

Моделирование систем

Развитие компьютерного имитационного моделирования

Исторически сложилось так, что первые работы по компьютерному моделированию были связаны с физикой, где с помощью моделирования решался целый ряд задач гидравлики, фильтрации, теплопереноса и теплообмена, механики твердого тела и т.д.

Моделирование в основном представляло собой решение сложных нелинейных задач математической физики с помощью итерационных схем, и по существу было моделированием математическим.

Успехи математического моделирования в физике способствовали распространению его на задачи химии, электроэнергетики, биологии и некоторых других дисциплин, причем схемы моделирования не слишком отличались друг от друга.

Сложность решаемых с помощью моделирования задач всегда ограничивалась лишь мощностью имеющихся компьютеров.

компьютерное моделирование разделено на четыре направления:

1. Методы Монте Карло или методы вычислительной математики, использующие приближенные численные методы, когда все объекты аппроксимируются числами или их комплектами в принятой числовой сетке, а результаты получаются в виде таблиц или графиков с учетом возможностей современных компьютеров. Этими методами можно вычислять любые, не берущиеся аналитическим путем, многократные интегралы, решать системы уравнений;

методы имитационного моделирования
(simulation);

3. Методы статистической обработки данных
моделирования на основе методов
планирования эксперимента;

4. Комплексы имитационного моделирования,
объединяющие все названные виды
компьютерного моделирования,
пользовательский интерфейс,
автоматизированные системы поддержки
принимаемых решений и т. д. Это направление
предназначено для исследования сложных систем

Этапы развития имитационного моделирования

Этап 1 (1955-1960) В этот период программы для задач компьютерного моделирования разрабатывались на основе таких общеизвестных универсальных языков, как Fortran и Algol.

Fortran появился в 1957 году. Но работы по его созданию начались намного раньше. С 1954 годов группа инженеров компании IBM под руководством Джона Бекуса занималась созданием компилятора для Fortran. Эти работы велись более 2-х лет и, в конце концов, привели к созданию нового языка.

Fortran – это сокращение от двух английских слов FORmula TRANslator. Первоначально язык создавался с целью использования при математических расчетах. Он предназначался для написания программ, используемых при решении прикладных технических задач.

Языков программирования было немного и они не всегда устраивали разработчиков. Поэтому ряд ведущих программистов в Цюрихе представили в 1958 году новый язык программирования – Algol (сокращение от ALGOrithmic Language – алгоритмический язык программирования). Первая версия языка так и называлась – Algol58, а позднее, в 60-м году, был принят стандарт Algol60, который и стал основным на долгие годы.

Основная заслуга этого языка в том, что он заложил базу для дальнейшего развития программистской мысли, и многие языки программирования, разработанные впоследствии и получившие широкое распространение как в кругу профессионалов, так и среди любителей, содержат многие идеи и решения, взятые из Algol.

Создание моделей с помощью этих языков выглядело следующим образом: в компьютер вводили систему уравнений с детерминированными и случайными коэффициентами, задавали шаг времени, с помощью датчика случайных чисел изменяли случайные коэффициенты, а результаты решения подвергали статистической обработке. Компьютеры между тем развивались, и становилось понятным, что с их помощью можно решать самые разнообразные проблемы, зачастую не связанные с научными приложениями. Поэтому стали появляться первые языки моделирования.

Этап 2 (1961-1965) Появились первые языки моделирования: GPSS, SIMSCRIPT, SIMULA, CSL, SOL.

Ярким примером первых языков имитационного моделирования является широко известный язык моделирования дискретных систем - GPSS (General Purpose Simulating System). Появившийся впервые еще в 1961 году, он выдержал множество модификаций для самых различных операционных систем и компьютеров и в то же время сохранил почти неизменными внутреннюю организацию и основные блоки.

Основными понятиями языка GPSS являются транзакт, блок, оператор.

Транзакт GPSS – это динамический объект, под которым может подразумеваться клиент, требование, вызов или заявка на обслуживание прибором обслуживания.

То есть основное назначение GPSS – это моделирование систем массового обслуживания, хотя наличие дополнительных встроенных средств позволяет моделировать и некоторые другие системы (например, распределение ресурсов между потребителями).

Транзакты в GPSS могут создаваться (вводиться), уничтожаться (выводиться), задерживаться, размножаться, сливаться, накапливаться и т. д.

Блок GPSS представляет собой некоторый самостоятельный элемент моделируемой системы. Каждый блок реализует одну или несколько операций над транзактом, группой транзактов или параметрами транзактов, а совокупность блоков составляет моделирующую программу.

Таким образом, GPSS имеет блочную структуру и легко может быть приспособлен и для структурно-функционального моделирования не очень сложных систем.

GPSS достаточно легок в освоении, а наличие в нем функций, переменных, стандартных атрибутов, графики и статистических блоков существенно расширяет его возможности.

Дальнейшее развитие языков моделирования положило начало использования объектно-ориентированных принципов в моделировании.

Этап 3 (1965-1970) Появилось второе поколение языков моделирования GPSS V, SIMSCRIPT II.5, SIMULA 67.

Особое место среди языков имитационного моделирования этого периода занимает SIMULA-67, разработанный в Норвежском вычислительном центре У. И. Далом, Б. Мюрхаугом и К. Нюгордом.

Разработчики языка SIMULA-67 положили начало объектно-ориентированному представлению систем.

Имя языка программирования SIMULA происходит от английских слов SIMUlation LANguage, что в переводе означает «язык моделирования». SIMULA-67 основывается на языке ALGOL-60 и содержит его в качестве своего подмножества.

Этот язык был предназначен для моделирования различных объектов и процессов, и объектно-ориентированные черты появились в нем именно для описания свойств модельных объектов.

В нем впервые получила практическое воплощение концепция ядра языка как средства иерархического, структурированного описания класса объектов, последующее развитие которой привело к созданию объектно-ориентированного программирования.

Фундаментальным новым понятием языка SIMULA - 67 является понятие «объект», которое эволюционировало из понятия «процесс» языка SIMULA A-1.

Под объектом понимается экземпляр описания класса, который имеет свои собственные локальные данные и действия.

В языке SIMULA-67 имеются элементарные операторы, которые позволяют организовать исполнение программы в виде последовательных активных фаз объектов. Это исполнение называют «квазипараллельным».

Квазипараллельное исполнение программ позволяет отойти от обычной схемы решения (в виде последовательности шагов) задачи и представить ее в виде ряда взаимодействующих объектов, получивших название «сопрограмм»

Идеи, заложенные в языке SIMULA-67, оказали существенное влияние на языки программирования, появившиеся после него. В частности, понятие «класс» нашло свое воплощение в понятии «абстрактные типы данных», а понятие «объект» – в объектно-ориентированном программировании, хотя разработка SIMULA-67 в принципе не преследовала цели создания объектно-ориентированного языка.

Этап 4 (1971-1978)

На этой стадии происходит развитие уже разработанных языков и средств моделирования, ориентированное, прежде всего, на повышение эффективности процессов моделирования и превращения моделирования в более простой и быстрый метод исследования сложных систем.

К числу широко известных языков имитационного моделирования относится также язык SLAM, разработанный профессором Университета Пердью Аленом Прицкером в начале 70-х.

В основе языка SLAM лежит простая идея – объединить достоинства GPSS и DYNAMO таким образом, чтобы, допуская раздельное применение этих языков, можно было при необходимости использовать их совместно.

Реализация этого принципа на ЭВМ с цифровыми дисплеями хотя и давала некоторые преимущества при моделировании, однако не вносила качественных изменений в процесс моделирования.

Однако, переход к графическим интерфейсам раскрыл все преимущества этого принципа.

Этап 5 (1979-1986) Годы перехода от программирования к развитию моделей.

Основной акцент был перенесен на идентификацию интегрированных средств имитационного моделирования.

Процесс моделирования включает такие этапы, как создание модели, программирования, проведения имитационных экспериментов, обработку и интерпретацию результатов моделирования.

Традиционно преимущество отдавалось этапу программирования. Возникающая при этом схема моделирования во многом повторяет схему проведения натурных испытаний и сводится лишь к имитации траекторий изученных моделей.

С появлением имитационных моделей изменилась концепция моделирования, которая теперь рассматривается как единственный процесс построения и исследование моделей, которое имеет программную поддержку.

Теперь на первое место ставится формальное понятие модели, которое не только объясняет динамику системы, но и служит предметом математических исследований.

Становится возможным достоверный анализ многих практически важных свойств модели (стационарных распределений, малых вероятностей, чувствительности, надежности и достоверности результатов моделирования).

Эти свойства особенно существенны при исследовании высоко ответственных и полно масштабных систем, где цена ошибки особенно высока.

Этап 6 (1987-1994) Перенесение программного обеспечения для имитационного моделирования на персональные компьютеры с использованием средств графического интерфейса (для визуализации и анимации процессов моделирования).

Появились среды имитационного моделирования (Arena, Extend, MicroSaint, Enterprise Dynamics и пр.) содержащие интерфейс непрограммирующего пользователя, входные и выходные анализаторы, возможность анимации имитационного моделирования.

Такие среды не требуют программирования в виде последовательности команд. Вместо составления программы пользователь komponует модель, перенося готовые блоки из библиотеки на рабочее поле и устанавливая связи между ними.

Пакеты визуального моделирования позволяют пользователю вводить описание моделируемой системы в естественной для прикладной области и преимущественно графической форме, а также представлять результаты моделирования в наглядной форме, например, в виде диаграмм или анимационных картинок.

Важной особенностью этого этапа развития имитационного моделирования является использование технологии объектно-ориентированного моделирования, что позволяет резко расширить границы применимости и повторного использования уже созданных и подтвердивших свою работоспособность моделей.

Средства моделирования на этом этапе позволяли создавать модели, для расчета которых требовались значительные вычислительные ресурсы.

Это требование определило путь дальнейшего развития компьютерного имитационного моделирования.

Этап 7 (1995-2000) Разработка средств технологической поддержки процессов распределенного имитационного моделирования на мультипроцессорных компьютерах и сетях.

В начале 90-х впервые были изложены и обобщены результаты по практическому созданию завершенной моделирующей среды, ориентированной на использование распределенных и параллельных вычислительных средств, как новой парадигмы в области вычислений, что в последующем стало одним из приоритетных направлений исследований и разработок в области компьютерного моделирования.

Исторически сложилось так, что термин «распределённая система имитации» относился к системам, выполняемым на вычислительной системе, узлы которой географически могли находиться на весьма отдалённом расстоянии друг от друга.

В этих системах время, которое затрачивалось на передачу сообщений между узлами, было сравнительно велико, а производительность систем — низкая.

Термин «параллельная система имитации» применялся к системе имитации, функционирующей на высокопроизводительных вычислительных системах.

В этих системах время, затрачиваемое на коммуникацию между узлами, незначительно по сравнению со временем, затрачиваемым на вычисления.

Одним из вариантов развития в данном направлении являются Grid-технологии. Идея состоит в том, чтобы объединить гетерогенные и географически распределенные ресурсы для решения качественно новых задач, в том числе задач моделирования.

Например, при моделировании влияния тысяч молекул (потенциальных лекарственных препаратов) на белки при поиске лекарств для определенных болезней.

Концепция Grid (название по аналогии с электрическими сетями – electric power grid) предполагает создание компьютерной инфраструктуры нового типа, обеспечивающей глобальную интеграцию информационных и вычислительных ресурсов на основе управляющего и оптимизирующего программного обеспечения (middleware) нового поколения.

Сейчас Grid-технологии наиболее широко используется для решения задач, требующих интенсивной вычислительной обработки, например для сложного моделирования при разработке новых лекарств, расчете финансовых рисков, автоматизации проектирования и т. д.

Этап 8 (2001-) Развитие и усовершенствование разработанных средств моделирования.

Интересным направлением в компьютерном моделировании является виртуальная реальность.

Термин «виртуальная реальность» появился еще в конце 70-х годов (так называли трехмерные макромодели реальности, которые создавались с помощью компьютера и давали эффект присутствия человека в виртуальном мире).

Первоначально подобные модели применялись в военной области в обучающих целях, например для имитации управления самолетом.

Долгое время весьма высокая стоимость аппаратно-программных комплексов, позволяющих осуществить подобную визуализацию, ограничивала их применение только военными проектами и космической промышленностью.

Однако, прогресс и удешевление этих технологий за последние годы, позволили внести концепцию виртуальной реальности и виртуального прототипирования во все отрасли промышленности и бизнеса.

Виртуальная реальность – высокоразвитая форма компьютерного моделирования, которая позволяет пользователю погрузиться в виртуальный мир и непосредственно действовать в нем с помощью специальных сенсорных устройств. Подобные устройства (шлем виртуальной реальности, очки, перчатки, капсулы и т.д.) связывают его движения с аудиовизуальными эффектами, причем, зрительные, слуховые, осязательные и моторные ощущения пользователя заменяются их имитацией, генерируемой компьютером.

В настоящее время мы наблюдаем все более массированное применение технологий виртуального прототипирования, т.е. процесса создания виртуальной (электронной) модели объекта, предназначенного для

- ❑ последующего производства,
- ❑ ее всесторонней оценки на этапе наличия виртуального прототипа (например, безопасности, функциональности, технологичности и т.д.),
- ❑ оптимизации технологических процессов его изготовления.

Виртуальные информационные технологии – это лишь одно из возможных направлений дальнейшего развития компьютерного моделирования.