Современные методы имитационного моделирования

Саргсян Арам Грачьяевич

Содержание

# 1 Введение

Имитационное моделирование — это процесс создания моделей реальных систем или процессов с использованием компьютерных средств. Оно является одним из самых эффективных и популярных методов для исследования и оптимизации сложных систем, таких как промышленные производственные процессы, транспортные системы, финансовые рынки и т.д. Имитационное моделирование широко используется во многих областях, включая медицину и биологию, экономику и финансы. При этом результаты будут определяться случайным характером процессов. По этим данным можно получить достаточно устойчивую статистику. Экспериментирование с моделью называется имитацией.

Её преимуществами являются возможность проводения эксперимента с моделью в безопасных условиях, сокращение времени и затрат, которые связаны с проведением реальных экспериментов, а также возможность анализирования данных, которые не могут быть получены в реальных экспериментах. Недостатками имитационного моделирования можно считать сложность создания моделей и необходимость в большом количестве входных данных. Имитационное моделирование является мощным инструментом анализа и оптимизации бизнес-процессов, систем и проектов.

Существует огромное количество методов имитационного моделирования, которые могут быть использованы для решения разных задач. Некоторые методы, такие как дискретно-событийное моделирование, подходят для моделирования процессов, которые происходят в дискретные моменты времени, например, в производственных процессах, а другие, как системная динамика, позволяют моделировать динамику сложных систем, включая обратную связь, неравновесные процессы и адаптивное поведение.

Давайте рассмотрим некоторые из наиболее распространенных методов имитационного моделирования и их применение в различных областях. Также исследуем преимущества и недостатки каждого метода и сравним их для определения наилучшего подхода в различных ситуациях.

# 2 Основные методы моделирования

## 2.1 Дискретно-событийное моделирование

Дискретно-событийное моделирование — это метод моделирования динамики систем, которые могут быть описаны как последовательность дискретных событий. В данном методе модель системы строится из набора событий, которые могут изменять состояние системы, а также вызывать другие события.

Каждое событие моделируется как объект, который содержит информацию о том, когда это событие должно произойти, какие параметры должны быть изменены и какие действия должны быть выполнены. Кроме того, модель системы может содержать набор очередей, которые позволяют отслеживать, какие события должны быть обработаны в текущий момент времени.

Процесс моделирования начинается с инициализации системы и установки начального состояния. Затем, система переходит в режим ожидания следующего события, которое должно быть обработано. Когда событие происходит, модель изменяет состояние системы в соответствии с определенными правилами и добавляет новые события в очередь событий.

Система дискретно-событийного моделирования, кроме переменных, определяющих состояние системы, и логики, определяющей, что произойдет в ответ на какое-то событие,, содержит следующие компоненты:

* часы — основной компонент системы, синхронизирующий изменения системы;
* список событий — система должна содержать хотя бы один список событий моделирования;
* генераторы случайных чисел;
* статистика;
* условие завершения;

Дискретно-событийное моделирование может быть использовано для изучения поведения различных типов систем, включая производственные системы, транспортные системы, системы обслуживания клиентов и многие другие. Кроме того, данный метод позволяет проводить различные эксперименты с системой, изменяя параметры и оценивая их влияние на производительность и эффективность системы.

Системы дискретно-событийного моделирования чаще всего являются проблемно-ориентированныеми языками программирования или библиотеками для высокоуровневых языков. Наиболее известные: Arena, SIMSCRIPT, SLAM, SIMAN, GPSS.

Для наглядности можем рассмотреть простейший пример моделирования работы парикмахерской с использованием средства GPSS.

## 2.2 Системная динамика

Системная динамика — это метод, который используется для моделирования систем, где процессы происходят непрерывно и могут изменяться со временем. Данный метод используется для анализа сложных систем, таких как экономические системы и системы здравоохранения. Примером использования системной динамики может служить моделирование экономической системы для прогнозирования рыночных тенденций и разработки стратегий управления рисками.

Системно-динамическая модель состоит из набора абстрактных элементов, которые представляют свойства моделируемой системы. Можно выделить следующие типы элементов:

* уровни — характеристика накопленных значений величин внутри системы;
* потоки — скорости изменения уровней;
* вентили — функции зависимости потоков от уровней;
* каналы информации, соединяющие вентили с уровнями;
* линии задержки (запаздывания) — для имитации задержки потоков;
* вспомогательные переменные.

## 2.3 Агентное моделирование

Агентное моделирование — это метод, который используется для моделирования систем, где процессы зависят от поведения отдельных элементов системы, называемых агентами. Агенты могут иметь различные свойства и взаимодействовать друг с другом. Данный метод можно использовать для моделирования социальных систем, например для поведения групп людей или животных. Агентное моделирование включает в себя клеточные автоматы, элементы теории игр, сложных систем, мультиагентных систем и эволюционного программирования, методы Монте-Карло, использует случайные числа. Примером использования агентного моделирования может служить моделирование движения транспорта в городе для определения наиболее эффективных маршрутов и улучшения потока транспорта. В основе агентоориентированных моделей лежат такие идеи, как объектная ориентированность, обучаемость агентов (или их эволюция) и сложность вычислений. Основные свойства агентов:

* интеллектуальность
* наличие жизненной цели

# 3 Сравнение методов

В таблице [1](#tbl:tab1) приведено краткое описание всех перечисленных методов моделирования.

Table 1: Таблица сравнения основных методов имитационного моделирования

| **Имя метода** | **Описание** | **Преимущества** | **Недостатки** |
| --- | --- | --- | --- |
| **дискретно-событийное моделирование** | основано на изменении состояния системы в ответ на дискретные события | очень точное моделирование ситуаций, где существует множество дискретных событий | cложно моделировать ситуации, где события происходят непрерывно |
| **системная динамика** | основано на анализе изменения системы во времени | способность моделировать сложные системы, учитывая динамические факторы | моделирование на основе системной динамики может быть сложным и требовательным к ресурсам |
| **агентное моделирование** | основано на анализе взаимодействия индивидуальных агентов | способность моделировать поведение индивидуальных агентов, а также взаимодействия между ними | сложность в моделировании большого количества агентов |
| **гибридное моделирование** | использование комбинации различных методов для моделирования системы | способность моделировать сложные системы, комбинируя преимущества различных методов | требование больших ресурсов и сложности в реализации |

# 4 Выводы

Таким образом, я могу сказать, что имитационное моделирование — это мощный инструмент для исследования и оптимизации сложных систем. Существует множество различных методов имитационного моделирования, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки. Выбор метода зависит от конкретной системы, которую необходимо моделировать.

# 5 Список литературы