

Лекция 6. БАЗОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ СТРУКТУРИЗАЦИИ И ФОРМАЛИЗАЦИИ ИМИТАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Цель лекции: рассмотреть базовые концепции структуризации и формализации имитационных систем

Ключевые слова: GPSS, транзактно-ориентированный подход, модели непрерывных систем

Основные вопросы:

1. Транзактно-ориентированный подход языка моделирования дискретного типа GPSS;
2. Сети кусочно-линейных агрегатов, моделирующие дискретные и непрерывно-дискретные системы;
3. Сети Петри и их расширения, применяемые при структуризации причинных связей и моделировании систем с параллельными процессами, служащие для стратификации и алгоритмизации динамики дискретных и дискретно-непрерывных систем;
4. Поточковые диаграммы и конечно-разностные уравнения системной динамики, являющиеся моделями непрерывных систем.

Методологические подходы к построению дискретных имитационных моделей

В дискретных имитационных системах изменение состава и состояния происходит в дискретные моменты времени, называемые событиями. Под событием понимается мгновенное изменение состояния модели, произошедшее в результате осуществления множества взаимодействий между компонентами модели в один и тот же момент имитационного времени.

Как можно описать функционирование дискретной имитационной модели? Взаимосвязь между понятиями поясним с помощью рисунка 4.1.



Рисунок 1 — Взаимосвязь между событиями, действиями и процессами

Функционирование дискретной системы можно описать:

- определяя изменения состояния системы, происходящие в моменты свершения событий;
- описывая действия, в которых принимают участие элементы системы; описывая процесс, через который проходят элементы.

Процесс — это ориентированная во времени последовательность событий, которая может состоять из нескольких действий.

Эти представления лежат в основе трех альтернативных методологических подходов к построению дискретных имитационных моделей, называемых обычно:

- событийный;
- подход сканирования активностей (на практике получил небольшое распространение);
- процессно-ориентированный подход (включает транзактный способ имитации).

Это основные концепции (схемы) структуризации для дискретных имитационных моделей. Их основа закладывается в некоторые языки и системы моделирования. Примерами могут служить языки моделирования:

- GASP, SIMSCRIPT, ориентированные на события;
- язык работ SLAM;
- широко распространенные языки моделирования GPSS, SIMULA и др., предназначенные для описания параллельных процессов.

Язык моделирования GPSS

40 лет в мире информационных технологий

В 1961 г. Джеффи Гордон разработал язык моделирования GPSS (General Purpose Simulating System — моделирующая система общего назначения). Недавно в мире имитационного моделирования отмечалось 40-летия языка GPSS (www.gpss.ru), методическое значение которого велико. Язык GPSS был языком, который определил современные технологические тенденции в дискретном имитационном моделировании и явился предвестником современных языков и систем моделирования дискретного типа, т.к. Extend, Arena, Process Model, Taylor, WITNESS и сотен других современных коммерческих симуляторов. Эти тенденции предопределила, прежде всего,

удачно сформированная базовая схема структуризации, заложенная в GPSS, поддерживающая блочно — ориентированный подход, в рамках которого моделирующий блок имеет свое функциональное назначение и представлен соответствующими функциональными объектами (имеющими аналоги с элементами систем массового обслуживания), а также возможности языка для описания параллельных процессов. Именно такой взгляд на моделируемый объект позволил реализовать идеографический режим формирования дискретной модели, когда модель конструируется из стандартных функциональных блоков, а связи на этих графических конструкциях интерпретируются как маршруты прохождения подвижных объектов в системе. Поэтому, осваивая содержание базовой концепции структуризации языка моделирования GPSS, легко понять идею и принципы работы современных коммерческих симуляторов дискретного типа и других новых интеллектуальных сред.

В настоящее время на рынке информационных технологий представлены 3 направления, поддерживающие технологическое развитие базового языка GPSS: корпорация Wolverin -GPSS/H и современное ее решение язык SLX, корпорация Minuteman Software -GPSS World, и решения Стокгольмской школы высшей экономики -Micro GPSS, Web GPSS.

Содержание базовой концепции структуризации языка моделирования GPSS

В языке GPSS реализована блочно-ориентированная концепция структуризации моделируемого процесса, разработанная с ориентацией на описание систем массового обслуживания (СМО).

Структура моделируемого процесса изображается в виде потока, проходящего через обслуживающие устройства (ОУ), очереди, ключи и другие элементы СМО.

Модель имеет блочную структуру. Моделируемый процесс представляется как поток заявок в системе обслуживания. Блоки интерпретируются как ОУ. Заявки (транзакты) конкурируют между собой за место в ОУ, образуют очереди перед ОУ, если они заняты. Дуги на блок-схеме — потенциальные потоки заявок между ОУ. Существуют истоки и стоки этих заявок. В этом случае блок-схема модели описывает маршруты движения заявок в системе.

Следовательно, в рамках GPSS есть специальные средства, которые являются аналогами элементов систем массового обслуживания, т.к. обслуживающие устройства, заявки, очереди.

Однако, GPSS является гибкой языковой средой, поэтому позволяет моделировать не только СМО, но и другие системы (например, склад, распределение ресурсов и многие другие).

Системы массового обслуживания

Система массового обслуживания - абстрактный объект, в котором выполняется последовательность операций, включает совокупность приборов обслуживания, которые связаны определенным логическим порядком. В соответствии с этой логикой происходит движение материальных носителей — заявок на обслуживание от канала (ОУ) к каналу (ОУ).

Структура систем массового обслуживания представлена на рисунке 4.2.1.



Рисунок 2 — Структура систем массового обслуживания.

Заявка характеризуется моментом появления на входе системы, статусом по отношению к другим заявкам, некоторыми параметрами, определяющими потребности во временных ресурсах на обслуживание

Постоянно поступающие заявки на обслуживание образуют поток заявок — совокупность заявок, распределенную во времени.

Поток заявок может быть однородным (с точки зрения обслуживания все заявки равноправны) и неоднородным.

Основной параметр потока заявок промежуток времени между моментами поступления 2-х соседних заявок.

Поток заявок может быть стационарным и нестационарным (например, изменяться от времени суток).

Поток заявок рассматривается как случайный процесс, характеризующийся функцией распределения периода поступления заявок (например, простейший поток, поток Эрланга).

Элемент системы, в котором происходят операции, называется обслуживающим устройством. В момент выполнения операций он занят, иначе - свободен. Если ОУ (канал) свободен, то заявка принимается к обслуживанию.

Обслуживание каждой заявки каналом означает задержку в нем заявки на время, равное периоду обслуживания. После обслуживания заявка покидает

прибор обслуживания. Таким образом, ОУ характеризуется временем обслуживания заявки.

При случайном характере поступления заявок образуются очереди.

Заявки принимаются к обслуживанию

в порядке очереди (FIFO, очереди с приоритетами и др.),

в случайном порядке в соответствии с заданными распределениями, по минимальному времени получения отказа, и др.

Реальный процесс функционирования СМО следует представлять в виде последовательности фаз обслуживания, выполняемых различными устройствами. Примеры многофазного обслуживания: обслуживание покупателей в магазине (прилавок, касса); производственно-технологический процесс (обработка деталей на станках). Причем эти многофазные системы могут иметь сложную структуру (стохастические сети), как показано на рисунке 4.2.2.

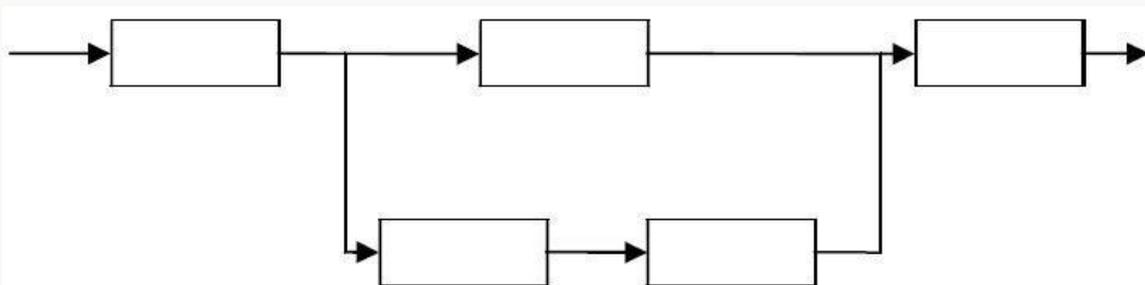


Рисунок 3 — Стохастическая сеть.

Обслуженная заявка покидает прибор обслуживания и покидает систему (поглотитель заявок), либо движется дальше в соответствии с технологической схемой работы системы.

Различают следующие типы СМО:

- одноканальные и многоканальные — (по количеству ОУ);
- с ожиданием и без ожидания (с отказами);
- с ограничением на длину очереди (или с ограниченным ожиданием) и без ограничения;
- с упорядоченной очередью и с неупорядоченной очередью; с приоритетами и без приоритетов; и др.

Любая модель строится для того, чтобы оценить какие-то показатели качества.

Основные показатели качества обслуживания:

- общее количество обслуженных заявок за какой-либо промежуток времени;
- пропускная способность — среднее число заявок, обслуженных в единицу времени;
- доля заявок обслуженных;
- доля заявок, получивших отказ;
- время пребывания заявки в системе (от момента поступления заявки в систему до момента завершения ее обслуживания);
- среднее время обслуживания (функция распределения времени обслуживания);
- средняя длина очереди; среднее время ожидания;
- загрузка каналов — коэффициент использования (как доля времени, в течение которого ОУ было занято) — характеризует степень простоя ОУ;
- и др.

Классические математические методы исследования СМО предложены теорией массового обслуживания. Чем аппарат аналитического моделирования СМО отличается от имитационного моделирования? Аналитические методы весьма стеснительны для решения практических задач: например, часто используется предположения о простейшем потоке заявок (однако для различных фаз обслуживания он может быть не простейшим), об однотипных устройствах и т.п. В имитационном моделировании подобные и другие ограничения снимаются: могут применяться произвольные законы распределения, различные схемы обслуживания (например, порядок обслуживания заявок из очереди и т.п.), СМО исследуется не обязательно в стационарном режиме (возможно изучение переходного режима, когда показатели отличаются от предельных асимптотических значений).

Сущность метода имитационного моделирования для СМО состоит в следующем. Используются специальные алгоритмы, позволяющие выработать случайные реализации потоков событий и моделировать процессы функционирования обслуживающих систем. Далее осуществляется многократное воспроизведение, реализация случайных процессов обслуживания и на выходе модели — статистическая обработка полученных статистических данных, оценка показателей качества обслуживания.

GPSS - транзактно-ориентированная система моделирования

GPSS — является системой дискретного типа. Система GPSS ориентирована на класс объектов, процесс функционирования которых можно представить в виде множества состояний и правил перехода из одного

состояния в другое, определяемых в дискретной пространственно-временной области. GPSS позволяет описывать процессы с дискретными событиями.

Для регистрации изменений во времени существует таймер модельного времени. Механизм задания модельного времени: по-событийный, с переменным шагом. Изменения в реальной системе приводят к появлению событий. Событие изменение состояния любого элемента системы. В системе происходят такие события, как:

- поступление заявки;
- постановка заявки в очередь;
- начало обслуживания;
- конец обслуживания и др.

В GPSS рассматриваются 2 класса событий:

- основные (те события, которые можно запланировать, то есть рассчитать момент их наступления заранее до их появления, например, момент появления заявки на входе);
- вспомогательные (те события, которые происходят вследствие появления основных событий. Вспомогательные события осуществляются в результате взаимодействия таких абстрактных элементов как блоки и транзакты, например, смена состояния прибора обслуживания со ";свободен"; на ";занято";).

GPSS относится к классу **процессно- (транзактно) –ориентированных систем моделирования**. GPSS является способом алгоритмизации дискретных динамических систем. Примеры моделируемых объектов: транспортные объекты, склады, производственные системы, магазины, торговые объекты, сети ЭВМ, системы передачи сообщений. Алгоритмическая схема может быть использована для оформления сложных формальных схем. Формальные модели таких объектов: СМО и стохастические сети, автоматы, сети Петри, автоматы и др.

Контрольные вопросы:

1. Транзактно-ориентированный подход языка моделирования дискретного типа GPSS;
2. Сети кусочно-линейных агрегатов, моделирующие дискретные и непрерывно-дискретные системы;
3. Сети Петри и их расширения, применяемые при структуризации причинных связей и моделировании систем с параллельными процессами, служащие для стратификации и алгоритмизации динамики дискретных и дискретно-непрерывных систем;

4. Поточковые диаграммы и конечно-разностные уравнения системной динамики, являющиеся моделями непрерывных систем.

Основная литература:

1. Варфоломеев В.И. Алгоритмическое моделирование элементов экономических систем. Практикум. Уч.пособие. Москва «Финансы и статистика» . 2000.
2. Прицкер А. Введение в имитационное моделирование и язык СЛАМ. Монография, Москва, Мир.1987.
3. Шукаев Д.Н. Имитационное моделирование на ЭВМ. Уч.пос.Алматы, 1995.
4. Шукаев Д.Н. Моделирование случайных закономерностей на ЭВМ. Уч.пос. Алма-Ата, 1991.
5. Шукаев Д.Н., Абдуллина В.З., Муртазина А.У. Методические указания к практическим занятиям по курсу «Моделирование систем». Алма-Ата 1985.
6. Шукаев Д.Н., Абдуллина В.З., Муртазина А.У. Методические указания к лабораторным занятиям по курсу «Моделирование систем».Алма-Ата 1987.
7. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем – искусство и наука. Монография, изд-во «Мир»1978.
8. Гмурман В.Е.Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистикеУч.пос для вузов.М.;Высш.школа, 1999.
9. Исмаилова Р.Т. Методические указания по курсу Имитационному моделированию для практических и самостоятельных работ. Алматы, КазНТУ, 2003г.
- 10.Исмаилова Р.Т. Методические указания по курсу Имитационному моделированию для лабораторных и самостоятельных работ .Алматы, КазНТУ, 2003г.