

С.И. МАТОРИН, д-р техн. наук, БелГУ (г. Белгород, Россия),
М.В. МИХЕЛЕВ, БелГУ (г. Белгород, Россия),

ФОРМАЛИЗАЦИЯ МНОГОАГЕНТНЫХ СИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ТЕОРИИ ПАТТЕРНОВ

В статье рассмотрены многоагентные системы (МАС) и теория паттернов. Предложена модель, позволяющая формализовать структурную и функциональную часть агента. Также представлено описание МАС в виде алгебраической системы.

Ключевые слова: агент, многоагентные системы, теория паттернов.

Постановка проблемы. Развитие информационных технологий и современных компьютерных систем привело к тому, что при практической реализации распределенных систем возникли серьезные трудности с проектированием и описанием объединенных в единую сеть разнородных локальных компьютерных узлов. Главный смысл происходящих в настоящее время смен концепций состоит в переходе от индивидуальных систем к распределенной обработке информации и разработке многоагентных интеллектуальных систем (МАС).

Анализ литературы. Многоагентные системы (МАС) созданы для решения различных задач искусственного интеллекта, в которых присутствует несколько участников (интеллектуальных агентов).

Технология многоагентных систем – это новая парадигма информационной технологии, ориентированной на совместное использование научных и технических достижений и преимуществ, которые дают идеи и методы искусственного интеллекта, современные локальные и глобальные компьютерные сети, распределенные базы данных и распределенные вычисления, аппаратные и программные средства поддержки теории распределенности и открытости. Принципиальным отличием новой парадигмы построения прикладных систем является то, что в ней определяющим являются данные (факты), которые указывают направление вычислений [1, 2].

Интеллектуальные агенты – программные объекты (особый род компьютерных программ), которые способны взаимодействовать друг с другом, анализировать полученную информацию и выполнять процесс преобразования входного потока данных в выходной. Как правило, агенты могут обучаться для выполнения конкретной работы.

Уровень интеллектуальности (уровень интеллекта) определенного агента можно оценить как способность агента использовать старые знания в новых, может быть, заранее неизвестных ему ситуациях и проблемных областях, где оцениваемый агент приемлем как активный решатель задач.

Как правило, каждый агент (модуль) работает с определенной метафорой, определяющей функции и особенности исполнителя (человека). Идея каждой

метафоры – это инструментальная система (прототип), отражающая схему взаимодействия между исполнителями в данной ситуации.

Под интеллектуальным агентом в информатике и искусственном интеллекте понимаются любые физические или виртуальные единицы, способные, по крайней мере, поддерживать взаимодействие с окружающим миром, получая от него информацию, и, реагируя на нее своими действиями, проявлять собственную инициативу, посылать и получать сообщения от других агентов и вступать с ними во взаимодействие, действовать без вмешательства извне, в том числе и без вмешательства человека.

Интеллектуальные агенты, обладая развитым внутренним представлением внешней среды и возможностями рассуждений, способны запоминать и анализировать различные ситуации, предвидеть возможные реакции на свои действия, делать из этого выводы, полезные для дальнейших действий, и в результате прогнозировать свое будущее и изменения внешней среды. Интеллектуальные способности позволяют таким агентам строить виртуальные миры, работая в которых, они формируют планы действий [3].

Ульф Гренандер создал основы теории паттернов в период с 1960 по 1970 годы. Выход в свет работы Гренандера привлекло внимание специалистов в области распознавания образов, информатики и программирования. Эта теория обладает большой гибкостью, оригинальностью, глубиной математических и философских идей, она может быть использована в различных областях знаний [4]. Особый интерес представляет ее применение в системах, обладающих модульной структурой.

Гренандер в своей теории [5] использует объекты или паттерны четырех видов. Паттерн – означает образец, шаблон, шаблонную модель.

К первому типу относятся объекты, называемые образующими. Они моделируют относительно простые объекты реального мира, обладающие связями. Образующие также могут соединяться с другими объектами (образующими).

Из образующих, путем объединения их в группы, конструируются регулярные конфигурации, являющиеся объектами второго типа.

Объектами третьего типа теории являются изображения, получаемые следующим образом: сходные между собой регулярные конфигурации объединяются в множество, на котором определяются классы эквивалентности. Отношение эквивалентности, определяющее класс эквивалентности на множестве регулярных конфигураций, называется изображением.

Четвертым типом объектов являются образы. В теории паттернов образом называется множество изображений, инвариантных относительно преобразований подобия [6, 7].

Формальные методы теории паттернов, применяемые на каждом из четырех уровней, отличаются высокой степенью гибкости и позволяют

моделировать связи, соединения и преобразования подобия логических объектов реального мира.

Цель статьи – структурное и функциональное описание агента и MAC с помощью теории паттернов.

Формализация MAC. Для структурного и функционального описания агента и MAC воспользуемся теорией паттернов. Попробуем представить агента в терминах теории паттернов. Агент соответствует понятию образующей в данной теории. Под образующей в этой теории [5] понимается именованный объект, обладающий некоторыми признаками *a*, а так же входящими и выходящими связями (в свою очередь характеризующимися некоторыми показателями *b*).

В нашем случае экземпляр агента можно рассматривать как имя образующей. Процесс преобразования входного потока данных в выходной агента – как признак образующей, а связи взаимодействия агента с другими агентами – как связи образующей.

Общее описание MAC в виде алгебраической системы может быть представлено следующим образом:

$$MAC = (A, E, R, ORG),$$

где *A* – множество агентов, т.е. множество образующих; *E* – множество MAC, т.е. коммуникационная среда, в которой происходит взаимодействие с другими MAC; *R* – множество взаимодействий между агентами, т.е. множество конфигураций; *ORG* – представление данной MAC как изображения.

В рамках такой модели *i*-й агент (образующая) с точки зрения организации его интерфейса с другими элементами системы может быть описан как тройка

$$A_i = (E_i, R_i, ORG_i),$$

где *E_i* – MAC коммуникационной среды, в которой взаимодействует агент ($E_i \subset E$); *R_i* – подмножество связей данного агента с другими агентами ($R_i \subset R$); *ORG_i* – представление данной MAC как изображения.

Многоагентную систему можно представить в виде системы УФО-элементов. Система УФО-элементов строится на основе системологического подхода [8]. Системологический подход в первую очередь позволяет представить бизнес-систему как функциональный объект, связанный входными и выходными потоками с другими объектами (системами). Детализация этого положения приводит к рассмотрению бизнес-системы с трех сторон. С одной стороны, как перекрестка входных и выходных связей/потоков, т.е. как Узла. С другой стороны, как процесса (процедуры) преобразования элементов, втекающих по входным потокам, в элементы, вытекающие по выходным потокам, т.е. как Функции. С третьей стороны, как

материального явления, реализующего (выполняющего) функцию преобразования входа в выход, т.е. как Объекта.

Интеграция этих трех аспектов позволяет представить любую бизнес-систему как элемент Узел–Функция–Объект (УФО-элемент), формализующий три очевидных факта:

1) любая бизнес-система обязательно находится в структуре (является узлом) системы более высокого яруса (надсистемы);

2) любая бизнес-система обязательно как-либо функционирует (преобразует вход в выход);

3) любая бизнес-система (если она находится в структуре и функционирует) обязательно существует как материальное явление (персонал, здания, оборудование, документы и т.д. и т.п.):

$$o = F(\gamma, \phi) .$$

В нашем случае УФО-элемент с узлом ($У$) – перекрестком потоков o, γ, ϕ ; функцией (F) – процессом преобразования потоков γ, ϕ в поток o ; объектом (O) – материальным образованием, физически выполняющим данный процесс.

Многоагентная система будет состоять из агентов, каждый агент, в свою очередь, будет представлять из себя УФО-элемент. Проектирование МАС с использованием системно-объектного подхода (УФО) приводит к упрощению (автоматизации) построения моделей бизнес-систем. Это произойдет за счет того, что модель бизнес-системы будет строиться из готовых, относительно независимых, самостоятельных блоков (агентов).

Выводы. В результате проделанной работы был предложен новый метод формализации многоагентных систем.

Список литературы: 1. *Поспелов Д.А.* Многоагентные системы – настоящее и будущее // Информационные технологии и вычислительные системы. – 1998. – № 1. – С.14-21. 2. *Евгений Г.Б.* Мультиагентные системы компьютерной инженерной деятельности // Информационные технологии. – 2000. – № 4. 3. *Тарасов В.Б.* От многоагентных систем к интеллектуальным организациям: философия, психология, информатика – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 352 с. 4. *Шуткин Л.В.* О применении теории паттернов в компьютерных системах // <http://www.osp.ru/os/1995/06/31.htm>. 5. *Гренандер У.* Лекции по теории образов. Синтез образов. – М.: Мир, 1979. – 384 с. 6. *Шуткин Л.В.* Результаты и перспективы применения теории паттернов к компьютерам // НТИ. Сер. 2. – 1996. – № 12. – С. 13-21. 7. *Шуткин Л.В.* Паттерновые сети для моделирования информационных систем // <http://www.pvti.ru/stat/shutkin.pdf>. 8. *Маторин С.И.* Анализ и моделирование бизнес систем: системологическая объектно-ориентированная технология. – Харьков: ХНУРЭ, 2002. – 322 с.

УДК 651.326

Формалізація багатоагентних систем за допомогою теорії патернів / Маторін С.І., Міхлев М.В. // Вісник НТУ "ХПІ". Тематичний випуск: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2008. – № 49. – С. 96 – 99.

У статті розглянуті багатоагентні системи (БАС) і теорія патернів. Запропонована модель, що дозволяє формалізувати структурну і функціональну частину агента. Також представлений опис БАС у вигляді системи алгебри. Библиогр.: 8 назв.

Ключевые слова: агент, багатоагентні системи, теорія патернів.

UDC 651.326

Formalization of the multiagent systems by the theory of patterns / Matorin S.I., Mikhelev M.V. // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2008. – №. 49. – P. 96 – 99.

In article multiagent systems (MAS) and the theory of patterns are considered. It suggested allowing to formalize a structural model and functional part of the agent. Also description MAS in the form of algebraic system is presented. Refs: 8 titles.

Key words: agent, multiagent systems, theory of patterns.

Поступила в редакцию 28.10.2008