Комп’ютерне моделювання

# Список питань (доповн.)

1. Загальна характеристика моделювання.
2. Засоби моделювання.
3. Структура імітаційного моделювання.
4. Критерії ефективності моделювання.
5. Моделювання стохастичних потоків.
6. Аналіз потоків.
7. Моделювання матричних ігор.
8. Мережі Петрі.
9. Математична модель мережі Петрі.
10. Моделювання СМО.
11. Математична модель СМО.
12. Математичні моделі оптимізації. Динамічне програмування.
13. Цілочисельне програмування.
14. Задача лінійного програмування.
15. Керовані процеси Маркова.
16. Задача про зглажування.
17. Семантичні моделі.
18. Модель природної мови.
19. Типи моделей.
20. Метод Монте-Карло.

# Питання з екзамену

1. **Етапи побудови моделей.**

Рассмотрим основные этапы разработки моделей.

Постановка задачи: необходимость решения самой задачи и моделирования системы; выбор метода решения и определение подзадач.

Анализ задачи моделирования системы: выбор критериев эффективности процесса функционирования системы; выбор возможных методов идентификации; предварительный анализ алгоритма модели и результатов моделирования.

Определение требований к исходной информации об объекте моделирования и организация её сбора.

Выдвижение гипотез и принятие предположений.

Определение параметров и переменных модели.

Установление основного содержания модели: на этом этапе выбирается метод построения модели.

Обоснование критериев оценки эффективности системы.

Определение процедур аппроксимации реальных процессов.

Описание концептуальной модели.

Проверка достоверности концептуальной модели.

* 1. Словесно-смисловий опис об’єкта або явища — формулювання описової моделі, призначеної для сприяння кращому розумінню об’єкта моделювання.
  2. Числове вираження модельованої реальності для виявлення кількісної міриі границь відповідних якостей; з цією метою провадиться математико-статистична обробка емпіричних даних, пропонується кількісне формулювання якісно встановлених фактів і узагальнень.
  3. Перехід до вибору або формулювання моделей явищ і процесів (варіаційного принципу, аналогії тощо) і його запису у формалізованій формі; це рівень структурних теоретичних схем, таких як системи масового обслуговування, мережі Петрі, скінченні або ймовірнісні автомати, діаграми фонд- потік тощо.
  4. Завершення формулювання моделі її «оснащенням» - задання початкового стану і параметрів об’єкта.
  5. Вивчення моделі за допомогою доступних методів (у тому числі із застосуванням різних підходів і обчислювальних методів).

1. **Критерії ефективності моделювання.**

* адекватність
* складність моделі
* частота
* обчислювальна складність моделювання

1. **Натуральне моделювання, його відмінності від фізичного моделювання.**

*Натурным моделированием называют* проведение исследования на реальном объекте с последующей обработкой результатов эксперимента на основе теории подобия.

Другим видом реального моделирования является *физическое,* отличающееся от натурного тем, что исследование проводится на установках, которые сохраняют природу явлений и обладают физическим подобием.

В процессе физического моделирования задаются некоторые характеристики внешней среды и исследуется поведение либо реального объекта, либо его модели при заданных или создаваемых искусственно воздействиях внешней среды. Физическое моделирование может протекать в реальном и нереальном (псевдореальном) масштабах времени, а также может рассматриваться без учета времени. В последнем случае изучению подлежат так называемые «замороженные» процессы, которые фиксируются в некоторый момент времени. Наибольшие сложность и интерес с точки зрения верности получаемых результатов представляет физическое моделирование в реальном масштабе времени.

Тобто, іншими словами, в натуральному моделюванні використовується як модель реальний об’єкт, а в фізичному - модель, яка має фізичну схожість з натурною (наприклад, зменшена/збільшена модель натурного об’єкта).

Приклад моделі натурного моделювання - російський лінкор “Севастополь” 1913 р., а фізичного - модель літака в аеродинамічній трубі.

*Натурное моделирование* предполагает проведение экспериментального исследования реального технологического объекта и последующую обработку результатов с применением теории подобия, регрессионного анализа, таблиц соответствия. Это позволяет получить качественные или количественные зависимости, описывающие с той или иной точностью функционирование объекта. Однако эмпирические зависимости, основанные на представлении процесса в виде «черного ящика», хотя и позволяют решить частные технологические задачи, обладают существенными недостатками:

— эмпирические зависимости, строго говоря, нельзя распространять на весь возможный диапазон изменения параметров режима — они справедливы лишь при тех условиях и ограничениях, при которых проводился натурный эксперимент;

— такие зависимости отображают прошлый опыт, поэтому на их основе не всегда возможно выявить и обосновать пути повышения эффективности соответствующих технологий.

В ряде случаев эмпирические зависимости носят качественный характер, т. е. устанавливают лишь характер влияния одних величин на другие, без установления количественных закономерностей.

*Физическое* *моделирование* также предполагает проведение экспериментальных исследований с последующей обработкой результатов. Однако такие исследования проводятся не на реальном технологическом объекте, а на специальных лабораторных установках, которые сохраняют природу явлений и обладают физическим подобием. Таким образом, *физическое моделирование* основано на подобии процессов *одной природы*, протекающих в объекте-оригинале и в физической модели, и заключается в следующем:

— устанавливают основные, подлежащие численному определению параметры технологического процесса, характеризующие его качество;

— рассчитывают и изготавливают одну или несколько физических моделей в виде лабораторных или полупроизводственных (опытных, пилотных) установок. Расчет этих установок производят на основе теории подобия, что гарантирует возможность переноса результатов на реальный объект;

— в результате эксперимента на модели получают численные значения и взаимосвязи выделенных параметров и пересчитывают их для оригинала.

При физическом моделировании удается получить обширную информацию об отдельных процессах, определяющих структуру данной технологии.

1. **Семантичне моделювання.**

При семантическом моделировании с помощью специальных сетей в виде мультиграфов описывается содержание (семантика) процессов в системе, которые поз­воляют на основе формальных представлений (правил) принять пра­вильное решение. Узлами таких графов являются понятия, а ребрами - отношения между понятиями, т.е. осуществляется переход от тексто­вых представлений к некоторым графическим описаниям, связывающих понятие. Варианты таких сетей - фреймы**. Фрейм** - минимум описания необходимого для выделения конкретного объекта. Сюда входят модели на основе искуственного интелекта.

[**https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/knowledge/lecture/tema5**](https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/knowledge/lecture/tema5)

**Семантика** – раздел языкознания, изучающий значение единиц языка, прежде всего его слов и словосочетаний. В более общем смысле, семантика определяет смысл знаков (образов, обозначений) и их сочетаний.

**Семантическая сеть** (смысловая сеть) — это граф, вершинами которого являются понятия, а дуги (ребра) — отношения между ними.

В качестве **понятий** обычно выступают абстрактные или конкретные объекты (огурец, машина, любовь, Маша). В качестве **отношений** наиболее часто используются следующие:

- связи типа «часть — целое» («экземпляр — класс», «элемент — множество» и т.п.);

- функциональные (определяемые обычно глаголами «производит», «влияет» и т.п.);

- количественные (больше, меньше, равно и т.п.);

- пространственные (далеко от, близко от, за, под, над и т.п.);

- временные (раньше, позже, в течение и т.п.);

- атрибутивные (иметь свойство, иметь значение);

- логические (И, ИЛИ, НЕ);

- казуальные (причинно-следственные).

Приведем пример двух простых семантических сетей. Одна из них (рис.5.1а) описывает понятие «помидор», а другая (рис. 5.1б) описывает факт «Маша укрепила стул клеем».

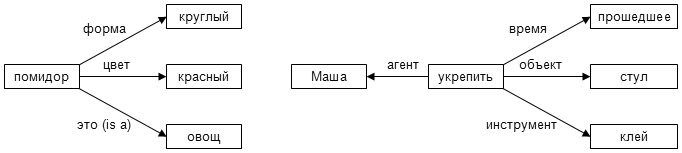


Рис.5.1. Примеры семантических сетей

Проблема поиска решения в семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего подсети, отражающей поставленный запрос.

Семантические сети широко используются в экспертной системе в качестве языка представления знаний (например, в экспертной системе PROSPECTOR), в системах распознавания речи и понимания естественного языка. Непосредственное отношение к сетевым моделям имеют исследования по реляционным, сетевым и иерархическим БД.

Достоинства и недостатки семантических сетей

**Достоинства** семантических сетей:

- универсальность, достигаемая за счет выбора соответствующего набора отношений. В принципе с помощью семантической сети можно описать сколь угодно сложную ситуацию, факт или предметную область;

- наглядность системы знаний, представленной графически;

- близость структуры сети, представляющей систему знаний, семантической структуре фраз на естественном языке;

- соответствие современным представлениям об организации долговременной памяти человека.

В качестве иллюстрации последнего утверждения приведем следующий пример.

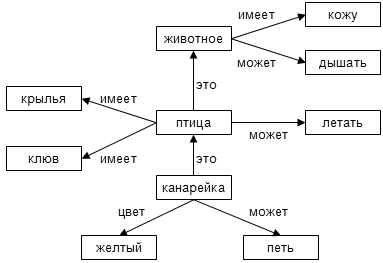


Рис.5.2. Семантическая сеть «Канарейка»

Из психологии известно, что люди при запоминании часто используют ассоциации и стараются иерархически организовать свои знания. Коллинс и Куиллиан проводили следующий тест. Группе людей задавались вопросы о различных свойствах птиц, такие как «Канарейка — это птица?», «Канарейка может петь?» или «Канарейка может летать?».

Хотя ответы на эти вопросы, возможно, просты, изучение времени реакции показало, что при ответе на вопрос «Может ли канарейка летать?» оно больше, чем на вопрос «Может ли канарейка петь?». Аллан Коллинс и Росс Куиллиан объясняют эту разницу во времени ответа тем, что люди запоминают информацию на самом абстрактном уровне. Вместо того, чтобы запоминать конкретные свойства для каждой птицы (канарейки летают, дрозды летают, ласточки летают), люди запоминают, что канарейки — птицы, а птицы (обычно) имеют свойство летать. Таким образом, попытка вспомнить, может ли канарейка летать, занимает больше времени, чем воспоминание, может ли канарейка петь. Это происходит из-за того, что для получения ответа человек должен дольше путешествовать по иерархии структур памяти.

**Недостатки** семантических сетей:

- сетевая модель не дает (точнее, не содержит) ясного представления о структуре предметной области, поэтому формирование и модификация такой модели затруднительны;

- сетевые модели представляют собой пассивные структуры, для обработки которых необходим специальный аппарат формального вывода;

- проблема поиска решения в семантической сети сводится к задаче поиска фрагмента сети, соответствующего подсети, отражающей поставленный запрос. Это, в свою очередь, обуславливает сложность поиска решения в семантических сетях;

- представление, использование и модификация знаний при описании систем реального уровня сложности оказывается трудоемкой процедурой, особенно при наличии множественных отношений между ее понятиями.

В качестве иллюстрации последнего утверждения приведем выдержку из:

«Очень быстро семантические сети позволили воссоздать исходный ХАОС мироздания и снова загнать кибернетику в интеллектуальный тупик.

Возьмем самый элементарный пример: "Федя дал книгу Мане".

Проще некуда?

Изобразим сеть с Федей и Маней и их связь (через книгу), направленную от Феди к Мане. Но, поскольку все эти объекты обладают свойствами, то припишем Феде свойства "хороший и сильный", а книге и Мане - "очень хорошая и интересная". И пририсуем их.

Но ведь есть и многие другие связи, которые тоже следует отобразить в сети: семейные (у Феди жена и трое детей), дипломатические (с тещей), агентурные (Федя шпион, но не любит об этом хвастаться), телепатические (у Мани еще с одним стеснительным мальчиком), производственные (у Феди с оборонным КБ, а у Мани с начальником) и т.д. ...».

1. **Дві переваги семантичного моделювання.**

//to do

1. **Математична модель мереж Петрі - дискретні і неперервні марківські процеси**.

//to do

1. **Імітаційне моделювання.**

Имитационное моделирование — это разработка и выполнение на компьютере программной системы, отражающей структуру и функционирование (поведение) моделируемого объекта или явления во времени. Такую программную систему называют имитационной моделью этого объекта или явления. Объекты и сущности имитационной модели представляют объекты и сущности реального мира, а связи структурных единиц объекта моделирования отражаются в интерфейсных связях соответствующих объектов модели. Таким образом, имитационная модель — это упрощенное подобие реальной системы, либо существующей, либо той, которую предполагается создать в будущем. Имитационная модель обычно представляется компьютерной программой, выполнение программы можно считать имитацией поведения исходной системы во времени.

Итак, имитационное моделирование — это деятельность по разработке программных моделей реальных или гипотетических систем, выполнение этихпрограмм на компьютере и анализ результатов компьютерных экспериментов по исследованию поведения моделей. Имитационное моделирование имеет существенные преимущества перед аналитическим моделированием в тех случаях, когда:

* отношения между переменными в модели нелинейны, и поэтому аналитические модели трудно или невозможно построить;
* модель содержит стохастические компоненты;
* для понимания поведения системы требуется визуализация динамики происходящих в ней процессов;
* модель содержит много параллельно функционирующих взаимодействующих компонентов.

Доцільність використання імітаційного моделювання:

1. Імітаційне моделювання дає змогу досліджувати внутрішні взаємодії у складних системах або підсистемах у межах складної системи, а також експериментувати з ними.

2. Моделюючи інформаційні, організаційні впливи і впливи зовнішнього середовища, можна оцінити ефекти цих впливів на поведінку (функціонування) системи.

3. На основі знань, отриманих під час проектування імітаційної моделі, можна визначити способи вдосконалення системи, яка моделюється.

4. Змінюючи вхідні дані під час моделювання і спостерігаючи за вихідними даними, можна виявити, які змінні найбільш важливі та як вони взаємодіють.

5. Імітаційне моделювання можна використовувати як метод для поліпшення рішень, отриманих під час аналітичного аналізу, а також для перевірки аналітичних рішень.

6. Імітаційне моделювання можна використовувати для проведення експериментів з новими проектами або стратегіями їх упровадження, щоб заздалегідь спрогнозувати результати.

7. Імітаційне моделювання можна застосовувати для визначення вимог, яким має відповідати пристрій або система.

8. Імітаційні моделі можна використовувати для навчання операторів складних технологічних процесів без зайвих затрат на придбання обладнання, яке може пошкоджуватись, і запобігаючи нещасним випадкам.

9. Для імітаційного моделювання можна використовувати засоби анімації, які дають змогу спостерігати за операціями, що моделюються.

10. Сучасне виробництво настільки складне, що взаємозв’язки в ньому можна інтерпретувати тільки шляхом проведення імітаційного моделювання.

Провадити імітаційне моделювання не варто в таких випадках:

♦ проблему можна вирішити шляхом логічного аналізу ситуації;

♦ проблему можна розв’язати аналітичними методами, наприклад за допомогою теорії СМО;

♦ результати можна отримати шляхом проведення прямих експериментів з об’єктом без втручання в технологічний процес, наприклад за допомогою хронометражу на робочих місцях;

♦ для розроблення імітаційного проекту за визначений строк немає достатньої кількості ресурсів;

♦ не можна отримати необхідні вхідні дані (імітаційне моделювання потребує великої кількості різноманітних даних, які досить важко збирати, більш того, вони можуть бути просто недоступними);

♦ менеджери організації, яка замовляє проект, бажають отримати забагато відімітаційного моделювання і дуже швидко;

♦ поведінка (режими функціонування) модельованої системи дуже складна або невизначена.

Структура імітаційного моделювання:

1. Дослідження вхідного потоку
2. Імітація вхідного потоку
3. Модель, зміна її параметрів
4. Аналіз отриманих результатів

**8. Адекватність моделі**

Адекватность модели - совпадение свойств (функций/параметров/характеристик и т. п.) модели и соответствующих свойств моделируемого объекта. Адекватностью называется совпадение модели моделируемой системы в отношении цели моделирования; [adequacy of a model] - соответствие модели моделируемому объекту или процессу. Адекватность - в какой-то мере условное понятие, так как полного соответствия модели реальному объекту быть не может, иначе это была бы не модель, а сам объект. При моделировании имеется в виду адекватность не вообще, а по тем свойствам модели, которые для исследования считаются существенными.

***Верификация модели***

Верификация модели [model verification] - проверка ее истинности, адекватности. В отношении к дескриптивным моделям Верификация модели сводится к сопоставлению результатов расчетов по модели с соответствующими данными действительности - фактами и закономерностями экономического развития. В отношении нормативных (в том числе оптимизационных) моделей положение сложнее: в условиях действующего экономического механизма моделируемый объект подвергается различным управляющим воздействиям, не предусмотренным моделью; надо ставить специальный экономический эксперимент с учетом требований чистоты, т. е. устранения влияния этих воздействий, что представляет собой трудную, во многом еще не решенную задачу.

Верификация имитационной модели есть проверка соответствия ее поведения предположениям экспериментатора (см. Машинная имитация). Когда модель организована в виде вычислительной программы для компьютера, то сначала исправляют ошибки в ее записи на алгоритмическом языке, а затем переходят к верификации. Это первый этап действительной подготовки к имитационному эксперименту. Подбираются некоторые исходные данные, для которых могут быть предсказаны результаты просчета. Если окажется, что ЭВМ выдает данные, противоречащие тем, которые ожидались при формировании модели, значит, модель неверна, т. е. она не соответствует заложенным в нее ожиданиям. В обратном случае переходят к следующему этапу проверки работоспособности модели - ее валидации.

***Валидация модели***

Валидация модели [model validation] - проверка соответствия данных, получаемых в процессе машинной имитации, реальному ходу явлений, для описания которых создана модель. Производится тогда, когда экспериментатор убедился на предшествующей стадии (верификации) в правильности структуры (логики) модели. Состоит в том, что выходные данные после расчета на компьютере сопоставляются с имеющимися статистическими сведениями о моделируемой системе.