

Тема: Компьютерные модели различных процессов.

Понятие модели

Модель – это условный или мыслимый образ объекта (предмета, явления, процесса), который используется в определенных условиях в качестве его представителя («заместителя») и отражает его свойства и взаимосвязи.

Моделирование – это процесс исследования объекта познания на его модели.

Между объектом и его моделью существует некоторое подобие, которое проявляется либо в сходстве физических характеристик, либо в сходстве реализуемых (осуществляемых) функций, либо в тождестве их поведения в конкретной среде.

Модель возникает из реальной ситуации, когда мы огрубляем ситуацию, отбрасывая менее значимые факты (естественно, с точки зрения решаемой задачи) и оставляя наиболее важные – этап формализации. После этого модель «живет» своей жизнью – *этап имитации* – до тех пор, пока мы снова не соотносим ее с реальной ситуацией – *этап интерпретации*.

Жизненный цикл модели представлен на схеме:

Важный вопрос – соответствие свойств модели свойствам исходного (натурного) объекта. По мере усиления степени формализации знание интерпретируется наиболее точно («махолет» - пример увлечения формализацией). Крайняя степень формализации – компьютер как субъект познания.

Типы и свойства моделей Системное моделирование рассматривает реальную ситуацию как взаимодействие множества объектов.

Примеры:

- 1) модель вселенной (Птолемей, Коперник);
- 2) религиозные модели (христианство, мусульманство);
- 3) модели общественного устройства (Древнерусское государство, Римская республика, Мафия).

Модели социально-экономических систем характеризуют информационные связи в системе управления и мощность информационных потоков, а также алгоритмы получения показателей, необходимых руководителям всех рангов для выработки управленческих решений.

Примеры:

- 1) организационно-административные системы (автоматизированная система «Университет»);
- 2) организационно-экономические системы (автоматизированная система «Регион»);
- 3) производственно-экономические системы (автоматизированная система «Комбинат»);
- 4) робототехнические системы (автоматизированная система «Транспорт»).

Математическое моделирование устанавливает связи между объектами в виде математических соотношений.

Пример. Модель равноускоренного движения:

$$St = So + VoT + aT^2/2$$

Физическое моделирование позволяет изучать физико-химические и технологические процессы на моделях, имеющих ту же физическую природу, что и оригинал.

Примеры:

1) «силовая» модель (критерий Ньютона):

$$Ne = FT/mv$$

Это – соотношение силовых и скоростных полей.

2) гидравлическая модель (критерий Рейнолдса):

$$R = vL/\nu$$

Здесь L [м] – характеристический размер;

ν [м²/с] – кинематическая вязкость.

Геометрическое моделирование (предметное) – это изучение свойств реальных объектов по их макетам (плоскостные, объемные).

Пример. Модель самолета для продувки в аэродинамической трубе:

$$Kl = Ln/Lm$$

Здесь Kl - коэффициент геометрического подобия натурального Ln и модельного Lm объектов.

Информационное моделирование предназначено для исследования процессов сбора, хранения, переработки и передачи информации в изучаемой системе.

Пример:

формальный язык как подмножество естественного языка.

Имитационно моделирование служит для получения (определения) исходных данных реального объекта (процесса) с помощью имитации реальной обстановки.

Пример:

электронное диагностирующее устройство.

Компьютерной моделью называют модель, построенную для исполнителя, ориентированного на вычислительное устройство. Это не особый вид модели, а способ изучения известных моделей с помощью компьютера.

Особенности информационного моделирования

В основе информационного моделирования лежат три постулата:

1. Любая сущность состоит из элементов (объектов).
2. Объекты характеризуются количественными и качественными свойствами.
3. Объекты связаны определенными отношениями.

Любая сущность, которая отвечает приведенным постулатам, может быть представлена информационной моделью.

Примеры

1. «Богатырь на распутье»

Модель сводится к задаче нахождения минимума в одномерном массиве экспертных оценок. 2. «Двоичное дерево»

Модель сводится к задаче поиска целого числа в заданном диапазоне за минимальное число шагов.

Информационные модели подразделяются на классификационные (статические) и динамические.

Классификационные модели строятся для решения таких задач, как диагностика, распознавание образов, анализ схем.

Пример. Классификация органического мира:

.

Динамические модели служат для решения таких задач как прогнозирование и управление.

Пример:

автоматизированная система управления технологическими процессами.

Существуют следующие методы построения информационных моделей: графический, сетевой, матричный, графо-аналитический, вероятностный, имитационный.

Графический метод включает графическую часть и описание.

Сетевой метод отражает логико-временную последовательность проведения работ.

Матричный метод сводится к сбору документации, пополнению их недокументированными сведениями и анализу построенной матрицы.

Графо-аналитический метод предполагает построение модели в виде ориентированного графа с последующим расчетом промежуточных и итоговых показателей.

Вероятностный метод применяется для анализа информационных систем, в которых потоки информации носят случайный характер (теория массового обслуживания).

Имитационный метод позволяет имитировать реальные процессы и вырабатывать исходные данные для формирования моделей (например, расчет процента ошибочных действий на имитаторе вождения).

Основы информационного моделирования

Уровни моделирования

Информационная система — это взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели.

Информационный объект – это описание некоторой сущности (реального объекта, явления, процесса, события) в виде совокупности логически связанных атрибутов (реквизитов): вуз, студент, сессия.

Структурирование – это процесс создания полужформализованного описания предметной области:

$$Pz = \{Sk, Sf\}$$

Здесь Pz – поле знаний;

Sk – концептуальная структура;

Sf – функциональная структура.

Концептуальная структура служит для описания объектов предметной области и связи между ними:

$$S = \{A, R\}$$

Здесь A – множество объектов;

R – множество связей между объектами.

Организационный уровень моделирования заключается в разработке организационных мероприятий и нормативных документов, обеспечивающих функционирование системы.

Функциональный уровень моделирования обеспечивает решение прикладных задач, требующих предварительного анализа информации.

Информационный уровень моделирования обеспечивает формирование массивов, между которыми установлены связи, позволяющие осуществлять поиск и выбор требуемой информации в соответствии с реализуемыми функциями.

Отношения между объектами

Отношения между объектами моделируются связями трех типов (смотри схемы).

Первая схема. Связь типа «один к одному» (1:1).

В каждый момент времени одному экземпляру информационного объекта A соответствует не более одного экземпляра информационного объекта B и наоборот (однозначная идентификация). **Экземпляр** – это конкретная реализация объекта: конкретный набор атрибутов и наличие ключевого атрибута (остальные являются описательными).

Вторая схема. Связь типа «один ко многим» (1:M).

Одному экземпляру информационного объекта A соответствует ни одного, один или более экземпляров информационного объекта B , но каждый экземпляр объекта B связан не более чем с одним экземпляром объекта A (используются цепочки указателей).

Третья схема. Связь типа «много ко многим» (M:M).

В каждый момент времени одному экземпляру информационного объекта A соответствует ни одного, один или более экземпляров объекта B и наоборот (используются составные ключи).

Частным случаем первой схемы является *условная связь* (тип С), когда не существует или существует односторонняя связь.

Пример

Сдача сессии в учебном заведении определяется отношениями:

СТУДЕНТ(зачетная_книжка, фамилия, пол, дата, группа)

СЕССИЯ(зачетная_книжка, экзамен_1, экзамен_2,..., результат)

СТИПЕНДИЯ(результат, процент)

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ(код, группа)

Связи между указанными отношениями целесообразно представить в виде:

1. СТУДЕНТ СЕССИЯ

Связь отражает, что каждому студенту соответствует определенный набор оценок в сессию.

2. СТИПЕНДИЯ СЕССИЯ

Связь отражает, что установленный размер стипендии многократно повторяется (для различных студентов).

3. СТУДЕНТ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ

Связь отражает, что каждый студент обучается у многих преподавателей, а каждый преподаватель обучает многих студентов.

Нормализация отношений - это формальный аппарат, который позволяет устранить дублирование, обеспечивает непротиворечивость хранимых в информационной базе данных, уменьшает трудозатраты на сопровождение этой базы (термин ввел Е. Кодд).

Этапы (процедуры) моделирования

Подготовительные этапы (производственные):

1. Построение функционального графа (спецификация работ).
2. Построение информационного графа.
3. Описание функционально-ориентированных наборов данных.

Информационные этапы:

1. Построить граф связей между элементами предметной области (объектами).
2. Выделить атрибуты и ключи.
3. Удалить избыточные связи.
4. Идентифицировать корневой ключ (связь сверху вниз).
5. Изолированные атрибуты заменить одиночными ключами.
6. Пересекающиеся атрибуты связать с существующими ключами.
7. Идентифицировать вторичные ключи.
8. Выделить информационные группы (кортежи, записи, сегменты).
9. Привязать разработанную структуру к используемому программному обеспечению.

Моделирование как метод решения прикладных задач

Математическое моделирование на компьютере

Математическое моделирование – это связь между объектами в виде математических соотношений. При этом информационные объекты представляются в виде математических объектов.

Этапы вычислительного эксперимента:

- 1) построение математической модели в виде формальной системы (исчисления);
- 2) построение абстрактного вычислительного алгоритма (тип P – полиномиальный, тип NP – недетерминированный полиномиальный, тип E – экспоненциальный);
- 3) построение технической (компьютерной) модели.

Организация вычислительного эксперимента – это метод решения задач определенного класса (физических, математических, химических и т.д.) с использованием компьютера.

Разрабатываемая модель должна учитывать возможности исполнителя, т.е. будет ли он получать результаты из исходных данных, используя построенную модель и алгоритм.

Компьютерное моделирование основано на применении программного обеспечения, которое должно в максимальной степени соответствовать построенной модели.

Исполнитель ориентирован на компьютер (строгие связи между данными). Если исполнитель только вычисляет, имеем математическую компьютерную модель.

Схема моделирования на компьютере:

Примеры компьютерных моделей:

модель Паскаля, модель Бэббиджа, модель Тьюринга, модель Поста, модель фон Неймана, модель Кодда, модель Пейперта (система LOGO).

Компьютерное моделирование в физике

Численное моделирование в физике называют *вычислительным экспериментом*, поскольку оно имеет много общего с лабораторным (натурным) экспериментом:

образец – модель;

физический прибор – программа для компьютера;

калибровка прибора – тестирование программы;

измерение – расчет;

анализ данных – в обоих случаях.

Примеры:

- * свободное падение тела с учетом сопротивления среды;
- * движение тела, брошенного под углом к горизонту;
- * движение тела с переменной массой (старт ракеты);
- * движение небесных тел;
- * движение заряженных частиц;

- * колебания математического маятника;
- * моделирование явлений и процессов в приближении сплошной среды;
- * моделирование процесса теплопроводности.

Моделирование случайных процессов

Событие называется *случайным*, если оно достоверно непредсказуемо. Случайность положена в основу методов получения решения посредством проб и ошибок, посредством случайного поиска. Естественный отбор в природных процессах также реализует метод проб и ошибок.

Примеры:

- * генерация чисел, равновероятно распределенных на некотором отрезке (метод вычетов, метод отбора-отказа);
- * очередь к «продавцу»;
- * вычисление площадей (метод Монте-Карло);
- * модель случайного блуждания («пьяница», броуновское движение).

Контрольные вопросы

1. Что означает понятие модель в научном познании?
2. Какие типы моделей вам известны?
3. Что называется информационной моделью?
4. Что такое объект с точки зрения информационного моделирования?
5. Какие типы объектов вам известны?
6. Что такое атрибут? Какими они бывают?
7. Что такое связь? Какие типы связей вам известны?
8. Назовите основные этапы информационного моделирования.
9. Укажите принципиальную разницу между информационным и математическим моделированием.
10. Назовите основные этапы решения задачи на ЭВМ.