*Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, e-mail: kad@gde.ru;*²*Астраханский инженерно-строительный институт, Астрахань, e-mail: goronet@list.ru*

Настоящая статья посвящена описанию процесса проектирования подсистемы хранения данных для системы генерации интеллектуальных мультиагентных систем. Идеи программных агентов вообще и интеллектуальных агентов в частности привлекательны, так как позволяют людям делегировать им свои полномочия по решению сложных задач. Однако разработка МАС и действительно интеллектуальных агентов требует специальных знаний и является сложной ресурсоемкой задачей. В связи с этим возникает потребность в разработке новых, доступных пользователю без технической квалификации, автоматизированных методов проектирования программного обеспечения, основанного на агентном подходе. Статья содержит общую архитектуру системы генерации мультиагентных систем. Архитектура декомпозируется для ближайшего рассмотрения подсистемы хранения данных и описания функционала каждого банка и базы, входящих в эту подсистему. Описан процесс взаимодействия системы генерации мультиагентных систем с данной подсистемой.

Ключевые слова: мультиагентные системы, генерация систем, интеллектуальные методы**AGENT DATABANK FOR THE SYSTEM OF MULTI-AGENT SYSTEM
AND MODULES GENERATION****¹Kravets A.D., ²Petrova I.Y., ¹Kravets A.G.**¹*Volgograd State Technical University, Volgograd, e-mail: kad@gde.ru;*²*Astrakhan Institute of Civil Engineering, Astrakhan, e-mail: goronet@list.ru*

A reason to study and develop a multi-agent system comes from a common necessity to organize cooperative work of a set of software and hardware agents, such as software agents performing information aggregation and analysis functionality throughout the Internet. An agent represents a meta-object vested with some kind of subjectivity, i.e. the object possesses an ability to manipulate other objects, create and destroy them. Also such object must have effective means of recognition and interaction with environment and other objects of its own kind. Complexity of such objects leads to necessity to automate a process of multi-agent system development. Following article contains information on databank of a MAS generation system development process along with architecture of the system. Article presents a decomposition of the architecture and function and structural analysis of each databank and database in data warehouse subsystem. Also article describes a process of collaboration between generation system and the data warehouse subsystem.

Keywords: multiagent systems, system generation, intellectual methods

На сегодняшний день модель мультиагентной системы успешно применяется во множестве научных отраслей. Изучение и совершенствование этой модели в рамках робототехники и искусственного интеллекта привело к созданию интеллектуального агента, который способен выполнять огромный спектр задач, схожий с работой пользователя [9]. Из этого следует, что агент является сложной системой, которая может основываться на интеллектуальных методах, внутри системы мультиагентного взаимодействия [8]. Повышается сложность мультиагентных систем и самих агентов [10, 11]. Это приводит к тому, что необходимо разрабатывать новые методики ускорения и оптимизации работы мультиагентных систем.

Идеи программных агентов вообще и интеллектуальных агентов в частности привлекательны, так как позволяют людям делегировать им свои полномочия по решению сложных задач. Однако разработка

МАС и действительно интеллектуальных агентов требует специальных знаний и является сложной ресурсоемкой задачей. Ведь программные агенты – новый класс систем программного обеспечения, которое действует от лица пользователя. Они являются мощной абстракцией для «визуализации» и структурирования сложного. Но если процедуры, функции, методы и классы – известные абстракции, которые разработчики ПО используют ежедневно, то программные агенты – это принципиально новая парадигма, неизвестная большинству из них даже сегодня [5].

На текущий момент процесс разработки мультиагентной системы требует постоянного взаимодействия разработчика и эксперта. Однако основная часть процесса разработки МАС производится командой специалистов по информационным технологиям без вмешательства со стороны предметного эксперта. Такой подход

приводит к различию между предполагаемым предметным экспертом поведением системы и ее фактической реакцией на окружающую среду. Такой подход замедляет процессы создания и внесения изменений в МАС. Ограниченность ресурсов информационных специалистов на проекте приводит к тому, что алгоритмы, используемые в агентах, упрощаются, что также негативно отражается на реакции системы в окружающей среде. В совокупности все эти недостатки современного подхода к созданию МАС могут критически повлиять на жизнеспособность системы в целом. В связи с этим возникает потребность в разработке новых автоматизированных методов проектирования программного обеспечения, основанного на агентном подходе, которые позволят расширить степень вовлечения эксперта в процесс разработки и применять наиболее современные методы управления поведением и осуществления функционала агентов в различных предметных областях и окружающих средах [2, 4].

Система генерации МАС

В ходе работы был проведен анализ ряда моделей разработки программного обеспечения. Поскольку выработанные ранее концепт и модели функционирования автоматизированной системы предполагают высокую роль эксперта в проектировании генерируемых мультиагентных модулей, было принято решение отказаться от использования классических моделей разработки программного обеспечения, таких как итеративное или каскадное. Для генерации агентов и мультиагентных систем

предлагается использовать методологию быстрого прототипирования. Быстрое прототипирование – концепция создания программного обеспечения, уделяющая особое внимание скорости и удобству программирования и основанная на идее скорейшего получения прототипа программы. Такая система предоставляет эксперту возможность уже на ранних этапах получить рабочий прототип системы, перенастройка или изменения в котором будут наиболее наглядны для не квалифицированного, как программист, пользователя ввиду возможности быстрой интеграции в целевую или тестовую систему и оценки качества функционирования МАС. Быстрое прототипирование, совмещенное с приемами визуального программирования, позволит пользователю создавать мультиагентные системы без привлечения разработчика [1].

Быстрое прототипирование предполагает использование в структуре системы набора заранее спроектированных методов решения планируемых задач. В данном случае вариантом реализации такого набора является организация банка интеллектуальных методов, т.е. готовых блоков программного кода для внедрения в структуру агентов. Взаимодействие составляющих частей системы показано на рис. 1.

Подсистема хранения данных

Согласно архитектуре подсистема хранения данных системы генерации МАС состоит из следующих основных компонент: банк интеллектуальных методов, база агентов и база ранее сгенерированных МАС [6].

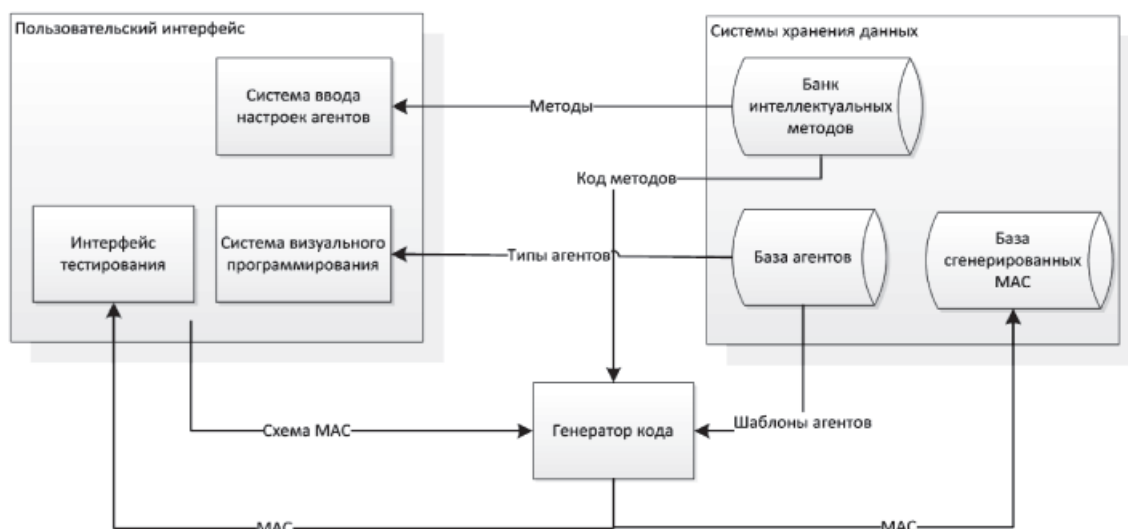


Рис. 1. Архитектура системы генерации МАС

База агентов представляет собой набор шаблонов агентов в виде URL-адресов, по которым доступен программный код агента каждого типа. Каждому агенту в базе присваивается некий тип, в зависимости от задач, решать которые призван агент. Тип описывает будущее поведение агента в системе и множество настроек, свойственных данному типу. Помимо агентов и их типов база агентов содержит список связей, которые в процессе проектирования схемы взаимодействия мультиагентной системы могут быть установлены между агентами и окружающей средой. При этом для каждого агента необходимо определить входную и выходную связь с другими агентами или окружающей средой системы [13].

Банк интеллектуальных методов состоит из предварительно разработанных интеллектуальных методов, которые могут применяться в структуре агентов. Банк включает в себя методы различных направлений, таких как поведенческие алгоритмы, распознавание образов, интеллектуальный анализ информации и другие. Доступ к методам банка организован иерархически, формируя классификацию по целям и функционалу, осуществляющимся агентами, в которые эти алгоритмы будут внедрены. Концептуальная схема такой иерархии представлена на рис. 2 [7, 3].



Рис. 2. Иерархия банка интеллектуальных методов

База сгенерированных МАС представляет собой упорядоченную группу XML-файлов, хранящих сведения о предыдущих версиях сгенерированных мультиагентных систем, а также о дате и времени их создания. В этих файлах хранится сама схема межагентного взаимодействия внутри системы, а также значения настроек, указанные пользователем для каждого агента. Такой способ хранения данных позволяет пользователю оперативно загружать и сравнивать текущую редакцию МАС с ранее получен-

ными на любой итерации проектирования версиями [12].

В целях создания подсистемы хранения данных была создана модель базы данных, фрагмент которой представлен на рис. 3.

Согласно модели система генерации МАС загружает из базы список всех возможных типов агентов из таблицы Agent для размещения их на схеме визуального программирования. Для установления отношений между агентами используются связи, содержащиеся в таблице Link. Система подразумевает наличие как минимум одного типа связи для агентов любых двух типов, присутствующих в системе [14].

Для агентов, внесенных в проектируемую систему, можно задать различные настройки. Базовыми настройками, присущими каждому агенту, являются адреса получения входных и размещения выходных данных. Остальные настройки зависят от типа агента и интеллектуального метода, который обеспечивает функционирование агента. Методы находятся в таблице Method. В таблице Setting находится общий список настроек, характерных сочетаний типа агента и метода. Список содержит имена настройки и тип значения, которое должно быть введено в ходе проектирования МАС.

Заключение

В результате проведенного исследования была разработана подсистема хранения данных системы генерации интеллектуальных мультиагентных систем. Подсистема состоит из следующих основных компонентов: банк интеллектуальных методов, база агентов и база сгенерированных МАС. База агентов позволяет хранить для последующей генерации набор шаблонов агентов и связей между ними, что позволит осуществлять проектирование схемы агентного

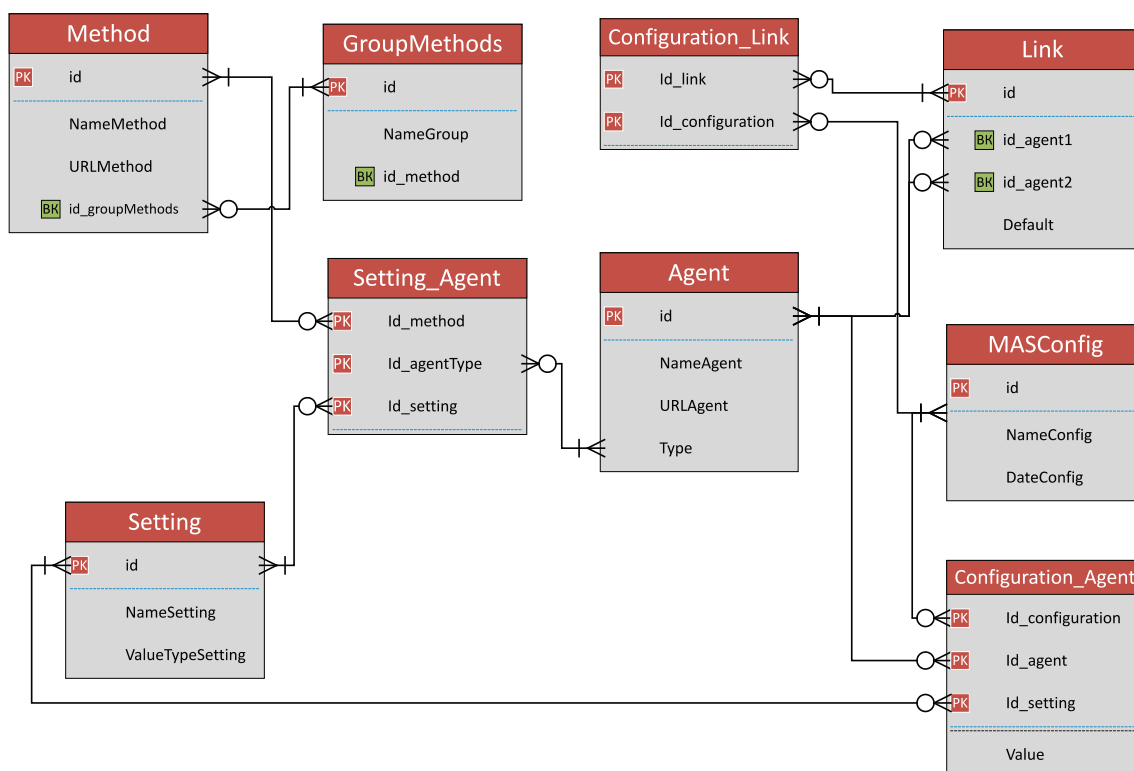


Рис. 3. ER-диаграмма базы данных (фрагмент)

взаимодействия МАС путем использования методов визуального программирования. Банк интеллектуальных методов способен передавать модули программного кода, содержащие разработанные интеллектуальные методы, генератору кода для имплементации их в структуру агентов МАС, что обеспечит высокую адекватность и быстрдействие каждого агента. База сгенерированных МАС позволит пользователю оперативно осуществлять сравнение результатов, полученных на каждой итерации проектирования, что позволит сформировать более ясное представление о влиянии внесенных изменений на функционирование проектируемой мультиагентной системы.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 15-07-06254 А и № 15-37-50355 мол нр), Фонда содействия развитию МФП в НТС (договор № 475ГС1/9746), а также Минобрнауки России в рамках проектной части Госзадания (проект № 2.1917.2014/К).

Список литературы

1. Авдеенко Т.В., Васильев М.А. Мультиагентный подход с использованием нечеткого моделирования в задаче многокритериального принятия решений // Научный вестник Новосибирского государственного технического университета. – 2010. – № 1. – С. 63–74.
2. Кизим А.В., Кравец А.Д., Кравец А.Г. Генерация интеллектуальных агентов для задач поддержки технического обслуживания и ремонта // Известия Томского политехнического

университета [Тема выпуска «Управление, вычислительная техника и информатика»]. – 2012. – Т. 321, № 5. – С. 131–134.

3. Кравец А.Г., Фоменков С.А., Кравец А.Д. Component-Based Approach to Multi-Agent System Generation // Knowledge-Based Software Engineering: Proceedings of 11th Joint Conference, JCKBSE 2014 (Volgograd, Russia, September 17–20, 2014) / ed. by A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kultsova, Tadashi Iijima; Volgograd State Technical University [et al.]. – [Б/М]: Springer International Publishing, 2014. – P. 483–490. – (Series: Communications in Computer and Information Science; Vol. 466).

4. Кравец А.Д. Генератор агентов мультиагентной системы сбора данных о перспективных технологиях / А.Г. Кравец, С.В. Шевченко, А.Д. Кравец // Вестник ХПИ. – 2012. – № 29. – С. 92–97.

5. Кравец А.Д. Разработка методов генерации интеллектуальных мультиагентных систем // Известия ВолгГТУ. Сер. Актуальные проблемы управления, вычислительной техники и информатики в технических системах. – Вып. 22. – Волгоград, 2014. – № 25 (152). – С. 145–150.

6. Крылов И.Б. Математические методы и мультиагентный подход, применяемые при разработке интеллектуальной обучающей системы технической дисциплины // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. – 2014. – С. 333–336.

7. Петрова И., Кравец А.Д. Method of Multi-agent System Design Based on Generation Algorithm // Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2015: First Conference (Volgograd, Russia, September 15-17, 2015): Proceedings / ed. by A. Kravets, M. Shcherbakov, M. Kultsova, O. Shabalina. – [Switzerland]: Springer International Publishing, 2015. – P. 169–178. – (Ser. Communications in Computer and Information Science. Vol. 535).

8. Таранников Н.А. Структура мультиагентной системы принятия решений для многокритериальной оценки инновационной деятельности предприятия // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12–2.

9. Тарасов В.Б. От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика. – М.: Эдиториал, 2002. – 352 с.

10. Adelinde M. Uhrmacher, Danny Weyns, Multi-Agent Systems: Simulation and Applications. – CRC Press, 2009.

11. Jean-Paul Arcangeli, Victor Noël, Frédéric Migeon, Software Architectures and Multiagent Systems. – Software Architecture 2, P. 171–207. – 2014.

12. Kravets A.G., Kravets A.D., Korotkov A.A. Intelligent multi-agent systems generation // World applied sciences journal. – 2013. – Vol. 24, № 24. – P. 98–104.

13. Kravets A.G., Kravets A.D., Fomenkov S.A., Kamaev V.A. Multi-agent systems component-based generator: development approach. Applied Computing 2013: proceedings of the IADIS International Conference (Fort Worth, Texas, USA, October 23–25, 2013) IADIS (International Association for Development of the Information Society), UNT (University of North Texas). Fort Worth (Texas, USA), 2013. – P. 178–182.

14. Lange A.B., Schultz U.P., Sørensen A.S. Unity: A Unified Software / Hardware Framework for Rapid Prototyping of Experimental Robot Controllers using FPGAs // ICRA 2013-Eighth full-day Workshop on Software Development and Integration in Robotics (SDIR VIII). – 2013.

References

1. Avdeenko T.V., Vasilev M.A. Multiagentnyy podkhod s ispolzovaniem nechetkogo modelirovaniya v zadache mnogokriterialnogo prinyatiya resheniy. Nauchnyy vestnik novosibirskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2010. no. 1. P. 63–74.

2. Kizim A.V., Kravets A.D., Kravets A.G. Generatsiya intellektualnykh agentov dlya zadach podderzhki tekhnicheskogo obsluzhivaniya i remonta. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. 2012. v. 321, no. 5. pp. 131–134.

3. Kravets A.G., Fomenkov S.A., Kravets A.D. Component-Based Approach to Multi-Agent System Generation Knowledge-Based Software Engineering: Proceedings of 11th Joint Conference, JCKBSE 2014 (Volgograd, Russia, September 17–20, 2014). Springer International Publishing, 2014. pp. 483–490.

4. Kravets A.G., Shevchenko S.V., Kravets A.D. Generator agentov multiagentnoy sistemy sbora dannykh o perspektivnykh tekhnologiyakh. Vestnik KhPI. 2012. no. 29. pp. 92–97.

5. Kravets, A.D. Razrabotka metodov generatsii intellektualnykh multiagentnykh system. Izvestiya VolgGTU: Ser. Aktualnye problemy upravleniya, vychislitelnoy tekhniki i informatiki v tekhnicheskikh sistemakh. v. 22. Volgograd, 2014. no. 25 (152). pp. 145–150.

6. Krylov I.B. Matematicheskie metody i multiagentnyy podkhod, primenyaemye pri razrabotke intellektualnoy obuchayushchey sistemy tekhnicheskoy disiplinary. Universitetskiy kompleks kak regionalnyy tsentr obrazovaniya, nauki i kulturny. 2014. pp. 333–336.

7. Petrova I. Method of Multi-agent System Design Based on Generation Algorithm / Petrova I., Kravets A.D.. Creativity in Intelligent Technologies and Data Science. CIT&DS 2015: First Conference (Volgograd, Russia, September 15–17, 2015): Proceedings. Switzerland: Springer International Publishing, 2015. pp. 169–178.

8. Tarannikov N.A. Struktura multiagentnoy sistemy prinyatiya resheniy dlya mnogokriterialnoy otsenki innovatsionnoy deyatel'nosti predpriyatiya. Fundamentalnye issledovaniya. 2007. no. 12–2.

9. Tarasov V.B. Ot mnogoagentnykh sistem k intellektualnym organizatsiyam: filosofiya, psikhologiya, informatika. Moscow: Editorial, 2002. 352 p.

10. Adelinde M. Uhrmacher, Danny Weyns, Multi-Agent Systems: Simulation and Applications. CRC Press, 2009.

11. Jean-Paul Arcangeli, Victor Noël, Frédéric Migeon, Software Architectures and Multiagent Systems. Software Architecture 2, pp. 171–207. 2014.

12. Kravets A.G., Kravets A.D., Korotkov A.A. Intelligent multi-agent systems generation // World applied sciences journal. 2013. v. 24, no. 24. pp. 98–104.

13. Kravets A.G., Kravets A.D., Fomenkov S.A., Kamaev V.A. Multi-agent systems component-based generator: development approach. Applied Computing 2013: proceedings of the IADIS International Conference (Fort Worth, Texas, USA, October 23–25, 2013) IADIS (International Association for Development of the Information Society), UNT (University of North Texas). Fort Worth (Texas, USA), 2013. pp. 178–182.

14. Lange A.B., Schultz U.P., Sørensen A.S. Unity: A Unified Software Hardware Framework for Rapid Prototyping of Experimental Robot Controllers using FPGAs ICRA 2013-Eighth full-day Workshop on Software Development and Integration in Robotics (SDIR VIII). 2013.