

Построение имитационной модели поведения группы агентов в сложной среде.

И.А. Костин

Московский физико-технический институт (государственный университет)

Концепции многоагентных систем (multy-agent system) и групп автономных интеллектуальных агентов [1] широко применяются при имитационном моделировании и исследовании сложных систем, состоящих из подсистем и отдельных автономных объектов в области биологии [2], логистики [3], программирования, техники [4, 5], физики, экономики и других. С помощью программно-аппаратных комплексов, разработанных на базе многоагентных систем, изучается поведение каждого объекта, действующего в группе, его влияние на систему в целом, а также разрабатываются оптимальные алгоритмы взаимодействия агентов и логика принятия ими решений [5].

Для разработки многоагентных систем используется инструментарий нейронных сетей, клеточных автоматов, теории графов и других методик, способных описать комплексные системы, состоящие из автономных агентов [3, 4, 5]. Кроме того, нередко используются специальные инструменты и программные среды, такие, как JADE, FIPA-OS, ZEUS, TAEMS, AnyLogic, MASDK и другие. Как правило, каждая имитационная модель взаимодействия группы агентов разрабатывается для решения той или иной конкретной задачи, для которой формализуются модели поведения объектов, внешняя среда, среда взаимодействия (посредник между агентами, реализующий их общение), определяются тип агентов и настраиваемые параметры. [6, 7]

В настоящей работе проводится построение имитационной модели группы агентов, выполняющей сверхзадачу прохождения по заранее заданному маршруту с сохранением целостности системы в условиях враждебной внешней среды. Задача реализации модели и её визуализации решается на плоскости в ограниченном пространстве с использованием объектно-ориентированного языка программирования. В состав многоагентной системы входят автономные реактивные агенты трех различных типов, распределенных по соответствующим подсистемам, и один интеллектуальный агент. Главное отличие интеллектуального агента от реактивного заключается в том, что все действия реактивного агента являются рефлексивными ответными реакциями на действия среды, в то время, как интеллектуальный агент может строить и анализировать модель внешней среды, принимая более сложные решения.

Основными характеристиками объектов группы являются скорость, маневренность, радиус гарантированного обнаружения, радиус гарантированного поражения. Помимо указанных характеристик, объекты обладают набором «возможностей» и «потребностей», которые формализованы с помощью взвешенных иерархических графов [8, 9] и по структуре аналогичны пирамиде потребностей А. Маслоу, то есть для удовлетворения потребностей (или реализации возможностей) высокого уровня необходимо удовлетворение потребности (или реализация возможности) более низкого уровня. На

основе набора «потребностей» и «возможностей» для каждого объекта определена его функция полезности [10], которую он старается максимизировать путем выполнения различных действий, принятия решений, инициации запроса на удовлетворение своих потребностей другими агентами группы.

Для выполнения имитационного моделирования разработана программа, обладающая следующими особенностями:

- реализован графический пользовательский интерфейс, позволяющий задавать начальные параметры (качественный и количественный состав группы, выбор сценария моделирования, выбор маршрута следования группы);
- каждому типу агентов соответствует класс, а каждому агенту - объект соответствующего класса;
- реализован объект-посредник между внешней средой и МАС, хранящий текущие параметры всех объектов (координаты, скорости и т.д.);
- реализован объект-мессенджер, обеспечивающий корректную передачу сообщений между агентами.

Главными преимуществами данного подхода к моделированию поведения групп интеллектуальных объектов является гибкость настройки начальных параметров, архитектура программы, позволяющая физически разнести (благодаря объекту-посреднику) имитационные модели МАС и внешней среды, а также отказ от прописывания логики всей системы. Начальными данными для моделирования является только характеристика каждого объекта и установленные правила взаимодействия (созданные классы, объекты и методы), после чего обе системы действуют автономно.

В ходе выполнения данной работы проанализированы различные подходы к описанию многоагентных систем. Проведено исследование поведения МАС в зависимости от её количественного и качественного состава, длины маршрута. Полученные результаты могут быть использованы при конструировании и, что самое важное, при обучении сложных разнородных многоагентных систем в области теории управления, логистики, транспорта, биологии и других.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-29-04268).

Литература:

1. Multi-Agent Systems. Simulation and Applications / ed by Adelinde M. Uhrmacher, Danny Weyns. – Boca Raton: Taylor & Francis Group. – 2009. – ISBN 978-1-4200-7023-1.
2. И.С. Селяков. – Определение структуры многоагентной системы для моделирования популяции животных. // Труды СПИИРАН. – 2007. – № 4. – С. 437-444 – ISSN 2078-9599.
3. Ю.С. Ройтбург, Г.П. Пиастро, А.Ф. Кабардин, Е.А. Шалаев, А.В. Коженов. Общие принципы автоматизированного формирования расписаний и управление запасами в машиностроительном производстве. Модели и методы логистики. – Вестник Самарского государственного технического университета. Технические науки. – 2007 – № 2(20) – С. 195-197.

4. *Стюарт Рассел, Питер Норвиг.* – Искусственный интеллект: современный подход. – 2-е изд. — М.: Вильямс. – 2007. – 1410 с. – ISBN 5-8459-0887-2.
5. *Кочкаров А.А.* Моделирование структурно-динамических процессов в сетевых системах мониторинга. – Антенны. – 2015. – № 1. – С. 164-168.
6. *В.К. Абросимов.* Вопросы формализации траектории движения стаи или роя объектов управления // Труды «XII Всероссийское совещание по проблемам управления». – 2014. – С. 1922-1934.
7. *В.К. Абросимов.* Групповое движение интеллектуальных летательных аппаратов в антагонистической среде. – М.: Наука, 2013. – 168 с. – ISBN 978-5-9902335-8-4.
8. *Кочкаров А.А., Сенникова Л.И., Кочкаров Р.А.* Некоторые особенности применения динамических графов для конструирования алгоритмов взаимодействия подвижных абонентов. – Известия ЮФУ. Технические науки. – 2015. – № 1(162) – С. 207-214.
9. *С. А. Юдицкий.* Алгебраическое представление модели многоагентных сетей. – Управление большими системами. – 2011. – № 34. – С. 30-45.
10. *Ю. С. Легович, Д. Ю. Максимов.* Выбор исполнителя в группе интеллектуальных агентов. – Управление большими системами. – 2015. – № 56. – С. 78-94.