

## ЭФФЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ЗАДАНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Вяткин Сергей<sup>1</sup>, Романюк Александр<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Институт автоматизации и электротехники СО РАН, Россия

<sup>2</sup>Винницкий национальный технический университет, Украина

Круг прикладных задач на базе функционально заданных объектов постоянно [1, 2] расширяются. В известных пакетах 3D-моделирования в последнее время стали применяться функциональные примитивы, например, метасферы (Meta Balls) в Strata Studio Pro и пр. Главными преимуществами функционального моделирования являются простота задания и компактность баз данных, что очень важно при быстрой передаче большого объема данных.

Важной прикладной задачей может стать применение функционального задания объектов для веб-визуализации, например, функционально-базируемое расширение 3D (X3D), а также VRML (Virtual Reality Modeling Language). Функционально-заданные объекты могут использоваться совместно со стандартными моделями X3D и VRML. Для этого необходимо будет разработать FVRML/FX3D узлы на базе разработанных примитивов и методов. Функциональное интерактивное моделирование может расширить возможности работы в сети.

VRML представляет статическую, анимационную и интерактивную 3D виртуальную среду. Однако для сложных форм и сцен VRML файл может быть очень большим, для того, чтобы его быстро передать для отображения. Даже в сжатом виде (gzip) размер файла VRML-сцены может занимать несколько мегабайт, включая текстуры. Во-вторых, стандарт VRML не поддерживает передовые технологии визуализации такие, как Bump Mapping и Environmental Mapping. Поэтому было разработано расширение X3D, которое включает эти и прочие технологии, а также 2D и 3D примитивы. Тем не менее, для сложных полигональных форм и сцен файл бинарного кода даже в сжатом виде, может быть также очень большим, для того, чтобы его быстро передать для отображения. В-третьих, без коммерческих моделирующих систем в X3D не поддерживается конструктивная твердая геометрия (CSG). А если приобрести одну из таких систем, то применение операций конструктивной твердой геометрии будет возможно только для полигональных сеток. И, в-четвертых, не просто сделать наложение 3D текстур на трехмерные формы. И, наконец, в X3D есть ограничения для задач анимации, геометрические операции просто решаются с помощью функционального задания. В отличие от полигональных моделей VRML/X3D, функциональное расширение FVRML/FX3D позволит существенно уменьшить базу данных при неограниченных уровнях детальности. Такое расширение позволит применить теоретико-множественные и другие геометрические операции для функциональных моделей. Для визуализации функционально-заданных объектов в VRML и X3D форматах необходимо конвертирование этих объектов в стандартные VRML и X3D примитивы.

Процесс моделирования молекулярных и наноструктур становится значительно эффективнее, если применять функционально заданные примитивы и объемно-ориентированную технологию визуализации, основанную на методе отслеживания лучей и функциональном задании примитивов в отличие от традиционной технологии отображения трехмерных сцен, построенной на методе отрисовки треугольников с помощью алгоритма z-буфера. Принципиальное отличие метода от остальных заключается в неполноугольном представлении поверхностей молекулярных сцен и использовании алгоритма отслеживания лучей для рендеринга сцены. Механизм рендеринга радикально отличается от реализованных методов в современных ускорителях компьютерной графики. Объекты представляются функционально, что обеспечивает компактность задания баз данных. Использование алгоритма отслеживания лучей решает проблемы, характерные для систем с растриванием на плоскости, и проблемы больших объемов данных. Для описания даже самых простых структур необходимо иметь большое количество треугольников, поэтому акселератор не отобразит ее в реальное время. Двумерные сцены хороши для того, чтобы показывать связи атома-к-атому, но этого недостаточно, когда необходимо описывать молекулярные структуры. Например, молекулярным дизайнерам необходимо знать, как одна функциональная группа входит в другую структуру, т.е. необходима трехмерная картина, с возможностью поворота сцены, перемещения и т.д. Кроме этого, трехмерные модели необходимы для показа межмолекулярных взаимодействий, при моделировании некоторых сложных движений молекул. Гипотетически существует 10 в 180 степени молекулярных структур, известны - 1000000, а коммерчески используются только 1000. Необходимо также хранить большие объемы информации о молекулярных структурах, поэтому необходимо сжатие. При расчете прогноза новых структур необходимо решать дифференциальные уравнения. В задачах молекулярной механики не хватает вычислительной мощности самых современных суперкомпьютеров.

Другим возможным применением функциональных объектов является компьютерное моделирование, нанопланирование и визуализация виртуальной нанотехнологической среды, наносистем и технологических процессов. Разработка новых методик построения моделей наномеханизмов и систем позволяет сократить время эксплуатации дорогостоящего оборудования, уменьшить длительность экспериментов, с оценкой влияния различных параметров на функционирование отдельных компонентов нанотехнологического модуля, и всего комплекса в целом, а также с диагностикой новых перспективных конструкций нанороботов и их узлов без изготовления натуральных образцов. Разработка новых конструкций нанороботов, новых алгоритмов планирования и управления для нанотехнологических комплексов требует значительных аппаратно-временных затрат, особенно на этапах отладки и тестирования. Для автоматизации рутинных операций предлагается более широко использовать модели виртуальной реальности при разработке наномеханических устройств. Основой виртуальной нанотехнологической среды будут служить технологии компьютерного моделирования, компьютерной имитации и программирования, которые в со-

четании с трехмерной визуализацией реального времени позволят реалистично моделировать на экране наносистемы и технологические процессы, поскольку в наносистемах реконструкция трехмерной рабочей зоны сопряжено с проблемами, вызванными использованием электронных микроскопов, которые дают плоскую картину. В настоящее время наносистемы с трехмерной структурой собираются вручную, под микроскопом. Это в первую очередь, сказывается на их надежности и стоимости. Поэтому для этой области является актуальным использование специализированных роботизированных систем. Использование мобильных наноманипуляционных систем (нанороботов), станет основой технологических операций при изготовлении и сборке наносистем. Однако получить произвольные проекции наноконструкций возможно за счет согласованной работы аппаратуры реального нанотехнологического модуля и виртуальной среды, используемой как интерфейсная надстройка. Для рассмотрения рабочей сцены в произвольном направлении и с любым планом, с видом разреза интересующего устройства предлагается воспользоваться матричным подходом для реализации трехмерных построений. С этой целью в графической подсистеме виртуальной среды операции по трансформации объектов будут осуществляться посредством манипуляций с видовой, мировой матрицами и матрицей проекций.

Еще одним применением функциональных объектов может стать построение 3-D моделей костей человека (позвонок, челюсть и др.) Одна из задач состоит в изготовлении впоследствии на станке с ЧПУ протеза или прототипа разрушенной кости. Если моделировать кости в среде 3ds MAX, можно столкнуться с рядом проблем. Во-первых, среда 3ds MAX не имеет принятой в машиностроении метрики, что серьезно усложняет получение аутентичных поверхностей. Во-вторых, файлы с расширением .max (.3ds) являются приемлемыми только в среде AutoCAD, откуда впоследствии для генерации управляющей программы ЧПУ модель переносится в среду Autodesk Inventor. Такие трансформации исходной 3D модели всегда связаны с потерей точности воспроизведения исходной модели. Существует возможность получения намного более сложных 3D поверхностей на базе функций, над которыми просто делать теоретико-множественные операции.

#### Список использованных источников:

1. Вяткин С. И. Геометрическое моделирование и визуализация функционально заданных объектов на базе функций возмущения с использованием графических акселераторов / С. И. Вяткин, М. А. Городилов, Б. С. Долговесов // Научная визуализация. – 2009, – № 3. – С. 22–49
2. Вяткин С.И., Романюк О. В. Базовые операции для анимации сложных функциональных поверхностей / С.И. Вяткин., О.В. Романюк. // Реєстрація, зберігання і обробка даних. — 2010. —Т. 12. —№ 3. — С. 16–24.