

Многоязыковые возможности среды многоагентного моделирования **Repast Symphony**

Д.А. Тымчук, В.П. Свечкарев

Стремительное проникновение методологии многоагентного моделирования в различные отрасли научного знания столь же стремительно расширяет круг специалистов, использующих методологию для проведения исследований. В последние годы наблюдается значительный интерес к многоагентному моделированию и у российских ученых [1-3]. Среди других важных при освоении новой методологии вопросов отметим для себя и рассмотрим далее в настоящей статье проблему выбора программной среды для многоагентного моделирования. На данный момент существует несколько продуктов для многоагентного моделирования с различными вариантами распространения и лицензирования. Но среди всего этого многообразия, есть очень гибкий инструмент, в основу которого изначально было заложена возможность его использования исследователями с разным уровнем подготовки и знаний – **Repast**. Имеются и соответствующие примеры проведения исследований в данной среде и в России (например, [4, 5])

В начале 2000-х в университете Чикаго исследователями и разработчиками Sallach, Collier и др. [6] был разработан пакет **Repast 3** – семейство библиотек для многоагентного моделирования: **Repast J** основано на JAVA, **Repast .NET** как видно из названия базируется на C# и NQP (подмножество языка Python) и является основой для **Repast Py**. Эти библиотеки распространяются под лицензией «new BSD» (Berkeley Software Distribution). В дальнейшем эти разработки были расширены и улучшены Национальной Лабораторией Аргон (Argonne National Laboratory). Так как **Repast** распространяется под лицензией открытого исходного кода, в его разработке участвует несколько университетов, организаций и просто заинтересованные специалисты.

В последствие, основываясь на опыте эксплуатации этих трёх библиотек, был создан **Repast Symphony (RS)**. Он был переписан заново и использу-

ет полностью свою кодовую базу. RS проектировался с сильным фокусом на хорошо учтённые абстракции. В итоге получился инструмент с модульно-ориентированной архитектурой, которая позволяет любую часть (сетевые компоненты, система логирования и т.п.) заменить на другую. Также модульная архитектура позволяет наращивать функционал практически на любом слое взаимодействия компонентов без переписывания основной кодовой базы.

Сообщество Repast Simphony с каждым годом набирает обороты, что особенно видно в последние годы (выпущена новая версия, участие в летней школе Google с моделями, написанными на Repast и т.д.). Вот лишь несколько наиболее интересных вариантов промышленного применения RS в разных областях исследований.

Лаборатория изучения виртуального рынка является крупномасштабной моделью рынков потребления, построенной в сотрудничестве Национальной Лабораторией Аргон и корпорацией Procter & Gamble (P&G). Она представляет покупательское поведение потребителей, бизнеса розничной торговли и производителей в симулированном национальном рынке. Аргон и P&G успешно скалибровали, верифицировали и подтвердили результаты многоагентной модели. В ней было задействовано огромное количество реальных данных, по которым были проведено более 60-ти модульных тестов для подтверждения модели на истории. В последствие P&G использует модель для принятия управленческих решений в сложных ситуациях для уменьшения финансовых потерь [7].

Мониторинг, анализ и диагностика распределённых процессов в многоагентных системах (MADCABS). Эта модель создавалась для изучения процессов и контроля в сложных сетях. MADCABS использовался в многих разработках и исследованиях для изучения эффективности перцептрон-ориентированного обучения для изучения процессов сетей распределённых химических реакций [8].

Модель транспорта на водороде для Лос-Анджелеса, Калифорния. Эта модель построена на базе ГИС, где основные агенты – водители и инвесторы. Построена модель всего трафика, видов распределение видов транспорта, дос-

татка водителей, количества заправок и т.п. Модель позволяет выстраивать сценарий для водородных заправок и просчёт инвестиций в нужные районы для их постройки [9].

Процесс построения моделей в RS

В Repast Symphony реализовано несколько вариантов создания модели:

- Java или Groovy (подмножество языка Java) проект;
- ReLogo. Язык примитивов агентного моделирования;
- Блок-схемы.

ReLogo и блок-схемы генерируют, в конечном счете, проект на Java. Так что по сути, можно работать со всеми тремя вариантами, начиная от прототипирования на блок-схемах или ReLogo и более тонкой настройки впоследствии исходного кода. Также можно использовать огромную библиотеку Java приложений, в которой собраны десятки тысяч готовых решений для практически любых задач.

Repast Symphony состоит из двух частей: среда разработки и среда моделирования и анализа. Среда разработки Repast построена на базе Eclipse – популярной свободной интегрированной среды разработки модульных кроссплатформенных приложений. Eclipse служит в первую очередь платформой для разработки расширений, чем он и завоевал популярность: любой разработчик может расширить его своими модулями. На данный момент существует огромное количество готовых модулей, которые существенно облегчают написание программ, их тестирование, отладку, совместную работу и т.п. Также существуют модули для работы с GIS, базами данных, математическими вычислениями. Eclipse является платформо-независимой и может быть запущена практически в любой операционной системе (Windows, OSX, Linux).

Среда моделирования и анализа представляет собой отдельную программу, в которую компилируется сама модель. Интерфейс с изменяемыми элементами управления, графиками, а также входные данные и место, куда экспортируются выходные данные – всё это настраивается по усмотрению проектировщика. Конечный пользователь сможет управлять моделью, задавать необходимые параметры и входные данные, не прибегая к изменению в исходном коде с помощью визуальных средств управления.

Для работы с данными реализовано несколько механизмов. Они могут поступать как программы, интерфейсных значений, так и из любой базы данных. Выходные данные (их вид, количество и необходимые значения) могут быть сохранены в файл, загружены в базу или же выведены сразу в виде графиков, вид которых настраивается прямо из интерфейса.

Работа с многоагентной моделью подразумевает под собой также наглядный анализ данных в виде визуальной репрезентации. Для этого в Repast Symphony встроены 2D и 3D системы визуализации, причём 3D может тесно интегрироваться с ГИС. Обе системы могут задействовать OpenGL – платформенезависимую библиотеку для работы с графикой. В качестве примера на рис.2 представлена в среде моделирования и анализа трёхмерная модель Земли.



Рисунок 2 – Трёхмерная модель Земли

Ещё одна встроенная функция может быть полезна исследователям и аналитикам – возможность замораживать модель в текущем состоянии. В последствие этим состоянием можно поделиться с коллегой или продолжить дальнейший эксперимент, скорректировав немного входные данные.

Дополнительные модули и приложения

Как писалось выше, модульная архитектура Repast Symphony и достаточно либеральная лицензия позволяет использовать огромное количество дополнительных приложений. Некоторые из них интегрированы в запускаемый интерфейс. В частности: JUNG (Java Universal Network/Graph Framework) – аналитическая система графов (сетей) и JoSQL – использование SQL для объектов Java. С помощью этого механизма, можно производить SQL запросы во время паузы модели. Это существенно упрощает возможности всевозможные возможности выборки.

Таким образом, для решения наиболее проблемной части многоагентного моделирования, а именно, для построения модели в программной среде, в качестве последней целесообразно использовать распространяемый под лицензией открытого исходного кода программный продукт Repast Symphony. Описанные выше возможности формирования модели, определения её архитектуры, проведения исследований, визуализации и т.п., соответствуют современным требованиям к средствам моделирования и значительно расширяют возможности исследователей сложных систем.

Литература:

1. Макаров, В.Л. Социальное моделирование – новый компьютерный прорыв (агент-ориентированные модели) / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин. – М.: Экономика, 2013. – 295 с.
2. Современная практика социального моделирования конфликтных процессов /Под ред. Розина М.Д. – Р/Д: Изд-во СКНЦВШ ЮФУ, 2010. – 120 с.
3. Современная практика моделирования этносоциокультурной конфликтности на Юге России /Под ред. М.Д. Розина. /Авторы: Иванова М.И.,

Клаус Н.Г., Литвинов С.В., Мощенко И.Н., Носко В.И., Розин М.Д., Свечкарев В.П., Суший С.Я., Тымчук Д.А., Угольницкий Г.А.– Р/Д: Изд-во СКНЦВШ ЮФУ, 2012. – 160 с.

4. Свечкарев, В.П., Тымчук, Д.А. Многоагентное моделирование критических социальных поведений [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2010. №1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1e2010/175> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

5. Тымчук, Д.А. Многоагентная модель социальных взаимодействий на основе групповой идентичности [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона», 2011. – №1. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n1y2011/402> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

6. Collier N, Howe T, North MJ: Onward and upward: The transition to Repast 2.0. In Proceedings of the first annual North American Association for Computational Social and Organizational Science conference. Edited by Carley K. Carnegie Mellon University, Pittsburgh; 2003.

7. North MJ, Macal CM, St. Aubin J, Thimmapuram P, Bragen M, Hahn J, Karr J, Brigham N, Lacy ME, Hampton D: Multi-scale agent-based consumer market modeling. Complexity 2010, 15(5):37-47

8. Artel A, Teymour F, North MJ, Cinar A: A multi-agent approach using perceptron-based learning for robust operation of distributed chemical reactor networks. Int Sci J Eng App Artif Intell 2011, 24:1035-1045

9. Mahalik, M., G. Conzelmann, C. Stephan, M. Mintz, T. Veselka, G. Tolley, and D. Jones, Transition to Hydrogen Transportation Economy , Poster presentation at the National Hydrogen Association Annual Conference: Ramping up Commercialization, Sacramento, CA (March 30 – April 3, 2008).

10. Клаус Н.Г., Свечкарев В.П. Многоагентное моделирование конфликтных ситуаций: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2012. – 124 с.