

ВЛИЯНИЕ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ОТОБРАЖЕНИЯ ДАННЫХ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМ ВИЗУАЛИЗАЦИИ

Мальчева Р.В., Коротин Ю.Э.
Кафедра ЭВМ, ДонГТУ

Abstract

Malchewa R.V., Korotin Y.E. The influence of model of data representation and rendering to productivity of visual system. The productivity of computer graphics depends on a data representation and rendering. This article discusses the voxel-based approach, in which the data sets are in volumetric form. Just as 2D raster graphics superseded vector graphics, volume graphics has the potential to supersede surface graphics for 3D geometric scene representation, manipulation, and rendering.

Введение

Стремительный прогресс в аппаратных средствах ЭВМ позволил в начале 70-х осуществить переход с векторной графики на растровую графику. Другой переход с подобным потенциалом происходит при внедрении графики объема - воксельной графики. Эта тенденция в настоящее время находится в центре исследований и усилий по развитию научной визуализации вообще и визуализации объемных сцен, в частности. Воксел - аббревиатура от «(volume element) - элемент пространства. Каждый воксел является блоком (кубом) пространства и имеет числовое значение, связанное с представляемой им частью внутреннего пространства реального объекта или его феноменов. Воксел - трехмерная концептуальная замена двумерному пикселу. Каждый воксел имеет числовые оценки, которые представляют некоторые измеримые свойства или независимые переменные (например, цвет, непрозрачность, плотность, материал, пропорцию охвата, преломляющий индекс, скорость, силу, и время) реального явления или объекта, находящегося в единичном объеме, представленном этим вокселем. Совокупность вокселей формирует набор данных [1].

1. Особенности поверхностной графики

Объектно-базированный подход векторной графики был приспособлен к трехмерной графике за счет поддержки и обработки списка отображения геометрических объектов и регенерации буфера кадра после каждого изменения в параметрах положения точки наблюдения или сцены. Этот подход, называемый поверхностной графикой, объединяет растровую технологию для отображения и объектно-базированного подхода для представления, обработки и преобразования трехмерных сцен. Метод поддержан мощными геометрическими преобразователями, которые составляют существующие аппаратные средства ЭВМ для предоставления многоугольников. Такие специализированные геометрические процессоры процветали в прошлом десятилетии, делая поверхностную графику достижением искусства в трехмерной графике [2].

2. Переход к графике объемов

Вместо списка геометрических объектов графика объема использует трехмерный буфер объемов как средство для представления и обработки трехмерных сцен. Трехмерная сцена - дискретизированная ранее в процессе преобразования изображения. Дискретная форма используется как база данных сцены для обработки и представления. Кроме того, все объекты преобразованы в одну униформу метаобъект - воксел. Каждый элементарный воксел и представляет информацию относительно не больше, чем одного объекта,

который находится в этом вокселе. В таблице 1 приведен сравнительный анализ возможностей поверхностной графики и графики объемов.

Таблица 1. Сравнительный анализ поверхностной и объемной графики

№	ВОЗМОЖНОСТИ	ГРАФИКА ПОВЕРХНОСТЕЙ	ГРАФИКА ОБЪЕМОВ
1	Выполнение отрисовки	Зависит от сложности сцены и объектов визуализации	Не зависит от сложности сцен и объектов
2	Требования к памяти и быстродействию	Переменные: зависят от сложности сцен и объектов	Большие, но постоянные
3	Преобразования	Непрерывные: обработка геометрических описаний объектов	Дискретные: обработка вокселей подобъемов
4	Объектно-пространственный элайсинг	Нет	Множественный
5	Экранные преобразования и отрисовка	Преобразование в пиксели включено в отображение	Преобразование в воксели вынесено из отображения
6	Булева и блоковая обработка	Трудности: должна выполняться аналитически	Тривиальна: при использовании операций над вокселями и деревьями
7	Отображение внутренних и аморфных особенностей	Нет; только поверхности	Да: отображение внутренней структуры так же хорошо как и поверхностей
8	Достаточность для шаблонных данных и их смещения с геометрическими данными	Частично и не напрямую	Поддерживает представление и непосредственное отображение
9	Размеры (например, расстояние, площадь, объем, нормаль)	Аналитически, но может быть сложным	Дискретная аппроксимация, но простая
10	Зависимость от точки наблюдения	Требует повторных преобразований для каждого изменения точки наблюдения	Предварительно вычисленная и запомненная информация, не зависит от точки наблюдения

Графика объема предлагает тот же самый набор возможностей, как поверхностная графика, с несколькими преимуществами из-за разъединения, однородности, и особенностей реализации. Преимущества графики объема включают нечувствительность к сложности сцен, независимость от точки зрения, способность представлять искусственные и моделируемые данные, способность представить внутренние информационные и аморфные явления типа облаков и дыма и способности поддержать различные блоковые операции.

2.1 Стадия представления

Графика объема поддерживает булеву алгебру, обработку блоков и конструктивное твердое моделирование. Когда трехмерные образы или моделируемые данные, полученные путем сканирования, типа произведенных медицинскими сканерами (например, в компьютерной томографии и магнитном отображении резонанса) или в результате научных моделирований, графика объема идеально подходит для их представления. Она позволяет представлять аморфные явления и информацию, относящуюся к внутренней и внешней структуре объектов. Так же такие неотъемлемые этапы синтеза реалистичных изображений, как текстурирование и синтез устилающих поверхностей, тоже выносятся на стадию представления сцены в воксельном

2.2 Дискретная форма.

В отличие от поверхностной графики, графика объема представляет трехмерную сцену в дискретной форме. Это причиняет много неприятностей основанной на вокселях графики, которые являются подобными для двумерных растров [2]. Растровое преобразование имеет предел точности, который также присущ и воксельным преобразованиям. Трудно преобразовывать в дискретный вид трехмерный объем без того, чтобы не потерять качество изображения или потерять некоторую информацию (строка 4 таблицы 1). Вращение растров на углы, превышающие 90 градусов, является особенно проблематичным и приводит к искажению изображений.

Кроме того, так как непрерывный объект восстанавливается на основе выборки дискретных данных, запомненных на стадии предоставления, объем с низкой разрешающей способностью дает плохое качество воспроизведения (строка 3 в таблице 1). Это становится особенно очевидным при отображении на трехмерном растре. Когда используются простейшие алгоритмы предоставления, трехмерные точки могут при преобразовании в дискретную форму быть разделенными от друг друга, что становится причиной появления отверстий. Этот недостаток может быть уменьшен до некоторой степени методами, подобными тем, что приняты в двумерной растровой графике, типа использования методов реконструкции (суперосуществление выборки или фильтрование, например) или использованием буфера объемов с высоким разрешением.

2.3 Потеря геометрической информации.

В графике объема мы позволяем каждому вокселу поддерживать только местную информацию, имеющую отношение к единице объема. После того, как поверхностный объект был вокселизован, дискретный образ объекта не сохраняет никакой геометрической информации относительно поверхностного определения объекта. Таким образом, когда требуются точные размеры (скажем, для расстояния, объема), выгодно использовать поверхностно - основанную модель, где доступно геометрическое поверхностное определение объекта. Представленный в виде вокселя объект - это только дискретное приближение первоначального непрерывного объекта; выбор буфера объема определяет точность такого приближения. С другой стороны, несколько типов

приближений могут быть более легко преобразованы в воксели: например, обнаружение смежности, и вычисление объема (строка 9 в таблице 1).

Недостаток геометрической информации в вокселе может вести к другим трудностям, связанным с отображением дискретной поверхности. Главное требование для большинства методов отображения - способность вычислить нормальный вектор к поверхностям, составляющим трехмерную сцену. В традиционной поверхностной графике, нормальные вектора - это аналитически рассчитанные от поверхностного представления или запомненные как часть поверхностного представления. В воксел-основанных моделях для вычисления нормалей для контекста вокселей используются дискретный метод. Разнообразие основанных на изображениях и объектно-основанных методов для определения нормалей для вокселных данных было предложено в работах Кауфмана [1]: большинство этих методов основано на приспособлении некоторого типа примитивной поверхности к маленьким окрестностям вокселей. Однако, этот предмет все еще остается активной областью исследований.

2.5 Память и обработка.

Типичный буфер объема занимает большое количество памяти; например, как рассматривается в [3], буфер объема может содержать более 10^8 вокселей. Даже если мы разместим только один воксел в байт, потребуется 128 Мегабайт. Однако, так как цены на запоминающие устройства уменьшаются, в то время как компактность и быстродействие улучшается, такие большие объемы памяти становятся все более выполнимыми.

Однако, чрезвычайно большой объемы памяти, которые должны быть обработаны, требует специальной архитектуры и дополнительного внимания к обработке. В настоящее время появляются процессоры обработки объемных вокселей, аналоги в настоящее время доступным геометрическим процессорам [1]. Из-за "предварительности" буфера объемов и факта, что только единственный тип объекта - воксел - должен быть обработан, такие процессоры концептуально более просты в осуществлении, чем геометрические процессоры. Следовательно, можно предположить, что вокселные процессоры, которые будут разработаны и реализованы в ближайшем будущем, будут способны синтезировать, загружать, хранить, обрабатывать и отображать сцены в режиме реального времени (30 кадров в секунду) и могут быть архитектурно организованы как ускорители или подсистемы для существующих геометрических процессоров.

Заключение

Прогресс аппаратурных средств компьютеров и систем памяти, вместе с желанием показать внутренние структуры объектов способствует расширению роли графики объема. Фактически, сравнительные анализы векторной и растровой, а затем растровой и объемной графики подтверждают, что графика объема имеет потенциал, чтобы заменить поверхностную графику для обработки и визуализации объемов, включая их внутренние особенности, также как для моделирования и предоставления сцен, аппроксимированных поверхностями. Но для использования вокселной графики требуется использование эффективных методов представления синтезируемых сцен в вокселном виде, а также разработка и реализация вокселных процессоров.

ЛИТЕРАТУРА

1. A. Kaufman. Volume Visualization. // IEEE CS Press. Los Alamitos. Calif. Order №2020, 1990.
2. J. Foley et al. Computer Graphics: Principles and Practice, 2nd ed., Addison-Wesley, Reading, Mass., 1990.
3. A. Kaufman, D. Cohen, R. Yagel. Volume Graphics // Computer, July, 1993, vol.26, N7, p.51-64.