

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

### 1.1 ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

**Компьютерная (машинная) графика** (Computer graphics) - совокупность методов и приемов для преобразования при помощи ЭВМ данных в графическое представление или графического представления в данные. Согласно этому определению машинная графика включает в себя математические методы и алгоритмы преобразования и подготовки данных для представления их в графической форме, а также методы решения обратной задачи – представления графических образов (изображений) в виде данных, пригодных для представления и хранения в памяти ЭВМ, т.е. в конечном итоге в виде совокупности нулей и единиц (в двоичной системе счисления).

Математические методы реализуются на определенных технических средствах вычислительной техники, ввод и вывод изображений также осуществляется с помощью определенных графических устройств ввода и вывода информации. Функционирование технических средств невозможно без соответствующего программного обеспечения, поддерживающего их работу, а также реализующих разработанные алгоритмы подготовки и вывода изображений. Таким образом, машинная графика – сложная и многосторонняя наука, включающая в себя математические, алгоритмические, технические и программные методы и средства работы с изображениями.

В данной книге рассматриваются математические основы машинной графики, т.е. те научные основы, которые используются при решении задач, связанных с построением и выводом изображений. Поскольку основным звеном машинной графики является изображение, то необходимо рассмотреть следующие основные вопросы:

- представление изображений в машинной графике;
- подготовка изображений для вывода;
- визуализация предварительно подготовленных изображений;
- взаимодействие с изображением.

Изображение определяется как совокупность примитивов вывода и (или) сегментов, которая может быть одновременно выведена на поверхность визуализации.

Сегмент – совокупность примитивов вывода, которой можно манипулировать как единым целым. Сегмент может состоять из нескольких отдельных точек, отрезков линий или других примитивов вывода.

Примитив вывода – базовый графический элемент, который может использоваться для построения изображения. Обычно примитивами вывода являются точка, отрезок прямой, последовательность символов. В связи с этим в дальнейшем, исходя из этих определений, под изображением будет пониматься множество точек, линий, текстов и т.п., выводимых на графическое устройство.

Многие алгоритмы машинной графики интерпретируют изображения как набор многоугольников или ребер, причем каждый многоугольник или ребро в свою очередь представляются с помощью точек (вершин). Точки являются основным строительным материалом (блоком) при построении изображения. Например, две точки задают отрезок или ребро многоугольника, три и более точек – многоугольник. Кривые также часто представляются совокупностью точек, им принадлежащих, которые соединяются короткими отрезками

(кусочно-линейная аппроксимация). Символы представляются более сложным образом – совокупностью различных кривых или матрицей точек.

Таким образом, изображение определяется точками и алгоритмом их вывода. Информация, необходимая для формирования изображения (как правило, на поверхности электронно-лучевой трубки дисплея), предварительно хранится в файле, который называют базой данных. Для представления сложных изображений используют сложные базы данных, для которых предполагается использование сложных алгоритмов организации доступа к ним. Однако в конкретных реализациях систем машинной графики, предназначенных для работы с простыми изображениями, используются простые структуры данных с простым способом доступа. Достаточно простой и весьма эффективной структурой оказался линейный список, который рассматривается в дальнейшем при изложении алгоритмов растровой развертки изображений.

Данные, используемые непосредственно для вывода изображения (рисования), часто называют дисплейным файлом. В нем содержится некоторая часть, вид или сцена изображения, представленного в общей базе данных.

Выводимое изображение обычно формируется с использованием операций преобразования, к которым относятся перенос, масштабирование и поворот.

Перенос - смещение примитивов вывода на один и тот же вектор.

Масштабирование – увеличение или уменьшение всего изображения или его части. Масштабирование можно производить не обязательно с одним и тем же коэффициентом по всем направлениям.

Поворот – вращение примитивов вывода вокруг заданной оси.

Зеркальное отражение – поворот примитивов вывода на  $180^\circ$  вокруг некоторой оси в плоскости поверхности визуализации.

Часто требуется вывести только часть изображения, хранящегося в базе данных. В этом случае используется операция отсечения.

Отсечение – удаление примитивов вывода или их частей, лежащих вне заданной области. Заданную область, относительно которой производят отсечение, называют отсекателем или окном.

Окно – заданная часть виртуального пространства.

Отсечение может быть двух- или трехмерным. Отсекающее окно или объем могут иметь регулярную форму. В этом случае ребра двумерного отсекаателя параллельны координатным осям, т.е. отсекаТЕЛЬ является прямоугольником. В трехмерном случае грани регулярного отсекаателя параллельны координатным плоскостям и мы имеем дело с параллелепипедом. Отсекатели могут иметь и нерегулярную форму, т.е. быть произвольным (выпуклым или невыпуклым) многоугольником (в двумерном варианте) или многогранником (в трехмерном случае), содержащим к тому же отверстия.

Помимо отсечения в машинной графике используется и противоположная операция – экранирование.

Экранирование – подавление примитивов вывода или их частей, попадающих внутрь заданной области. Наряду с термином экранирование для обозначения тех же действий используют термин стирание.

Выводимое изображение должно обычно размещаться в определенной области экрана дисплея или другого устройства визуализации, которую называют полем вывода.

Поле вывода – заданная часть пространства визуализации.

Часто используют также понятие поля зрения, которое является практически синонимом. Поле зрения – область на экране дисплея, предназначенная для размещения попавшего в окно изображения.

Обычно изображение, задаваемое окном, отображается в поле вывода. В процессе этого отображения приходится использовать операции видового преобразования.

Видовое преобразование – преобразование, которое привязывает границы и внутреннее содержание окна к границам и внутреннему содержанию поля вывода. Поскольку поле вывода располагается в пределах экрана и не может превосходить по своим размерам размеров экрана, то даже изображение, которое по своим габаритным размерам уместается в пределах экрана, может не разместиться в пределах поля вывода. Для его просмотра в этом случае приходится использовать ряд таких операций, как прокручивание, трансфокация, панорамирование.

Прокручивание – перемещение окна в вертикальном или горизонтальном направлениях таким образом, что новые данные появляются внутри поля вывода, а старые исчезают. Вертикальное прокручивание – прокручивание, ограниченное направлением вверх и вниз.

Трансфокация – постепенное изменение масштаба изображения с целью создания зрительного ощущения движения всей визуализируемой группы или ее части к наблюдателю или от наблюдателя. При выполнении трансфокации коэффициенты масштабирования должны быть одинаковыми по всем направлениям.

Панорамирование – постепенный перенос изображения с целью создания зрительного ощущения движения в горизонтальном направлении. При этом панорамирование часто может быть ограничено полем вывода.

Вывод окончательного изображения сопровождается удалением невидимых линий или поверхностей, нанесением текстуры, воспроизведением цветовых эффектов.

Невидимая линия – отрезок линии на проекции трехмерного объекта, отсутствующий на изображении, так как он закрыт поверхностью этого же или другого объекта.

Текстура – стиль закрашивания, создающий иллюзию рельефности и материала объекта.

Подготовленное к визуализации изображение выводится далее с помощью разнообразных устройств вывода изображений. В качестве типичных устройств следует назвать графопостроители, матричные, электростатические, струйные, лазерные печатающие устройства, дисплеи на запоминающей трубке, векторные дисплеи с регенерацией изображения, растровые дисплеи на электронно-лучевой трубке.

Стандарт так определяет основные графические устройства.

Графический терминал – терминал, который включает, по крайней мере, одну поверхность визуализации и может включать одно или несколько устройств ввода.

Растровый дисплей – дисплей, в котором изображение генерируется с использованием методов растровой графики. Растровая графика – область машинной графики, в которой изображения генерируются из массива пикселей, упорядоченных по строкам и столбцам.

Векторный дисплей – дисплей, в котором примитивы вывода могут быть сгенерированы в любом порядке, задаваемом программой.

Плазменная панель – часть дисплея, которая состоит из сетки электродов в плоской панели, наполненной газом. Изображение при этом может существовать длительное время без регенерации.

Барабанный графопостроитель – графопостроитель, который выводит изображение на поверхность визуализации, смонтированную на вращающемся барабане.

Планшетный графопостроитель – графопостроитель, который выводит изображение на плоский носитель данных.

Растровый графопостроитель – графопостроитель, который генерирует изображение на поверхности визуализации с использованием построчного ввода.

Электростатический графопостроитель – растровый графопостроитель, в котором красящее вещество электростатически фиксируется на бумаге при помощи последовательного ряда электродов.

Используемое здесь понятие поверхности визуализации определяется как физическая среда графического устройства, на которой воспроизводятся изображения. Так, например, поверхностью визуализации могут быть экран электронно-лучевой трубки, бумага в графопостроителе.

Поэтому в книге подробно рассматриваются такие вопросы, как взаимное положение этих примитивов на плоскости и в трехмерном пространстве, их основные характеристики, определение точек и линий их пересечения, а также способы визуализации.