https://www.scilook.eu/index.php/slif/article/view/slif17-01-009
DOI: 10.30888/2415-7538.2020-17-01-009

УДК 004.92

BASIC ALGORITHMS FOR COMPUTER GRAPHICS
ОСНОВНЫЕ АЛГОРИТМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Melnichuk A.V. / Мельничук А.В.
student / студент
Kostanay State University, Kostanay, Baytursynova, 47, 11000
Костанайский государственный университет, Костанай, Байтурсынова, 47, 11000
Utemisova A.A. / Утемисова А.А.
c.p.s., as.prof. / к.п.н., доц.
Kostanay State University, Kostanay, Baytursynova, 47, 11000
Костанайский государственный университет, Костанай, Байтурсынова, 47, 11000

Аннотация. *В статье рассматривается актуальность компьютерной графики в современном мире. Рассмотрены основные определения геометрического моделирования. Освещены главные задачи геометрического моделирования, а также обозначены трудоемкие алгоритмические процессы, которые идут в составе геометрического моделирования в целом. Рассмотрен алгоритм от создания математической модели до её визуализации с выводом на экран. Описаны некоторые методы описания параметрических кубических кривых, а также показаны методы построения элементарных кривых имеющих важное значение при построении как 2D, так и 3D моделей. Произведен анализ растровой модели и разбор её на субъекты. Рассмотрены виды отрисовок моделей с применением иллюстраций.*

Ключевые слова: *компьютерная графика, растровая модель, каркасная модель, кривые Безье, полином Бернштейна*

Вступление.

Бурное развитие вычислительной, а также связной техники определило создание значительных информационных систем, сохранения большого количества различных информационных данных и развитие быстрого доступа к этим данным при помощи использования интернета. Графическая информация, которая составляет заметную часть таких систем, считается на данный период времени самой информативной. Поэтому, все больше необходимо квалифицированных специалистов, которые способны создавать и затем осуществлять процесс обработки информационных данных, представленных в графическом виде, а также использовать такие передовые системы. Кроме этого, они должны уметь создавать информационные системы с применением современной компьютерной графики.

Современная компьютерная графика в своем основном составе имеет создание, а также обработку и последующее воспроизведение различных изображений при помощи применения вычислительной техники. Сейчас не найти деятельность современных людей, где не использовалась бы компьютерная графика. Этот факт указывает на то, что весь объем окружающей информации, человек воспринимает при помощи органов зрения и впоследствии применяет полученные данные для того, чтобы принимать определенные решения, которые касаются различных вопросов.

Основной текст

Современная компьютерная графика в своем основном составе имеет создание, а также обработку и последующее воспроизведение различных изображений при помощи применения вычислительной техники. Сейчас не найти деятельность современных людей, где не использовалась бы компьютерная графика. Этот факт указывает на то, что весь объем окружающей информации, человек воспринимает при помощи органов зрения и впоследствии применяет полученные данные для того, чтобы принимать определенные решения, которые касаются различных вопросов.

Компьютерная графика способна в заметной степени ускорять различные процессы создания новой продукции, а также дает возможность осуществлять процесс моделирования и отображать скоростные процессы, к примеру взрывы, процесс горения и прочие природные явления, поэтому незаменима при выполнении обучения. Решение разнообразных задач, которые касаются компьютерной графики может осуществляться, только с применением глубоких знаний в областях аналитической и начертательной геометрии, а также при программировании графики.

Далее рассмотрим основные определения, которые касаются современной компьютерной графики:

- Геометрическое моделирование представляет собой такой процесс, который касается создания графических объектов разного уровня сложности.
- Графический объект представляет собой описание параметров материального объекта, который является оригиналом.
- Геометрическая модель представляет собой такую модель объекта, где отражаются геометрические параметры определенного объекта, который считается оригиналом.
- На постоянной основе любая модель может считаться упрощением определенного объекта, который считается оригиналом или же его искажением. Определенную модель имеется хорошая возможность представить, как физическое явление или же составить из различных элементов установки (к примеру из персонального компьютера).

Главными задачами геометрического моделирования имеется возможность считать:

- Создание различных моделей графических объектов.
- Расположение моделей различных объектов в сцене (в выбранном пространстве прямоугольной системе координат).
- Создание движений различных объектов графического характера.
- Представление изображений графических объектов на моно и стереоэкранах (визуализация).
- Формирование чертежной документации.
- Создание слайдов и видеофильмов.

Представленные вопросы имеется возможность решать при помощи использования систем автоматизированного процесса проектирования (САПР), а также при помощи современных систем осуществления связи, геоинформационных системах (ГИС). Кроме этого, возможно решение таких задач при помощи моделирования водных и природных процессов, в тренажерах, а также в играх и в кино. Геометрическое моделирование при помощи использования персонального компьютера изучаемых конструкций или же действий считается достаточно трудоемким алгоритмическим процессом, который в своем составе имеет:

- Выбор или разработку математической модели описания геометрических объектов.
  Размещение геометрических объектов в сцене с учетом ориентации.
  Описание динамики объектов.
- Перевод математической модели в машинную модель в форматах, минимизирующих вычислительный процесс ее обработки.
- Преобразование математической и машинной моделей.
- Визуализацию машинной модели.

Чтобы осуществлять процесс ввода и возможного изменения геометрических информационных данных, сегодня создаются специальные редакторы, содержащие различные библиотеки примитивов геометрического характера — точки, а также полоски, простые геометрические тела (цилиндр, конус, сферу и прочие).

На рис. 1 представлена технология моделирования и визуализации динамических 3-х мерных сцен, которая показывает главные действия по подготовке и последующей обработке информации в персональном компьютере в интерактивном режиме.

Рисунок 1. Схема геометрического моделирования и визуализации

Графические объекты располагаются на плоскости и в пространстве. На плоскости местонахождение графических объектов находится прямоугольной двухмерной системой координат. Оси (x, y), пересекающиеся в исходной точке двухмерной системы координат, перпендикулярны, имеют единичный размер и конкретное наведение. В пространстве расположение графических элементов определяется прямоугольной трехмерной системой координат. Оси (x, y) пересекающиеся в исходной точке трехмерной системы координат, перпендикулярны, держат единичный размер и конкретное направление. Очень часто размерность единичных размеров осей систем координат соответствует единице. В компьютерной графике единичный элемент изображения на плоскости называется пиксел, а единичный элемент изображения в пространстве — воксел. [1]

Следственно, пиксел олицетворяет квадрат или прямоугольник, а воксел — куб или параллелепипед. Базисными элементами являются графические объекты, из коих можно образовать тяжелые по геометрической природе графические объекты. Скажем, для ровной линии базисным элементом будет точка, поскольку прямая линия скорее всего собрана из точек. Для треугольника (т.е. элемента плоскости) базисными элементами будут и точка, и прямая линия, поскольку треугольник нужно собрать и из точек, и из прямых линий. Из треугольников можно собрать случайную кривую поверхность, а из частей кривых поверхностей — объект сложности по вкусу, ограниченное такими частями поверхностей. Поэтому, элементы, из каковых создается графический объект, являются базисными элементами для такового объекта. Атрибутами графического объекта являются описания, обозначающие свойства этого объекта. [1]

Характеристика фактических объектов разделяются на поверхностные, т.е. характеристики внешнего замкнутого контура или оболочки объекта (полого), и твердотельные — характеристики части забитого пространства, которое занимает в общем пространстве описываемый объект (тело) [1, С. 9]. По методу создания поверхностей классифицируют каркасные, алгебраические и кинематические аналитические модели. [1]

Имеет принципиальное значение при реализации как 2D, так и 3D моделей, которые обладают построением элементарных кривых. Построение кривых, по большей части, реализовано таковыми способами:

- любой интерполяцией по точкам,
- калькулированием конических сечений,
- вычислением пересечения поверхностей,
- свершением преобразования некоторой кривой,

В роли последних чаще всего применяются параметрические кубические кривые, потому что это минимальная стадия, при которой гарантируется:

- постоянность значения первой (второй) производной в точках сшивки сегментов кривых,
- допустимость задания неплоских кривых.

Параметрическое представление кривых подбирается по целому ряду причин, а именно в силу того, что очень часто объекты бывают вертикальными касательными. В то же самое время аппроксимация кривой $y = f(x)$ аналитическими функциями была бы тщетной. Однако, кривые, какие надо представлять, возможно, оказываются неплоскими и незамкнутыми. В конце концов, параметрическое представление представляет автономность представления от сортировки системы координат и равен процессу их отрисовки на устройствах: местоположение конечно определяется как две функции времени $x(t)$ и $y(t)$. [1]

Параметрическое представление кривых подбирается по целому ряду причин, а именно в силу того, что зачастую объекты могут быть вертикальными касательными. В то же самое время аппроксимация кривой $y = f(x)$ аналитическими функциями была бы тщетной. Вместе с тем, кривые, которые надо представлять, возможно, оказываются неплоскими и незамкнутыми. В конце концов, параметрическое представление представляет автономность представления от выбора системы координат и соответствует процессу их отображения на устройствах: позиция конечно определяется как две функции времени $x(t)$ и $y(t)$. [1]

В общем виде параметрические кубические кривые представлены в форме:

$$x(t) = A_{11}t^3 + A_{12}t^2 + A_{13}t + A_{14}$$
$$y(t) = A_{21}t^3 + A_{22}t^2 + A_{23}t + A_{24}$$
$$x(t) = A_{31}t^3 + A_{32}t^2 + A_{33}t + A_{34}$$

где параметр t можно считать изменяющимся в диапазоне от 0 до 1, поскольку интересуют конечные отрезки. [1]

Имеется множество методов описания параметрических кубических кривых. К больше всего применяемым относятся:

- метод Безье [3, С. 296], массово используемый в интерактивных приложениях; в нем задаются положения конечных точек кривой, а значения первой производной задаются неявно с помощью двух других точек, просто не лежащих на кривой;
- метод B-сплайнов, при этом конечные точки не лежат на кривой и на концах сегментов создается постоянность первой и второй производных.

Наглядный метод построения этих кривых, предложенный де Кастелье, основан на разбиении отрезков, соединяющих исходные точки в отношении t (значение параметра), а затем в рекурсивном повторении этого процесса для полученных отрезков [3, С. 51]:

$$P_t^j(t) = (1-t)P_i^{j-1}(t) + tP_{i+1}^{j-1}(t)$$

В форме Безье кривая по большему счету задается в виде полинома Бернштейна:

$$P(t) = e_i^n Cm_i t^i (1-t)^{m-1} P_i$$

где P_i - значения координат в вершинах ломаной, применяемой в роли управляющей ломаной для кривой, t - параметр,

$$Cm_i = \frac{m!}{i!\,(m-i)!}$$

Однако крайние точки управляющей ломаной и кривой едины, а наклоны первого и последнего звеньев ломаной одинаковы с наклоном кривой в этих точках.

Показаны различные быстрые схемы для исчисления кривой Безье.

В стандартном образце B-сплайнов кривая в общем стечении задается соотношением:

$$P(t) = e_i^n CP_i N_{im}(t)$$

где P_i - значения координат в вершинах ломаной, употребляемой в виде управляющей ломаной для кривой, t - параметр, N_{im} - весовые функции, определяемые рекуррентным соотношением:

$$N_{i,1} = \begin{matrix} 1, & \text{если } x_i < t < x_{i+1} \\ 0, & \end{matrix}$$

в иных ситуациях

$$N_{i,1} = \frac{(t - x_i)N_{i,k-1}(t)}{x_{i+k-1} - x_i} + \frac{(x_{i+k} - t)N_{i+1,k-1}(t)}{x_{i+k} - x_{i+1}}$$

Используется и масса иных способов, например, метод Эрмита, с помощью этого назначаются расположения конечных точек кривой и значения первой производной в них.

Одинаковое в затронутых методах заключается кроме всего прочего отыскиваемая кривая рисуется с применением ассортиментом управляющих точек. [1]

Наиболее используемые методы создания поверхностей:

- интерполяцией по точкам,
- перемещением образующей кривой по заданной траектории (кинематический метод),
- деформацией исходной поверхности,
- построением поверхности эквидистантной к исходной,
- операции добавления/удаления в структуре,
- теоретико-множественные (булевские) операции.

Проанализируем растровую модель [3, С. 37]. Растровая модель является долей плоскости или пространства (рис. 2) в виде прямоугольной матрицы в системе координат с курсами осей x, y, z и итоговым количеством субъектов по данным осям пропорционально i, k, l. Субъект плоской матрицы выступает в качестве пикселя, а субъектом объемной матрицы — воксел. Сумма субъектов в плоской матрице $S = i \times k$, общее число элементов в объемной матрице $V = i \times k \times l$. [1]

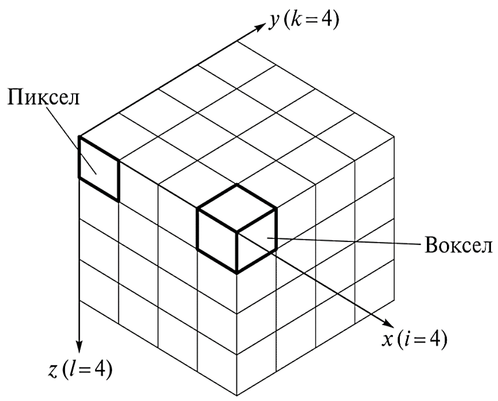

Рисунок 2. Растровая модель куба

Субъекты в растровой модели рисуются подряд нечто вроде цифр по правилу их следования (рис. 3) от начала системы координат: вперед по оси x, после с перемещением на после идущую строку по оси z, а затем преодоления плоскости xz, с перемещением на после идущую плоскость по оси y. В пространстве, где фиксирующегося графического объекта нет, пиксел или воксел содержит значение нуль, а объекту существующему, указывается число, выражающее часть этого объекта. Следовательно, берут запись с суммой субъектов данного пространства: и дочерних графическому объекту, и полых.

Математический образ трехмерной растровой модели имеет вид $V_{i,k,l} = \langle v_1, v_2, v_3, \dots, v_n \times k \times l \rangle$ [1] .

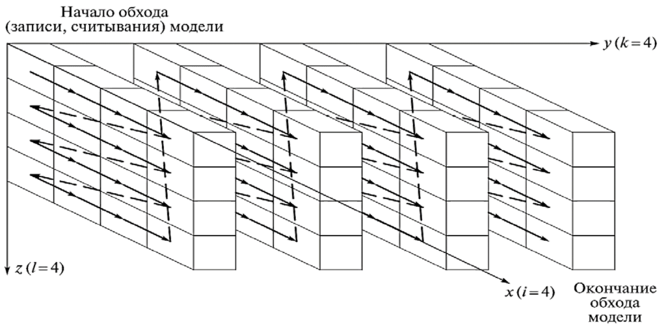

Рисунок 3. Последовательность обхода модели

В компьютерном прототипе в скопление изображения последовательно вырисовываются значения $i, k, l, v_1, v_2, v_3, \dots, vi \times k \times l$. Порядок записи, чтение и величина сведений формулируется обозначением в начале массива значений i, k, l. Растровая модель вероятно имеющий записи как субъектов поверхности графического объекта, так и его бади. Четкость зарисовки графического объекта возрастает с наращиванием суммы субъектов растровой модели. Модель, часть матрицы каковой занимает исключительно два значения: 0 или 1, звать рецепторной (рецептор либо порожден, либо нет). Данный прототип наиболее минимизирован при фиксации, но дает исключительно присутствие объекта. Часть матрицы имеет изложение признаков объекта в текущей точке (скажем, цвета, температуры, твердости и т.п.), хотя вместе с тем сильно растет величина фиксации модели. Растровая модель сильнейше ориентирована к компьютерной фиксации графических объектов, но величина фиксации фактических объектов в данной ситуации очень большая. [1]

Точечная модель [3, С. 177]. является логичной записью n точек с координатами (x, y, z) и их свойствами $c, d, t\dots$ (цветом, плотностью, температурой и т.п.), из них классифицируется поверхность или body графического объекта. Математическая формула обозначения точек поверхности или body точечной модели $P_{x,y,z,c,d,t} = \langle p_1, p_2, p_3, \dots, p_n \rangle$. В компьютерной модели точки в массив обозначения пишутся в случайном строе. Точечные модели объектов, держащих мало места по сравнению со всем пространством, выражается младшим масштабом фиксирования по сравнению с растровыми. Фиксация же точечной модели объекта, имеющего наибольшую часть пространства, владеет большей величиной, чем фиксация его растровой модели, так как изображаемая точка точечной модели проявляется тремя координатами. На рис. 4 показаны виды отрисовки каркасной модели и точечной модели.

Каркасная модель определенного графического объекта может быть задана большим числом различных линий, которые относятся к самой поверхности рассматриваемого объекта. При этом, эти линии, которые задаются заранее должны с необходимой степенью указывать на определенную форму поверхности рассматриваемого объекта. Осуществление процесса соединения различных контрольных точек между собой точными отрезками линий, то есть векторами принято называть аппроксимацией. Осуществление процесса моделирования поверхности с применением аппроксимации будет определять получение каркасной модели линейного типа исполнения. Соединение определенных точек поверхности (контрольных) отрезками, которые представляют собой кривые линии, то есть сплайнами с выполнением условия сохранения в областях их сшивки гладкости, а также непрерывности называется интерполяцией. Моделированием определенной поверхности с применением интерполяции, дает возможность создать нелинейную модель каркасного типа исполнения. Положение многих других точек, которые находятся на поверхности, может в заметной степени различаться от их нахождения в оригинале. Линейные каркасные модели в определенной степени характеризуют граненые поверхности, а нелинейные — гладкие поверхности (рис. 5).

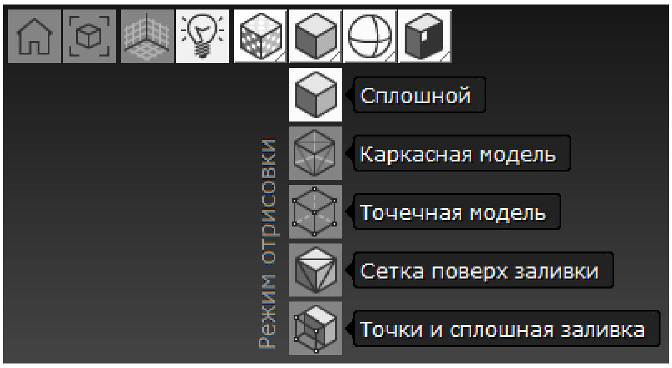

Рисунок 4. Виды отрисовки моделей

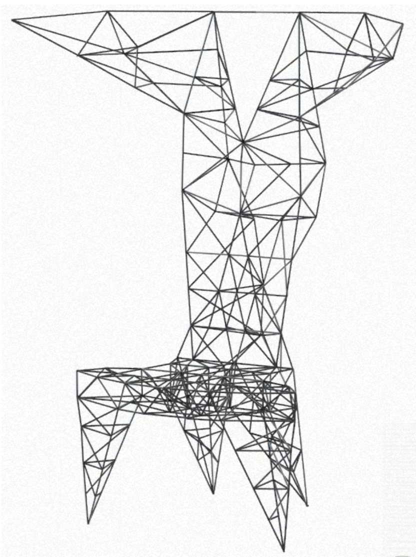

Рисунок 5. Линейная каркасная модель трона

Заключение и выводы.

Современный мир быстро меняется и развивается, технологии не стоят на месте, поэтому в статье рассмотрена актуальность компьютерной графики в текущих реалиях. Статья знакомит с основными определения геометрического моделирования. Разобраны главные задачи геометрического моделирования, и обозначены трудоемкие алгоритмические процессы, которые идут в составе геометрического моделирования в целом. Рассмотрен алгоритм от создания математической модели до её визуализации с выводом на экран. Описаны некоторые методы описания параметрических кубических кривых, а также показаны методы построения элементарных кривых имеющих важное значение при построении как 2D, так и 3D моделей. Произведен анализ растровой модели и разбор её на субъекты, а также представлен математический образ трёхмерной растровой модели. Рассмотрены виды отрисовок моделей с применением иллюстраций.

Литература:

1. Дегтярев В. М. Компьютерная геометрия и графика. – М: Академия 2010 г. 192 с.
2. Дёмин А.Ю. Основы компьютерной графики – Томский политехнический университет 2011 г. 191 с.
3. Роджерс Д. Алгоритмические основы машинной графики: Пер. с англ. - М.: Мир, 1989. – 512 с.

Abstract. *The article discusses the relevance of computer graphics with the modern world. The basic definitions of geometric modeling are considered. The algorithm from creating a mathematical model to its visualization with display on the screen is considered. The types of model rendering using illustrations are considered.*

Key words: *computer graphics, raster model, wireframe model, Bezier curves, Bernstein polynomial.*

Научный руководитель: д.п.н., доцент Утемисова А.А.

Статья отправлена: 06.04.2020 г.