

5.1 Типы геометрических моделей

Что такое геометрическая модель в машинной графике?

В системах машинной графики информация о различных физических процессах или объектах отображается на экране дисплея в виде синтезированного изображения их математических моделей. Если математическая модель сцены и обрабатывающая программа точно передают трехмерную геометрическую форму объектов, их взаимное положение, освещенность, тени и т.д., то и синтезируемое изображение будет максимально приближаться к реалистичному. Для отображения *геометрических* свойств объектов и создания их виртуального представления во всех трех измерениях применяются *геометрические модели объектов*. Процесс создания геометрической модели связан с получением понятного машине *математического описания* геометрических свойств объекта, в результате чего формируется *набор данных*, представляющих свойства объекта, и совокупность отношений между этими данными. Эта информация хранится, наряду с другой, в базе данных и используется для вывода изображения на графические устройства вывода: графопостроитель или экран дисплея. Данные, которые хранятся в модели, различаются и сильно зависят от требуемого качества моделирования. Действительно, моделирование всегда несовершенно, и получить отображение предмета в ЭВМ, соответствующее реалистичному, можно лишь частично. Поэтому, в машинной графике для достижения требуемого качества изображения предмета используются различные типы моделей.

Геометрические модели, формируемые методом *машинного* моделирования, могут быть *двумерными и трехмерными* и, по мере возрастания сложности, распределяются в следующем порядке:

- двумерная проволочная (каркасная),
- двумерная полигональная,
- трехмерная проволочная (каркасная),
- трехмерная полигональная (поверхностная),
- трехмерная объемная.

Геометрические модели, как двух- так и трехмерные, имеют многоуровневую иерархическую структуру (рис.5.1.1.), нулевой уровень которой представлен *элементарными* геометрическими объектами (ЭГО). На основе ЭГО можно сформировать *базовые* геометрические объекты (БГО), которые, в свою очередь, могут быть использованы для создания новых, более сложных *составных* геометрических объектов (СГО).

Двумерные модели (2D) обычно представлены совокупностью таких ЭГО, как точки, прямые и отрезки прямых, окружности и дуги окружностей, плоские кривые, многоугольники и т.п. В *трехмерных моделях (3D)*, кроме перечисленных выше ЭГО, используются также плоскости, линейчатые поверхности, поверхности вращения, криволинейные поверхности. Для обоих типов моделей (2D и 3D) следует отметить понятие БГО. Это такие СГО, которые являются неделимыми на данном уровне формирования модели и зависят от ее сложности.

Например, для 2D-модели это может быть плоский контур сложной конфигурации, а для 3D-объемной модели - тела (параллелепипед, цилиндр, конус, сфера и др.).

На примере рис.5.1.2. показана модель пирамиды SABC в виде графа, которая состоит из ряда точек и линий, определяющих взаимосвязи между точками, ребрами и плоскостями геометрических элементов пирамиды.

Данные о геометрических объектах хранятся в базе данных в структурированной форме, воспроизводящей *структуру* отображаемых объектов, и представлены в памяти компьютера *массивами чисел*, которые могут задаваться параметрами как исходные данные или определяться в ходе построения самой модели как результат вычислений.

В каркасных и полигональных моделях используются данные следующих типов:

- геометрические (координаты вершин, уравнения ребер, плоскостей, поверхностей);

- топологические (данные, определяющие связи между вершинами и ребрами, ребрами и гранями, гранями и телами);

- вспомогательные (данные, передающие цвет, фактуру, освещенность объекта, прозрачность граней и т.п., которые используются для визуализации модели).

Рассмотрим типы трехмерных моделей более подробно.

Каркасные модели (рис.5.1.3.) появились одними из первых.

Информацией, хранящейся в этих моделях, являются координаты (x, y, z) *вершин* и соединяющие их *ребра*. С помощью этой модели можно представить такие объекты, в которых аппроксимирующими поверхностями являются, как правило, плоскости. Достоинством такой модели является ее простота, а недостатком – невозможность автоматически анализировать и осуществлять операции удаления невидимых линий, а также строить различные сечения.

Полигональные модели (рис.5.1.4.) используются чаще всего при описании сложных форм, например, в авиа- или автопромышленности. Конструктивными элементами *полигональной* модели объекта являются *точки (вершины)*, *ребра* и *поверхности*. При этом вершины определяются как точки пересечения трех поверхностей, а ребра - как линии пересечения или касания поверхностей. Поверхности, используемые в этих моделях, могут задаваться плоскостями, поверхностями вращения, линейчатыми поверхностями и др.

Сложная поверхность объекта может быть аппроксимирована многогранником, каждая грань которого является простейшим плоским многоугольником (треугольник, четырехугольник). Использование метода аппроксимации поверхностей общего вида плоскими гранями имеет свои достоинства и недостатки. К достоинствам можно отнести простоту математических методов обработки плоскостей. К недостаткам – прямая зависимость достоверности вида поверхностей объекта от количества граней, используемых для аппроксимации каждой из поверхностей модели. Вид и формы объекта приближаются к действительным при увеличении числа граней, однако, это влечет к увеличению объема и времени вычислений и размера памяти.

При использовании полигональной модели возможно применение автоматической операции удаления невидимых линий и поверхностей, а также визуальная проверка пересечений поверхностей.

Объемная модель (рис.5.1.5.) строится из тех же конструктивных элементов, что и предыдущие модели, но поверхности при этом всегда принадлежат объемам. Объемы могут быть представлены в виде различных

структур, для формирования которых применяются любые способы, приведенные ниже:

А) объем определяется совокупностью *ограничивающих его поверхностей*;

Б) объем определяется комбинацией элементарных объемов (параллелепипеда, конуса, цилиндра, сферы и др.) с использованием булевых операций объединения, пересечения и вычитания.

В общем случае объемную модель можно представить как совокупность каркасной и полигональной модели, в ней можно выполнить операции удаления невидимых линий и поверхностей, а также построение сечений и разрезов (со штриховкой). В объемной модели хранится также информация, позволяющая отличать материал от пустоты (пустота может рассматриваться как особый вид материала).