

УДК 004.9, 519.8 ББК 22.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ОБЪЕКТНО–ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОДХОДА В ИМИТАЦИОННОМ МОДЕЛИРОВАНИИ

© М.Г. Краснобаева

Самарская государственная областная академия (Наяновой)

Аннотация. В работе рассмотрен подход, позволяющий использовать преимущества объектно-ориентированного программирования в имитационных моделях. На примере системы AnyLogic рассмотрен процесс проектирования имитационной модели и основные элементы, которые используются в данном процессе. На основе анализа организации и структуры процесса моделирования выделены объекты, управление которыми может осуществляться путем написания программ на высокоуровневом языке программирования.

Ключевые слова: имитационное моделирование, дискретно-событийное моделирование, системы массового обслуживания, объекты.

Для исследования и описания поведения сложных систем зачастую используют имитационное моделирование. Хотя данный подход и является частным случаем математического моделирования, зачастую используется в качестве альтернативы. Основным преимуществом имитационного моделирования является возможность разбиения сложной системы на наборы более простых подсистем. В этом случае вместо явного математического описания взаимоотношения между входными и выходными переменными математической модели, при имитационном моделировании реальная система разбивается на ряд достаточно малых (в функциональном отношении) элементов или модулей. Затем поведение исходной системы имитируется как поведение совокупности этих элементов, определенным образом связанных (путем установки соответствующих взаимосвязей) в единое целое [1, 7]. Реализация такой модели обеспечивает поэлементный проход, согласно установленным связям, от начального (входного) элемента до конечного (выходного).

Методы имитационного моделирования находят широкое применение в задачах оптимизации и прогнозирования в сфере экономики и коммерции, производстве, социальной сфере, моделирования систем массового обслуживания, систем связи, оценки поведения потребителей и пр. Большинство прикладных задач можно описать как системы массового обслуживания и для их решения использовать инструментарий имитационного моделирования. На практике любую ситуацию исследования операций или принятия решений можно в той или иной мере рассматривать как систему массового обслуживания.

Выделяют три вида имитационного моделирования: агентное моделирование, дискретно-событийное моделирование и системную динамику. Чаще всего для описания моделей используется дискретно-событийный подход, как наиболее развитый и эффективный в решении прикладных задач в области транспортных, производственных систем и логистики. При дискретно-событийном моделировании применяется объектно-ориентированный подход, который согласно определению Г. Буча [1] понимается как технология создания программного обеспечения, основанная на представлении программы в виде совокупности программных объектов, каждый из которых является экземпляром определенного типа (класса), а классы образуют иерархию с наследованием свойств. Как правило, полученные решения являются простыми для модификации и обслуживания и более пригодны для повторного использования, поэтому данный подход используется для реализации сложных систем.

Для разработки систем имитационного моделирования в настоящее время активно используется объектно-ориентированная технология. При этом предпринимаются попытки создания как универсального средства, так и предметно-ориентированных систем (для имитации системы массового обслуживания, цепей поставок и т. д.). Наибольшее количество работ посвящено рассмотрению дискретных имитационных моделей, состояния которых меняются в определенные моменты времени.

Их построение может быть выполнено с использованием трех подходов: событийного (в основе лежит список упорядоченных по времени событий, наступление которых определенным образом планируется), сканирования активностей (планирования наступления событий

не происходит, а действия совершаются по мере выполнения определенных условий), процессно-ориентированного (с точки зрения «жизненного цикла» объекта) [2].

Процесс моделирования каждой из рассмотренных систем можно поделить на две части:

- моделирование объектов сети;
- моделирование «управляющего контура» системы.

Таким образом, объектно-ориентированный подход в разработке имитационных моделей согласуется с объектной декомпозицией цепей поставок [3, 4].

В настоящее время на рынке средств имитационного моделирования представлено очень большое количество различных систем имитационного моделирования. Можно говорить о нескольких десятках примерно равноценных по своим возможностям систем. Это такие системы, как SLX, GPSS, Arena, Promodel, AnyLogic, MODSIM и другие.

Следует заметить, что работа с AnyLogic требует знания основ языка программирования Java, поэтому процесс моделирования относительно сложен. Тем не менее, язык Java является современным объектно-ориентированным языком программирования, и полностью отвечает поставленным требованиям. Возможности системы позволяют реализовывать такие модели как цепи поставок, событийная генерация новых агентов, а также динамические событийные модели доставки продуктов.

Основным средством процессного моделирования в AnyLogic является Библиотека Моделирования Процессов. В эту библиотеку вошли объекты для определения «потока» процесса (process workflow) такие Source (источник), Sink (выход из системы), Delay (задержка), Queue (очередь), Service (обслуживание), SelectOutput (выбор пути) и другие, а также задействованные в процессе ресурсы. Элементы, которые обеспечивают динамику модели называются агентами. Т. к. параметры в моделируемой системе могут изменяться динамически, а действия могут зависеть от атрибутов агентов, каждый из объектов должен обладать возможностями гибкой настройки. В системе AnyLogic подобные возможности реализованы через «точки расширения» типа действий, определяемых для входов и выходов объектов – это места, где можно определить действия, производимые над агентами при их прохождении через объект. Базовый тип агентов Agent,

в свою очередь, может быть расширен путём добавления параметров и методов. Компоненты модели, построенные из блоков библиотеки моделирования процессов, могут взаимодействовать с компонентами системной динамики, с агентами или с низкоуровневыми примитивами AnyLogic - диаграммами состояний и событиями [5].

Для сложных систем модель разбивается на компоненты (подпроцессы), в каждом из которых действуют определенные типы агентов. Можно определить входы и выходы из подпроцесса, поместить их на внешний интерфейс агента и скрыть его реализацию. На верхнем уровне нужно оперировать такими объектами как блоками, соединяя их входы и выходы. Можно создать несколько экземпляров агента с разными параметрами, в том числе и в других проектах.

Библиотека моделирования процессов оснащена анимационными средствами AnyLogic и позволяет создавать анимации процессов любой степени сложности, в том числе иерархические. Таким образом, библиотека моделирования процессов AnyLogic поддерживает дискретно-событийный или «процессный» подход моделирования. Можно моделировать системы реального мира, с помощью объектов библиотеки моделирования процессов, динамика которых представляется как последовательность операций (прибытие, задержка, захват ресурса, разделение и т. д.) над агентами, представляющими клиентов, документы, звонки, пакеты данных, транспортные средства и т. п. Эти агенты могут обладать определёнными атрибутами, влияющими на процесс их обработки (например, тип звонка, сложность работы) или накапливающими статистику (общее время ожидания, стоимость).

Процессы задаются в форме потоковых диаграмм (блок-схем) – графическом представлении, принятом во многих областях: производстве, бизнес-процессах, центрах обработки звонков, логистике, здравоохранении и т. д. Потоковые диаграммы AnyLogic иерархичны, масштабируемы, расширяемы и объектно-ориентированы, что позволяет пользователю моделировать сложные системы любого уровня детальности. Другой важной особенностью библиотеки моделирования процессов является возможность создания достаточно сложных анимаций процессных моделей [6]. Среда моделирования AnyLogic поддерживает проектирование, разработку, документирование модели, выполнение

компьютерных экспериментов с моделью, включая различные виды анализа — от анализа чувствительности до оптимизации параметров модели относительно некоторого критерия.

Таким образом, использование объектно-ориентированного подхода позволяет проектировать сложные многоуровневые имитационные модели, транслировать их в объектные структуры, проводить объектную декомпозицию и автоматизировать управление системы с помощью высокоуровневого языка программирования.

RESEARCH OF OPPORTUNITIES OF OBJECT-ORIENTED APPROACH IN IMITATING MODELLING

© M.G. Krasnobaeva

Samara state regional academy (Nayanova)

Abstract. In this paper the approach is considered which allows to use the advantages of object-oriented programming applying to imitation models. The modelling process is considered and the basic elements defined in the AnyLogic modeling system. Basic objects are defined according to analysis of organization and structure of the modeling process. Object-oriented programming languages can be used to control the modeling process and objects interaction and behavior.

Key words: imitation modelling, discrete-event systems, queueing models, objects.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Буч Г. Объектно-ориентированный анализ и проектирование с примерами приложений на C++. – СПб.: Невский диалект, 1999. – 560 с.
2. Лоу А.М., Кельтон В.Д. Имитационное моделирование. Классика CS 3-е изд. СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2004. – 847с.
3. Дыбская В.В., Зайцев Е.И., Сергеев В.И., Стерлигова А.Н. Логистика: полный курс МВА (учебник). – М.: ЭКСМО, 2008. – 944 с
4. “Java For AnyLogic Users” [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.xjtek.com/files/book/Java_for_AnyLogic_users.pdf – Загл. с экрана.

5. О библиотеке моделирования процессов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/anylogic/help/index.jsp?nav=/1> – Загл. с экрана.

6. Дискретно- событийное моделирование [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/anylogic/help/index.jsp?nav=/2> – Загл. с экрана.

7. Таха Х. А. Имитационное моделирование // Введение в исследование операций Operations Research: AnIntroduction. — 7-е изд. — М.: Вильямс, 2007. — 912 с.