

Ю.Р. Валькман, д.т.н., зав. отд., Е.В. Муцаковская, аспирант, МНУЦИТиС НАН и МОН Украины

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В БИЗНЕСЕ

This research covers developing the concept of building software for agent-based simulation of business processes in BPMN notation. Building such a system would enable in-depth analysis and visualization of real business.

Ключевые слова: бизнес-процесс, BPMN, агенты, имитационное моделирование, мультиагентная платформа.

Введение. *Объектом данного исследования* является мультиагентная платформа универсальная для моделирования бизнес-процессов различных сфер. *Предмет исследования* – принципы построения описанной мультиагентной платформы. *Цель исследования* – определение принципов функционирования универсальной программной мультиагентной платформы для имитационного моделирования бизнес-процессов в нотации BPMN. *Ожидаемые результаты* – разработка концепции построения мультиагентной платформы в целом и агентов в отдельности для имитационного моделирования бизнес-процессов.

Моделирование и имитационный запуск бизнес-процессов с целью их оптимизации – относительно новая тема исследований, стоящая на стыке теоретической науки и бизнеса. Все значимые теоретические результаты должны незамедлительно получать свое практическое применение, ведь предприятия заинтересованы в использовании самых современных технологий для создания и сохранения конкурентных преимуществ.

В предыдущих публикациях [3-5] рассматривались вопросы актуальности имитационного моделирования процессов в бизнесе, а особое внимание было уделено проблеме выбора технологии, которая станет базисом для дальнейших разработок. Наиболее полно соответствовали требованиям мультиагентные системы, которые и были выбраны в качестве ключевого подхода к имитационному моделированию.

Дальнейшее исследование данной темы требует определения теоретических принципов построения мультиагентной платформы: формализации структуры и поведений типичных агентов системы.

1. Активности агентов: формализация и определение базиса

В общепринятой практике информационных технологий агент – это программно или аппаратно реализованная система, обладающая свойствами автономности, общественного поведения, реактивности и целенаправленной

активности. С переходом к прикладному аспекту программного моделирования мы обратимся к принципам алгебраического программирования [2], и будем рассматривать агента как автономную систему с индивидуальным поведением.

Возможные поведения агента определяются множеством допустимых поведений AL (Action Language), содержащим пустое поведение $0 \in AL$, а также признаки приостановки и завершения работы агента $P, \Omega \in AL$. Поведение агента моделируется по дискретному принципу и на каждом шаге он может выполнить любое действие из допустимого множества.

На данном множестве определим операцию композиции « \circ ». Выражение $x \circ y$, где $x, y \in AL$, означает, что на первом шаге наблюдения агент будет вести себя согласно поведению x , а когда оно закончится, приступит к действию y . При чем, определенное нами множество допустимых поведений будет замкнуто относительно операции композиции, то есть:

$$\forall x, y \in AL : (x \circ y) \in AL \quad (1)$$

Важно заметить, что на множестве допустимых поведений операция композиции в общем случае не имеет свойств коммутативности, то есть:

$$x, y \in AL : x \circ y \neq y \circ x \quad (2)$$

На основании элементов множества допустимых поведений агентов и операции композиции могут быть построены логические конструкции, являющие собой последовательности действий агентов. Назовем их композиционными цепочками.

Поскольку мультиагентные системы рассматриваются в разрезе моделирования бизнес-процессов, определим базовые элементы множества AL исходя из потребностей нотации BPMN.

Таким образом, простейшими базовыми элементами множества будут:

- Выполнение задачи;
- Генерация события с заданной вероятностью;
- Ожидание заданного количества тактов;
- Отсылка / ожидание сообщения и других сигналов.

Рассмотрим детальнее каждый из элементов, а также возможные средства их программной реализации.

2. Программная реализация простейших действий агентов

Важнейший по значению элемент множества AL – это выполнение задачи. С точки зрения программирования задача – это функция, в рамках выполнения которой агент выполняет вычисления или любые другие действия, но не общается с другими агентами.

Генерация события с заданной вероятностью с точки зрения теории агентов атомарная операция, которая программно может быть реализована следующим алгоритмом (Рис. 1).

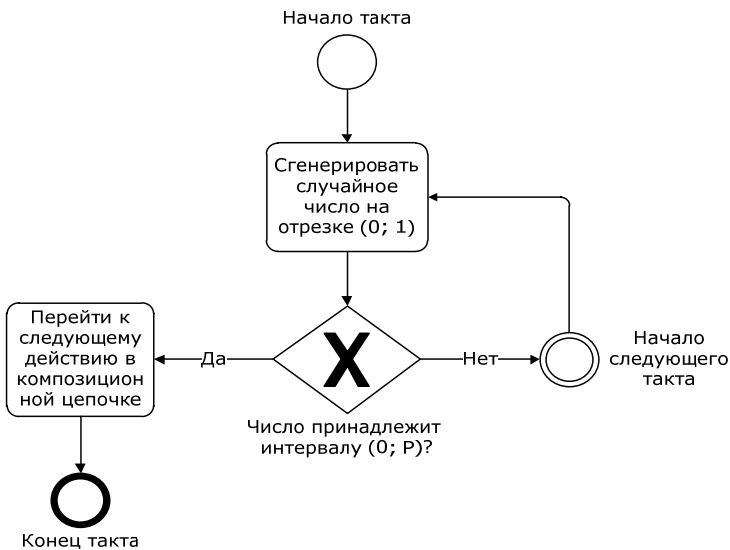


Рис 1. Генерация события с заданной вероятностью

Таким образом, агент не перейдет к следующему действию в композиционной цепочке, пока не будет сгенерировано данное событие.

В бизнес-процессах бывают случаи, когда требуется подождать определенный период времени, перед тем как, например, выслать пользователю напоминание.

Реализация данного поведения проста (Рис. 2) и включает в себя лишь одну проверку – истекло ли время ожидания (прошло ли заданное шагов дискретизации).

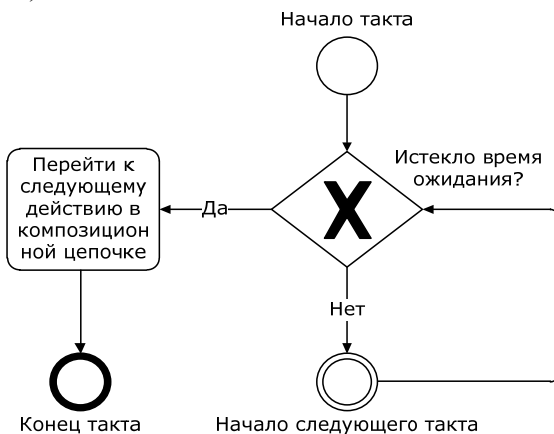


Рис 2. Ожидание заданного количества тактов

Для обеспечения свойств общественного поведения необходимо наладить механизм обмена сообщениями между агентами. Для этих целей мы предлагаем использовать почтовые ящики. Это значит, что у каждого агента есть свой автономный стек, в который другие агенты могут помещать свои сообщения. Агент-получатель «читает» полученные письма, отфильтровывая их в случае необходимости по заданным параметрам.

Обработка сообщений может быть как основным поведением агента, так и фоновым. В первом случае он не будет совершать никаких других действий пока не получит определенное письмо. Во втором случае обработка сообщений является побочным действием, но содержание полученных писем может повлиять на дальнейшее поведение агента.

Важно заметить, что в нотации BPMN кроме сообщений есть ряд других информационных инструментов, обеспечивающих общение: сигналы, ошибки, компенсации и остановки. С программной точки зрения все они (за исключением сигналов) могут быть реализованы на основе механизма обмена сообщениями.

Основное отличие сигнала от всех остальных типов сообщений – отсутствие адресности: агента, посылающего сигнал, не интересует, кто именно увидит его. Данную проблему предлагается решить следующим способом: ввести служебного агента-почтальона, который будет рассылать сигнал всем подписчикам, заинтересованным в его получении.

3. Сложные поведения агентов

В программной реализации рост сложности всегда связан с интеллектуализацией объектов и самостоятельным или квазисамостоятельным принятием ими решений, а значит влиянием на ход бизнес-процесса.

В нотации BPMN важнейшим элементом, определяющим изменение хода бизнес-процесса, является ветвление, после которого агент будет действовать согласно одной из веток.

В рамках формализации предлагается изображать ветвление в композиционной цепочке следующим образом: $V(x; y)$, где $x, y \in AL$.

Рассмотрим детальнее данную операцию на примере. Пусть действия $x, y, z \in AL$ обозначают соответственно генерацию случайного события (x) и выполнение двух задач (y, z), а схема в нотации BPMN выглядит, как показано на Рисунке 3.

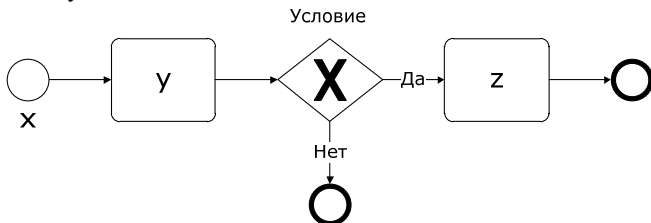


Рис.3. Модельный пример

Таким образом, действия агента будут иметь следующий вид:

$$Task = x \circ y \circ V(y; 0) \quad (3)$$

Существует три типа ветвлений:

- по данным;
- по решению агента;
- по событиям.

Первый случай наиболее простой с точки зрения программной реализации, поскольку являет собой простую проверку заданного условия.

Решение агента предлагается моделировать с помощью генератора случайных чисел следующим образом (Рис. 4).

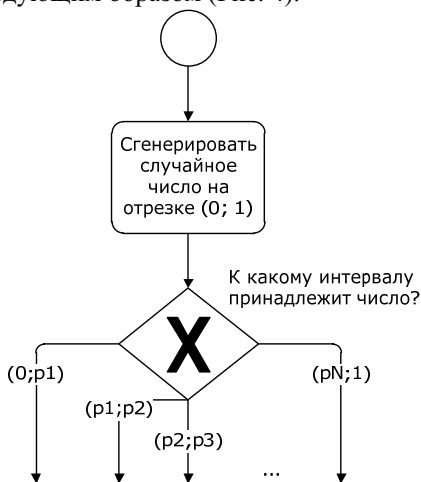


Рис.4. Ветвление по решению агента

Ветвление по событиям с программной точки зрения представляет собой использование оператора *case* для последовательной проверки наступления событий (например, события получения определенного сообщения).

Отдельным вопросом, требующим особого внимания, является распараллеливание бизнес-процессов. Одно из возможных решений данного вопроса – это запуск новых (служебных) агентов от имени основного. Для реализации данной стратегии мультиагентная платформа должна поддерживать иерархическую вложенность агентов с возможностью делегирования полномочий. Открытым остается вопрос управления памятью таких сложных иерархических агентов.

4. Сложные взаимодействия агентов

Когда каждую возможную функцию может выполнять лишь один агент, «общение» между ними реализуется тривиально. На практике одну и ту же функцию могут выполнять разные агенты, а значит, агент-заказчик должен

выбирать к какому исполнителю из множества он обратится.

Предлагается использовать два разных автономных подхода к решению данного вопроса. Рассмотрим их детальнее.

Первый подход предполагает непосредственный контакт с агентом из другого множества (Рис. 5). Выбор осуществляет заказчик на основании своей модели мира, а также исторических данных.

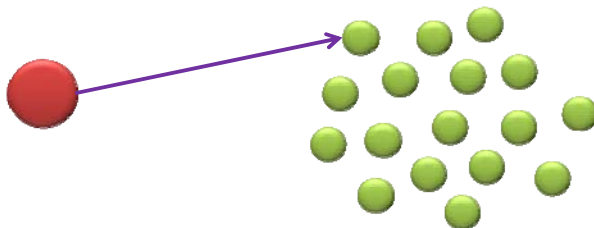


Рис. 5. Контакт с определенным агентом другого множества

Именно таким образом человек выбирает продавца на рынке.

Второй подход применим в случае, когда заказчик в силу различных обстоятельств не может повлиять на выбор исполнителя, и распределение заказов происходит по заданному алгоритму (Рис. 6).

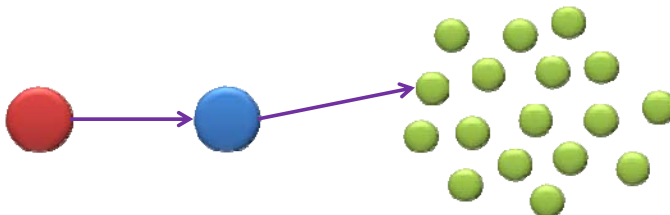


Рис. 6. Контакт с агентом-маршрутизатором и переключение по заданному алгоритму

Данный алгоритм описывает принципы обработки звонков колл-центром, когда переключение звонка происходит на оператора с наибольшим временем простоя.

5. Доска объявлений

При организации коммуникаций первый и ключевой вопрос: как агент сможет «узнать», что другие готовы «общаться» с ним и даже «оказывать услуги»?

Простейшим решением является применение технологии, так называемой доски объявлений. Рассмотрим ее подробнее.

Доска объявлений – это общая область памяти, в которую каждый агент может поместить свою запись с соответствующей тематической меткой. Предлагается использовать следующие принципы взаимодействия агентов с

доской объявлений:

- Если агент хочет быть доступным другим агентам, то должен добавить свою запись с соответствующей ключевой меткой;
- Если агент заинтересован в получении определенного вида услуг, то должен найти подходящего исполнителя в нужном разделе;
- Если агент не может более оказывать определенную услугу, то должен удалить свою запись из соответствующего раздела доски объявлений.

Рассмотрим на примере, что это значит. Пусть наш агент хочет, чтоб другие узнали, что он продает персики. Для этого он размещает на доске свое объявление с ключевой меткой «продаю персики». Теперь любой другой агент сможет найти его в разделе продавцов персиков и спросить, например, цену товара или сразу совершить покупку. Если у продавца закончится товар, он просто удалит свою запись с доски объявлений.

Таким образом, жизненный цикл агента можно представить с помощью следующей схемы (Рис. 7).

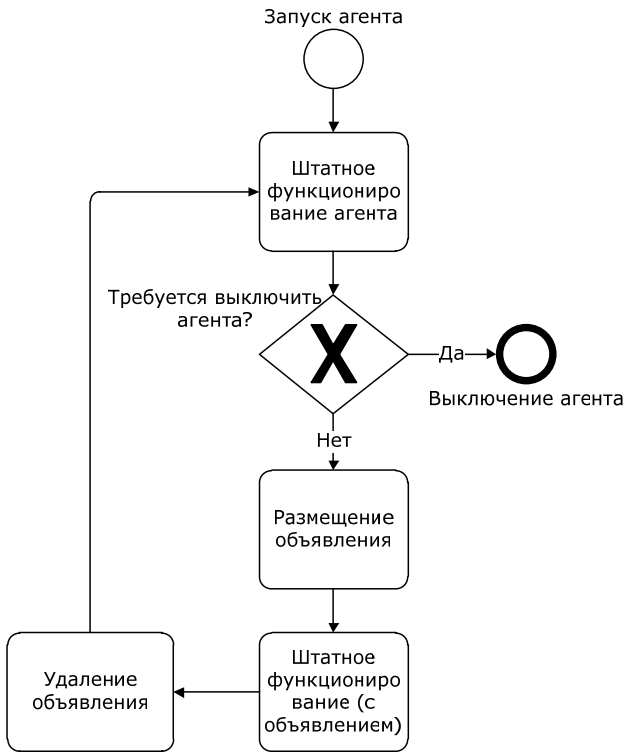


Рис 7. Жизненный цикл агента

Заключение. В результате проведенных исследований были предложены принципы построения мультиагентной платформы для имитационного моделирования бизнес-процессов. На основании вышеизложенной концепции будет написано техническое задание для программной реализации описанной мультиагентной платформы.

Открытыми все еще остаются вопросы выбора способа графической реализации процессов, а также интеллектуализации агентов, что является темой для дальнейших исследований.

1. Введение в нотацию BPMN 2.0 [Электронный ресурс]. --- Режим доступа: http://www.bpmn.de/images/BPMN2_0_Poster_RU.pdf
2. В.А. Петрухин, Е.М. Лаврищева. Курс: Методы и средства инженерии программного обеспечения. Интернет университет информационных технологий [Электронный ресурс]. --- Режим доступа: <http://www.intuit.ru/department/se/swebok/5/6.html>
3. Муцаковская Е.В. Имитационное моделирование бизнес-процессов в фармацевтике / Е.В. Муцаковская // Сборник тезисов САИТ, XI международная научно-техническая конференция УНК ИПСА НТУУ «КПИ», 2009 – с. 534.
4. Валькман Ю.Р., Муцаковская Е.В. Об одном подходе к построению системы имитационного моделирования бизнес-процессов / Ю.Р.Валькман, Е.В.Муцаковская // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць, 2009 --- №53 --- с. 54-61.
5. Муцаковская Е.В. Использование мультиагентных технологий для имитационного моделирования розничных продаж / Е.В. Муцаковская // Конференция «Интеллектуальный анализ информации», 2010 – с. 298-303.

Поступила 24.02.2011г.

УДК 004.83

Ю.В.Добронравин, аспирант Международного Научно-Учебного Центра Информационных Технологий и Систем

С.М.Чугунова, соискатель Университета Менеджмента Образования АПН

МОДЕЛЬ КОГНИТИВНОГО ПРОСТРАНСТВА СИСТЕМЫ GUIDE BOT TOPOLOGY

Results of two experiments intended to discover implicit regularities in the way of human interpretation of spacial information are used as base to develop models for navigation in complex environment of virtual reality agents.

Введение

Способность перемещения и навигации в пространстве является ключевым условием выживания большинства живых организмов. По мере
© Ю.В.Добронравин, С.М.Чугунова