

2. Шамриков Б.М. Сравнительный анализ точности параметрической идентификации динамических объектов в разомкнутых и замкнутых автоматических системах - Изв. АН СССР, Техн. кибернетика, 1986 N 3, с. 143-150

3. Цыпкин Я.З. Информационная теория идентификации. М.: Наука, 1984 г.

4. Фурсов В.А. Анализ точности и построение алгоритмов идентификации по малому числу наблюдений - Изв. АН СССР, Техн. кибернетика, N 6, 1991 г.

АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ СИСТЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ АНИМАЦИИ НА БАЗЕ ПК ДЛЯ ЗАДАЧ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Д. Г. Черясов

Адекватное представление процессов сложной имитационной модели в виде динамических зрительных образов позволяет не только обеспечить новое качество процессов моделирования, но и в отдельных случаях выявить нетривиальные, скрытые зависимости и взаимодействия между компонентами системы. В этом отношении динамическая визуализация имитационных процессов должна рассматриваться как разновидность когнитивной графики. Построение изображения можно описать формулой $I=G(W)$, где I - изображение, G - функция отображения, а W - модель мира. Нас интересует случай, когда $W=W(t)$, следовательно, и $I=I(t)$, где t - время.

Таким образом, построение изображения I есть создание фильма (компьютерная анимация). Ниже кратко рассматриваются некоторые системы, направленные на создание компьютерной анимации (назовем их СКА), с точки зрения компьютерного представления мира.

Каждая из СКА всегда включает систему моделирования мира (СММ) и систему отображения, в нашем случае являющуюся системой анимации (СА). СА и СММ очень тесно связаны и обычно должны рассматриваться вместе. Внутри СММ обычно можно выделить отдельные объекты.

Условно на множестве существующих СКА можно выделить *системы видеографики* (фильмы для переноса на видео), *иллюстрационные системы* (фильмы для использования в компьютерных приложениях) и *имитационно-*

игровые системы (в них существенен момент интерактивности). С точки зрения практического использования фильмов не существует выраженной границы между видеографическими и иллюстрационными системами.

Для СА видеографики характерна медленная генерация высококачественного фильма с записью результатов в сжатой растровой форме. Для иллюстрационных СА характерна генерация фильма (или его частей) в реальном времени, что позволяет легко менять его сценарий.

Имитационно-игровые СКА можно было бы рассматривать как подмножество иллюстрационных СКА, однако они имеют свою ярко выраженную специфику. Во-первых, такие СКА не предназначены для генерации фильмов произвольного сюжета. Это приводит к появлению в их СММ предопределенного набора объектов со сложным поведением. Во-вторых, это в основном системы реального времени, в которых качество изображения часто приносится в жертву производительности.

Назовем *интерактивной* СКА, допускающую изменение фильма в процессе съемки, а *пакетной* - СКА, этого не допускающую. К пакетным СКА неизбежно относятся все системы видеографики. Хотя всегда предусматривается возможность просмотреть "макет" фильма в реальном времени, такой макет является крайне упрощенным. Будем рассматривать СКА-имитаторы только реального времени, поскольку анимация других часто не отличается от таковой для иллюстрационных СКА. Большое значение имеет *геометрическая модель*, используемая СММ, что отражается и в технологии СА. Можно выделить "простейшую", "плоскую" и "трехмерную" модели.

В простейшей модели существует только фон; преобразование его частей может быть близким к манипуляции объектами, которые, однако, исчезают (становятся частью фона) после каждой манипуляции.

В плоской модели существуют явные объекты, не ограниченные по времени существования. Существует третье измерение (порядок наложения объектов, Z-order) СА таких СКА использует простейшее параллельное проецирование.

В трехмерной модели объекты обычно представлены в векторной форме. Она чаще всего используется системами видеографики и имитации. СА могут использовать как фиксированную параллельную проекцию ("2.5-мерную"), сильно упрощающую отображение, так и произвольную центральную проекцию.

Определим *спрайт* как совокупность изображений, представляющих некоторый объект во всевозможных фазах движения, рассмотренных со всевозможных допустимых точек зрения. Вообще говоря спрайт не обязан состоять из изображений одинаковой природы. Однако на практике применяются растровые изображения, чаще всего одинакового размера. Некоторые участки изображений спрайта трактуются как прозрачные, что позволяет задавать изображения объектов сложной формы. Спрайты используются для создания эффектов сложного фазированного движения (например, ходьба). При этом последовательно используются соответствующие изображения фаз. Выигрыш во времени достигается в результате предварительного (во время создания спрайта) расчета изображений сложного объекта, что позволяет быстро "вставить" такое изображение в синтезируемую сцену. Недостатком является необходимость хранить много растровых изображений и ограниченность набора фаз и проекций, не позволяющих создать произвольное изображение без искажений

Обычно спрайты применяются в СА плоского типа, однако они легко применимы и в трехмерных СА, основанных на трассировке лучей. Особенно актуально это в СКА реального времени при небольшой мощности процессора (компьютерные игры)

Кратко рассмотрим универсальные и видеографические системы, которые, как правило, используют простейшие или плоские СММ. СА относятся к пакетному типу. Рассмотрим 3 характерных примера иллюстрационных систем.

СКА *StoryBoard* фирмы IBM разработан в конце 80-х годов СММ в нем имеет минимальную сложность - объектами являются растровые изображения, при этом одновременно существует только один объект. Объект можно перемещать и задавать визуальные эффекты его появления/исчезновения; по окончании перемещения объект становится частью фона. Для управления фильмом существует простой язык, описывающий создание и перемещение объекта; язык допускает условные конструкции. Из-за крайнего примитивизма СММ данная СКА пригодна только для простейших целей. Достоинством является крайняя простота реализации и малый размер. В целом *StoryBoard* воплощает устаревшие подходы в СКА

СКА *PCAnimat* разработки начала 90-х годов вообще отказывается от концепции объектов. Основой СММ является понятие "эффекта". Под эффектом по-

нимается любое аффинное преобразование некоторого растрового изображения. Эффект можно применить к любому растровому изображению. После "применения" (rendering) эффекта заданная последовательность кадров содержит преобразованное в соответствии с эффектом растровое изображение в качестве элемента фона.

Концепция эффектов позволяет легко редактировать сложные сценарии без длительных вычислений, откладываемых до момента "применения". Однако применение спрайтов никак не поддерживается, что ограничивает сферу применения.

СКА CoreIMOVE фирмы Corel использует плоскую СММ. Она работает в среде MS Windows. Изображения, используемые в CoreIMOVE, подготавливаются с помощью редактора CorelDRAW, который реализует векторно-сплайновую модель изображения, что снимает проблемы масштабирования. Однако изображения, с которыми CoreIMOVE работает непосредственно, являются растровыми - только такая технология обеспечивает хорошее быстродействие при выводе изображений сложных форм. При этом прежнее представление не теряется, что позволяет редактировать изображения снова в удобном векторном виде.

Сцены CoreIMOVE формируются из объектов двух типов: "актеров" (actors) и фоновых изображений (props).

Фоновые изображения имеют произвольный размер и не могут двигаться.

Актеры реализованы по спрайтовой технологии: каждому актеру приписана последовательность фаз его движения (cels). Сам актер может перемещаться по кадру по заданной траектории. "Проигрывание" фаз может быть не только линейным. Существуют также средства для управления демонстрацией фильма. Допустимы условные конструкции и обработка событий от клавиатуры и мыши в терминах отметки объектов. Это позволяет создавать интерактивные фильмы, взаимодействующие с пользователем, например, с помощью меню.

Пакет 3D Studio фирмы Autodesk - является примером видеографической системы. Это профессиональная трехмерная СА для видеографики для PC. Она позволяет генерировать высококачественные фильмы, основанные на векторной модели объектов. Мир 3D Studio построен из плоских многоугольников. Плавные кривые могут быть описаны сплайнами. Можно задавать предопределенные объекты типа параллелепипедов, шаров, торов и т. п. (они составляются из треуголь-

ников). Подобные примитивы можно связывать друг с другом, создавая сложные объекты, ведущие себя как одно целое.

Существуют мощные средства для произвольной трансформации объектов.

Нет никаких ограничений на взаимное расположение, перемещение или трансформацию объектов. Это объясняется тем, что генерируемые изображения должны выглядеть реалистично в смысле оптики, но очень часто нужны "фантастические" эффекты движения. Существует развитая система описания преобразований объектов на протяжении фильма. Сложная трехмерная СА построена на алгоритмах трассировки лучей.

Анализ иллюстрационных и видеографических систем позволяет сказать, что они, в силу своего универсального назначения, имеют СММ, не направленную на моделирование какого-либо поведения объектов, но лишь представляющую удобную базу для СА, которой уделено основное внимание. Они в большинстве не имеют средств связи с системой физического (или иного) моделирования.

Все *имитационные и игровые* системы работают в реальном времени. Все они имеют СММ для некоторой специальной предметной области. Пользователь не может изменить набор и тип объектов, но может управлять их поведением, часто весьма сложным. Из-за работы в реальном времени и СА, и СММ должны иметь высокую производительность, поэтому они часто упрощаются. Существует и класс имитаторов, старающихся как можно точнее воспроизвести реальные процессы. Например, некоторые полетные имитаторы очень точно имитируют настоящий самолет, вплоть до особенностей поведения конкретной модификации машины. Однако это относительно легко может быть достигнуто анализом поведения реального самолета в различных условиях и заменой многих сложных уравнений СММ гораздо более простыми эмпирическими - особенно это касается тонких эффектов.

Хороший пример имитационно-игровой системы - игра **The Incredible Machine 2 (TIM-2)** фирмы Sierra. Это система имитации машин произвольной конструкции, составленных из широкого набора предопределенных узлов. Узлы бывают механическими, электрическими, оптическими и т. д. Все эти элементы взаимодействуют по законам физики реального мира. Смысл игры в построении машины, решающей некоторую задачу.

СА представлена в основном плоской спрайтовой графикой.

Система моделирования TIM-2 весьма мощна. Она позволяет в реальном времени моделировать машины с большим количеством узлов и физических эффектов. При этом определенные эффекты моделируются весьма подробно: например, веревки под нагрузкой натягиваются, без нагрузки провисают и пр. Как представляется, высокая производительность достигается за счет того, что моделируются только предусмотренные эффекты: например, механические узлы не реагируют на тепловые воздействия и т. д.

Некоторые эффекты "преувеличены" для внесения игрового момента, но это является не пороком СММ, а спецификой настройки конкретных объектов.

Существует также большой класс имитаторов техники, позволяющих конструировать имитируемый аппарат. Так, **MS Flight Simulator 5** (Microsoft) позволяет подробно "конструировать" самолеты, а **Grand Prix Unlimited** (Accolade) - автомобили "формулы-1". Несомненно, СММ этих СКА использует упрощенные эмпирические уравнения вместо точных, но сложных "классических".

Для повышения производительности сложных трехмерных СА применяются разные методы. Один из них - предвычисление некоторых величин, мало изменяющихся в процессе моделирования. Чаще всего эти величины связаны со стабильной геометрией многих объектов мира (например, освещенность в здании). Второй метод - использование спрайтов (для мелких объектов сложной формы).

Еще один метод - упрощение геометрии мира. Хорошим примером его применения могут служить трехмерные СА в играх фирмы ID Software **Wolfenstein** и **Doom**, использующие текстурные закраски объектов, что требует вычислительно емкого метода трассировки лучей. В первой из них мир разбит на кубы, во второй - на вертикальные призмы. Это позволяет повысить производительность алгоритма трассировки лучей (и СА в целом) на порядок по сравнению с традиционным подходом.

Анализ имитационно-игровых систем позволяет утверждать, что для эффективной работы специализированной СКА РВ необходимо адекватное упрощение компьютерной модели мира: это позволит подробно моделировать заданные эффекты за счет игнорирования второстепенных. Часто это повышает производительность как СММ, так и СА. Использование специфики модели позволяет вынести некоторые вычисления из процесса моделирования (предвычисления).

Ограниченный набор объектов в таких СММ и единообразии их взаимодействия делает удобным использование объектно-ориентированных методов для их представления.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ РАСФОРМИРОВАНИЯ – ФОРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СОСТАВОВ НА СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ

М.А. Шамашов

Модульная многофункциональная автоматизированная система управления технологическим процессом расформирования - формирования составов (АСУ ТП РФС) для механизированной железнодорожной сортировочной горки разработана под руководством специалистов кафедры информационных систем и технологий Самарского государственного аэрокосмического университета в рамках договоров с Самарским отделением и Управлением Куйбышевской железной дороги. АСУ ТП РФС представляет собой программно-аппаратный комплекс на базе ПЭВМ IBM PC/AT и служит для повышения перерабатывающей способности горок, безопасности роспуска и улучшения условий труда работников горочного комплекса. Система решает большинство задач автоматизации роспуска железнодорожных составов и обеспечивает:

- связь горочной ПЭВМ с АСУ верхнего уровня с целью получения телеграмм-натурных и сортировочных листков с информацией о составах, подлежащих расформированию, а также их ввод и корректировку с клавиатуры ПЭВМ;
- задание маршрутов скатывания отцепов (одного вагона или нескольких сцепленных вагонов, направляемых на один путь) согласно сортировочному листу;
- подсчет количества осей и вагонов в отцеплах и автоматическую корректировку сортировочного листка в случаях отклонений от плана формирования отцепов,
- контроль скатывания отцепа по заданному маршруту,
- измерение скорости движения отцепов;