Аналитико-статистическое моделирование информационных систем

Кафедра информационных управляющих систем

Лекции читает

канд.техн.наук, доцент

Литвинов Владислав Леонидович

Список литературы:

1. О.И. Кутузов, Т.М. Татарникова
   МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ
   http://dvo.sut.ru/libr/ius/w101kutu/index.htm
2. *Боев В. Д,* Моделирование систем. Инструментальные средства GPSS WORLD. Учеб. пособие — СПб..: БХВ-Петербург, 2004. — 368 с.
3. *Боев В. Д, Сыпченко Р. П.* Компьютерное моделирование. Элементы теории и практики. Учеб. пособие — СПб..: Военная академия связи, 2009. — 432 с.
4. *Бражник А. Н,* Имитационное моделирование: возможности GPSS WORLD — СПб..: Реноме, 2006. — 439 с.

Тема лекции 2:

Программирование в системе GPSS

- В **алфавит** языка GPSS входят следующие символы:
- A, B, ..., Z - большие буквы латинского алфавита,
- 1, 2, ..., 9, 0 - цифры,
- ? – вопросительный знак (для вызова помощи),
- @ - коммерческое (знак остатка от деления),
- # - решетка (номер) - используется как знак умножения,
- $ - знак доллара,
- ^ - «карет» - знак возведения в степень,
- + - плюс,
- - - минус,
- _ - подчеркивание,
- * - звездочка,
- / - косая черта (знак деления),
- (- левая скобка,
-) - правая скобка,
- ‘ - апостроф,
- . - точка,
- , - запятая,
- - пробел.
- Формальные правила написания программ на языке GPSS образуют его синтаксис.

- При моделировании между системой, описываемой на языке GPSS (GPSS-системой), и моделируемой реальной системой устанавливают определенное логическое соответствие, которое позволяет из сведений, получаемых при анализе GPSS-системы, делать определенные выводы о реальной системе. Такие выводы называют интерпретацией GPSS-систем. Правила интерпретации GPSS-систем составляют семантику языка GPSS. В отличие от синтаксиса семантика является неформальной стороной языка и потому не может быть описана с математической однозначностью. Как правило, семантику описывают и изучают с помощью примеров интерпретации разнообразных языковых конструкций.
- Наряду с синтаксическим и семантическим аспектами языка большое значение имеет его **прагматический аспект**. **Прагматика** языка включает сведения по его практическому использованию, в том числе типичные приемы написания программ на этом языке, методы организации их отладки и выполнения и т.д. Необходимые сведения такого рода будут приводиться ниже по мере надобности.

Классы объектов языка GPSS

- Описываемые на GPSS **абстрактные системы** строятся из набора простых объектов. Эти объекты делятся на четыре класса: динамические, оборудование, статистические и операционные.
- Динамические объекты называются транзактами. Эти объекты могут возникать и уничтожаться. Транзакты движутся в системе и производят при движении ряд действий. Транзакты могут также «размножаться» и «склеиваться».
- Каждый транзакт имеет определенное число параметров, значения которых могут меняться в результате выполняемых действий.

- Ниже приводятся некоторые **интерпретации транзактов**.
- **Моделируемая система** **Интерпретация транзакта**

- Кинотеатр Зритель

- ЭВМ Задание

- Универсам Покупатель

- Сеть перекрестков Автомобиль

- Сеть ЭВМ Сообщение

- Производственный участок Изделие

- Оборудование в GPSS подразделяется на следующие типы: устройства памяти и логические ключи. Оборудование подвергается определенным воздействиям со стороны транзактов.
- Устройство может находиться в одном из трех состояний: свободном, занятом или захваченном. В начальный момент все устройства свободны. Переходы устройства из одного состояния в другое происходят в результате воздействия транзактов, которые могут соответственно освобождать, занимать или захватывать устройства. Устройство в каждый момент времени может быть занято или захвачено не более чем одним транзактом.
- Ниже приводятся некоторые из возможных **интерпретаций устройств**.
- **Моделируемая система** **Интерпретация устройства**
- Кинотеатр Кассир
- ЭВМ Процессор
- Универсам Продавец
- Сеть ЭВМ Канал связи
- Производственный участок Станок

- Логический ключ имеет 2 состояния: S (включен) и R (выключен). Состояния ключа устанавливаются одними транзактами и могут проверяться другими. Результаты проверки могут учитываться в последующих действиях транзактов. В начальном состоянии все ключи в системе выключены.
- *При моделировании сети перекрестков ключ может соответствовать светофору.*
- Представителями статистических объектов являются **очереди** и **таблицы**. Эти объекты вводятся в модель в подавляющем числе случае не с целью отображения каких-либо реальных объектов, а только для сбора необходимой пользователю статистики о модели. Следовательно, статистические объекты ориентированы не на семантику, а на прагматику языка GPSS и для них нельзя привести таблицу.
- Каждая **очередь** в GPSS-системе имеет выход и вход. Очередь подсчитывает статистические данные о проходящих через нее транзактах: число проходящих транзактов, среднее время задержки транзактов в очереди и т.д.

- **Таблица** может для любой указанной пользователем величины фиксировать и обрабатывать последовательность ее значений. По наблюдаемым значениям указанной величины таблица вычисляет определенную статистическую информацию об этой величине: ее математическое ожидание, среднее квадратичное отклонение и т.д.
- Операционные объекты в GPSS называются **блоками**. Блоки являются ячейками пространственной структуры GPSS-системы: ее функциональное пространство имеет вид последовательности блоков. Транзакты в системе всегда находятся в каких-либо ее блоках. Движение транзактов в системе есть их перемещение из одних блоков в другие. В то же время каждый блок представляет собой некоторый алгоритм преобразования объектов системы. Этот алгоритм выполняется, если транзакт находится в блоке.
- Динамика GPSS-системы характеризуется тем, как проходят изменения состояний ее объектов во времени.

- Все **объекты** системы изменяют свои состояния скачкообразно. **Модельное время** складывается из интервалов постоянства состояний объектов и из отдельных моментов мгновенного изменения состояний. Изменения состояний объектов называются событиями. Каждое событие происходит в момент перемещения какого-либо транзакта из одного блока в другой. Последовательность разделенных интервалами времени мгновенных событий, происходящих при движении в модели фиксированного транзакта, называется **процессом**.

Стандартные числовые атрибуты

- Алгоритм, выполняемый при входе транзакта в блок, определяется типом блока, указанным в поле операции, и операндами, которые записаны в поле операндов. Операнды дают выполняемому алгоритму информацию о текущем состоянии объектов системы в виде значений стандартных числовых атрибутов (СЧА).
- В общем случае любой СЧА имеет вид:
- tj
- где t - идентификатор выражаемой атрибутом характеристики, j - указание, к какому именно объекту относится данная характеристика. Например, СЧА, значение которого равно текущему содержимому (числу занятых единиц) памяти номер 1, имеет вид:
- Q1 ,
- где буква Q обозначает «текущая длина очереди», а число 1 указывает, что имеется в виду очередь номер 1.

- В общем случае идентификатор характеристики t состоит из одной или двух букв, а указатель j является либо номером объекта (как в S1), либо присоединенным именем объекта, либо косвенным номером объекта.
- Присоединенное имя состоит из знака $ и метки объекта. Так, значение атрибута
- S$MEM
- равно текущему содержимому памяти, которая имеет метку MEM.
- Косвенный номер объекта состоит из знака * и номера параметра транзакта. При этом имеются в виду параметры того транзакта, который обрабатывается в данный момент времени. В качестве косвенного номера объекта принимается содержимое указанного параметра транзакта. Например, значение атрибута
- Q*2
- равно текущей длине очереди, номер которой записан во втором параметре транзакта.

- *Примеры СЧА:*
- *R2* - число свободных единиц памяти номер 2;
- *SM$MEM1* - максимальное содержимое памяти, имеющей метку MEM1;
- *F70* - состояние устройства 70; F70 равно нулю, если устройство 70 свободно и единице в остальных случаях;
- *P3* - содержимое третьего параметра транзакта;
- *P*3* - содержимое того параметра транзакта, номер которого записан в третьем параметре этого параметра;
- *PR* - приоритет транзакта;
- *C1* - текущее значение модельного времени;
- *W179* - число транзактов, находящихся в данный момент в 179 -ом блоке модели;
- *W$ABC00* - число транзактов в блоке, имеющем метку ABC00;
- *Q1* - длина очереди номер 1;
- *FN$NORM* - значение функции с меткой NORM;
- *V$COST* - значение арифметической переменной с меткой COST;
- *RN1* - псевдослучайное число, равномерно распределенное в интервале от 0 до 1000. В GPSS имеется практически неограниченное число таких СЧА (RN1, RN2, …, RN100…). Для вычисления каждого из этих СЧА используется свой генератор псевдослучайных чисел.