

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ



План



- Программное моделирование информационных систем
- Особенности использования алгоритмических языков.
- Подходы к разработке языков моделирования.
- Классификации языков моделирования

- Успех или неудача проведения имитационных экспериментов с моделями сложных систем существенным образом зависит от инструментальных средств, используемых для моделирования, т. е. набора аппаратно-программных средств, представляемых пользователю-разработчику или пользователю-исследователю машинной модели. В настоящее время существует большое количество языков имитационного моделирования — специальных языков программирования имитационных моделей на ЭВМ — и перед разработчиком машинной модели возникает проблема выбора языка, наиболее эффективного для целей моделирования конкретной системы.

Программное моделирование информационных систем

- Использование современных ЭВМ, вычислительных комплексов и сетей является мощным средством реализации имитационных моделей и исследования с их помощью характеристик процесса функционирования систем S . Эффективность исследования системы S на программно-реализуемой модели M_m прежде всего зависит от правильности схемы моделирующего алгоритма, совершенства программы и только косвенным образом зависит от технических характеристик ЭВМ, применяемой для моделирования. Большое значение при реализации модели на ЭВМ имеет вопрос правильного выбора языка моделирования.
- *Алгоритмические языки* при моделировании систем служат вспомогательным аппаратом разработки, машинной реализации и анализа характеристик моделей. Каждый язык моделирования должен отражать определенную структуру понятий для описания широкого класса явлений.
- Основными моментами, характеризующими качество языков моделирования, являются: удобство описания процесса функционирования системы S , удобство ввода исходных данных моделирования и варьирования структуры, алгоритмов и параметров модели, реализуемость статистического моделирования, эффективность анализа и вывода результатов моделирования, простота отладки и контроля работы моделирующей программы, доступность восприятия и использования языка.
- *Язык программирования* представляет собой набор символов, распознаваемых ЭВМ и обозначающих операции, которые можно реализовать на ЭВМ. На низшем уровне находится основной язык машины, программа на котором пишется в кодах, непосредственно соответствующих элементарным машинным действиям (сложение, запоминание, пересылка по заданному адресу и т. д.). Следующий уровень занимает автокод (язык *АССЕМБЛЕРА*) вычислительной машины. Программа на автокоде составляется из мнемонических символов, преобразуемых в машинные коды специальной программой — ассемблером.

- *Компилятором* называется программа, принимающая инструкции, написанные на алгоритмическом языке высокого уровня, и преобразующая их в программы на основном языке машины или на автокоде, которые в последнем случае транслируются еще раз с помощью ассемблера.
- *Интерпретатором* называется программа, которая, принимая инструкции входного языка, сразу выполняет соответствующие операции в отличие от компилятора, преобразующего эти инструкции в запоминающиеся цепочки команд. Трансляция происходит в течение всего времени работы программы, написанной на языке интерпретатора. В отличие от этого компиляция и ассемблирование представляют собой однократные акты перевода текста с входного языка на объектный язык машины, после чего полученные программы выполняются без повторных обращений к транслятору.
- Программа, составленная в машинных кодах или на языке *АССЕМБЛЕРА*, всегда отражает специфику конкретной ЭВМ. Инструкции такой программы соответствуют определенным машинным операциям и, следовательно, имеют смысл только в той ЭВМ, для которой они предназначены, поэтому такие языки называются *машинно-ориентированными языками*.
- Большинство языков интерпретаторов и компиляторов можно классифицировать как процедурно-ориентированные языки. Эти языки качественно отличаются от машинно-ориентированных языков, описывающих элементарные действия ЭВМ и не обладающих проблемной ориентацией.
- Все *процедурно-ориентированные языки* предназначены для определенного класса задач, включают в себя инструкции, удобные для формулировки способов решения типичных задач этого класса. Соответствующие алгоритмы программируются в обозначениях, не связанных ни с какой ЭВМ.
- Язык моделирования представляет собой процедурно-ориентированный язык, обладающий специфическими чертами. Основные языки моделирования разрабатывались в качестве программного обеспечения имитационного подхода к изучению процесса функционирования определенного класса систем

Особенности использования алгоритмических языков.

- Рассмотрим преимущества и недостатки использования для моделирования процесса функционирования систем *языков имитационного моделирования* (ЯИМ) и *языков общего назначения* (ЯОН), т. е. универсальных и процедурно-ориентированных алгоритмических языков.
- Целесообразность использования *языков имитационного моделирования* (ЯИМ) вытекает из двух основных причин: 1) удобство программирования модели системы, играющее существенную роль при машинной реализации моделирующих алгоритмов; 2) концептуальная направленность языка на класс систем, необходимая на этапе построения модели системы и выборе общего направления исследований в планируемом машинном эксперименте. Практика моделирования систем показывает, что именно использование ЯИМ во многом определило успех имитации как метода экспериментального исследования сложных реальных объектов.
- Языки моделирования позволяют описывать моделируемые системы в терминах, разработанных на базе основных понятий имитации. До того как эти понятия были четко определены и формализованы в ЯИМ, не существовало единых способов описания имитационных задач, а без них не было связи между различными разработками в области постановки имитационных экспериментов. Высокоуровневые языки моделирования являются удобным средством общения заказчика и разработчика машинной модели M_m .

Подходы к разработке языков моделирования.

- К настоящему времени сложились два различных подхода к разработке языков моделирования: непрерывный и дискретный — отражающие основные особенности исследуемых методом моделирования систем. Поэтому ЯИМ делятся на две самостоятельные группы, которые соответствуют двум видам имитации, развивавшимся независимо друг от друга: для имитации непрерывных и дискретных процессов.
- Для моделирования непрерывных процессов могут быть использованы не только АВМ, но и ЭВМ, последние при соответствующем программировании имитируют различные непрерывные процессы. При этом ЭВМ обладают большей надежностью в эксплуатации и позволяют получить высокую точность результатов, что привело к разработке языков моделирования, отображающих модель в виде блоков таких типов, которые играют роль стандартных блоков АВМ (усилителей, интеграторов, генераторов функций и т. п.).
- Заданная схема моделирующего алгоритма преобразуется в систему совместно рассматриваемых дифференциальных уравнений. Моделирование в этом случае сводится, по сути дела, к отысканию численных решений этих уравнений при использовании некоторого стандартного пошагового метода.
- Универсальная ЭВМ — устройство дискретного типа, а поэтому должна обеспечивать дискретную аппроксимацию процесса функционирования исследуемой системы S . Непрерывные изменения в процессе функционирования реальной системы отображаются в дискретной модели M_{ν} , реализуемой на ЭВМ, некоторой последовательностью дискретных событий, и такие модели называются *моделями дискретных событий*. Отдельные события, отражаемые в дискретной модели, могут определяться с большой степенью приближения к действительности, что обеспечивает адекватность таких дискретных моделей реальным процессам, протекающим в системах S .

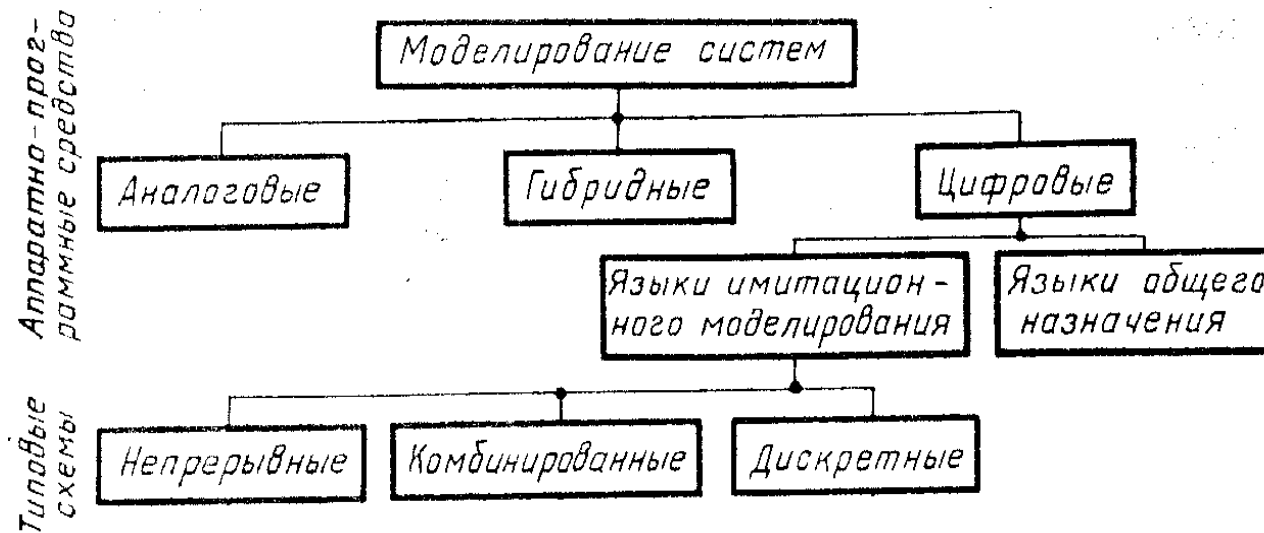
- *Архитектуру ЯИМ*, т. е. концепцию взаимосвязей элементов языка как сложной системы, и технологию перехода от системы S к ее машинной модели $M_{\text{м}}$ можно представить следующим образом:
- 1) объекты моделирования (системы S) описываются (отображаются в языке) с помощью некоторых атрибутов языка;
- 2) атрибуты взаимодействуют с процессами, адекватными реально протекающим явлениям в моделируемой системе S ;
- 3) процессы требуют конкретных условий, определяющих логическую основу и последовательность взаимодействия этих процессов во времени;
- 4) условия влияют на события, имеющие место внутри объекта моделирования (системы S) и при взаимодействии с внешней средой E ;
- 5) события изменяют состояния модели системы M в пространстве и во времени.

- В большинстве случаев с помощью машинных моделей исследуются характеристики и поведение системы S на определенном отрезке времени, поэтому одной из наиболее важных задач при создании модели системы и выборе языка программирования модели является реализация двух функций:
- 1) корректировка временной координаты состояния системы («продвижение» времени, организация «часов»);
- 2) обеспечение согласованности различных блоков и событий в системе (синхронизация во времени, координация с другими блоками).

Классификации языков моделирования

- Для машинного моделирования системы S пригодны три способа проведения вычислений, в основе которых лежит применение цифровой, аналоговой и гибридной вычислительной техники рис. 1.

Рис. 1.



- В основе рассматриваемой классификации в некоторых ЯИМ лежит принцип формирования *системного времени*. Так как «системные часы» предназначены не только для продвижения системного времени в модели M_M , но также для синхронизации различных событий и операций в модели системы S , то при отнесении того или иного конкретного языка моделирования к определенному типу нельзя не считаться с типом механизма «системных часов».
- Непрерывное представление системы S сводится к составлению уравнений, с помощью которых устанавливается связь между зависимыми и независимыми переменными модели. Примером такого непрерывного подхода является использование дифференциальных уравнений. Причем в дальнейшем дифференциальные уравнения могут быть применены для непосредственного получения характеристик системы.
- Представление системы S в виде типовой схемы, в которой участвуют как непрерывные, так и дискретные величины, называется *комбинированным*. Состояние модели системы $M(S)$ описывается набором переменных, некоторые из которых меняются во времени непрерывно.

- Законы изменения непрерывных компонент заложены в структуру, объединяющую дифференциальные уравнения и условия относительно переменных. Предполагается, что в системе могут наступать события двух типов:
- 1) события, зависящие от состояния системы;
- 2) события, зависящие от времени.
- События первого типа наступают в результате выполнения условий, относящихся к законам изменения непрерывных переменных.
- Для событий второго типа процесс моделирования состоит в продвижении системного времени от момента наступления события до следующего аналогичного момента.
- В рамках *дискретного подхода* можно выделить несколько принципиально различных групп ЯИМ.

- Первая группа ЯИМ подразумевает наличие списка событий, отличающих моменты начала выполнения операций. Продвижение времени осуществляется по событиям, в моменты наступления которых производятся необходимые операции, включая операции пополнения списка событий.
- При использовании ЯИМ второй группы после пересчета системного времени, в отличие от схемы языка событий, просмотр действий с целью проверки выполнения условий начала или окончания какого-либо действия производится непрерывно. Просмотр действий определяет очередность появления событий.
- Третья группа ЯИМ описывает системы, поведение которых определяется процессами. В данном случае под процессом понимается последовательность событий, связь между которыми устанавливается с помощью набора специальных отношений. Динамика заложена в независимо управляемых программах, которые в совокупности составляют программу процесса.