Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

«Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»

Институт энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Информационных технологий

Расчетно-графическое задание

по дисциплине «Методы исследования операций»

на тему

«Событийный метод моделирования в СМО»

Выполнила ст. гр. ИТ-32

Курбатова Софья Андреевна

Проверил:

Доцент

Подгорный Н.Н.

Белгород, 2021

Содержание

[Введение 3](#_Toc90688753)

[1. основные методы организации вычислений в СМО 5](#_Toc90688754)

[1.1. Аналитический подход к моделированию 5](#_Toc90688755)

[1.1.2. Пример 1: Модель экономической системы 5](#_Toc90688756)

[1.1.3. Пример 2: Математическая модель физической системы 6](#_Toc90688757)

[1.2. Имитационный подход к моделированию 6](#_Toc90688758)

[2. Событий метод организации вычислений 7](#_Toc90688759)

[2.1. Сущность метода 7](#_Toc90688760)

[2.2. Схема реализации событийного метода 8](#_Toc90688761)

[2.2.2. Алгоритм событийного метода имитационного моделирования 8](#_Toc90688762)

[2.3. Примеры использование событийного метода имитационного моделирования 9](#_Toc90688763)

[2.3.1. Пример 3: задача для имитационного моделирования 9](#_Toc90688764)

[3. Вывод 10](#_Toc90688765)

[Список литературы 11](#_Toc90688766)

Введение

При исследовании операций, под которым будем понимать применение математических, количественных методов для обоснования решений во всех областях целенаправленной человеческой деятельности, часто приходится сталкиваться с системами, предназначенными для многоразового использования при решении однотипных задач [1]. Возникающие при этом процессы получили название процессов обслуживания, а системы — систем массового обслуживания (СМО). Примерами таких систем являются телефонные системы, ремонтные мастерские, вычислительные комплексы, билетные кассы, магазины, парикмахерские и т.п.

Каждая СМО состоит из определенного числа обслуживающих единиц (приборов, устройств, пунктов, станций), которые будем называть каналами обслуживания. Каналами могут быть линии связи, рабочие точки, вычислительные машины, продавцы и др. По числу каналов СМО подразделяют на одноканальные и многоканальные.

Заявки поступают в СМО обычно не регулярно, а случайно, образуя так называемый случайный поток заявок (требований). Обслуживание заявок, вообще говоря, также продолжается какое-то случайное время. Случайный характер потока заявок и времени обслуживания приводит к тому, что СМО оказывается загруженной неравномерно: в какие-то периоды времени скапливается очень большое количество заявок (они либо становятся в очередь, либо покидают СМО необслуженными), в другие же периоды СМО работает с недогрузкой или простаивает.

Предметом теории массового обслуживания является построение математических моделей, связывающих заданные условия работы СМО (число каналов, их производительность, характер потока заявок и т.п.) с показателями эффективности СМО, описывающими ее способность справляться с потоком заявок.

В качестве показателей эффективности СМО используются: среднее число заявок, обслуживаемых в единицу времени; среднее число заявок в очереди; среднее время ожидания обслуживания; вероятность отказа в обслуживании без ожидания; вероятность того, что число заявок в очереди превысит определенное значение и т.п.

СМО делят на два основных типа (класса): СМО с отказами и СМО с ожиданием (очередью). В СМО с отказами заявка, поступившая в момент, когда все каналы заняты, получает отказ, покидает СМО и в дальнейшем процессе обслуживания не участвует (например, заявка на телефонный разговор в момент, когда все каналы заняты, получает отказ и покидает СМО необслуженной). В СМО с ожиданием заявка, пришедшая в момент, когда все каналы заняты, не уходит, а становится в очередь на обслуживание.

СМО с ожиданием подразделяются на разные виды в зависимости от того, как организована очередь: с ограниченной или неограниченной длиной очереди, с ограниченным временем ожидания и т.п.

Для классификации СМО важное значение имеет дисциплина обслуживания, определяющая порядок выбора заявок из числа поступивших и порядок распределения их между свободными каналами. По этому признаку обслуживание заявки может быть организовано по принципу "первая пришла — первая обслужена", "последняя пришла — первая обслужена" (такой порядок может применяться, например, при извлечении для обслуживания изделий со склада, ибо последние из них оказываются часто более доступными) или обслуживание с приоритетом (когда в первую очередь обслуживаются наиболее важные заявки). Приоритет может быть как абсолютным, когда более важная заявка "вытесняет" из-под обслуживания обычную заявку (например, в случае аварийной ситуации плановые работы ремонтных бригад прерываются до ликвидации аварии), так и относительным, когда более важная заявка получает лишь "лучшее" место в очереди.

1. основные методы организации вычислений в СМО

Моделирование — универсальный метод получения, описания и использования знаний. Применяется в любой профессиональной деятельности.

По виду моделирования модели делят: на эмпирические — полученные на основе эмпирических фактов, зависимостей; теоретические — полученные на основе математических описаний, законов; смешанные, полуэмпирические — полученные на основе эмпирических зависимостей и математических описаний. Нередко теоретические модели появляются из эмпирических, например, многие законы физики первоначально были получены из эмпирических данных [2].

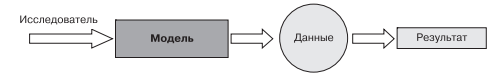
* 1. Аналитический подход к моделированию

Модель в традиционном понимании представляет собой результат отображения одной структуры (изученной) на другую (малоизученную). Так, отображая физическую систему (объект) на математическую (например, математический аппарат уравнений), получим физико-математическую модель системы, или математическую модель физической системы. Любая модель строится и исследуется при определенных допущениях, гипотезах. Делается это обычно с помощью математических методов.

Использовать такую модель легко, например, имея данные о продажах за предыдущие месяцы, по формуле мы получим прогноз на будущий месяц (см п. 1.1.1).

Такой подход к моделированию в литературе называют аналитическим. Аналитический подход к моделированию базируется на том, что исследователь при изучении системы отталкивается от модели. В этом случае он по тем или иным соображениям выбирает подходящую модель. Пример такого движения показан на рисунке 1.1.

Как правило, это теоретическая модель, закон, известная зависимость, представленная чаще всего в функциональном виде (например, уравнение, связывающее выходной параметр y с входными воздействиями x1, x2…). Варьирование входных параметров на выходе даст результат, который моделирует поведение системы в различных условиях.



* + - 1. Движение от модели к результату
    1. Пример 1: Модель экономической системы

Рассмотрим экономическую систему. Величина ожидаемого спроса s на будущий месяц (t + 1) рассчитывается на основе формулы s(t + 1) = [s(t) + s(t − 1) + s(t − 2)] / 3, то есть как среднее от продаж за предыдущие три месяца. Это простейшая математическая модель прогноза продаж. При построении этой модели были приняты следующие гипотезы:

1. Годовая сезонность в продажах отсутствует.

2. На величину продаж не влияют никакие внешние факторы: действия конкурентов, макроэкономическая ситуация и т. Д

* + 1. Пример 2: Математическая модель физической системы

Рассмотрим физическую систему. Тело массой m, на которое воздействует сила F, скатывается по наклонной плоскости с ускорением a. Исследуя такие системы, Ньютон получил математическое соотношение F = ma.

Это математическая модель физической системы. При построении этой модели были приняты следующие гипотезы:

1. Поверхность идеальна (то есть коэффициент трения равен нулю).

2. Тело находится в вакууме (то есть сопротивление воздуха равно нулю).

3. Масса тела неизменна.

4. Тело движется с одинаковым постоянным ускорением в любой точке. При моделировании многих физических явлений мы используем закон Ньютона и делаем выводы.

* 1. Имитационный подход к моделированию

Имитационное моделирование — это частный случай математического моделирования. Существует класс объектов, для которых по различным причинам не разработаны аналитические модели или создание аналитической модели принципиально невозможно. Также могут быть не разработаны методы решения полученной модели либо решения неустойчивы. В этом случае аналитическая модель заменяется имитатором или имитационной моделью.

В отличие от аналитического решения дифференциальных уравнений, в результате которых получается формула, чётко указывающая, какие параметры влияют на моделируемую систему и как эти параметры связаны друг с другом, в результате имитационного моделирования получается набор чисел, не позволяющий установить связь между параметрами.

Имитационным моделированием иногда называют получение частных численных решений сформулированной задачи на основе аналитических решений или с помощью численных методов[3].

Под имитационной моделью будем понимать логико-математическое описание объекта, которое может быть использовано для экспериментирования на компьютере в целях проектирования, анализа и оценки функционирования объекта.

К имитационному моделированию прибегают, когда:

1. Дорого или невозможно экспериментировать на реальном объекте;

2. Невозможно построить аналитическую модель: в системе есть время, причинные связи, последствие, нелинейности, стохастические (случайные) переменные;

3. Необходимо сымитировать поведение системы во времени.

Цель имитационного моделирования состоит в воспроизведении поведения исследуемой системы на основе результатов анализа наиболее существенных взаимосвязей между её элементами или разработке симулятора (англ. simulation modeling) исследуемой предметной области для проведения различных экспериментов.

В каждой модели-имитации можно выделить ряд основных процессов (этапов), через которые проходит разработчик в течение работы над проектом:

- разработка модели исследуемой системы (при этом она разбивается на частные модели или модули, связанные между собой функционально);

- выбор ключевых характеристик объекта, а также анализ их самих и способов их заложения в модель;

- заложение в систему некоторых модулей, которые имитируют воздействие на систему внешней среды;

- выбор способов исследования имитационной модели в соответствии с методами планирования экспериментов.

Область применения: Бизнес-процессы, Бизнес-симуляция, Боевые действия, Динамика населения, Дорожное движение, Производство, Рынок и конкуренция, Сервисные центры, Цепочки поставок, Уличное движение и т.д.

В программах имитационного моделирования СМО преимущественно реализуется событийный метод организации вычислений.

1. Событий метод организации вычислений
   1. Сущность метода

Сущность событийного метода заключается в отслеживании на модели последовательности событий в том же порядке, в каком они происходили бы в реальной системе. Вычисления выполняют только для тех моментов времени и тех частей (процедур) модели, к которым относятся совершаемые события. Другими словами, обращения на очередном такте моделируемого времени осуществляются только к моделям тех элементов (устройств, накопителей), на входах которых в этом такте произошли изменения. Поскольку изменения состояний в каждом такте обычно наблюдаются лишь у малой доли ОА, событийный метод может существенно ускорить моделирование по сравнению с инкрементным методом, в котором на каждом такте анализируются состояния всех элементов модели.

* 1. Схема реализации событийного метода

Рассмотрим возможную схему реализации событийного метода имитационного моделирования (СИМ).

Моделирование начинается с просмотра операторов генерирования заявок, т.е. с обращения к моделям источников входных потоков. Для каждого независимого источника такое обращение позволяет рассчитать момент генерации первой заявки. Этот момент вместе с именем — ссылкой на заявку — заносится в список будущих событий (СБС), а сведения о генерируемой заявке — в список заявок (СЗ).

Запись в СЗ включает в себя имя заявки, значения ее параметров (атрибутов), место, занимаемое в данный момент в СИМ. В СБС события упорядочиваются по увеличению моментов наступления.

Затем из СБС выбирают совокупность сведений о событиях, относящихся к наиболее раннему моменту времени. Эта совокупность переносится в список текущих событий (СТС), из которого извлекаются ссылки на события. Обращение по ссылке к СЗ позволяет установить место в СИМ заявки A, с которой связано моделируемое событие. Пусть этим местом является устройство X. Далее программа моделирования выполняет действия, представленные на рисунке 2.2.

|  |
| --- |
| http://ok-t.ru/life-prog/baza2/3193803199378.files/image637.gif |

* + - 1. Событийный метод имитационного моделирования
    1. Алгоритм событийного метода имитационного моделирования

Алгоритм может быть описан следующим порядком действий:

1. Программа моделирования изменяет параметры состояния устройства X; например, если заявка A освобождает X, а очередь к X не была пуста, то в соответствии с заданной дисциплиной обслуживания из очереди к X выбирается заявка B и поступает на обслуживание в X;

2. В программе прогнозируется время наступления следующего события, связанного с заявкой B, путем обращения к модели устройства X, в которой рассчитывается продолжительность обслуживания заявки B; сведения об этом будущем событии заносятся в СБС и СЗ;

3. В программе происходит имитация движения заявки A в СИМ по маршруту, определяемому заданной программой моделирования, до тех пор, пока заявка не придет на вход некоторого ОА; здесь либо заявка задерживается в очереди, либо путем обращения к модели этого ОА прогнозируется наступление некоторого будущего события, связанного с дальнейшей судьбой заявки A; сведения об этом будущем событии также заносятся в СБС и СЗ;

4. Полученные в результате выполненных в п. 1-3 действия данные могут быть записаны в файл статистики.

После отработки всех событий, относящихся к моменту времени http://ok-t.ru/life-prog/baza2/3193803199378.files/image636.gif , происходит увеличение модельного времени до значения, соответствующего ближайшему будущему событию, и рассмотренный процесс имитации повторяется.

* 1. Примеры использование событийного метода имитационного моделирования

Большинство бизнес-процессов легко описывается как последовательность отдельных событий. Например, грузовик прибывает на склад, едет к разгрузочным воротам, разгружается и уезжает. Для моделирования подобных процессов часто применяется дискретно-событийный метод.

При событийном моделировании движение поезда из точки А в точку Б представляется как два события: отправление и прибытие. Непосредственно движение поезда – лишь временная задержка между событиями. Эти события и движение между ними можно анимировать.

При использовании событийного метода система моделируется на среднем уровне абстракции. Конкретные физические детали, как геометрия автомобиля или ускорение поезда, как правило, не учитываются.

* + 1. Пример 3: задача для имитационного моделирования

Система обработки информации содержит мультиплексный канал и N ЭВМ. Сигналы поступают на вход канала через t1(мкс). В канале они предварительно обрабатываются в течение t2 (мкс). Затем они поступают на обработку в ту ЭВМ, где наименьшая очередь. Емкости входных накопителей в каждой ЭВМ - E. Время обработки сигнала в каждой из ЭВМ - t3 (мкс).

Данные для стохастической модели СМО: интервал t1 распределен по показательному закону с параметром λ1=0,1, интервалы t2, t3 распределены нормально с параметрами m2=10, m3=33, σ2=1,5, σ3=3; вследствие возмущающих воздействий емкости входных накопителей каждой из ЭВМ непрерывно меняются, поэтому величина E является стационарным случайным процессом с нормальным законом распределения и интервалом разброса [2... 6] (сигналы, находившиеся в накопителе до изменения его емкости и не вмещающиеся в него после изменения его емкости, уничтожаются).

Варьируемые параметры: N.

Показатели работы: производительность системы, стоимость обработки, вероятность переполнения накопителей

1. Вывод

Таким образом, имитационное моделирование имеет множество преимуществ и практически неограниченные перспективы.

При имитационном моделировании логическая структура реальной системы отображается в модели, а также имитируется динамика взаимодействий подсистем в моделируемой системе.

Однако за счёт сложности реализации его преимущества зачастую нивелируются, потому метод пока не получил широкого распространения даже в бизнес сфере за счёт повышенных требований к квалификации исполнителей и мощности рабочих ЭВМ. К сожалению, и имеющиеся на настоящее время продукты тоже имеют определённые недостатки, что так же замедляет процесс повсеместного внедрения данного метода моделирования.

Событийный метод организации вычислений способствует ускорению моделирования, особенно в схемах большого размера. Событийное моделирование логических схем характеризуется обращением к модели любого элемента, если только произошли изменения переменных хотя бы на одном из входов элемента. В сложных цифровых устройствах на каждом такте синхронизации происходит переключение не более нескольких процентов логических элементов. Это означает, что применение событийного метода может привести к сокращению машинного времени на моделирование в несколько раз.

Список литературы

1. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология.— 2-е изд., стер.— М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988,— 208 с. 9 c.

2. Технологии анализа данных [Электронный ресурс]. URL: <https://www.bookvoed.ru/files/3515/18/10/98.pdf> (дата обращения: 08.12.2021).

3. Муха В. С. Вычислительные методы и компьютерная алгебра: учеб.-метод. пособие. — 2-е изд., испр. и доп. — Минск: БГУИР, 2010.- 148 с.

4. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. М: Наука, 1981. 17 – 28 c.