

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
МАЙЛУУ-СУУЙСКИЙ КОЛЛЕДЖ
Информационно-педагогическое отделение

ЯКУБАЛИЕВ К.А.

ЛЕКЦИИ

По дисциплине: «Основы графики и дизайна»

Майлуу-Суу - 2013

УДК 514.182.7

ББК 32.97

Я 44

Рекомендовано решением методического совета
Майлуу-Сууйского колледжа

Якубалиев Каныбек Ахматкулович

Я 44 Основы графики и дизайна. – Майлуу-Суу: 2013. – 91 б.

Данная лекция содержит основы компьютерной графики и дизайна, области применения и аппаратное обеспечение компьютерной графики, обзор программного обеспечения. Также подробно описаны виды графики.

Предназначен для студентов и преподавателей технических специальностей среднй специальных учебных заведений. А также полезен для учеников профессиональных учебных заведений и специалистов конструкторских мастерских.

УДК 514.182.7

ББК 32.97

© К.А.Якубалиев, 2013

Введение

1. Основные понятия

Термин "машинная графика" (computer graphics) в словаре по обработке данных Международной организации по стандартизации (ISO) определен как совокупность методов и средств для преобразования данных в графическую форму представления и из графической формы представления с помощью ЭВМ.

Выделяют три основных направления, связанных с обработкой информации, которая представлена изображением на мониторе: распознавание образов (pattern recognition), обработка изображений (image processing) и собственно машинная графика.

Самый наглядный пример *задачи распознавания образов* – распознавание текста. Исходная информация представлена совокупностью знаков, состоящих для программы распознавания из определенных комбинаций точек. Число и пространственное расположение точек должны совпадать или приближаться к образцам, которые хранит программа распознавания. Если такое сравнение дает положительный результат, то программа преобразует графический образ знака в символ, кодированный в общепринятом стандарте. Другой пример – распознавание линий. В этом случае программа должна решить задачу преобразования точечного образа линии в ее математическое описание (например, отрезок задается координатами его концов, окружность – координатами центра и радиусом). При этом решается важная подзадача, называемая скелетизацией объектов, когда восстанавливается некая основа объекта, его "скелет".

Таким образом, системы распознавания решают задачу, которая заключается в преобразовании уже имеющегося изображения на язык символов. Изображение в результате представляется в виде абстрактного описания – набора букв определенного алфавита, чисел или в виде графа.

Обработка изображений связана с преобразованием или переводом изображения в другой формат или вид, а также с устранением шумов, сжатием данных и т.п.

И, наконец, *машинная (компьютерная) графика* занимается синтезом изображений реально существующих или воображаемых объектов. Здесь исходная информация, как правило, имеет неизобразительный характер. Компьютеру требуется так называемое формальное описание для отображения указанных сцен. Формальное описание включает в себя, кроме правильных с точки зрения синтаксиса выражений на алгоритмическом языке, разработанные аналитические методы и математическое описание каждого представляемого объекта. Разработкой и исследованием формальных описаний графической

информации, а также нахождением методов и средств их преобразования в изображение на видеомониторе и занимается компьютерная графика.

Синтез изображения в графической системе разделяют, как правило, на два этапа:

- 1) извлечение из базы данных и геометрические преобразования сегментов изображения;
- 2) визуализация.

Однако, прежде, чем мы займемся математическим и алгоритмическим обеспечением компьютерной графики, определимся с некоторыми другими важными терминами, имеющими отношение к технической и программной реализации.

С точки зрения программиста, изображение на мониторе представляется в виде отдельных объектов, называемых *графическими примитивами* (точки, линии, ломаные или цепочки литер). Это обусловлено простой и ясной моделью того, что называют изображением, образом, видом и т.п. Ребенок, рисующий человечка, произносит: точка, точка, запятая - вышла рожица кривая, ручки, ножки, огуречик - вот и вышел человечек.

Существуют и другие модели восприятия и представления изображения, например, художники-импрессионисты говорят, что любой образ можно отобразить с помощью цветowych пятен. Дисплей накладывает технические ограничения на представление графической информации. Изображение представляется в виде точек и каждой точке соответствует вполне определенный атрибут - цвет и интенсивность. Таким образом, графические (а точнее - дисплейные) примитивы хранятся в памяти в виде совокупности образующих их точек, называемых *пикселями* или пэлами (pels) от словосочетания picture element. Говорят, что изображение формируется на *растре*, представляющем собой совокупность горизонтальных растровых строк, каждая из которых состоит из отдельных пэлов; таким образом, растр - это матрица пэлов, покрывающая всю площадь экрана. Все изображение последовательно сканируется не менее 30 раз в секунду по отдельным строкам растра в направлении сверху вниз, при этом изменяется лишь интенсивность электронного луча для каждого пэла в строке. Этот принцип растровой графики, который основан на телевизионной технике, реализуется в большинстве современных ЭВМ (включая и IBM PC).

Количество точек растра называется *разрешающей способностью* (или разрешением) монитора.

2. Краткая история компьютерной графики

Проект WHIRLWIND ("вихрь") в начале 50-х годов Массачусетского технологического института (МТИ) можно считать началом эры МГ. Компьютер содержал около 1 кв.км. электроники, но его система управления уже имела дисплей. WHIRLWIND был использован для создания системы

воздушной защиты как средство преобразования данных, полученных от радара, в наглядную форму.

1960-е годы. Иван Сазерленд (Ivan Sutherland) в 1963 году на базе Линкольновской лаборатории в МТИ защитил докторскую диссертацию, в которой были описаны принципы построения интерактивной системы эскизного рисования Sketchpad. Эти принципы и структуры данных явились теоретической основой для программного обеспечения компьютерной графики. В середине 60-х наступил период промышленных приложений машинной графики. Под руководством Тирбера Мофета и Нормана Тейлора фирма Itek разработала цифровую электронную чертежную машину, которая стала основой для серии систем интерактивной графики компании Control Data Corp. В 1964 году General Motors представила DAC-1 – систему автоматизированного проектирования. Устройства ввода в графических системах 60-х годов ограничивались клавиатурой и световыми перьями.

1970-е годы. Список устройств ввода пополнился мышью и графическими планшетами. Среди устройств вывода появились и стали активно применяться электростатические и струйные графопостроители, но самое главное – растровые дисплеи, когда в середине 70-х полупроводниковая память начала удешевляться. Полное изображение, включающее 256 цветов и состоящее, например, из 1024 строк по 1024 пэлов, должно храниться непосредственно как *битовая карта* емкостью 1Мб, содержащая точки, которые находятся в однозначном соответствии с точками на экране. В 1973 году двоичный разряд памяти стоил 2 цента. Таким образом, 256-цветное изображение размером 1024x1024 точек стоило более 20000 долларов. Сейчас (1997-98 г.г.) видеокарта SVGA 1Мб на российском рынке стоит около 30 долларов, т.е. разница в цене – почти в 700 раз.

До середины 70-х годов широко использовались векторные дисплеи. Принцип их работы отличается тем, что битовая карта отсутствует, а графические примитивы формируются с помощью команд, которые преобразуются дисплейным процессором в аналоговые напряжения, управляющие электронным лучом. При этом луч передвигается по люминофорному покрытию ЭЛТ в точках, которые описаны в указанных командах формирования графических примитивов. Буферная память для этих команд была не более 32 Кб, но, тем не менее, и она по тем временам была дорогой.

3. Векторные и растровые файлы

Несмотря на появление и распространение растровых дисплеев, принцип векторной графики оказался живуч, и, более того, оказалось, что обработка графических файлов векторного формата по сравнению с обработкой файлов растрового формата на растровых дисплеях намного эффективнее, хотя их описание сложнее с точки зрения математического обеспечения.

В процессе строчного вывода изображение (кадр) помещается в битовую карту (видеопамять), которая организована по линейному принципу и расположена в адресном пространстве центрального процессора. Но прежде, чем будет сформирован растровый образ в видеопамяти, файл должен быть преобразован в соответствующий формат вывода. Чтобы преобразовать двумерный точечный образ, необходимо проанализировать и преобразовать значение каждой точки, что резко снижает производительность видеоподсистемы и системы в целом. Когда изображение может быть представлено в виде совокупности графических примитивов, т.е. в виде аналитического описания, каким и является векторный формат файлов, то процесс преобразования сводится к растеризации отдельных отрезков, окружностей, областей заливки и т.д. Следовательно, количество анализируемых и синтезируемых точек намного меньше, чем при обработке растровых изображений. К тому же, файлы векторного формата в среднем на порядок меньше по объему растровых файлов, поскольку последние хранят описание каждого пикселя и объем резко увеличивается с увеличением разрешения.

В связи с вышесказанным можно сделать следующие выводы:

- 1) преобразование "вектор → растр" (мат.описание на бит.карту) на растровом дисплее происходит быстро;
- 2) "вектор → вектор" (мат.описание в мат.описание) - очень быстро;
- 3) "растр → растр" (бит.карту на бит. карту) - очень медленно.

Примечание. Преобразование вида "растр → вектор" является задачей распознавания. Быстродействие в этом случае во многом зависит от метода распознавания.

Тема 1. Области применения компьютерной графики. Обзор программного обеспечения

Первое, с чем сталкивается пользователь в области компьютерной графики – это Graphical User Interface - *графический интерфейс пользователя*, являющийся составной частью любой оконной операционной системы (X Window, MS Windows, NT, OS/2). В этом смысле, ПК развивались как часть компьютерной графики с 1984 года, когда появились первые модели Apple Macintosh с их графическим интерфейсом пользователя.

Системы автоматизированного проектирования (CAD/CAM-системы), которые используются сегодня в различных областях конструкторской деятельности от проектирования микросхем до самолетов, не могли быть созданы без развития соответствующих методов и средств компьютерной графики. Например, инженеры фирмы Boeing приблизились к полностью цифровому представлению конструкции самолета. Архитектура является другой важной областью применения CAD/CAM-систем. Здесь особую

значимость приобрели программы класса walkthrough (прогулки вокруг проектируемого объекта с целью его изучения и оценки). Существуют множество программ для планирования помещений: Planix Office, 3DHome. Среди CAD/CAM-систем, предназначенных для массового пользователя, наибольшую популярность завоевали программные продукты фирмы Autodesk, например, AutoCAD.

Медицина стала весьма важной сферой применения машинной графики. Здесь также наблюдается широкий спектр применений: проектирование имплантантов, анатомические модели, программы распознавания клеток крови, анализа рентгенограмм и т.д.

Системы визуализации также резко увеличили свою долю в программном обеспечении. Особенно это характерно для визуализации процессов и результатов научных экспериментов, когда пользователь может продолжать свои изыскания за границей возможных и безопасных испытаний. Яркий пример – проект виртуального туннеля NASA Ames Research Center, который переносит аэродинамические данные в мир *виртуальной реальности*. Специалисты NASA занимались разработкой специальных шлемов и дисплеев, трехмерных аудиоустройств, уникальных устройств ввода для развития технологий погружения людей в мнимую реальность.

Развитие систем *мультимедиа* напрямую связаны с машинной графикой вследствие явного доминирования графических изображений.

В последнее время явно расширяется сфера применения компьютерной графики *в искусстве и мире развлечений*. Особенно это касается *анимации* в кинофильмах и другой кинопродукции. Голливуд уже в 1994 году выпустил ряд высокохудожественных фильмов с использованием специальных эффектов компьютерной графики: "The Lion King", "The Mask", "True Lies", "Forrest Gump". Пользователи ПК могут практиковаться в трехмерной графике и разрабатывать анимационные ролики с помощью известных программ: 3D-Studio, CorelMove5, CorelShow5, CorelDream3D7.

Остаются неизменно актуальным использование средств компьютерной графики в *автоматизированных издательских системах*: текстовые процессоры и программы верстки (PageMaker, AmiPro, Ventura, QuarkXPress, MS Word), программы векторной графики (CorelDraw, CorelXara, MicroGraphDesigner, AdobeIllustrator), программы обработки растровой графики (CorelPhotoPaint, AdobePhotoShop), программы распознавания текста (FineReader, CuneiForm), конвертеры растровой графики в векторную (CorelTrace, Corel Xara).

Деловая графика представлена электронными таблицами (MS Excel, QuattroPro), программами создания графиков, диаграмм и презентационных материалов (Harvard Graphics, CorelChart5, CorelPresents6, MS PowerPoint).

ТЕМА № 2. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ

Устройства вывода графических изображений, их основные характеристики. Мониторы, классификация, принцип действия, основные характеристики. Видеоадаптер. Принтеры, их классификация, основные характеристики и принцип работы. Плоттеры (графопостроители). Устройства ввода графических изображений, их основные характеристики. Сканеры, классификация и основные характеристики. Дигитайзеры. Манипулятор «мышь», назначение, классификация. Джойстики. Трекбол. Тачпады и трекпойнты. Средства диалога для систем виртуальной реальности.

2.1. Мониторы, классификация, принцип действия, основные характеристики

Одной из наиболее важных составных частей персонального компьютера является его видеоподсистема, состоящая из монитора и видеоадаптера (обычно размещаемого на системной плате). Монитор предназначен для отображения на экране текстовой и графической информации, визуально воспринимаемой пользователем персонального компьютера. В настоящее время существует большое разнообразие типов мониторов. Их можно охарактеризовать следующими основными признаками:

По режиму отображения мониторы делятся на:

- Растровые дисплеи;
- Векторные дисплеи.

В векторных дисплеях с регенерацией изображения на базе электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) используется люминофор с очень коротким временем послесвечения. Такие дисплеи часто называют дисплеями с произвольным сканированием. Из-за того, что время послесвечения люминофора мало, изображение на ЭЛТ за секунду должно многократно перерисоваться или регенерироваться. Минимальная скорость регенерации должна составлять, по крайней мере, 30 (1/с), а предпочтительнее 40–50 (1/с). Скорость регенерации меньшая 30 приводит к мерцанию изображения.

Кроме ЭЛТ, для векторного дисплея необходим дисплейный буфер и дисплейный контроллер. **Дисплейный буфер** – непрерывный участок памяти, содержащий всю информацию, необходимую для вывода изображения на ЭЛТ. Функция **дисплейного контроллера** заключается в том, чтобы циклически обрабатывать эту информацию со скоростью регенерации. Сложность рисунка ограничивается двумя факторами – размером дисплейного буфера и скоростью контроллера.

Растровое устройство можно рассматривать как матрицу дискретных ячеек (точек), каждая из которых может быть подсвечена. Таким образом, оно является точечно-рисующим устройством. Невозможно, за исключением специальных случаев, непосредственно нарисовать отрезок прямой из одной адресуемой точки или пиксела в матрице в другую адресуемую точку. Отрезок можно только аппроксимировать последовательностями точек (пикселов),

близко лежащих к реальной траектории отрезка.

Отрезок прямой из точек получится только в случае горизонтальных, вертикальных или расположенных под углом 45 градусов отрезков. Все другие отрезки будут выглядеть как последовательности ступенек. Это явление называется **лестничным эффектом** или «**зазубренность**».

Чаще всего для графических устройств с растровой ЭЛТ используется буфер кадра. **Буфер кадра** представляет собой большой непрерывный участок памяти компьютера. Для каждой точки или пиксела в растре отводится как минимум один бит памяти. Эта память называется **битовой плоскостью**. Для квадратного растра размером 512×512 требуется 2^{18} , или 262144 бита памяти в одной битовой плоскости. Из-за того, что бит памяти имеет только два состояния (двоичное 0 или 1), имея одну битовую плоскость, можно получить лишь черно-белое изображение. Битовая плоскость является цифровым устройством, тогда как растровая ЭЛТ – аналоговое устройство. Поэтому при считывании информации из буфера кадра и ее выводе на графическое устройство с растровой ЭЛТ должно происходить преобразование из цифрового представления в аналоговый сигнал. Такое преобразование выполняет цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП).

По типу экрана мониторы делятся на:

- Дисплеи на основе ЭЛТ;
- Жидкокристаллические (ЖК);
- Плазменные.

Дисплеи на основе электронно-лучевой трубки

Чтобы понять принципы работу растровых дисплеев и векторных дисплеев с регенерацией, **нужно иметь представление о конструкции ЭЛТ** и методах создания видеоизображения.

На рисунке схематично показана ЭЛТ, используемая в видеомониторах.

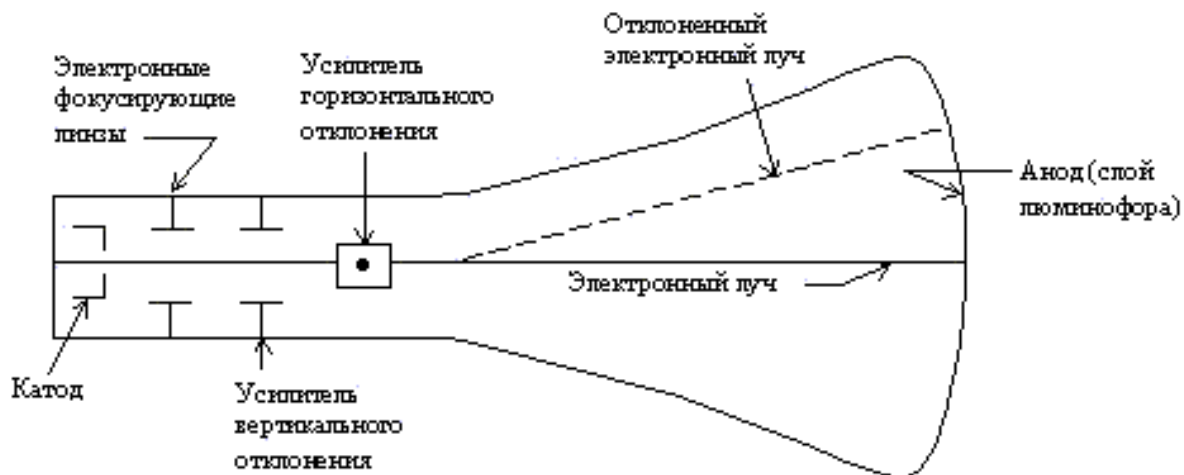


Рис. 2 Электронно-лучевая трубка

Катод (отрицательно заряженный) нагревают до тех пор, пока возбужденные электроны не создадут расширяющегося облака (электроны

отталкиваются друг от друга, так как имеют одинаковый заряд). Эти электроны притягиваются к сильно заряженному положительному **аноду**. На внутреннюю сторону расширенного конца ЭЛТ нанесен **люминофор**. Облако электронов с помощью линз фокусируется с узкий, строго параллельный пучок, и луч дает яркое пятно в центре ЭЛТ. Луч отклоняется или позиционируется влево или вправо от центра и (или) выше или ниже центра с помощью усилителей горизонтального и вертикального отклонения. Именно в данный момент проявляется отличие векторных и растровых дисплеев. В векторном дисплее электронный луч может быть отклонен непосредственно из любой произвольной позиции в любую другую произвольную позицию на экране ЭЛТ (аноде). Поскольку люминофорное покрытие нанесено на экран ЭЛТ сплошным слоем, в результате получается почти идеальная прямая. В отличие от этого в растровом дисплее луч может отклоняться только в строго определенные позиции на экране, образующие своеобразную мозаику. Эта мозаика составляет видеоизображение. Люминофорное покрытие на экране растровой ЭЛТ тоже не непрерывно, а представляет собой множество тесно расположенных мельчайших точек, куда может позиционироваться луч, образуя мозаику.

Экран жидкокристаллического дисплея (ЖКД) состоит из двух стеклянных пластин, между которыми находится масса, содержащая жидкие кристаллы, которые изменяют свои оптические свойства в зависимости от прилагаемого электрического заряда. Жидкие кристаллы сами не светятся, поэтому ЖКД нуждаются в подсветке или во внешнем освещении.

Основным достоинством ЖКД являются их габариты (экран плоский). К недостаткам можно отнести недостаточное быстродействие при изменении изображения на экране, что особенно заметно при перемещении курсора мыши, а также зависимость резкости и яркости изображения от угла зрения.

Жидкокристаллические дисплеи

ЖК – дисплеи обладают неоспоримыми преимуществами перед конкурирующими устройствами отображения:

1. **Размеры.** ЖК–дисплеи отличаются малой глубиной и небольшой массой и поэтому их более удобно перемещать и устанавливать, чем ЭЛТ–мониторы, у которых размер в глубину приблизительно равен ширине.

2. **Энергопотребление.** ЖК–дисплей потребляет меньшую мощность, чем ЭЛТ–монитор с сопоставимыми характеристиками.

3. **Удобство для пользователя.** В ЭЛТ электронные лучи при развертке движутся по экрану, обновляя изображение. Хотя в большинстве случаев можно установить такую частоту регенерации (число обновлений экрана электронными лучами в секунду), что изображение выглядит стабильным, некоторые пользователи все же воспринимают мерцание, способное вызвать быстрое утомление глаз и головную боль. На экране ЖК–дисплея каждый пиксел либо включен, либо выключен, так что мерцание отсутствует. Кроме того, для ЭЛТ–мониторов характерно в небольших количествах электромагнитное излучение; в ЖК–мониторах такого излучения нет.

Недостаток – высокая цена

Еще одно достижение, благодаря которому может произойти снижение цен в скором времени, – усовершенствование технологии панелей на **супертвистированных нематических кристаллах** (dual supertwist nematic, DSTN). DSTN–дисплеи всегда были дешевле, чем ЖК–устройства на тонкопленочных транзисторах, но несколько уступали им по качеству: DSTN–дисплеи не обеспечивают такой контрастности и четкости, как матрицы TFT, а их медленная реакция приводит к мерцанию и появлению паразитных (повторных) изображений на экране, особенно при отображении движущихся объектов. Однако фирма Sharp, крупнейший поставщик DSTN–панелей, недавно провела презентацию панели, в которой используется разработанная ею технология HSA (высококонтрастная адресация).

HSA–панели обеспечивают такую же контрастность изображения, как TFT–матрицы, и почти не уступают им по скорости реакции при воспроизведении видео. Фирма Arithmos разработала процессор визуализации для DSTN–панелей, который позволяет еще более улучшить качество изображения. Таким образом, для пользователей, ограниченных в средствах, DSTN–дисплей может оказаться хорошим компромиссным решением.

В ЖК–дисплеях угол обзора не только мал, но и асимметричен: обычно он составляет 45 градусов по горизонтали и +15...–30 по вертикали. Излучающие дисплеи, такие как электролюминесцентные, плазменные и на базе ЭЛТ, как правило, имеют конус обзора от 80 до 90 по обеим осям. Хотя в последнее время на рынке появились модели ЖК–дисплеев с увеличенным углом обзора 50–60 градусов.

Представитель Hitachi Тим Паттон (Tim Patton) считает, что в традиционных ЖК–дисплеях наблюдается зависимость контрастности и цвета изображения от угла зрения. Эта проблема обострялась по мере увеличения размеров ЖК–дисплеев и приобретения ими способности воспроизводить больше цветов.

Hitachi при создании своего нового дисплея SuperTFT воспользовалась иной технологией – IPS. Как известно, в обычных ЖК–дисплеях молекулы жидкого кристалла меняют свою ориентацию с горизонтальной на вертикальную под воздействием электрического поля, а адресующие электроды помещаются на две расположенные друг против друга стеклянные подложки. В IPS (in–plane switching) – дисплеях, наоборот, происходит чередование двух углов в горизонтальной плоскости, причем оба электрода находятся на одной из подложек. В результате угол обзора, как по горизонтальной, так и по вертикальной оси достигает 70 градусов.

Плазменные дисплеи

Газоплазменные мониторы состоят из двух пластин, между которыми находится газовая смесь, светящаяся под воздействием электрических импульсов. Такие мониторы не имеют недостатков, присущих ЖКД, однако их нельзя использовать в переносных компьютерах с аккумуляторным и батарейным питанием, так как они потребляют большой ток.

Размер по диагонали (расстояние от левого нижнего до правого

верхнего угла экрана) приводится в дюймах. Наиболее распространены мониторы с диагональю 14". Однако работать с монитором с диагональю 15" намного удобнее, а для работы с графическими пакетами, издательскими системами и системами автоматизированного проектирования необходимы мониторы с диагональю не меньше 17";

- **теневая маска экрана.** Единицей измерения является расстояние между отверстиями маски в мм. Чем меньше это расстояние и чем больше отверстий, тем выше качество изображения. Этот параметр часто отождествляют с **зерном экрана** монитора, однако это справедливо не во всех случаях;

- **разрешение,** измеряется в пикселах (точках), помещающихся по горизонтали и вертикали видимой части экрана. В настоящее время наиболее распространены мониторы с расширением не менее 1024*768 пикселей;

- **кинескоп.** Наиболее предпочтительны следующие типы кинескопов: Black Trinitron, Black Matrix и Black Planar. Данные кинескопы очень контрастны, дают отличное изображение, однако их люминофор чувствителен к свету, что может сократить срок службы монитора. К тому же при работе с контрастным монитором быстрее устают глаза;

- **потребляемая мощность.** У мониторов с диагональю 14" потребляемая мощность не должна превышать 60 Вт, иначе повышается вероятность теплового перегрева монитора, что сокращает срок его службы. У более крупных мониторов потребляемая мощность соответственно выше;

- **антибликовое** покрытие. Для дешевых мониторов используют пескоструйную обработку поверхности экрана. При этом качество изображения ухудшается. В дорогих мониторах на поверхность экрана наносится специальное химическое вещество, обладающее антибликовыми свойствами; – защитные свойства монитора. В настоящее время распространены мониторы с низким уровнем излучения (LR–мониторы). Они отвечают нормам стандарта MPRI или MPR II.

По цветности мониторы делятся на:

- Цветные;
- Монохромные.

Все современные аналоговые мониторы условно можно разделить на следующие типы:

- с фиксированной частотой развертки;
- с несколькими фиксированными частотами;
- и многочастотные (мультичастотные).

Мультичастотные мониторы обладают способностью настраиваться на произвольные значения частот синхронизации из некоторого заданного диапазона, например, 30–64 кГц для строчной и 50–100 Гц для кадровой развертки. Разработчиками мониторов данного типа является фирма NEC. В названии таких мониторов присутствует слово Multisync. Эти мониторы относятся к наиболее распространенному типу мониторов с электронно–лучевой трубкой.

Видеосигнал:

- Цифровой;
- Аналоговый.

Под цифровыми мониторами понимаются устройства отображения зрительной информации на основе электронно–лучевой трубки, управляемой цифровыми схемами. К цифровым относятся монохромные мониторы, снабженные видеоадаптерами стандартов MDA и Hercules, цветные RGB–мониторы, предназначенные для подключения к видеоадаптеру стандарта EGA. Монохромные мониторы способны отображать на экране только темные и светлые точки, иногда точки могут различаться интенсивностью. Hercules–мониторы имеют разрешение до 728*348 пикселей, небольшие габариты и вес. Блок развертки монитора получает синхроимпульсы от соответствующего видеоадаптера. RGB–мониторы способны отображать 16 цветов, однако разрешение экрана у них меньше, чем у Hercules–мониторов.

Электронно–лучевая трубка мониторов данного типа управляется **аналоговыми сигналами** поступающими от видеоадаптера. Принцип работы электронно–лучевой трубки монитора такой же, как у телевизионной трубки. Аналоговые мониторы способны поддерживать разрешение стандарта VGA (640*480) пикселей и выше.

***Прочие характеристики:** функции управления растром, система энергосбережения, защита от излучения, вес, габариты, потребляемая мощность.*

2.2. Видеоадаптер

Работой монитора руководит специальная плата, которую называют **видеоадаптером (видеокартой)**. Вместе с монитором видеокарта создает видеоподсистему персонального компьютера. В первых компьютерах видеокарты не было.

Видеоадаптер имеет вид отдельной платы расширения, которую вставляют в определенный слот материнской платы (в современных ПК это слот AGP). **Видеоадаптер** выполняет функции видеоконтроллера, видеопроцессора и видеопамяти.

Сформированное графическое изображение хранится во внутренней памяти **видеоадаптера**, которая называется **видеопамятью**. Необходимая емкость видеопамяти зависит от заданной разрешающей способности и палитры цветов, поэтому для работы в режимах с высокой разрешающей способностью и полноцветной гаммой нужно как можно больше видеопамяти. Если еще недавно типичными были видеоадаптеры с 2-4 Мбайт видеопамяти, то уже сегодня нормальной считается емкость в 32-64 Мбайт. Большинство современных видеокарт обладает возможностью расширения объема видеопамяти до 128 Мбайт. Видеопамять, как правило, строится на микросхемах динамической памяти с произвольным доступом (DRAM), обладающих большим объемом. Видеопамять доступна процессору как

обычная оперативная память.

Основные характеристики:

- режим работы (текстовый и графический);
- воспроизведение цветов (монохромный и цветной);
- число цветов или число полутонов (в монохромном);
- разрешающая способность (число адресуемых на экране монитора пикселей по горизонтали и по вертикале);
- разрядность шины данных, определяющая скорость обмена данными с системной шиной и т.д.

Важнейшей характеристикой является емкость видеопамати, она определяет количество хранимых в памяти пикселей и их атрибутов.

В зависимости от количества поддерживаемых цветовых оттенков различают следующие режимы работы видеоадаптеров:

- 16 цветов;
- 256 цветов;
- High Color (16 бит);
- True Color (24 бит);
- True Color (32 бит).

Первоначально IBM PC выпускались с черно-белым адаптером MDA (Monochrome Display Adapter). Максимальное разрешение составляло 640×350 точек, графические возможности отсутствовали. Следующим был также черно-белый видеоадаптер «Геркулес», выпущенный фирмой Hercules Computer Technology, Inc. Этот адаптер обеспечивает разрешение 720×350 с графическими возможностями.

Первым цветным видеоадаптером фирмы IBM стал CGA (Color Graphics Adapter). Разрешение его мало (320×200), цветов мало (до 4). Максимальное разрешение составляет 640×200.

Затем был выпущен видеоадаптер EGA – (Enhanced Graphics Adapter). Он обеспечивает разрешение 640×200 при 16 цветах из 64. Максимальное разрешение 640×350.

Первым видеоадаптером со сравнительно приемлемыми характеристиками стал VGA (Video Graphics Array) с максимальным разрешением до 800×600 при 256 цветах.

Затем фирма IBM разработала видеоадаптер 8514/A, имевшего параметры более соответствующие сложившимся потребностям – 1024×768 при 256 цветах.

Последняя разработка фирмы IBM – видеоадаптер XGA (eXtended Graphics Array) с не самыми современными возможностями 1024×768 при 256 цветах. Он на уровне регистров совместим с VGA.

Многие фирмы выпускают улучшенные версии VGA под названиями Super VGA и Ultra VGA, но общий стандарт отсутствует.

Фирма Texas Instruments предложила стандарт на программный интерфейс с интеллектуальными видеоадаптерами, использующими графические процессоры TMS 340xx (TIGA–стандарт, Texas Instruments Graphics Architecture).

В настоящее это самые мощные видеоадаптеры для IBM PC.

Таким образом, существуют следующие видеоконтроллеры:

- Hercules – монохромный графический адаптер;
- MDA – монохромный дисплейный адаптер;
- MGA – монохромный графический адаптер;
- CGA – цветной графический адаптер;
- EGA – улучшенный графический адаптер;
- VGA – видеографический адаптер (видеографическая матрица);
- SVGA – улучшенный видеографический адаптер;
- PGA – профессиональный графический адаптер;

Для повышения быстродействия графических подсистем IBM PC выпускаются специальные типы адаптеров – графические акселераторы. Графические акселераторы содержат собственные процессоры, которые специализированы для выполнения графических преобразований, поэтому изображения обрабатываются быстрее, чем с использованием универсального ЦП ПЭВМ.

Акселераторы, кроме типа и возможностей графического процессора, различаются по следующим основным параметрам:

- памятью для сохранения изображений. В некоторых случаях используется обычная динамическая память DRAM, но обычно используется специализированная видеопамять VRAM;
- используемой шиной. В настоящее время обычно используется PCI;
- шириной регистров. Чем шире регистр, тем большее число пикселей можно обработать за одну команду. В настоящее время ширина – 64 бита.

2.3. Принтеры, их классификация, основные характеристики и принцип работы

Принтеры являются наиболее популярными устройствами вывода информации для персональных компьютеров.

По технологии печати принтеры можно разделить на:

- игольчатые (матричные);
- струйные;
- лазерные.

Матричные принтеры

Матричные принтеры до последнего времени являлись основным стандартным устройством вывода для персональных компьютеров, поскольку струйные принтеры работали еще неудовлетворительно, а цена лазерных была достаточно высока. И в настоящее время игольчатые принтеры применяются достаточно часто.

Достоинства матричных (игольчатых) принтеров:

- удовлетворительная скорость печати;
- универсальность, заключающаяся в способности работать с любой бумагой;
- низкая стоимость печати.

Игольчатый принтер формирует знаки несколькими иголками, расположенными в головке принтера. Бумага втягивается с помощью вала, а между бумагой и головкой принтера располагается красящая лента. При ударе иголки по этой ленте на бумаге остается закрашенный след. Иголочки, расположенные внутри головки, обычно активизируются электромагнитным методом. Головка движется по горизонтальной направляющей и управляется шаговым двигателем. Так как напечатанные знаки внешне представляют собой матрицу, а воспроизводит эту матрицу игольчатый принтер, то часто его называют **матричным принтером**.

Среди матричных принтеров существуют 9-игольчатые и 24-игольчатые.

В головке **9-игольчатого** принтера находятся 9 иголок, которые, как правило, располагаются вертикально в один ряд. Благодаря горизонтальному движению головки принтера и активизации отдельных иголок напечатанный знак образует как бы матрицу, причем отдельные буквы, цифры и знаки «заложены» внутри принтера в виде бинарных кодов.

В **24-игольчатом** принтере используется технология последовательного расположения иголок в два ряда по 12 штук. Вследствие того, что иголочки в соседних рядах сдвинуты по вертикали, точки на распечатке перекрываются таким образом, что их невозможно различить. Имеется возможность перемещения головки дважды по одной и той же строке, чтобы знаки пропечатывались еще раз с небольшим смещением. Такое качество печати обозначают как **LQ (Letter Quality – машинописное качество)**, в этом режиме скорость печати уменьшается незначительно, так как головка печатает при движении слева направо и справа налево. Изготовители обычно указывают теоретическую скорость печати, то есть максимально возможную скорость **чернового режима**, при этом качество печати не играет роли. LQ-печать для игольчатых принтеров длится дольше. Еще дольше печатается графика, потому что при этом набор знаков не читается из внутренней памяти (ROM) принтера, а каждая печатаемая точка должна рассчитываться.

Единица измерения скорости печати – **cps (символ в секунду)**. Игольчатые принтеры оборудованы внутренней памятью (буфером) до 64 Кбайт и более, который принимает данные от персонального компьютера. Игольчатый принтер – механическое устройство, а работа механических узлов всегда сопровождается шумом.

Качество печати сильно зависит от **разрешения принтера**, т.е. количества точек, которое печатается на одном дюйме – **dpi**. Данная характеристика играет роль, в основном, при работе принтера в графическом режиме.

Струйные принтеры

Принцип работы **струйных принтеров** напоминает игольчатые принтеры. Вместо иголок здесь применяются тонкие **сопла**, которые находятся в головке принтера. В этой головке установлен резервуар с жидкими

чернилами, которые через сопла как микрочастицы переносятся на материал носителя. Число сопел находится в диапазоне от 16 до 64, а иногда и до нескольких сотен.

Для хранения чернил используются два метода:

- головка принтера объединена с резервуаром для чернил; замена резервуара с чернилами одновременно связана с заменой головки;
- используется отдельный резервуар, который через систему капилляров обеспечивает чернилами головки принтера.

В основе принципа действия струйных принтеров лежат:

- пьезоэлектрический метод;
- метод газовых пузырей.

Для реализации **пьезоэлектрического метода** в каждое сопло установлен плоский пьезокристалл, связанный с диафрагмой. Под воздействием электрического тока происходит деформация пьезоэлемента. При печати, находящийся в трубке пьезоэлемент, сжимая и разжимая трубку, наполняет капиллярную систему чернилами. Чернила, которые отжимаются назад, перетекают обратно в резервуар, а чернила, которые выдавлились наружу, образуют на бумаге точки. Струйные принтеры с использованием данной технологии выпускают фирмы Epson, Brother и др.

Метод газовых пузырей базируется на термической технологии. Каждое сопло оборудовано нагревательным элементом, который, при пропускании через него тока, за несколько микросекунд нагревается до температуры около 500 градусов. Возникающие при резком нагревании газовые пузыри стараются вытолкнуть через выходное отверстие сопла порцию (каплю) жидких чернил, которые переносятся на бумагу. При отключении тока нагревательный элемент остывает, паровой пузырь уменьшается, и через входное отверстие поступает новая порция чернил. Данная технология используется в изделиях фирм Hewlett-Packard и Canon.

Цветные струйные принтеры имеют более высокое качество печати по сравнению с игольчатыми цветными принтерами и невысокую стоимость по сравнению с лазерными. **Цветное изображение** получается за счет использования (наложения друг на друга) четырех основных цветов. Уровень шума струйных принтеров значительно ниже, чем у игольчатых, поскольку его источником является только двигатель, управляющий перемещением печатающей головки. При черновой печати скорость струйного принтера значительно выше, чем у игольчатого. При печати с качеством LQ скорость составляет 3–4 (до 10) страницы в минуту. **Качество печати зависит от количества сопел в печатающей головке** – чем их больше, тем выше качество. **Большое значение имеет качество и толщина бумаги.** Выпускается специальная бумага для струйных принтеров, но можно печатать на обычной бумаге плотностью от 60 до 135 г/кв.м. В некоторых моделях для быстрого высыхания чернил применяется подогрев бумаги. Разрешение струйных

принтеров при печати графики составляет от 300*300 до 720*720 dpi.

***Основной недостаток струйного принтера:** возможность засыхания чернил внутри сопла, что приводит к необходимости замены печатающей головки.*

Лазерные принтеры

Лазерные принтеры обеспечивают более высокое качество печати по сравнению со струйными и игольчатыми принтерами. Однако стоимость печати выше, особенно при использовании цветных лазерных принтеров. Таким образом, для получения высококачественной черно-белой печати целесообразно использовать лазерный принтер, а для получения цветного изображения можно использовать цветной струйный принтер. В лазерных принтерах используется механизм печати, применяемый в ксероксах.

Основным элементом является вращающийся барабан для переноса изображения на бумагу, представляющий собой металлический цилиндр, покрытый тонкой пленкой фотопроводящего полупроводника. По поверхности барабана равномерно распределяется статический заряд. Для этого служит тонкая проволока или сетка – **коронирующий провод**. Высокое напряжение, подаваемое на этот провод вызывает возникновение вокруг него светящейся ионизированной области – короны. Лазер, управляемый микроконтроллером, генерирует тонкий световой луч, отражающийся от вращающегося зеркала. Этот луч, падая на барабан, изменяет его электрический заряд в точке падения. Таким образом, на барабане возникает скрытая копия изображения. Далее на барабан наносится **тонер** – мельчайшая красящая пыль. Под действием статического заряда эти мелкие частицы притягиваются к поверхности барабана в точках, подвергшихся экспозиции, и формируют изображение. Бумага втягивается с подающего лотка и с помощью системы валиков перемещается к барабану. Перед барабаном бумаге сообщается статический заряд. Бумага соприкасается с барабаном и притягивает, благодаря своему заряду, частички тонера от барабана. Для фиксации тонера бумага вновь заряжается и пропускается между двумя роликами с температурой 180 градусов. Затем барабан разряжается, очищается от прилипших частиц и готов для нового процесса печати. Фирма OKI выпускает лазерный принтер, в котором вместо лазера используется неподвижная диодная строка, описывающая не каждую точку, а целую строку.

В **цветном лазерном принтере** изображение формируется на **светочувствительной фотоприемной ленте** последовательно для каждого из 4-х основных цветов. Лист печатается за четыре прохода: имеются четыре емкости для тонеров и от двух до четырех узлов проявления. **Схема управления** включает процессор, память большого объема и иногда, особенно при функционировании в сети, винчестер. Стоимость цветного лазерного принтера значительно выше, чем черно-белого, а скорость печати – ниже.

Лазерные принтеры со средними возможностями печатают 4–8 страниц в минуту. Высокопроизводительные сетевые лазерные принтеры могут печатать до 20 и более страниц в минуту. При печати сложных графических

изображений время печати больше.

Разрешение по вертикали (соответствует шагу барабана) составляет от 1/300 до 1/600 дюйма. Разрешение по горизонтали определяется точностью наведения лазерного луча и количеством точек в строке и составляет, как правило, от 1/300 до 1/1200 дюйма.

Лазерный принтер обрабатывает целые страницы, что связано с большим количеством вычислений. Минимальный объем памяти лазерного принтера не менее 1 Мбайт. Наиболее часто используется память от 2 до 4 Мбайт. Цветные принтеры требуют для работы еще большую память. Память лазерного принтера может быть увеличена путем установки специальных карт с DRAM или SIMM модулями. Большинство лазерных принтеров могут печатать на бумаге формата А4, реже – А3. Некоторые принтеры могут печатать на обеих сторонах листа, но они стоят существенно дороже.

2.4. Плоттеры (графопостроители)

Плоттер (графопостроитель) – это устройство автоматического построения диаграмм или других изображений на бумаге, пластике, фоточувствительном материале или ином носителе путем черчения, гравирования, фоторегистрации или иным способом.

Различают:

- **планшетные графопостроители** для формата А3 – А2, с фиксацией листа электростатическим способом и пишущим узлом, перемещающимся в двух координатах (на плоскости);
- **барабанные графопостроители** с носителем, закрепляемым на вращающемся барабане;
- **рулонные или роликовые графопостроители** с чертежной головкой, перемещающейся в одном направлении при одновременном перемещении носителя в перпендикулярном ему направлении. Ширина бумаги формата А1 или А0. Такие плоттеры используют рулоны бумаги длиной до нескольких десятков метров.

Плоттеры изготавливаются **в напольном и настольном** исполнении.

По принципу построения изображения подразделяются на:

- **векторные графопостроители** (Создают изображение с помощью шариковых, перьевых рапидографов, фломастера, карандаша. В настоящее время практически сняты с производства);
- **растровые графопостроители** (Наследуя конструктивные особенности принтеров, создают изображение путем построочного воспроизведения).

По способу печати растровые графопостроители подразделяются на:

- **электростатические графопостроители** с электростатическим принципом воспроизведения;
- **струйные графопостроители**, основанными на принципе струйной печати (выдавливании красящего вещества через сопла форсунок);
- **лазерные графопостроители**, воспроизводящие изображение с

использованием луча лазера;

- *светодиодные* графопостроители, отличающиеся от лазерных способом перенесения изображения с барабана на бумагу;
- *термические* графопостроители;
- *микрофильм–плоттеры, фотоплоттеры* с фиксацией изображения на светочувствительном материале.

Основные конструктивные и эксплуатационные характеристики графопостроителей: формат воспроизводимого изображения–оригинала, размер рабочего поля, точность, разрешение растровых графопостроителей (обычно в пределах 300–2500 dpi), скорость прорисовки или изготовления единицы продукции заданного формата, наличие или отсутствие собственной памяти (буфера), программное обеспечение (драйверы, программы растеризации), наличие сетевой платы. Некоторые модели графопостроителей комплектуются или могут оснащаться насадками, дополняющими их функциями сканера.

Большинство струйных аппаратов обеспечивают печать графических файлов формата TIFF, BMP, PCX.

2.5. Сканеры, классификация и основные характеристики

Сканер это устройство ввода в персональный компьютер цветного и черно–белого изображения с бумаги, пленки и т.п.

Принцип действия сканера заключается в преобразовании оптического сигнала, получаемого при сканировании изображения световым лучом, в электрический, а затем в цифровой код, который передается в компьютер.

Сканеры разделяют на:

- **черно–белые сканеры** могут в простейшем случае различать только два значения – черное и белое, что вполне достаточно для чтения штрихового кода (более сложные сканеры различают градации серого цвета);
- **цветные сканеры** работают на принципе сложения цветов, при котором цветное изображение получается путем смешения трех цветов: красного, зеленого и синего. Технически это реализуется двумя способами:
 - при сканировании цветной оригинал освещается не белым светом, а последовательно красным, зеленым и синим. Сканирование осуществляется для каждого цвета отдельно, полученная информация предварительно обрабатывается и передается в компьютер;
 - в процессе сканирования цветной оригинал освещается белым светом, а отраженный свет попадает на CCD–матрицу через систему специальных фильтров, разлагающих его на три компонента: красный, зеленый, синий, каждый из которых улавливается своим набором фотоэлементов.

А также сканеры делятся на:

- **Ручные сканеры** – это относительно недорогие устройства небольшого размера, удобны для оперативного сканирования изображений из книг и журналов. Ширина полосы сканирования обычно не превышает 105 мм, стандартное разрешение 300–400 dpi. К недостаткам ручного сканера можно отнести зависимость качества сканирования от навыков пользователя и

невозможность одновременного сканирования относительно больших изображений.

- В **барабанном сканере** сканируемый оригинал располагается на вращающемся барабане. В настоящее время используются только в типографском производстве.

- В **листовых сканерах** носитель с изображением протягивается вдоль линейки, на которой расположены CCD–элементы. Ширина изображения как правило составляет формат А4, а длина ограничена возможностями используемого компьютера (чем больше изображение, тем больше размер файла, где хранится его цифровая копия).

- **Планшетные сканеры** осуществляют сканирование в автоматическом режиме. Оригинал располагается в сканере на стеклянном листе, под которым головка чтения с CCD–элементами сканирует изображение построчно с равномерной скоростью. Размеры сканируемых изображений зависят от размера сканера и могут достигать размеров большого чертежного листа (А0). Специальная слайд–приставка позволяет сканировать слайды и негативные пленки. Аппаратное разрешение планшетных сканеров достигает 1200 dpi.

Сканеры подключаются к персональному компьютеру через **специальный контроллер** (для планшетных сканеров это чаще всего SCSI контроллер). Сканер всегда должен иметь соответствующий драйвер, так как только ограниченное число программных приложений имеет встроенные драйверы для общения с определенным классом сканеров.

2.6. Дигитайзеры

Дигитайзер предназначен для профессиональных графических работ. С помощью специального программного обеспечения он позволяет преобразовывать движение руки оператора в формат векторной графики. Первоначально дигитайзер был разработан для приложений систем автоматизированного проектирования, так как в этом случае необходимо определять и задавать точное значение координат большого количества точек. В отличие от мыши дигитайзер способен точно определять и обрабатывать абсолютные координаты.

Дигитайзер состоит из специального планшета являющегося рабочей поверхностью и, кроме этого, выполняющего разнообразные функции управления соответствующим программным обеспечением, и светового пера или, чаще, кругового курсора, являющихся устройствами ввода информации.

Одной из разновидностей дигитайзера является **графический** или **рисовальный планшет**. Он представляет собой панель, под которой расположена электромагнитная решетка. Если провести по его поверхности специальным пером, то на экране монитора появится штрих. В планшете реализован принцип абсолютного позиционирования: изображение, нарисованное в левом нижнем углу планшета, появится в левом нижнем углу экрана монитора. Обычно рисовальные планшеты имеют размеры коврика для мыши, но рабочая поверхность несколько меньше.

Имеются планшеты, обладающие чувствительностью к нажиму, с помощью которых, регулируя нажим, можно получать на экране линии различной толщины.

Специальная пластмассовая пленка, прилагаемая к планшету, позволяет копировать подложенные под нее изображения на бумажных оригиналах. Планшеты подключаются к последовательному порту персонального компьютера.

Графический планшет может иметь различные форматы: от А2 – для профессиональной деятельности и меньше – для более простых работ.

Компания Immersion разработала уникальную механическую технологию оцифровки, которая компактна, доступна и легка в использовании. Каждое соединение использует цифровые оптические датчики, работа которых не зависит от любого относящегося к окружению влияния. Результат – универсальная система, которая может работать практически в любой среде и сканировать объекты из любого материала.

Но кроме этого, есть и другие технологии трехмерного сканирование:

- Ультразвуковое сканирование.
- Магнитное сканирование.
- Лазерные сканеры.

Из всех трехмерных технологий сканирования, **ультразвуковые системы** наименее точны, наименее надежны и наиболее восприимчивы к геометрическим искажениям. Вследствие того, что скорость звука зависит от воздушного давления, температуры и других атмосферных условий, эффективность ультразвуковых систем может изменяться вместе с погодой. Кроме того, они восприимчивы к работе различного оборудования, даже шуму ламп дневного света.

Магнитные трехмерные цифровые преобразователи работают на том же принципе, что и «ультразвуковые системы», т.е. используют магнитное поле. Они невосприимчивы к атмосферным изменениям и очень чувствительны к искажениям от близлежащего металла или магнитных полей. Металлические стулья, платы, компьютеры или другое оборудование, размещенные близко от магнитного цифрового преобразователя, исказит данные. Кроме того, такие системы нельзя использовать для оцифровки объектов с металлическими частями.

Лазерные сканеры в 10–100 раз дороже, чем системы механической оцифровки, такие, как MicroScribe–3D. Системы, использующие лазеры, имеют много ограничений. Объекты с отражающими или яркими поверхностями, большие объекты и объекты с вогнутыми поверхностями, которые затеняют прямой путь лазерного луча – главная проблема для лазерных систем.

2.7. Манипулятор «мышь»

Наряду с клавиатурой мышь является важнейшим средством ввода информации. В современных программных продуктах, имеющих сложную графическую оболочку, мышь является основным инструментом управления

программой.

По принципу действия мыши делятся на:

- *Механические;*
- *Оптико–механические;*
- *Оптические.*

Подавляющее число компьютерных мышек используют **оптико–механический принцип** кодирования перемещения. С поверхностью стола соприкасается тяжелый, покрытый резиной шарик сравнительно большого диаметра. Ролики, прижатые к поверхности шарика, установлены на перпендикулярных друг другу осях с двумя датчиками. Датчики, представляющие собой **оптопары** (светодиод–фотодиод), располагаются по разные стороны дисков с прорезями. Порядок, в котором освещаются фоточувствительные элементы, определяет направление перемещения мыши, а частота приходящих от них импульсов – скорость. Хороший механический контакт с поверхностью обеспечивает специальный коврик.

Более точного позиционирования курсора позволяет добиться **оптическая мышь**. Для нее используется специальный коврик, на поверхности которого нанесена мельчайшая сетка из перпендикулярных друг другу темных и светлых полос. Расположенные в нижней части мыши две оптопары освещают коврик и по числу пересеченных при движении линий определяют величину и скорость перемещения. Оптические мыши не имеют движущихся частей и лишены такого присущего оптико–механическим мышам недостатка, как перемещение курсора мыши рывками из–за загрязнения шарика. Разрешающая способность применяемого в мыши устройства считывания координат составляет 400 dpi (Dot per Inch точек на дюйм) и выше, превосходя аналогичные значения для механических устройств.

Для оптимального функционирования мышь должна передвигаться по ровной поверхности. Лучше всего подходят специальные коврики. Указатель мыши передвигается по экрану синхронно с движением мыши по коврику. Устройством ввода мыши являются кнопки (клавиши). Большинство мышей имеют две кнопки, существуют также 3–х кнопочные мыши и имеющие большее количество кнопок.

Одной из важных характеристик мыши является ее разрешение, которое измеряется в dpi. Разрешение определяет минимальное перемещение, которое способен почувствовать контроллер мыши. Чем больше разрешение, тем точнее позиционируется мышь, тем с более мелкими объектами можно работать. Нормальное разрешение мыши лежит в диапазоне от 300 до 900 dpi. В усовершенствованных мышах используют переменный баллистический эффект скорости, заключающийся в том, что при небольших перемещениях скорость смещения курсора – небольшая, а при значительных перемещениях – существенно увеличивается. Это позволяет эффективнее работать в графических пакетах, где приходится обрабатывать мелкие детали.

По принципу передачи информации мыши делятся на:

- *Последовательные* (Serial Mouse), подключаемые к

последовательному порту COM;

- *Параллельные* (Bus Mouse), использующие системную шину. Bus Mouse подключается к специальной карте расширения, входящей в комплект поставки мыши.

Параллельные мыши предпочтительнее в тех системах, где к компьютеру требуется подключить много периферийных устройств, особенно занимающих последовательные порты, и где компьютер подвержен конфликтам прерываний периферийных устройств (Bus Mouse не использует прерывания).

Существует несколько стандартов **последовательных мышей**. Самым распространенным является стандарт MS–Mouse. Альтернативными стандартами являются PC–Mouse, используемый для трехкнопочных мышей фирмы Genius, и редко используемый PS/2. MS–Mouse и совместимые с ней PC–Mouse для работы требуют установки соответствующих драйверов. Большинство программного обеспечения для персональных компьютеров ориентировано на MS–Mouse. Стандарт PS/2 не требует подключения драйверов.

К основным тенденциям развития современных мышей можно отнести постепенный переход на шину USB, а также поиски в области эргономических усовершенствований. К ним можно отнести беспроводные (Cordless) мыши, работающие в радио– или инфракрасном диапазоне волн, а также мыши с дополнительными кнопками. Наиболее удачными решениями являются наличие между двумя стандартными кнопками колесика (мышь Microsoft IntelliMouse) или качающейся средней кнопки (мыши Genius NetMouse NetMouse Pro), которые используются для быстрой прокрутки документа под Windows 95/98/NT.

К наиболее известным производителям мышей относятся компании Genius, Logitech, Microsoft, Mitsumi и др.

2.8. Джойстики

Джойстик является координатным устройством ввода информации и наиболее часто применяется в области компьютерных игр и компьютерных тренажеров.

Джойстики бывают:

- Аналоговые (обычно используются в компьютерных тренажерах);
- Цифровые (в игровых компьютерах).

Аналоговые джойстики обеспечивают более точное управление, что очень важно для программных приложений, в которых объекты должны точно позиционироваться. Для удобства работы конструкция джойстика должна быть достаточно прочной и устойчивой. Джойстик подключают к внешнему разъему карты расширения, имеющей соответствующий порт.

Для того чтобы подключить джойстик к компьютеру, нужен игровой порт. **Игровой порт (или адаптер)** может быть расположен на плате

асинхронного последовательного адаптера, на плате мультипорта или на отдельной плате. Иногда игровой порт может быть расположен и на системной плате компьютера.

Джойстик подключается к компьютеру через игровой порт. К одному игровому порту может быть подключено два джойстика. Процедура подключения джойстика весьма проста. Все что нужно – это вставить разъем на конце шнура джойстика в разъем игрового порта. Этот разъем внешне напоминает разъем последовательного порта, но имеет 15 выводов.

Работа с джойстиком не требует подключения дополнительного драйвера. Достаточно настроить вашу игровую программу на его использование. Заметим, что далеко не все игры могут работать с джойстиком. Обычно это эмуляторы полета на самолетах, вертолетах и космических кораблях.

Трекбол

Трекбол (Trackball) – это устройство ввода информации, которое можно представить в виде перевернутой мыши с шариком большого размера. Принцип действия и способ передачи данных трекбола такой же, как и мыши. Наиболее часто используется оптико–механический принцип регистрации положения шарика. Подключение трекбола, как правило, осуществляется через последовательный порт.

Основные отличия от мыши:

- стабильность положения за счет неподвижного корпуса;
- не нужна площадка для движения, так как позиция курсора рассчитывается по вращению шарика.

Первое устройство подобного типа было разработано компанией Logitech. Миниатюрные трекболы получили сначала широкое распространение в портативных ПК. Встроенные трекболы могут располагаться в самых различных местах корпуса ноутбука, внешние крепятся специальным зажимом, а к интерфейсу подключаются кабелем. Большого распространения в ноутбуках трекболы не получили из-за своего недостатка постепенного загрязнения поверхности шара и направляющих роликов, которые бывает трудно очистить и, следовательно, вернуть трекболу былую точность. Впоследствии их заменили тачпады и трекпойнты.

Тачпад и трекпойнт

Трекпойнт (TrackPoint) – координатное устройство, впервые появившееся в ноутбуках IBM, представляет собой миниатюрный джойстик с шершавой вершиной диаметром 5–8 мм. Трекпойнт расположен на клавиатуре между клавишами и управляется нажатием пальца.

Тачпад (TouchPad) представляет собой чувствительную контактную площадку, движение пальца по которой вызывает перемещение курсора. В подавляющем большинстве современных ноутбуков применяется именно это указательное устройство, имеющее не самое высокое разрешение, но

обладающее самой высокой надежностью из-за отсутствия движущихся частей.

TouchPad поддерживает следующие протоколы: PS/2; RS-232; ADB – протокол, используемый компьютерами семейства Apple Macintosh.

В каждом из этих случаев TouchPad поддерживает индустриальный стандарт «mouse» плюс собственные, специфические, расширенные протоколы. Поддержка «mouse» означает, что, подключив к компьютеру TouchPad, вы сразу можете использовать ее как обычную «мышку», без инсталляции ее собственного драйвера. После этого вы инсталлируете драйвер и получаете целый набор дополнительных возможностей.

Дальнейшим развитием TouchPad является TouchWriter – панель TouchPad с повышенной чувствительностью, одинаково хорошо работающая как с пальцем, так и со специальной ручкой и даже с ногтем. Эта панель позволяет вводить данные привычным для человека образом – записывая их ручкой. Кроме того, ее можно использовать для создания графических изображений или для подписывания документов. Для желающих писать китайскими иероглифами, можно порекомендовать установить на компьютер пакет QuickStroke, который позволит вводить иероглифы, непосредственно рисуя их на панели. Причем программа, по мере ввода, предлагает готовые варианты иероглифов.

Оба эти устройства предполагают наличие определенной тренировки для обращения с ними, однако по надежности и малогабаритности остаются вне конкуренции.

2.9. Средства диалога для систем виртуальной реальности

В системах виртуальной реальности, в отличие от обычных приложений компьютерной графики, как правило, требуется вывод и ввод трехмерной координатной информации, как для управления положениями синтезируемых объектов, так и для определения координат частей тела оператора и направления его взгляда.

Спейсбол. Одним из первых появилось устройство спейсбол (space ball), представляющее собой конструктивное объединение мышки и небольшого трекбола. Мышка перемещается оператором по столу и обеспечивает ввод двух координат. Ввод третьей координаты обеспечивается вращением шарика трекбола большим пальцем руки.

Для манипулирования объектами в трехмерном пространстве часто используется техника виртуальной сферы. Управляемый объект окружается (воображаемой) сферой. Для перемещения сферы используется мышь, а вращение сферы и заключенного в нее объекта обеспечивается вращением шарика трекбола.

Head Mounted Display. В системах виртуальной реальности используются устройства вывода в виде монтируемых на голове дисплеев (Head Mounted Display – HMD) с бинокулярным всенаправленным монитором (Binocular Omni–Orientation Monitor – BOOM) со средствами отслеживания положения головы (head tracking) и даже отслеживанием положения глаза (eye

tracking). Это требуется для создания эффекта «погружения» со стереоскопическим изображением и оперативным изменением сцены при поворотах головы и/или глаз.

Используемые в НМД жидкокристаллические дисплеи обычно невысокого разрешения (до 417×277 пикселей). Сравните это с 1280×1024 и 1600×1200 для настольных систем или с разрешением монитором для телевидения высокой четкости (ТВВЧ) – 1920×1035 и 1920×1135 . Поэтому ведутся интенсивные исследования по созданию средств отображения для систем виртуальной реальности, обладающих высоким разрешением при приемлемых значениях электромагнитных наводок. Одна из таких систем, использующих миниатюрные монохромные прецизионные электронные трубки и жидкокристаллические затворы, обеспечивает разрешение до 2000×2000 . Интересное решение заключается в формировании изображения лазером непосредственно на сетчатке, но эти предложения пока далеки от коммерческой реализации.

Отслеживание положения головы обеспечивается либо механическими рычажными системами, либо комплектом инфракрасных или электромагнитных датчиков.

Power Glove, Data Glove, Data Suit.

Непосредственный ввод геометрической информации о положении частей тела с поддержкой тактильной и даже силовой обратной связи обеспечивается перчатками и костюмами данных.

Дешевая перчатка данных – Power Glove, используемая для игр, обеспечивает только четыре уровня данных.

В более усовершенствованной перчатке данных Data Glove фирмы VPL (см. рис.3) для определения углов сгибания пальцев используются оптические волокна. Для обеспечения тактильной обратной связи используются пневматические активаторы.



Рис.3 Перчатка данных фирмы VPL

Были эксперименты обеспечения тактильной обратной связи за счет вибрации пьезокристаллов.

Более точный ввод координатной информации обеспечивают системы с использованием механического рычажного экзоскелета руки (Exos Dexterous Handmaster) и датчиками углов сгибания пальцев на основе эффекта Холла. Системы с экзоскелетом позволяют обеспечить и силовую обратную связь.

Более простой прибор, использующий силовую обратную связь, был разработан фирмой Digital и представляет собой рукоятку, подобную рукоятке

газа в мотоцикле, которая может менять свое сопротивление скручиванию.

Проблема в обеспечении тактильной и силовой обратной связи состоит в том, что пользователь реагирует на воздействия и вносит изменения быстрее, чем система сможет среагировать. Для хорошего ощущения объекта система тактильной обратной связи должна обеспечивать скорость порядка 100–300 Гц, что почти на порядок выше обычной скорости перезаписи визуальной информации.

Пиджак данных (Data Suit) по принципам работы подобен перчатке данных и отличается только количеством датчиков.

ТЕМА № 3. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Форматы графических файлов. Понятие цвета. Зрительный аппарат человека, для восприятия цвета. Аддитивные и субтрактивные цвета в компьютерной графике. Понятие цветовой модели и режима. Закон Грассмана. Пиксельная глубина цвета. Черно–белый режим. Полутоновый режим. Виды цветовых моделей (RGB, CMYK, HSB, Lab), их достоинства и недостатки. Кодирование цвета.

3.1. Форматы графических файлов

В компьютерной графике применяют, по меньшей мере, три десятка форматов файлов для хранения изображений. Но лишь часть из них применяется в подавляющем большинстве программ. Как правило, несовместимые форматы имеют файлы растровых, векторных, трехмерных изображений, хотя существуют форматы, позволяющие хранить данные разных классов. Многие приложения ориентированы на собственные «специфические» форматы, перенос их файлов в другие программы вынуждает использовать специальные фильтры или экспортировать изображения в «стандартный» формат.

TIFF (Tagged Image File Format). Формат предназначен для хранения растровых изображений высокого качества (расширение имени файла .TIF). На сегодняшний день является одним из самых распространенных и надежных, его поддерживают практически все программы. TIFF является лучшим выбором при импорте растровой графики в векторные программы и издательские системы. Предусматривает широкий диапазон цветового охвата – от монохромного черно–белого до модели *CMYK*.

PSD (PhotoShop Document). Собственный формат программы Adobe Photoshop (расширение имени файла .PSD), один из наиболее мощных по возможностям хранения растровой графической информации. Позволяет запоминать параметры слоев, каналов, степени прозрачности, множества масок. Поддерживаются 48–разрядное кодирование цвета, цветоделение и различные цветовые модели. Основной недостаток выражен в том, что отсутствие эффективного алгоритма сжатия информации приводит к большому объему файлов.

PCX. Формат появился как формат хранения растровых данных

программы PC PaintBrush фирмы Z-Soft и является одним из наиболее распространенных (расширение имени файла .PCX). Отсутствие возможности хранить цветоделенные изображения, недостаточность цветовых моделей и другие ограничения привели к утрате популярности формата. В настоящее время считается устаревшим.

JPEG (Joint Photographic Experts Group). Формат предназначен для хранения растровых изображений (расширение имени файла .JPG). Позволяет регулировать соотношение между степенью сжатия файла и качеством изображения. Применяемые методы сжатия основаны на удалении «избыточной» информации, поэтому формат рекомендуют использовать только для электронных публикаций.

Формат файла JPEG (Объединенная экспертная группа по фотографии, произносится “джейпег”) был разработан компанией C-Cube Microsystems как эффективный метод хранения изображений с большой глубиной цвета, например, получаемых при сканировании фотографий с многочисленными едва уловимыми оттенками цвета. Самое большое отличие формата JPEG от других форматов состоит в том, что в JPEG используется алгоритм сжатия с потерями информации. Алгоритм сжатия без потерь так сохраняет информацию об изображении, что распакованное изображение в точности соответствует оригиналу. При сжатии с потерями приносится в жертву часть информации об изображении, чтобы достичь большего коэффициента сжатия. Распакованное изображение JPEG редко соответствует оригиналу абсолютно точно, но очень часто эти различия столь незначительны, что их едва можно обнаружить.

Процесс сжатия изображения JPEG достаточно сложен и часто для достижения приемлемой производительности требует специальной аппаратуры. Вначале изображение разбивается на квадратные блоки со стороной размером 8 пикселей. Затем производится сжатие каждого блока отдельно за три шага.

Коэффициент архивации в JPEG может изменяться в пределах от 2 до 200 раз. Широкое применение JPEG сдерживается тем, что он оперирует 24-битными изображениями. Поэтому для того, чтобы с приемлемым качеством посмотреть картинку на обычном мониторе в 256-цветной палитре, требуется применение соответствующих алгоритмов и, следовательно, определенное время. Кроме того, если имеющиеся у вас изображения, допустим, в 8-битном формате GIF перевести в 24-битный JPEG, а потом обратно в GIF для просмотра, то потеря качества произойдет дважды при обоих преобразованиях.

GIF (Graphics Interchange Format). Стандартизирован в 1987 году как средство хранения сжатых изображений с фиксированным (256) количеством цветов (расширение имени файла .GIF). Получил популярность в Интернете благодаря высокой степени сжатия. Последняя версия формата *GIF89a* позволяет выполнять чересстрочную загрузку изображений и создавать рисунки с прозрачным фоном. Ограниченные возможности по количеству цветов обуславливают его применение исключительно в электронных публикациях.

PNG (Portable Network Graphics). Сравнительно новый (1995 год)

формат хранения изображений для их публикации в Интернете (расширение имени файла .PNG). Поддерживаются три типа изображений – цветные с глубиной 8 или 24 бита и черно–белое с градацией 256 оттенков серого. Сжатие информации происходит практически без потерь, предусмотрены 254 уровня альфа–канала, чересстрочная развертка.

WMF (Windows MetaFile). Формат хранения векторных изображений операционной системы Windows (расширение имени файла .WMF). По определению поддерживается всеми приложениями этой системы. Однако отсутствие средств для работы со стандартизированными цветовыми палитрами, принятыми в полиграфии, и другие недостатки ограничивают его применение (WMF искажает цвет, не может сохранять ряд параметров, которые могут быть присвоены объектам в различных векторных редакторах).

EPS (Encapsulated PostScript). Формат описания как векторных, так и растровых изображений на языке PostScript фирмы Adobe, фактическом стандарте в области допечатных процессов и полиграфии (расширение имени файла .EPS). Так как язык PostScript является универсальным, в файле могут одновременно храниться векторная и растровая графика, шрифты, контуры обтравки (маски), параметры калибровки оборудования, цветовые профили. Для отображения на экране векторного содержимого используется формат *WMF*, а растрового – *TIFF*. Но экранная копия лишь в общих чертах отображает реальное изображение, что является существенным недостатком *EPS*. Действительное изображение можно увидеть лишь на выходе выводного устройства, с помощью специальных программ просмотра или после преобразования файла в формат PDF в приложениях Acrobat Reader, Acrobat Exchange.

PDF (Portable Document Format). Формат описания документов, разработанный фирмой Adobe (расширение имени файла .PDF). Хотя этот формат в основном предназначен для хранения документа целиком, его впечатляющие возможности позволяют обеспечить эффективное представление изображений. Формат является аппаратно–независимым, поэтому вывод изображений допустим на любых устройствах – от экрана монитора до фотоэкспонирующего устройства. Мощный алгоритм сжатия со средствами управления итоговым разрешением изображения обеспечивает компактность файлов при высоком качестве иллюстраций.

BMP (Windows Device Independent Bitmap). Формат BMP является родным форматом Windows, он поддерживается всеми графическими редакторами, работающими под ее управлением. Применяется для хранения растровых изображений, предназначенных для использования в Windows и, по сути, больше ни на что не пригоден. Способен хранить как индексированный (до 256 цветов), так и RGB–цвет.

CDR (CorelDRAW Document). Формат известен в прошлом низкой устойчивостью и плохой совместимостью файлов, тем не менее, пользоваться CorelDRAW чрезвычайно удобно.

3.2. *Понятие цвета и его характеристики*

Мы смотрим на предметы и, характеризуя их, говорим примерно следующее: он большой, мягкий, светло–голубого цвета. При описании чего–либо в большинстве случаев упоминается цвет, так как он несет огромное количество информации. На самом деле тело не имеет определенного цвета. Само понятие цвета тесно связано с тем, как человек (человеческий взгляд) воспринимает свет; можно сказать, что цвет зарождается в глазу.

Цвет – чрезвычайно сложная проблема, как для физики, так и для физиологии, т.к. он имеет как психофизиологическую, так и физическую природу. Восприятие цвета зависит от физических свойств света, т. е. электромагнитной энергии, от его взаимодействия с физическими веществами, а также от их интерпретации зрительной системой человека. Другими словами, цвет предмета зависит не только от самого предмета, но также и от источника света, освещающего предмет, и от системы человеческого видения. Более того, одни предметы отражают свет (доска, бумага), а другие его пропускают (стекло, вода). Если поверхность, которая отражает только синий свет, освещается красным светом, она будет казаться черной. Аналогично, если источник зеленого света рассматривать через стекло, пропускающее только красный свет, он тоже покажется черным.

Самым простым является **ахроматический цвет**, т.е. такой, какой мы видим на экране черно–белого телевизора. При этом белыми выглядят объекты, ахроматически отражающие более 80% света белого источника, а черными – менее 3%. Единственным атрибутом такого цвета является интенсивность или количество. С интенсивностью можно сопоставить скалярную величину, определяя черное, как 0, а белое как 1.

Если воспринимаемый свет содержит длины волн в произвольных неравных количествах, то он называется **хроматическим**.

При субъективном описании такого цвета обычно используют три величины: цветовой тон, насыщенность и светлота. Цветовой тон позволяет различать цвета, такие как красный, зеленый, желтый и т.д. (это основная цветовая характеристика). **Насыщенность** характеризует чистоту, т.е. степень ослабления (разбавления, осветления) данного цвета белым светом, и позволяет отличать розовый цвет от красного, изумрудный от ярко–зеленого и т. д. Другими словами, по насыщенности судят о том, насколько мягким или резким кажется цвет. **Светлота** отражает представление об интенсивности, как о факторе, не зависящем от цветового тона и насыщенности (интенсивность (мощность) цвета).

Обычно встречаются не чистые монохроматические цвета, а их смеси. В основе трехкомпонентной теории света лежит предположение о том, что в центральной части сетчатки глаза находятся три типа чувствительных к цвету колбочек. Первый воспринимает зеленый цвет, второй – красный, а третий – синий цвет. Относительная чувствительность глаза максимальна для зеленого цвета и минимальна для синего. Если на все три типа колбочек воздействует одинаковый уровень энергетической яркости, то свет кажется белым.

Ощущение белого цвета можно получить, смешивая любые три цвета, если ни один из них не является линейной комбинацией двух других. Такие цвета называют основными.

Человеческий глаз способен различать около 350 000 различных цветов. Это число получено в результате многочисленных опытов. Четко различимы примерно 128 цветовых тонов. Если меняется только насыщенность, то зрительная система способна выделить уже не так много цветов: мы можем различить от 16 (для желтого) до 23 (для красного и фиолетового) таких цветов.

Таким образом, для характеристики цвета используются следующие атрибуты:

- **Цветовой тон.** Можно определить преобладающей длиной волны в спектре излучения. Цветовой тон позволяет отличать один цвет от другого – например, зеленый от красного, желтого и других.

- **Яркость.** Определяется энергией, интенсивностью светового излучения. Выражает количество воспринимаемого света.

- **Насыщенность** или чистота тона. Выражается долей присутствия белого цвета. В идеально чистом цвете примесь белого отсутствует. Если, например, к чистому красному цвету добавить в определенной пропорции белый цвет, то получится светлый бледно-красный цвет.

Указанные три атрибута позволяют описать все цвета и оттенки. То, что атрибутов именно три, является одним из проявлений трехмерных свойств цвета.

Большинство людей различают цвета, а те, кто занимается компьютерной графикой, должны четко чувствовать разницу не только в цветах, но и в тончайших оттенках. Это очень важно, так как именно цвет несет в себе большое количество информации, которая ничуть не уступает в важности ни форме, ни массе, ни другим параметрам, определяющим каждое тело.

Факторы, влияющие на внешний вид конкретного цвета:

- источник света;
- информация об окружающих предметах;
- ваши глаза;

Правильно подобранные цвета могут, как привлечь внимание к желаемому изображению, так и оттолкнуть от него. Это объясняется тем, что в зависимости от того, какой цвет видит человек, у него возникают различные эмоции, которые подсознательно формируют первое впечатление от видимого объекта.

Цвет в компьютерной графике нужен для того, что:

- он несет в себе определенную информацию об объектах. Например, летом деревья зеленые, осенью – желтые. На черно-белой фотографии определить пору года практически невозможно, если на это не указывают какие-либо другие дополнительные факты.

- цвет необходим также для того, чтобы различать объекты.

- с его помощью можно вывести одни части изображения на первый план, другие же увести в фон, то есть акцентировать внимание на важном –

композиционном – центре.

– без увеличения размера при помощи цвета можно передать некоторые детали изображения.

– в двумерной графике, а именно таковую мы видим на мониторе, так как он не обладает третьим измерением, именно при помощи цвета, точнее оттенков, имитируется (передается) объем.

– цвет используется для привлечения внимания зрителя, создания красочного и интересного изображения.

Любое компьютерное изображение характеризуется, кроме геометрических размеров и разрешения (количество точек на один дюйм), максимальным числом цветов, которые могут быть в нем использованы. Максимальное количество цветов, которое может быть использовано в изображении данного типа, называется **глубиной цвета**. Кроме полноцветных, существуют типы изображений с различной глубиной цвета – черно-белые штриховые, в оттенках серого, с индексированным цветом. Некоторые типы изображений имеют одинаковую глубину цвета, но различаются по цветовой модели.

3.3. Цветовые модели и их виды

Наука о цвете – это довольно сложная и широкомасштабная наука, поэтому в ней время от времени создаются различные цветовые модели, применяемые в той либо иной области. Одной из таких моделей и является **цветовой круг**.



Многим известно о том, что существует 3 первичные цвета, которые невозможно получить и которые образуют все остальные. **Основные цвета** – это желтый, красный и синий. При смешивании желтого с красным получается оранжевый, синего с желтым – зеленый, а красного с синим – фиолетовый. Таким образом, можно составить круг, который будет содержать все цвета. Он представлен на рис. и называется **большим кругом Освальда**.

Наряду с кругом Освальда есть еще и **круг Гете**, в котором основные цвета расположены в углах равностороннего треугольника, а дополнительные – в углах перевернутого треугольника.

Друг напротив друга расположены контрастные цвета.

Для описания излучаемого и отраженного цвета используются разные математические модели – **цветовые модели** (цветовое пространство), т.е. – это способ описания цвета с помощью количественных характеристик. Цветовые модели могут быть **аппаратно-зависимыми** (их пока большинство, RGB и CMYK в их числе) и **аппаратно-независимыми** (модель Lab). В большинстве «современных» визуализационных пакетов (например, в Photoshop) можно преобразовывать изображение из одной цветовой модели в другую.

В цветовой модели (пространстве) каждому цвету можно поставить в соответствие строго определенную точку. В этом случае цветовая модель – это просто упрощенное геометрическое представление, основанное на системе координатных осей и принятого масштаба.

Основные цветовые модели:

- RGB;
- CMY (Cyan Magenta Yellow);
- CMYK (Cyan Magenta Yellow Key, причем Key означает черный цвет);
- HSB;
- Lab;
- HSV (Hue, Saturation, Value);
- HLS (Hue, Lightness, Saturation);
- и другие.

В цифровых технологиях используются, как минимум четыре, основных модели: RGB, CMYK, HSB в различных вариантах и Lab. В полиграфии используются также многочисленные библиотеки плашечных цветов.

Цвета одной модели являются дополнительными к цветам другой модели.

Дополнительный цвет – цвет, дополняющий данный до белого. Дополнительный для красного – голубой (зеленый+синий), дополнительный для зеленого – пурпурный (красный+синий), дополнительный для синего – желтый (красный+зеленый) и т.д.

По принципу действия перечисленные цветовые модели можно условно разить на три класса:

- аддитивные (RGB), основанные на сложении цветов;
- субтрактивные (CMY, CMYK), основу которых составляет операция вычитания цветов (субтрактивный синтез);
- перцепционные (HSB, HLS, LAB, YCC), базирующиеся на восприятии.

Аддитивный цвет получается на основе законов Грассмана путем соединения лучей света разных цветов. В основе этого явления лежит тот факт, что большинство цветов видимого спектра могут быть получены путем смешивания в различных пропорциях трех основных цветовых компонент. Этими компонентами, которые в теории цвета иногда называются *первичными* цветами, являются красный (**R**ed), зеленый (**G**reen) и синий (**B**lue) цвета. При попарном смешивании первичных цветов образуются *вторичные* цвета: голубой (**C**yan), пурпурный (**M**agenta) и желтый (**Y**ellow). Следует отметить, что первичные и вторичные цвета относятся к *базовым* цветам.

Базовыми цветами называют цвета, с помощью которых можно получить практически весь спектр видимых цветов.

Для получения новых цветов с помощью аддитивного синтеза можно использовать и различные комбинации из двух основных цветов, варьирование состава которых приводит к изменению результирующего цвета.

Таким образом, цветовые модели (цветовое пространство) представляют

средства для концептуального и количественного описания цвета. Цветовой режим – это способ реализации определенной цветовой модели в рамках конкретной графической программы.

ТЕМА № 4. ФРАКТАЛЬНАЯ ГРАФИКА

Понятие фрактала и история появления фрактальной графики. Понятие размерности и ее расчет. Геометрические фракталы. Алгебраические фракталы. Системы итерируемых функций. Стохастические фракталы. Фракталы и хаос.

4.1. Понятие фрактала и история появления фрактальной графики

Вы, наверное, часто видели довольно хитроумные картины, на которых непонятно что изображено, но все равно необычность их форм завораживает и привлекает внимание. Как правило, это хитроумные формы не поддающиеся, казалось бы, какому-либо математическому описанию. Вы, к примеру, видели узоры на стекле после мороза или, к примеру, хитроумные кляксы, оставленные на листе чернильной ручкой, так вот что-то подобное вполне можно записать в виде некоторого алгоритма, а, следовательно, доступно объяснить с компьютером. Подобные множества называют **фрактальными**. Фракталы не похожи на привычные нам фигуры, известные из геометрии, и строятся они по определенным алгоритмам, а эти алгоритмы с помощью компьютера можно изобразить на экране. Вообще, если все слегка упростить, то фракталы – это некое преобразование многократно примененное к исходной фигуре.

Первые идеи фрактальной геометрии возникли в 19 веке. **Кантор** с помощью простой рекурсивной (повторяющейся) процедуры превратил линию в набор несвязанных точек (так называемая **Пыль Кантора**). Он брал линию и удалял центральную треть и после этого повторял то же самое с оставшимися отрезками. **Пеано** нарисовал особый вид линии (см. рис). Для ее рисования Пеано использовал следующий алгоритм.



На первом шаге он брал прямую линию и заменял ее на 9 отрезков длиной в 3 раза меньшей, чем длина исходной линии. Далее он делал то же самое с каждым отрезком получившейся линии. И так до бесконечности. Ее уникальность в том, что она заполняет всю плоскость. Доказано, что для каждой точки на плоскости можно найти точку, принадлежащую линии **Пеано**. **Кривая Пеано** и **пыль Кантора** выходили за рамки обычных геометрических объектов. Они не имели четкой размерности. **Пыль Кантора** строилась вроде бы на основании одномерной прямой, но состояла из точек, а **кривая Пеано** строилась на основании одномерной линии, а в результате получалась плоскость. Во многих других областях науки появлялись задачи, решение которых приводило к странным результатам, на подобие описанных (Броуновское движение, цены на акции).

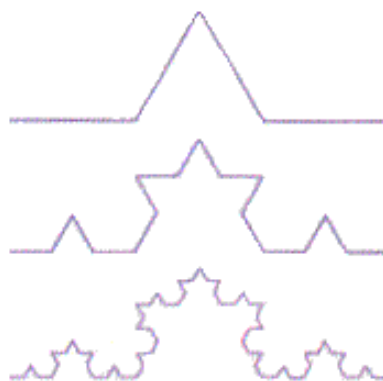
Вплоть до 20 века шло накопление данных о таких странных объектах, без какой либо попытки их систематизировать. Так было, пока за них не взялся **Бенуа Мандельброт** – отец современной фрактальной геометрии и слова **фрактал**. Работая в IBM математическим аналитиком, он изучал шумы в электронных схемах, которые невозможно было описать с помощью статистики. Постепенно сопоставив факты, он пришел к открытию нового направления в математике – фрактальной геометрии.

Сам Мандельброт вывел слово **fractal** от латинского слова fractus, что означает разбитый (поделенный на части). И одно из определений фрактала – это геометрическая фигура, состоящая из частей и которая может быть поделена на части, каждая из которых будет представлять уменьшенную копию целого (по крайней мере, приблизительно).

Как только **Мандельброт** открыл понятие **фрактала**, оказалось, что мы буквально окружены ими. Фрактальны слитки металла и горные породы, фрактальны расположение ветвей, узоры листьев, капиллярная система растений; кровеносная, нервная, лимфатическая системы в организмах животных, фрактальны речные бассейны, поверхность облаков, линии морских побережий, горный рельеф...

Чтобы представить себе фрактал понаглядней рассмотрим пример, приведенный в книге Б.Мандельброта «Фрактальная геометрия природы» ставший классическим – «Какова длина берега Британии?». Ответ на этот вопрос не так прост, как кажется. Все зависит от длины инструмента, которым мы будем пользоваться. Померив берег с помощью километровой линейки мы получим какую-то длину. Однако мы пропустим много небольших заливчиков и полуостровков, которые по размеру намного меньше нашей линейки. Уменьшив размер линейки до, скажем, 1 метра – мы учтем эти детали ландшафта, и, соответственно длина берега станет больше. Пойдем дальше и измерим длину берега с помощью миллиметровой линейки, мы тут учтем детали, которые больше миллиметра, длина будет еще больше. В итоге ответ на такой, казалось бы, простой вопрос может поставить в тупик кого угодно – длина берега Британии бесконечна.

Основное свойство фракталов – **самоподобие**. Любой микроскопический фрагмент фрактала в том или ином отношении воспроизводит его глобальную структуру. В простейшем случае часть фрактала представляет собой просто уменьшенный целый фрактал.



Отсюда основной рецепт построения фракталов: возьми простой мотив и повторяй его, постоянно уменьшая размеры. В конце концов выйдет структура, воспроизводящая этот мотив во всех масштабах.

Берем отрезок и среднюю его треть переламаываем под углом 60 градусов. Затем повторяем эту операцию с каждой из частей получившейся ломаной – и так до бесконечности. В результате мы получим простейший фрактал – **триадную кривую**, которую в 1904 году открыла математик **Хельга фон Кох**.

Если на каждом шаге не только уменьшать основной мотив, но также смещать и поворачивать его, можно получить более интересные и реалистически выглядящие образования, например, лист папоротника или даже целые их заросли. А можно построить весьма правдоподобный фрактальный рельеф местности и покрыть её очень симпатичным лесом. В 3D Studio Max, например, для генерации деревьев используется фрактальный алгоритм. И это не исключение – большинство текстур местности в современных компьютерных играх представляют фракталы. Горы, лес и облака на картинке – фракталы.

Файлы фрактальных изображений имеют расширение *fig*. Обычно файлы в формате *fig* получаются несколько меньше файлов в формате *jpg*, но бывает и наоборот. Самое интересное начинается, если рассматривать картинки со все большим увеличением. Файлы в формате *jpg* почти сразу демонстрируют свою дискретную природу – появляется пресловутая лесенка. А вот *fig* файлы, как и положено фракталам, с ростом увеличения показывают все новую степень детализации структуры, сохраняя эстетику изображения.

ТЕМА № 5. РАСТРОВАЯ ГРАФИКА

Растровая графика, общие сведения. Растровые представления изображений. Виды растров. Факторы, влияющие на количество памяти, занимаемой растровым изображением. Достоинства и недостатки растровой графики. Геометрические характеристики раstra (разрешающая способность, размер раstra, форма пикселей). Количество цветов растрового изображения. Средства для работы с растровой графикой.

5.1. Растровая графика, общие сведения

Компьютерное растровое изображение представляется в виде прямоугольной матрицы, каждая ячейка которой представлена цветной точкой.

Основой **растрового** представления графики является **пиксель** (точка) с указанием ее цвета. При описании, например, красного эллипса на белом фоне необходимо указать цвет *каждой* точки эллипса и фона. Изображение представляется в виде большого количества точек – чем их больше, тем визуально качественнее изображение и больше размер файла. Т.е. одна и даже картинка может быть представлена с лучшим или худшим качеством в

соответствии с количеством точек на единицу длины – *разрешением* (обычно, точек на дюйм – dpi или пикселей на дюйм – ppi).

Растровые изображения напоминают лист клетчатой бумаги, на котором любая клетка закрашена либо черным, либо белым цветом, образуя в совокупности рисунок. **Пиксел** – основной элемент растровых изображений. Именно из таких элементов состоит растровое изображение, т.е. растровая графика описывает изображения с использованием цветных точек (**пиксели**), расположенных на сетке.

При редактировании растровой графики Вы редактируете **пиксели**, а не **линии**. Растровая графика зависит от разрешения, поскольку информация, описывающая изображение, прикреплена к сетке определенного размера. При редактировании растровой графики, качество ее представления может измениться. В частности, изменение размеров растровой графики может привести к «разлохмачиванию» краев изображения, поскольку пиксели будут перераспределяться на сетке. Вывод растровой графики на устройства с более низким разрешением, чем разрешение самого изображения, понизит его качество.

Кроме того, качество характеризуется еще и количеством цветов и оттенков, которые может принимать каждая точка изображения. Чем большим количеством оттенков характеризуется изображения, тем большее количество разрядов требуется для их описания. Красный может быть цветом номер 001, а может и – 00000001. Таким образом, чем качественнее изображение, тем больше размер файла.

Растровое представление обычно используют для изображений фотографического типа с большим количеством деталей или оттенков. К сожалению, масштабирование таких картинок в любую сторону обычно ухудшает качество. При уменьшении количества точек теряются мелкие детали и деформируются надписи (правда, это может быть не так заметно при уменьшении визуальных размеров самой картинке – т.е. сохранении разрешения). Добавление пикселей приводит к ухудшению резкости и яркости изображения, т.к. новым точкам приходится давать оттенки, средние между двумя и более граничащими цветами.

С помощью растровой графики можно отразить и передать всю гамму оттенков и тонких эффектов, присущих реальному изображению. Растровое изображение ближе к фотографии, оно позволяет более точно воспроизводить основные характеристики фотографии: освещенность, прозрачность и глубину резкости.

Чаще всего растровые изображения получают с помощью сканирования фотографий и других изображений, с помощью цифровой фотокамеры или путем "захвата" кадра видеосъемки. Растровые изображения можно получить и непосредственно в программах растровой или векторной графики путем преобразовании векторных изображений.

Распространены форматы **.tif, .gif, .jpg, .png, .bmp, .psx** и др.

5.2. Растровые представления изображений

Пиксел – основной элемент растровых изображений. Именно из таких элементов состоит растровое изображение.

Цифровое изображение – это совокупность пикселей. Каждый пиксел растрового изображения характеризуется координатами x и y и яркостью $V(x,y)$ (для черно–белых изображений). Поскольку пикселы имеют дискретный характер, то их координаты – это дискретные величины, обычно целые или рациональные числа. В случае цветного изображения, каждый пиксел характеризуется координатами x и y , и тремя яркостями: яркостью красного, яркостью синего и яркостью зеленого цветов (V_R , V_B , V_G). Комбинируя данные три цвета можно получить большое количество различных оттенков.

Заметим, что в случае, если хотя бы одна из характеристик изображения не является числом, то изображение относится к виду *аналоговых*. Примерами аналоговых изображений могут служить галограммы и фотографии. Для работы с такими изображениями существуют специальные методы, в частности, оптические преобразования. В ряде случаев аналоговые изображения переводят в цифровой вид. Эту задачу осуществляет Image Processing.

Цвет любого пиксела растрового изображения запоминается с помощью комбинации битов. Чем больше битов для этого используется, тем больше оттенков цветов можно получить. Под градацию яркости обычно отводится 1 байт (256 градаций), причем 0 – черный цвет, а 255 – белый (максимальная интенсивность). В случае цветного изображения отводится по байту на градации яркостей всех трех цветов. Возможно кодирование градаций яркости другим количеством битов (4 или 12), но человеческий глаз способен различать только 8 бит градаций на каждый цвет, хотя специальная аппаратура может потребовать и более точную передачу цветов. Цвета, описываемые 24 битами, обеспечивают более 16 миллионов доступных цветов и их часто называют естественными цветами.

В цветовых палитрах каждый пиксел описан кодом. Поддерживается связь этого кода с таблицей цветов, состоящей из 256 ячеек. Разрядность каждой ячейки – 24 разряда. На выходе каждой ячейки по 8 разрядов для красного, зеленого и синего цветов.

Цветовое пространство, образуемое интенсивностями красного, зеленого и синего, представляют в виде цветового куба (см. рис. 15.).

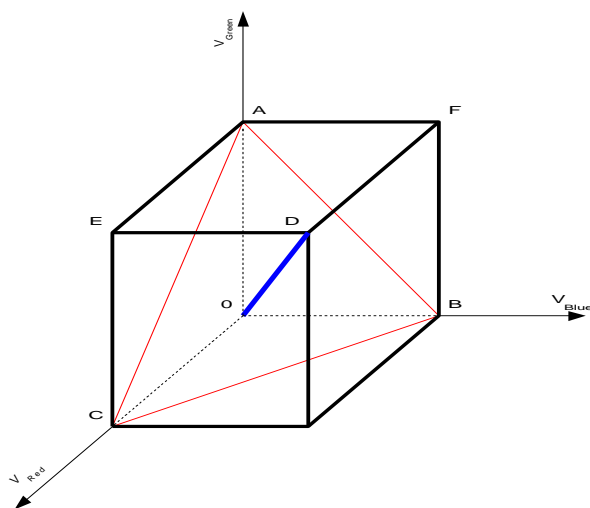


Рис. 15. Цветовой Куб

Вершины куба А, В, С являются максимальными интенсивностями зеленого, синего и красного соответственно, а треугольник, которые они образуют, называется **треугольником Паскаля**. Периметр этого треугольника соответствует максимально насыщенным цветам. Цвет максимальной насыщенности содержит всегда только две компоненты. На отрезке OD находятся оттенки серого, причем точка О соответствует черному, а точка D белому цвету.

5.3. Виды растров

Растр – это порядок расположения точек (растровых элементов). На рис. 16. изображен растр, элементами которого являются квадраты, такой растр называется **прямоугольным**, именно такие растры наиболее часто используются.

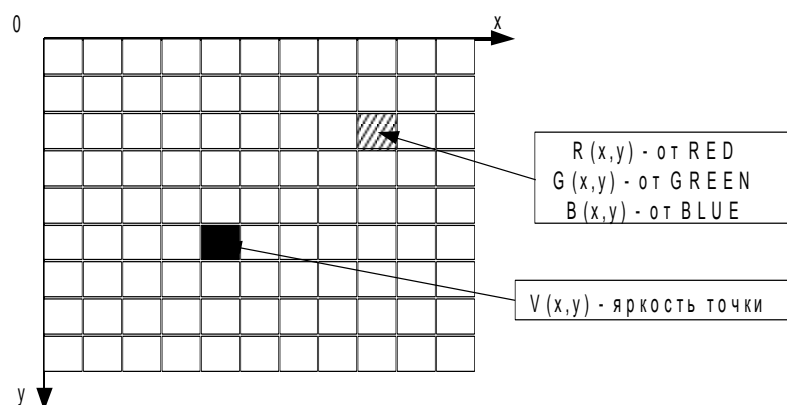


Рис. 16.

Хотя возможно использование в качестве растрового элемента фигуры другой формы: треугольника, шестиугольника; соответствующего следующим требованиям:

- все фигуры должны быть одинаковые;
- должны полностью покрывать плоскость без наезжания и дырок.

Так в качестве растрового элемента возможно использование равностороннего треугольника рис. 17, правильного шестиугольника (гексаэдра) рис. 18. Можно строить растры, используя неправильные многоугольники, но практический смысл в подобных растрах отсутствует.

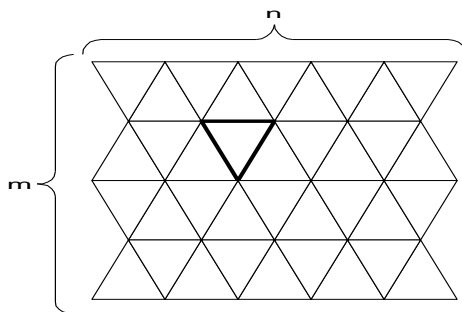


Рис. 17. Треугольный растр

Рассмотрим способы построения линий в прямоугольном и гексагональном растре.

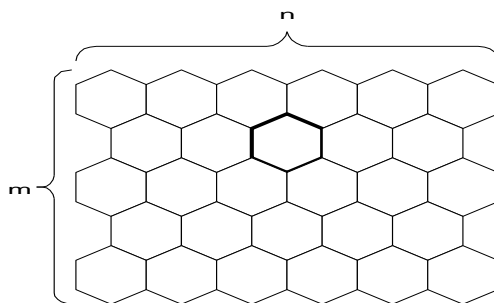


Рис. 18. «Гексагональный растр»

В прямоугольном растре построение линии осуществляется двумя способами:

1) Результат – восьмисвязная линия. Соседние пиксели линии могут находиться в одном из восьми возможных (см. рис. 19а) положениях. Недостаток – слишком тонкая линия при угле 45° .

2) Результат – четырехсвязная линия. Соседние пиксели линии могут находиться в одном из четырех возможных (см. рис. 19б) положениях. Недостаток – избыточно толстая линия при угле 45° .

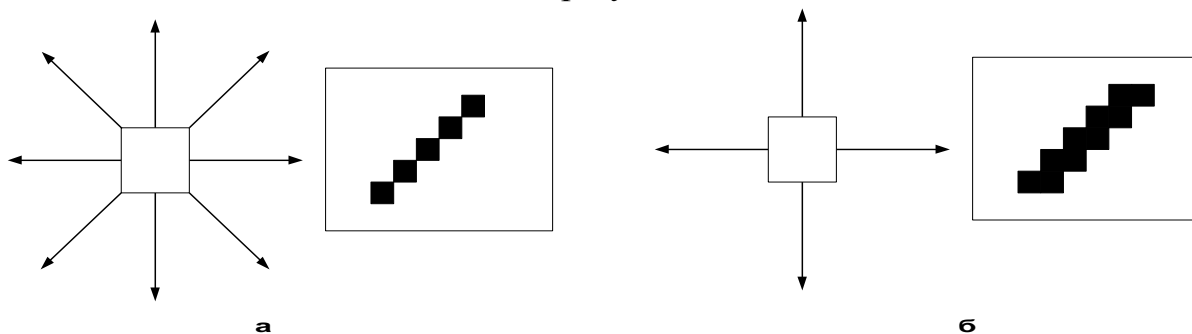


Рис. 19. Построение линии в прямоугольном растре

В гексагональном растре линии шестисвязные (см. рис. 20) такие линии

более стабильны по ширине, т.е. дисперсия ширины линии меньше, чем в квадратном растре.

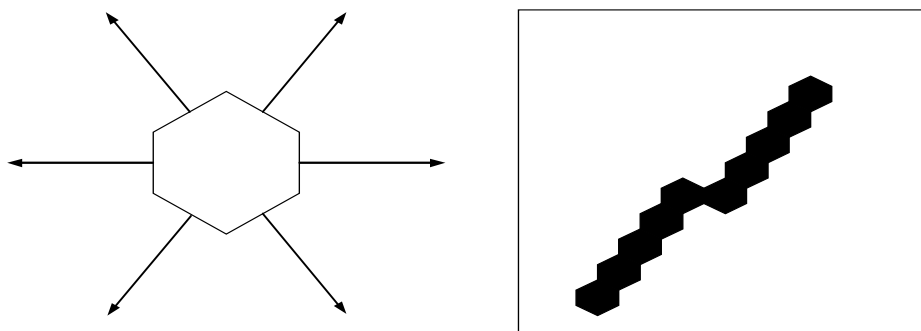


Рис. 20. Построение линии в гексагональном растре

Одним из способов оценки растра является передача по каналу связи кодированного, с учетом используемого растра, изображения с последующим восстановлением и визуальным анализом достигнутого качества. Экспериментально и математически доказано, что гексагональный растр лучше, т.к. обеспечивает наименьшее отклонение от оригинала. Но разница не велика.

Моделирование гексагонального растра. Возможно построение гексагонального растра на основе квадратного. Для этого гексаугольник представляют в виде прямоугольника.

5.4. Факторы, влияющие на количество памяти, занимаемой растровым изображением

Файлы растровой графики занимают большое количество памяти компьютера. Некоторые картинки занимают большой объем памяти из-за большого количества пикселей, любой из которых занимает некоторую часть памяти. Наибольшее влияние на количество памяти занимаемой растровым изображением оказывают три факта:

- размер изображения;
- битовая глубина цвета;
- формат файла, используемого для хранения изображения.

Существует прямая зависимость размера файла растрового изображения. Чем больше в изображении пикселей, тем больше размер файла. Разрешающая способность изображения на величину файла никак не влияет. Разрешающая способность оказывает эффект на размер файла только при сканировании или редактировании изображений.

Связь между битовой глубиной и размером файла непосредственная. Чем больше битов используется в пикселе, тем больше будет файл. Размер файла растровой графики сильно зависит от формата выбранного для хранения изображения. При прочих равных условиях, таких как размеры изображения и битовая глубина существенное значение имеет схема сжатия изображения. Например, BMP файл имеет, как правило, большие размеры, по сравнению с

файлами PCX и GIF, которые в свою очередь больше JPEG файла.

Многие файлы изображений обладают собственными схемами сжатия, также могут содержать дополнительные данные краткого описания изображения для предварительного просмотра.

ТЕМА № 6. ВЕКТОРНАЯ ГРАФИКА

Векторная графика. Объекты и их атрибуты. Структура векторной иллюстрации. Достоинства и недостатки векторной графики. Пиксель. Битовая глубина, определение числа доступных цветов в компьютерной графике. Элементы (объекты) векторной графики. Средства для создания векторных изображений.

6.1. Векторная графика, общие сведения

Векторная графика описывает изображения с использованием прямых и изогнутых линий, называемых **векторами**, а также параметров, описывающих цвета и расположение. Например, изображение древесного листа (см. рис. 23.) описывается точками, через которые проходит линия, создавая тем самым контур листа. Цвет листа задается цветом контура и области внутри этого контура.

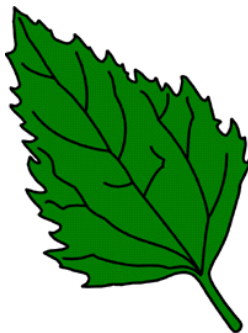


Рис. 23. Пример векторной графики

В отличие от растровой графики в векторной графике изображение строится с помощью математических описаний объектов, окружностей и линий. Хотя на первый взгляд это может показаться сложнее, чем использование растровых массивов, но для некоторых видов изображений использование математических описаний является более простым способом.

Ключевым моментом векторной графики является то, что она использует комбинацию компьютерных команд и математических формул для объекта. Это позволяет компьютерным устройствам вычислять и помещать в нужном месте реальные точки при рисовании этих объектов. Такая особенность векторной графики дает ей ряд преимуществ перед растровой графикой, но в тоже время является причиной ее недостатков.

Векторную графику часто называют **объектно–ориентированной графикой** или **чертежной графикой**. Простые объекты, такие как окружности, линии, сферы, кубы и тому подобное называется примитивами, и используются при создании более сложных объектов. В векторной графике объекты

создаются путем комбинации различных объектов.

Для создания векторных рисунков необходимо использовать один из многочисленных иллюстрационных пакетов. Достоинство векторной графики в том, что описание является простым и занимает мало памяти компьютера. Однако недостатком является то, что детальный векторный объект может оказаться слишком сложным, он может напечататься не в том виде, в каком ожидает пользователь или не напечатается вообще, если принтер неправильно интерпретирует или не понимает векторные команды.

При редактировании элементов векторной графики изменяются параметры прямых и изогнутых линий, описывающих форму этих элементов. Можно переносить элементы, менять их размер, форму и цвет, но это не отразится на качестве их визуального представления. Векторная графика не зависит от разрешения, т.е. может быть показана в разнообразных выходных устройствах с различным разрешением без потери качества.

Векторное представление заключается в описании элементов изображения математическими кривыми с указанием их цветов и заполняемости.

Еще одно преимущество – качественное масштабирование в любую сторону. Увеличение или уменьшение объектов производится увеличением или уменьшением соответствующих коэффициентов в математических формулах. К сожалению, векторный формат становится невыгодным при передаче изображений с большим количеством оттенков или мелких деталей (например, фотографий). Ведь каждый мельчайший блик в этом случае будет представляться не совокупностью одноцветных точек, а сложнейшей математической формулой или совокупностью графических примитивов, каждый из которых, является формулой. Это приводит к утяжелению файла. Кроме того, перевод изображения из растрового в векторный формат (например, программой Adobe Strime Line или Corel OCR–TRACE) приводит к наследованию последним невозможности корректного масштабирования в большую сторону. От увеличения линейных размеров количество деталей или оттенков на единицу площади больше не становится. Это ограничение накладывается разрешением вводных устройств (сканеров, цифровых фотокамер и др.).

6.2. Элементы (объекты) векторной графики. Объекты и их атрибуты

Основным логическим элементом векторной графики является геометрический объект. В качестве объекта принимаются простые геометрические фигуры (так называемые примитивы – прямоугольник, окружность, эллипс, линия), составные фигуры или фигуры, построенные из примитивов, цветовые заливки, в том числе градиенты.

Важным объектом векторной графики является **сплайн**. Сплайн – это кривая, посредством которой описывается та или иная геометрическая фигура. На сплайнах построены современные шрифты TrueType и PostScript.

Объекты векторной графики легко трансформируются и модифицируются, что не оказывает практически никакого влияния на качество изображения. Масштабирование, поворот, искривление могут быть сведены к паре–тройке элементарных преобразований над векторами.

Если в растровой графике базовым элементом изображения является точка, то в векторной графике – линия. Линия описывается математически как единый объект, и потому объем данных для отображения объекта средствами векторной графики существенно меньше, чем в растровой графике.

Линия – элементарный объект векторной графики. Как и любой объект, линия обладает свойствами: формой (прямая, кривая), толщиной, цветом, начертанием (сплошная, пунктирная). Замкнутые линии приобретают свойство заполнения. Охватываемое ими пространство может быть заполнено другими объектами (текстуры, карты) или выбранным цветом. Простейшая незамкнутая линия ограничена двумя точками, именуемыми узлами. Узлы также имеют свойства, параметры которых влияют на форму конца линии и характер сопряжения с другими объектами. Все прочие объекты векторной графики состояются из линий. Например, куб можно составить из шести связанных прямоугольников, каждый из которых, в свою очередь, образован четырьмя связанными линиями.

6.3. Растровая и векторная графика

Таким образом, выбор растрового или векторного формата зависит от целей и задач работы с изображением. Если нужна фотографическая точность цветопередачи, то предпочтительнее растр. Логотипы, схемы, элементы оформления удобнее представлять в векторном формате. Понятно, что и в растровом и в векторном представлении графика (как и текст) выводятся на экран монитора или печатное устройство в виде совокупности точек. В Интернете графика представляется в одном из растровых форматов, понимаемых браузерами без установки дополнительных модулей – GIF, JPG, PNG.



Рис. 24. Пример векторного и растрового изображения

Без дополнительных плагинов (дополнений) наиболее распространенные браузеры понимают только растровые форматы – .gif, .jpg и .png (последний пока мало распространен). На первый взгляд, использование векторных редакторов становится неактуальным. Однако большинство таких редакторов

обеспечивают экспорт в .gif или .jpg с выбираемым Вами разрешением. А рисовать начинающим художникам проще именно в векторных средах – если рука дрогнула и линия пошла не туда, получившийся элемент легко редактируется. При рисовании в растровом режиме Вы рискуете непоправимо испортить фон.

Из-за описанных выше особенностей представления изображения, для каждого типа приходится использовать отдельный графический редактор – растровый или векторный. Разумеется, у них есть общие черты – возможность открывать и сохранять файлы в различных форматах, использование инструментов с одинаковыми названиями (карандаш, перо и т.д.) или функциями (выделение, перемещение, масштабирование и т.д.), выбирать нужный цвет или оттенок... Однако принципы реализации процессов рисования и редактирования различны и обусловлены природой соответствующего формата. Так, если в растровых редакторах говорят о выделении объекта, то имеют в виду совокупность точек в виде области сложной формы. Процесс выделения очень часто является трудоемкой и кропотливой работой. При перемещении такого выделения появляется «дырка». В векторном же редакторе объект представляет совокупность графических примитивов и для его выделения достаточно выбрать мышкой каждый из них. А если эти примитивы были сгруппированы соответствующей командой, то достаточно «щелкнуть» один раз в любой из точек сгруппированного объекта. Перемещение выделенного объекта обнажает нижележащие элементы.

ТЕМА № 7. ТРЕХМЕРНАЯ ГРАФИКА

Основные понятия трехмерной графики. Области применения трехмерной графики. Программные средства обработки трехмерной графики.

7.1. Основные понятия трехмерной графики

Трехмерная графика нашла широкое применение в таких областях, как научные расчеты, инженерное проектирование, компьютерное моделирование физических объектов.

Для создания реалистичной модели объекта используются геометрические примитивы (куб, шар, конус и пр.) и гладкие, так называемые **сплайновые поверхности**. Вид поверхности определяется расположенной в пространстве сеткой опорных точек. Каждой точке присваивается коэффициент, величина которого определяет степень ее влияния на часть поверхности, проходящей вблизи точки. От взаимного расположения точек и величины коэффициентов зависит форма и гладкость поверхности в целом.

Деформация объекта обеспечивается перемещением контрольных точек, расположенных вблизи. Каждая контрольная точка связана с ближайшими опорными точками, степень ее влияния на них определяется удаленностью.

Другой метод называют сеткой деформации. Вокруг объекта или его части размещается трехмерная сетка, перемещение любой точки которой вызывает упругую деформацию как самой сетки, так и окруженного объекта.

Еще одним способом построения объектов из примитивов служит твердотельное моделирование. Объекты представлены твердыми телами, которые при взаимодействии с другими телами различными способами (объединение, вычитание, слияние и др.) претерпевают необходимую трансформацию.

Все многообразие свойств в компьютерном моделировании сводится к визуализации поверхности, то есть к расчету коэффициента прозрачности поверхности и угла преломления лучей света на границе материала и окружающего пространства. Свойства поверхности описываются в создаваемых массивах текстур, в которых содержатся данные о степени прозрачности материала, коэффициенте преломления, цвете в каждой точке, цвете блика, его ширине и резкости и др.

После завершения конструирования и визуализации объекта приступают его "оживлению", т.е. заданию параметров движения. Компьютерная анимация базируется на ключевых кадрах.

Применение сложных математических моделей позволяет имитировать различные физические эффекты: взрывы, дождь, снег, огонь, дым, туман и др.

Основную долю рынка программных средств обработки трехмерной графики занимают три пакета: 3D Studio Max фирмы Kinetix; Softimage 3D компании Microsoft; Maya, разработанная консорциумом известных компаний (Alias, Wavefront, TDI). На сегодняшний день Maya является наиболее передовым пакетом в классе средств создания и обработки трехмерной графики для персональных компьютеров.

Трехмерная графика нашла широкое применение в таких областях, как научные расчеты, инженерное проектирование, компьютерное моделирование физических объектов (рис. 3). В качестве примера рассмотрим наиболее сложный вариант трехмерного моделирования – создание подвижного изображения реального физического тела.

В упрощенном виде для пространственного моделирования объекта требуется:

- спроектировать и создать виртуальный каркас (“скелет”) объекта, наиболее полно соответствующий его реальной форме;
- спроектировать и создать виртуальные материалы, по физическим свойствам визуализации похожие на реальные;
- присвоить материалы различным частям поверхности объекта (на профессиональном жаргоне – “спроектировать текстуры на объект”);
- настроить физические параметры пространства, в котором будет действовать объект, – задать освещение, гравитацию, свойства атмосферы, свойства взаимодействующих объектов и поверхностей;
- задать траектории движения объектов;

- рассчитать результирующую последовательность кадров;
- наложить поверхностные эффекты на итоговый анимационный ролик.

Для создания реалистичной модели объекта используют геометрические примитивы (прямоугольник, куб, шар, конус и прочие) и гладкие, так называемые *сплайновые поверхности*. В последнем случае применяют чаще всего метод *бикубических рациональных В-сплайнов на неравномерной сетке (NURBS)*. Вид поверхности при этом определяется расположенной в пространстве сеткой опорных точек. Каждой точке присваивается коэффициент, величина которого определяет степень ее влияния на часть поверхности, проходящей вблизи точки. От взаимного расположения точек и величины коэффициентов зависит форма и “гладкость” поверхности в целом.

После формирования “скелета” объекта необходимо покрыть его поверхность материалами. Все многообразие свойств в компьютерном моделировании сводится к визуализации поверхности, то есть к расчету коэффициента прозрачности поверхности и угла преломления лучей света на границе материала и окружающего пространства.

Закраска поверхностей осуществляется методами Гуро (*Gouraud*) или Фонга (*Phong*). В первом случае цвет примитива рассчитывается лишь в его вершинах, а затем линейно интерполируется по поверхности. Во втором случае строится нормаль к объекту в целом, ее вектор интерполируется по поверхности составляющих примитивов и освещение рассчитывается для каждой точки.

Свет, уходящий с поверхности в конкретной точке в сторону наблюдателя, представляет собой сумму компонентов, умноженных на коэффициент, связанный с материалом и цветом поверхности в данной точке. К таким компонентам относятся:

- свет, пришедший с обратной стороны поверхности, то есть преломленный свет (Refracted);
- свет, равномерно рассеиваемый поверхностью (Diffuse);
- зеркально отраженный свет (Reflected);
- блики, то есть отраженный свет источников (Specular);
- собственное свечение поверхности (Self Illumination).

Следующим этапом является наложение (“проектирование”) текстур на определенные участки каркаса объекта. При этом необходимо учитывать их взаимное влияние на границах примитивов. Проектирование материалов на объект – задача трудно формализуемая, она сродни художественному процессу и требует от исполнителя хотя бы минимальных творческих способностей.

После завершения конструирования и визуализации объекта приступают к его “оживлению”, то есть заданию параметров движения. Компьютерная анимация базируется на ключевых кадрах. В первом кадре объект выставляется в исходное положение. Через определенный промежуток (например, в восьмом кадре) задается новое положение объекта и так далее до конечного положения. Промежуточные значения вычисляет программа по специальному алгоритму. При этом происходит не просто линейная аппроксимация, а плавное изменение

положения опорных точек объекта в соответствии с заданными условиями.

Эти условия определяются иерархией объектов (то есть законами их взаимодействия между собой), разрешенными плоскостями движения, предельными углами поворотов, величинами ускорений и скоростей. Такой подход называют методом *инверсной кинематики движения*. Он хорошо работает при моделировании механических устройств. В случае с имитацией живых объектов используют так называемые *скелетные модели*. То есть, создается некий каркас, подвижный в точках, характерных для моделируемого объекта. Движения точек просчитываются предыдущим методом. Затем на каркас накладывается оболочка, состоящая из смоделированных поверхностей, для которых каркас является набором контрольных точек, то есть создается *каркасная модель*. Каркасная модель визуализируется наложением поверхностных текстур с учетом условий освещения. В ходе перемещения объекта получается весьма правдоподобная имитация движений живых существ.

Наиболее совершенный метод анимации заключается в фиксации реальных движений физического объекта. Например, на человеке закрепляют в контрольных точках яркие источники света и снимают заданное движение на видео- или киноплёнку. Затем координаты точек по кадрам переводят с плёнки в компьютер и присваивают соответствующим опорным точкам каркасной модели. В результате движения имитируемого объекта практически неотличимы от живого прототипа.

Процесс расчета реалистичных изображений называют *рендерингом* (визуализацией). Большинство современных программ рендеринга основаны на *методе обратной трассировки лучей (Backway Ray Tracing)*. Применение сложных математических моделей позволяет имитировать такие физические эффекты, как взрывы, дождь, огонь, дым, туман. По завершении рендеринга компьютерную трехмерную анимацию используют либо как самостоятельный продукт, либо в качестве отдельных частей или кадров готового продукта.

Особую область трёхмерного моделирования в режиме реального времени составляют тренажеры технических средств – автомобилей, судов, летательных и космических аппаратов. В них необходимо очень точно реализовывать технические параметры объектов и свойства окружающей физической среды. В более простых вариантах, например при обучении вождению наземных транспортных средств, тренажеры реализуют на персональных компьютерах.

Самые совершенные на сегодняшний день устройства созданы для обучения пилотированию космических кораблей и военных летательных аппаратов. Моделированием и визуализацией объектов в таких тренажерах заняты несколько специализированных графических станций, построенных на мощных *RISC*-процессорах и скоростных видеоадаптерах с аппаратными ускорителями трехмерной графики. Общее управление системой и просчет сценариев взаимодействия возложены на суперкомпьютер, состоящий из десятков и сотен процессоров.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Михаил Райтман, Учебный курс Adobe, Рид Групп, 2011 г
2. Сьюзан Уэйншенк, Библиотека специалиста, Питер, 2011 г
3. Робин Вильямс, Библиотека дизайнера, Символ-Плюс, 2008 г
4. Ян В. Уайт, Практический дизайн, ШКИМБ, 2011 г
5. Робин Вильямс, Библиотека дизайнера, Символ-Плюс, 2008 г.
6. Дж. Гарретт, Библиотека Дизайнера, Символ-Плюс, 2008 г.
7. Расс Унгер, Кэролайн Чендлер, Профессионально Символ-Плюс, 2011г.
8. Писаренко Т.А., Ставнистый Н.Н. Основы дизайна, Дальневосточный государственный университет, 2005г.
9. Петров М., Молочков В, Компьютерная графика, Питер, 2003 г.
10. Мельниченко В.В., Легейда В.В Настоящий самоучитель компьютерной графики, Корона-принт, 2005 г.
11. Владимир Лесняк, Графический дизайн (основы профессии) Индекс Маркет, 2011 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	2
1. Основные понятия.....	2
2. Краткая история компьютерной графики.....	3
3. Векторные и растровые файлы.....	4
ТЕМА 1. Области применения компьютерной графики. Обзор программного обеспечения.....	5
ТЕМА № 2. Аппаратное обеспечение компьютерной графики...	7
2.1. Мониторы, классификация, принцип действия, основные характеристики.....	7
2.2. Видеоадаптер.....	12
2.3. Принтеры, их классификация, основные характеристики и принцип работы.....	14
2.4. Плоттеры (графопостроители).....	18
2.5. Сканеры, классификация и основные характеристики.....	19
2.6. Дигитайзеры.....	20
2.7. Манипулятор «мышь».....	21
2.8. Джойстики, трекбол, тачпад и трекпойнт.....	23
2.9. Средства диалога для систем виртуальной реальности.....	25
ТЕМА № 3. Представление графических данных.....	27
3.1. Форматы графических файлов.....	27
3.2. Понятие цвета и его характеристики.....	30
3.3. Цветовые модели и их виды.....	32
ТЕМА № 4. Фрактальная графика.....	34
4.1. Понятие фрактала и история появления фрактальной графики.....	34
ТЕМА № 5. Растровая графика.....	36
5.1. Растровая графика, общие сведения.....	36
5.2. Растровые представления изображений.....	38
5.3. Виды растров.....	39
5.4. Факторы, влияющие на количество памяти, занимаемой растровым изображением.....	41
ТЕМА № 6. Векторная графика.....	42
6.1. Векторная графика, общие сведения.....	42
6.2. Элементы (объекты) векторной графики. Объекты и их атрибуты.....	43
6.3. Растровая и векторная графика.....	44
ТЕМА № 7. Трехмерная графика.....	45
7.1. Основные понятия трехмерной графики.....	45
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	49

51,0,49,2,47,4,45,6,43,8,41,10,39,12,37,14,35,16,33,18,31,20,29,22,27,24

1,50,3,48,5,46,7,44,9,42,11,40,13,38,15,36,17,34,19,32,21,30,23,28,25,26

25,26,23,28,21,30,19,32,17,34,15,36,13,38,11,40,9,42,7,44,5,46,3,48,1,50

