**Представление информации в компьютере.**

**http://kuzelenkov.narod.ru/mati/book/inform/inform6.html**

Люди имеют дело со многими видами информации. Услышав прогноз погоды, можно записать его в компьютер, чтобы затем воспользоваться им. В компьютер можно поместить фотографию своего друга или видеосъемку о том, как вы провели каникулы. Но ввести в компьютер вкус мороженого или мягкость покрывала никак нельзя.

Компьютер - это электронная машина, которая работает с сигналами. Компьютер может работать только с такой информацией, которую можно превратить в сигналы. Если бы люди умели превращать в сигналы вкус или запах, то компьютер мог бы работать и с такой информацией. У компьютера очень хорошо получается работать с числами. Он может делать с ними все, что угодно. Все числа в компьютере закодированы "двоичным кодом", то есть представлены с помощью всего двух символов 1 и 0, которые легко представляются сигналами.

Вся информация с которой работает компьютер кодируется числами. Независимо от того, графическая, текстовая или звуковая эта информация, что бы ее мог обрабатывать центральный процессор она должна тем или иным образом быть представлена числами.

**Представление текстовых данных.**

Любой текст состоит из последовательности символов. Символами могут быть буквы, цифры, знаки препинания, знаки математических действий, круглые и квадратные скобки и т.д. Особо обратим внимание на символ "пробел", который используется для разделения слов и предложений между собой. Хотя на бумаге или экране дисплея "пробел" - это пустое, свободное место, этот символ ничем не "хуже" любого другого символа. На клавиатуре компьютера или пишущей машинки символу "пробел" соответствует специальная клавиша.

Текстовая информация, как и любая другая, хранится в памяти компьютера в двоичном виде. Для этого каждому символу ставится в соответствие некоторое неотрицательное число, называемое кодом символа, и это число записывается в память ЭВМ в двоичном виде. Конкретное соответствие между символами и их кодами называется системой кодировки.

В современных ЭВМ, в зависимости от типа операционной системы и конкретных прикладных программ, используются 8-разрядные и 16-разрядные (Windows 95, 98, NT) коды символов. Использование 8-разрядных кодов позволяет закодировать 256 различных знаков, этого вполне достаточно для представления многих символов, используемых на практике. При такой кодировке для кода символа достаточно выделить в памяти один байт. Так и делают: каждый символ представляют своим кодом, который записывают в один байт памяти.

В персональных компьютерах обычно используется система кодировки ASCII (American Standard Code for Information Interchange - американский стандартный код для обмена информации). Он введен в 1963 г. и ставит в соответствие каждому символу семиразрядный двоичный код. Легко определить, что в коде ASCII можно представить 128 символов.

В системе ASCII закреплены две таблицы кодирования базовая и расширенная. Базовая таблица закрепляет значения кодов от 0 до 127, а расширенная относится к символам с номерами от 128 до 255.

Первые 32 кода базовой таблицы, начиная с нулевого, отданы производителям аппаратных средств. В этой области размещаются управляющие коды, которым не соответствуют ни какие символы языков. Начиная с 32 по 127 код размещены коды символов английского алфавита, знаков препинания, арифметических действий и некоторых вспомогательных символов.

Кодировка символов русского языка, известная как кодировка Windows-1251, была введена "извне" - компанией Microsoft, но, учитывая широкое распространение операционных систем и других продуктов этой компании в России, она глубоко закрепилась и нашла широкое распространение.
Другая распространённая кодировка носит название КОИ-8 (код обмена информацией, восьмизначный) - её происхождение относится к временам действия Совета Экономической Взаимопомощи государств Восточной Европы. Сегодня кодировка КОИ - 8 имеет широкое распространение в компьютерных сетях на территории России и в российском секторе Интернета.
Международный стандарт, в котором предусмотрена кодировка символов русского языка, носит название ISO (International Standard Organization - Международный институт стандартизации). На практике данная кодировка используется редко.

Универсальная система кодирования текстовых данных. Если проанализировать организационные трудности, связанные с созданием единой системы кодирования текстовых данных, то можно прийти к выводу, что они вызваны ограниченным набором кодов (256). В то же время, очевидно, что если, кодировать символы не восьмиразрядными двоичными числами, а числами с большим разрядом то и диапазон возможных значений кодов станет на много больше. Такая система, основанная на 16-разрядном кодировании символов, получила название универсальной - UNICODE. Шестнадцать разрядов позволяют обеспечить уникальные коды для 65 536 различных символов - этого поля вполне достаточно для размещения в одной таблице символов большинства языков планеты.

Несмотря на тривиальную очевидность такого подхода, простой механический переход на данную систему долгое время сдерживался из-за недостатков ресурсов средств вычислительной техники (в системе кодирования UNICODE все текстовые документы становятся автоматически вдвое длиннее). Во второй половине 90-х годов технические средства достигли необходимого уровня обеспечения ресурсами, и сегодня мы наблюдаем постепенный перевод документов и программных средств на универсальную систему кодирования. Ниже приведены таблицы кодировки ASCII.

 

**Представление изображений.**

Все известные форматы представления изображений (как неподвижных, так и движущихся) можно разделить на растровые и векторные. В векторном формате изображение разделяется на примитивы - прямые линии, многоугольники, окружности и сегменты окружностей, параметрические кривые, залитые определенным цветом или шаблоном, связные области, набранные определенным шрифтом отрывки текста и т. д. (см. рис.). Для пересекающихся примитивов задается порядок, в котором один из них перекрывает другой. Некоторые форматы, например, PostScript, позволяют задавать собственные примитивы, аналогично тому, как в языках программирования можно описывать подпрограммы. Такие форматы часто имеют переменные и условные операторы и представляют собой полнофункциональный (хотя и специализированный) язык программирования.


Рис. Двухмерное векторное изображение

Каждый примитив описывается своими геометрическими координатами. Точность описания в разных форматах различна, нередко используются числа с плавающей точкой двойной точности или с фиксированной точкой и точностью до 16-го двоичного знака.

Координаты примитивов бывают как двух-, так и трехмерными. Для трехмерных изображений, естественно, набор примитивов расширяется, в него включаются и различные поверхности - сферы, эллипсоиды и их сегменты, параметрические многообразия и др. (см. рис.).


Рис. Трехмерное векторное изображение

Двухмерные векторные форматы очень хороши для-представления чертежей, диаграмм, шрифтов (или, если угодно, отдельных букв шрифта) и отформатированных текстов. Такие изображения удобно редактировать - изображения и их отдельные элементы легко поддаются масштабированию и другим преобразованиям. Примеры двухмерных векторных форматов - PostScript, PDF (Portable Document Format, специализированное подмножество PostScript), WMF (Windows MetaFile), PCL (Printer Control Language, система команд принтеров, поддерживаемая большинством современных лазерных и струйных печатающих устройств). Примером векторного представления движущихся изображений является MacroMedia Flash. Трехмерные векторные форматы широко используются в системах автоматизированного проектирования и для генерации фотореалистичных изображений методами трассировки лучей и т. д.

Однако преобразование реальной сцены (например, полученной оцифровкой видеоизображения или сканированием фотографии) в векторный формат представляет собой сложную и, в общем случае, неразрешимую задачу. Программы-векторизаторы существуют, но потребляют очень много ресурсов, а качество изображения во многих случаях получается низким. Самое же главное - создание фотореалистичных (фотографических или имитирующих фотографию) изображений в векторном формате, хотя теоретически и, возможно, на практике требует большого числа очень сложных примитивов. Гораздо более практичным для этих целей оказался другой подход к оцифровке изображений, который использует большинство современных устройств визуализации: растровые дисплеи и многие печатающие устройства.

В растровом формате изображение разбивается на прямоугольную матрицу элементов, называемых пикселами (слегка искаженное PICture ELement - этемент картинки). Матрица называется растром. Для каждого пиксела определяется его яркость и, если изображение цветное, цвет. Если, как это часто бывает при оцифровке реальных сцен или преобразовании в растровый формат (растеризации) векторных изображений, в один пиксел попали несколько элементов, их яркость и цвет усредняются с учетом занимаемой площади. При оцифровке усреднение выполняется аналоговыми контурами аналого-цифрового преобразователя, при растеризации - алгоритмами анти-алиасинга.

Размер матрицы называется разрешением растрового изображения. Для печатающих устройств (и при растеризации изображений, предназначенных для таких устройств) обычно задается неполный размер матрицы, соответствующей всему печатному листу, а количество пикселов, приходящихся на вертикальный или горизонтальный отрезок длиной 1 дюйм; соответствующая единица так и называется - точки на дюйм (DPI, Dots Per Inch).

Для черно-белой печати обычно достаточно 300 или 600 DPI. Однако принтеры, в отличие от растровых терминалов, не умеют манипулировать яркостью отдельной точки, поэтому изменения яркости приходится имитировать, разбивая изображение на квадратные участки и регулируя яркость относительным количеством черных и белых (или цветных и белых при цветной печати) точек в этом участке. Для получения таким способом приемлемого качества фотореалистичных изображений 300 DPI заведомо недостаточно, и даже бытовым принтерам приходится использовать гораздо более высокие разрешения, вплоть до 2400 DPI.

Вторым параметром растрового изображения является разрядность одного пиксела, которую называют цветовой глубиной. Для черно-белых изображений достаточно одного бита на пиксел, для градаций яркости серого или цветовых составляющих изображения необходимо несколько битов (см. рис.). В цветных изображениях пиксел разбивается на три или четыре составляющие, соответствующие разным цветам спектра. В промежуточных данных, используемых при оцифровке и редактировании растровых изображений, цветовая глубина достигает 48 или 64 бит (16 бит на цветовую составляющую). Яркостный диапазон современных Мониторов, впрочем, позволяет ограничиться 8-ю битами, т. е. 256 градациями, на одну цветовую составляющую: большее количество градаций просто незаметно глазу.


Рис. Растровое изображение

Наиболее широко используемые цветовые модели - это RGB (Red, Green, Blue - красный, зеленый, синий, соответствующие максимумам частотной характеристики светочувствительных пигментов человеческого глаза), CMY (Cyan, Magenta, Yellow - голубой, пурпурный, желтый, дополнительные к RGB) и CMYG - те же цвета, но с добавлением градаций серого. Цветовая модель RGB используется в цветных кинескопах и видеоадаптерах, CMYG - в цветной полиграфии.

В различных графических форматах используется разный способ хранения пикселов. Два основных подхода - хранить числа, соответствующие пикселам, одно за другим, или разбивать изображение на битовые плоскости - сначала хранятся младшие биты всех пикселов, потом - вторые и так далее. Обычно растровое изображение снабжается заголовком, в котором указано его разрешение, глубина пиксела и, нередко, используемая цветовая модель.

**Представление звуковой информации.**

Приёмы и методы работы со звуковой информацией пришли в вычислительную технику наиболее поздно. К тому же, в отличие от числовых, текстовых и графических данных, у звукозаписей не было столь же длительной и проверенной истории кодирования. В итоге методы кодирования звуковой информации двоичным кодом далеки от стандартизации. Множество отдельных компаний разработали свои корпоративные стандарты, но среди них можно выделить два основных направления.

1. Метод FM (Frequency Modulation) основан та том, что теоретически любой сложный звук можно разложить на последовательность простейших гармонических сигналов разных частот, каждый из которых представляет собой правильную синусоиду, а, следовательно, может быть описан числовыми параметрами, т.е. кодом. В природе звуковые сигналы имеют непрерывный спектр, т.е. являются аналоговыми. Их разложение в гармонические ряды и представление в виде дискретных цифровых сигналов выполняют специальный устройства - аналогово-цифровые преобразователи (АЦП). Обратное преобразование для воспроизведения звука, закодированного числовым кодом, выполняют цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). При таких преобразованиях неизбежны потери информации, связанные с методом кодирования, поэтому качество звукозаписи обычно получается не вполне удовлетворительным и соответствует качеству звучания простейших электромузыкальных инструментов с окрасом характерным для электронной музыки. В то же время данный метод копирования обеспечивает весьма компактный код, поэтому он нашёл применение ещё в те годы, когда ресурсы средств вычислительной техники были явно недостаточны.
2. Метод таблично волнового (Wave-Table) синтеза лучше соответствует современному уровню развития техники. В заранее подготовленных таблицах хранятся образцы звуков для множества различных музыкальных инструментах. В технике такие образцы называют сэмплами. Числовые коды выражают тип инструмента, номер его модели, высоту тона, продолжительность и интенсивность звука, динамику его изменения, некоторые параметры среды, в которой происходит звучание, а также прочие параметры, характеризующие особенности звучания. Поскольку в качестве образцов исполняются реальные звуки, то его качество получается очень высоким и приближается к качеству звучания реальных музыкальных инструментов.

Развитие аппаратной базы современных компьютеров параллельно с развитием программного обеспечения позволяет сегодня записывать и воспроизводить на компьютерах музыку и человеческую речь. Существуют два способа звукозаписи:

* цифровая запись, когда реальные звуковые волны преобразуются в цифровую информацию путем измерения звука тысячи раз в секунду;
* MIDI-запись, которая, вообще говоря, является не реальным звуком, а записью определенных команд-указаний (какие клавиши надо нажимать, например, на синтезаторе). MIDI-запись является электронным эквивалентом записи игры на фортепиано.

Для того чтобы воспользоваться первым указанным способом в компьютере должна быть звуковая карта (плата).  Реальные звуковые волны имеют весьма сложную форму и для получения их высококачественного цифрового представления требуется высокая частота квантования.

Звуковая плата преобразует звук в цифровую информацию путем измерения характеристики звука (уровень сигнала) несколько тысяч раз в секунду. То есть аналоговый (непрерывный) сигнал измеряется в тысячах точек, и получившиеся значения записываются в виде 0 и 1 в память компьютера. При воспроизведении звука специальное устройство на звуковой карте преобразует цифры в аналог звуковой волны. Хранение звука в виде цифровой записи занимает достаточно много места в памяти компьютера.

Число разрядов, используемое для создания цифрового звука, определяет качество звучания.

MIDI-запись была разработана в начале 80-х годов (MIDI - Musical Instrument Digital Interfase - интерфейс цифровых музыкальных инструментов). MIDI-информация представляет собой команды, а не звуковую волну. Эти команды - инструкции синтезатору. МIDI-команды гораздо удобнее для хранения музыкальной информации, чем цифровая запись. Однако для записи MIDI-команд вам потребуется устройство, имитирующее клавишный синтезатор, которое воспринимает МIDI-команды и при их получении может генерировать соответствующие звуки.

Таким образом, рассмотрев принципы хранения в ЭВМ различных видов информации, можно сделать важный вывод о том, что все они так или иначе преобразуются в числовую форму и кодируются набором нулей и единиц. Благодаря такой универсальности представления данных, если из памяти наудачу извлечь содержимое какой-нибудь ячейки, то принципиально невозможно определить, какая именно информация там закодирована: текст, число или картинка.

**Представление видео.**

В последнее время компьютер все чаще используется для работы с видеоинформацией. Простейшей, с позволения сказать, работой является просмотр кинофильмов и видеоклипов, а также (куда компьютерным пользователям без них!) многочисленные видеоигры. Более правомерно данным термином называть создание и редактирование такой информации с помощью компьютера.

Что представляет собой фильм с точки зрения информатики? Прежде всего, это сочетание звуковой и графической информации. Кроме того, для создания на экране эффекта движения используется технология быстрой смены статических картинок. Исследования показали, что если за одну секунду сменяется более 10-12 кадров, то человеческий глаз воспринимает изменения на них как непрерывные. В любительской киносъемке использовалась частота 16 кадров/сек., в профессиональной - 24.

Традиционный кадр на кинопленке "докомпьютерной" эпохи выглядел так, как показано на рис.1. Основную его часть, разумеется, занимает видеоизображение, а справа сбоку отчетливо видны колебания на звуковой дорожке. Имеющаяся по обоим краям пленки периодическая система отверстий (перфорация) служит для механической протяжки ленты в киноаппарате с помощью специального механизма.


Рис.1

Казалось бы, если проблемы кодирования статической графики и звука решены, то сохранить видеоизображение уже не составит труда. Но это только на первый взгляд, поскольку, как показывает разобранный выше пример, при использовании традиционных методов сохранения информации электронная версия фильма получится слишком большой. Достаточно очевидное усовершенствование состоит в том, чтобы первый кадр запомнить целиком (в литературе его принято называть ключевым), а в следующих сохранять лишь отличия от начального кадра (разностные кадры).

Принцип формирования разностного кадра поясняется рис.2, где продемонстрировано небольшое горизонтальное смещение прямоугольного объекта. Отчетливо видно, что при этом на всей площади кадра изменились всего 2 небольшие зоны: первая сзади объекта возвратилась к цвету фона, а на второй - перед ним, фон перекрасился в цвет объекта. Для разноцветных предметов произвольной формы эффект сохранится, хотя изобразить его будет заметно труднее.


Рис.2

Конечно, в фильме существует много ситуаций, связанных со сменой действия, когда первый кадр новой сцены настолько отличается от предыдущего, что его проще сделать ключевым, чем разностным. Может показаться, что в компьютерном фильме будет столько ключевых кадров, сколько новых ракурсов камеры. Тем не менее, их гораздо больше. Регулярное расположение подобных кадров в потоке позволяет пользователю оперативно начинать просмотр с любого места фильма: "если пользователь решил начать просмотр фильма с середины, вряд ли он захочет ждать, пока программа распаковки вычислит все разности с самого начала" Кроме того, указанная профилактическая мера позволяет эффективно восстановить изображение при любых сбоях или при "потере темпа" и пропуске отдельных кадров на медленных компьютерных системах.

Заметим, что в современных методах сохранения движущихся видеоизображений используются и другие типы кадров.

Существует множество различных форматов представления видеоданных. В среде Windows, например, уже более 10 лет (начиная с версии 3.1) применяется формат Video for Windows, базирующийся на универсальных файлах с расширением AVI (Audio Video Interleave - чередование аудио и видео). Суть AVI файлов состоит в хранении структур произвольных мультимедийных данных, каждая из которых имеет простой вид, изображенный на рис.3. Файл как таковой представляет собой единый блок, причем в него, как и в любой другой, могут быть вложены новые блоки. Заметим, что идентификатор блока определяет тип информации, которая хранится в блоке.


Рис.3

Внутри описанного выше своеобразного контейнера информации (блока) могут храниться абсолютно произвольные данные, в том числе, например, блоки, сжатые разными методами. Таким образом, все AVI-файлы только внешне выглядят одинаково, а внутри могут различаться очень существенно.

Еще более универсальным является мультимедийный формат Quick Time, первоначально возникший на компьютерах Apple. По сравнению с описанным выше, он позволяет хранить независимые фрагменты данных, причем даже не имеющие общей временной синхронизации, как этого требует AVI. В результате в одном файле может, например, храниться песня, текст с ее словами, нотная запись в MIDI-формате, способная управлять синтезатором, и т.п. Мощной особенностью Quick Time является возможность формировать изображение на новой дорожке путем ссылок на кадры, имеющиеся на других дорожках. Полученная таким способом дорожка оказывается несоизмеримо меньше, чем если бы на нее были скопированы требуемые кадры. Благодаря описанной возможности файл подобного типа легко может содержать не только полную высококачественную версию видеофильма, но и специальным образом "упрощенную" копию для медленных компьютеров, а также рекламный ролик, представляющий собой "выжимку" из полной версии. И все это без особого увеличения объема по сравнению с полной копией.

Все большее распространение в последнее время получают системы сжатия видеоизображений, допускающие некоторые незаметные для глаза искажения изображения с целью повышения степени сжатия. Наиболее известным стандартом подобного класса служит MPEG (Motion Picture Expert Group), который разработан и постоянно развивается созданным в 1988 году Комитетом (группой экспертов) международной организации ISO/IEC (International Standards Organization/International Electrotechnical Commission) по стандартам высококачественного сжатия движущихся изображений. Методы, применяемые в MPEG, непросты для понимания и опираются на достаточно сложную математику. Укажем лишь наиболее общие приемы, за счет которых достигается сжатие. Прежде всего, обрабатываемый сигнал из RGB-представления с равноправными компонентами преобразуется в яркость и две "координаты" цветности. Как показывают эксперименты, цветовые компоненты менее важны для восприятия и их можно проредить вдвое. Кроме того, производится специальные математические преобразования (DCT - дискретно-косинусное преобразование), несколько загрубляющее изображение в мелких деталях. Опять таки из экспериментов следует, что на субъективном восприятии изображение это практически не сказывается. Наконец, специальными методами (в том числе и методом, изображенным на рис.2) ликвидируется сильная избыточность информации, связанная со слабыми отличиями между соседними кадрами. Полученные в результате всех описанных процедур данные дополнительно сжимаются общепринятыми методами, подобно тому, как это делается при архивации файлов.

В последнее время все большее распространение получает технология под названием DivX (происходит от сокращения слов Digital Video Express, обозначающих название видеосистемы, которая "прославилась" неудачной попыткой взимать небольшую оплату за каждый просмотр видеодиска; к собственно технологии DivX это никакого отношения не имело). Благодаря DivX удалось достигнуть степени сжатия, позволившей вмесить качественную запись полнометражного фильма на один компакт-диск - сжать 4,7 Гб DVD-фильма до 650 Мб. И хотя это достижение, к сожалению, чаще всего используется для пиратского копирования, сам по себе этот факт не умаляет достоинств новой технологии. Как и то, что самая первая версия сжатия DivX была сработана французскими хакерами из MPEG-4 - современные версии DivX уже не имеют к этому событию никакого отношения.

Наиболее популярные программы проигрывания видеофайлов позволяют использовать замещаемые подсистемы сжатия и восстановления видеоданных - кодеки (от англ. compression/decompression - codec, сравните с образованием термина "модем").

Такой подход позволяет легко адаптировать новые технологии, как только те становятся доступными. Замещаемые кодеки хороши как для пользователей, так и для разработчиков программного обеспечения. Тем не менее, большое разнообразие кодеков создает определенные трудности для производителей видеопродукции. Часто в качестве выхода из создавшегося положения необходимые кодеки помещают на компакт-диск с фильмами или даже поставляют видеоматериалы в нескольких вариантах, предоставляя тем самым возможность выбрать подходящий. Все больше распространяется автоматизация распознавания, когда плейер, обнаружив информацию об отсутствующем кодеке, загружает его из Интеренет.