

**Методы
улучшения
растровых
изображений**

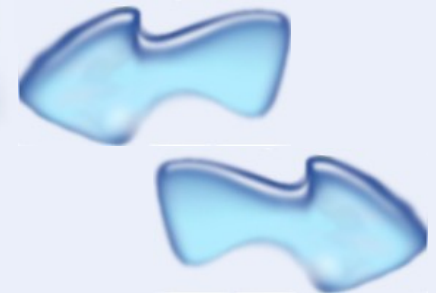
Лекция № 3



Цель: улучшение качества изображения,
основанное на субъективном восприятии
разрешающей способности и количества цветов

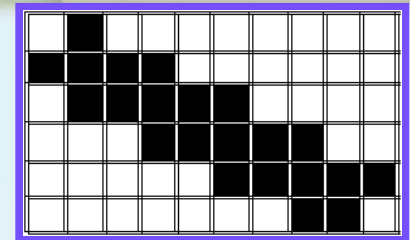
Содержание:

- *Устранение ступенчатого эффекта*
- *Методы сглаживания растровых изображений*
- *Локальная фильтрация*
- *Дизеринг (dithering)*
- *Реализация метода дизеринга*
- *Типы структур растров*



Устранение ступенчатого эффекта

Эффект ступенчатых линий (aliasing) наиболее заметен на растровых системах с невысокой разрешающей способностью.



До

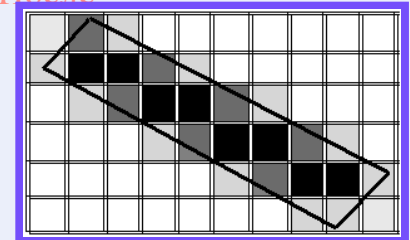
Растровое
изображение
отрезка линии:

Устранение ступенчатого эффекта (antialiasing):
вычисляется цвет пропорционально площади
ячейки раstra, покрываемой контуром.

S – площадь всей ячейки.

S_x – площадь, покрываемая контуром.

После

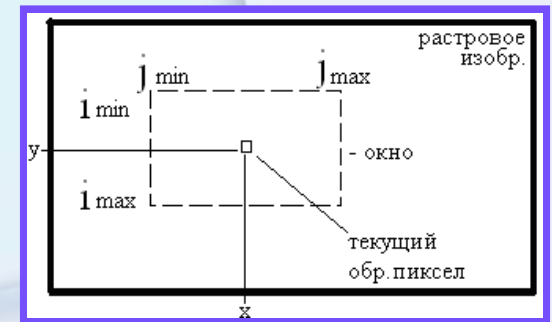


$$C_x = \frac{C \cdot S_x + C_q \cdot (S - S_x)}{S}$$



Локальная фильтрация

Осуществляется путем взвешенного суммирования яркостей пикселей, расположенных в некоторой окрестности текущего обрабатываемого пиксела.



$$F_{x,y} = \frac{1}{k} \sum_{i=i \min}^{i \max} \sum_{j=j \min}^{j \max} P_{x+j, y+i} \cdot M_{i-i \min, j-j \max}$$

где

P – значение цвета текущего пиксела;

F – новое значение цвета пиксела;

K – нормирующий коэффициент;

M – двумерный массив коэффициентов, определяющий свойства фильтра

(маска).



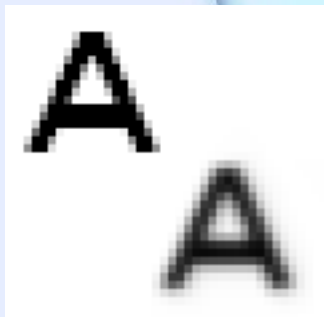
Реализация фильтров

- Примеры фильтров

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & -1 & 0 \\ -1 & 1 & 4 & 1 & -1 \\ 0 & -1 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{pmatrix}; \quad \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$k=16$ $k=1$ $k=-1$ $k=1$

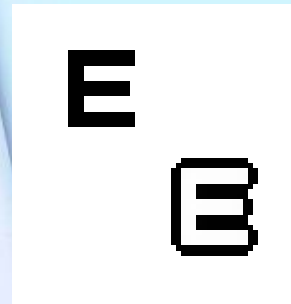
Размытие



Резкость



Контур



+ инверсия

Тиснение



+ сдвиг яркости

Дизеринг (dithering)

Устройства печати не могут воссоздать даже сотню градаций серого для черно-белых фотографий, не говоря уже о миллионах цветов.

Проблема решается путем смешивания точек (комбинации) для создания иллюзии цвета.

Если графическое устройство не способно воссоздать достаточное количество цветов, то используют растрирование

Dithering (дрожание, разрежение) – увеличение количества оттенков цветов за счет снижения пространственной разрешающей способности.



Дизеринг

Примеры

Числовые значения цвета можно рассматривать в полутонных градациях серого или в модели RGB - отдельно по каждой компоненте.

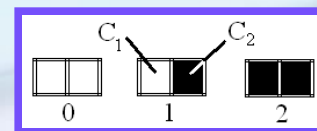
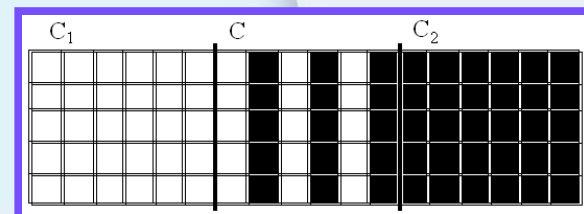
$$C = \frac{S_1 C_1 + (S - S_1) C_2}{S} = \frac{S_1 C_1 + S_2 C_2}{S}$$

S – общая площадь ячейки;
 S_1, S_2 – площади, занятые
пикселями цветов C_1 и C_2 .

Проще, когда пиксели квадратные, а их размер равен шагу размещения раstra.

Для ячейки $N \times N$ используя два цвета, получают $N^2 + 1$ оттенков цвета

Линеатура раstra – количество линий (ячеек), на единицу длины.



$$C = \frac{C_1 + C_2}{2}$$

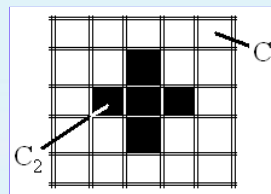
$$S = 25, \quad S_1 = 20, \quad S_2 = 5$$

$$C = (20 C_1 + 5 C_2) / 25$$

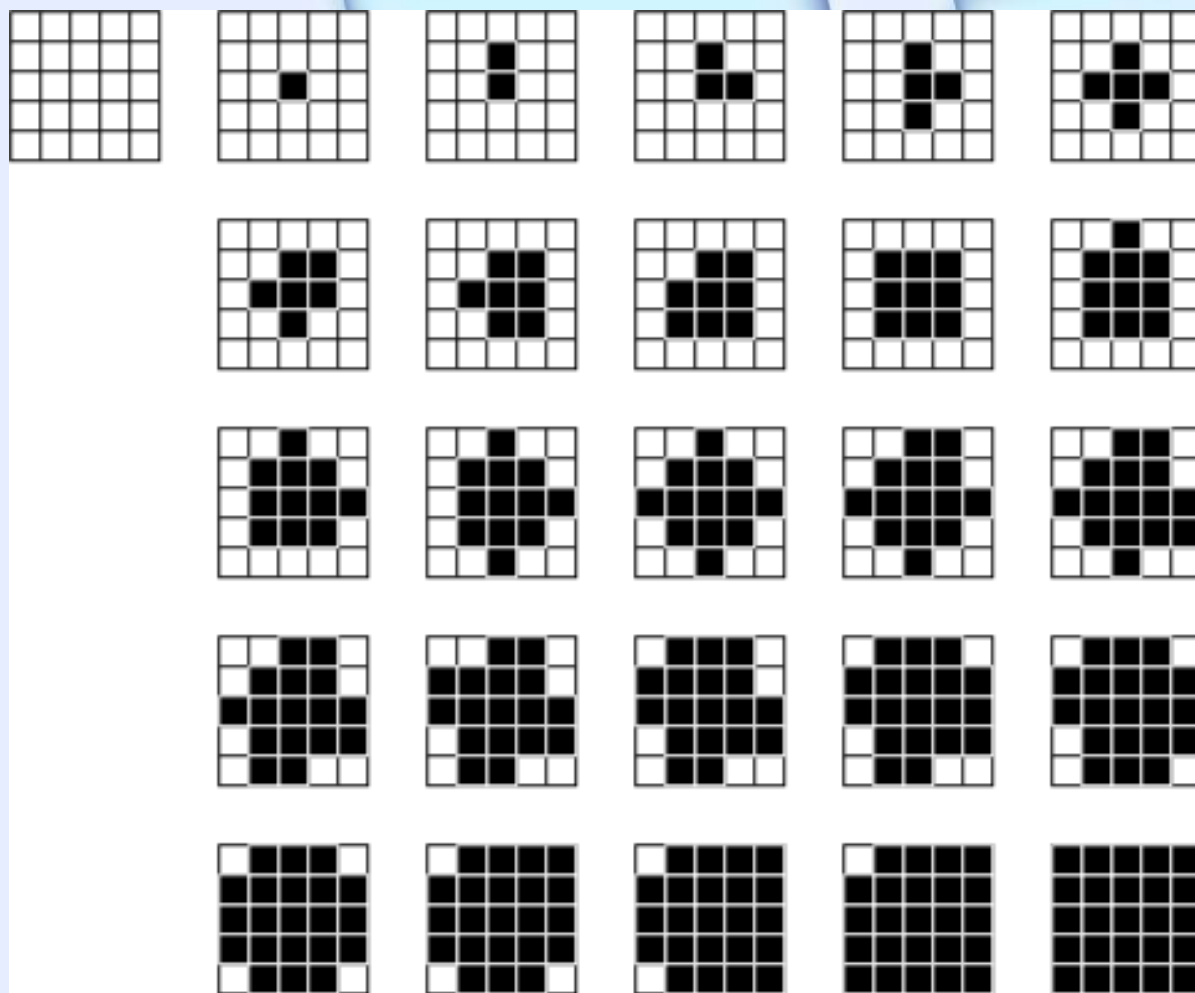
C_1 – белый,

C_2 – черный,

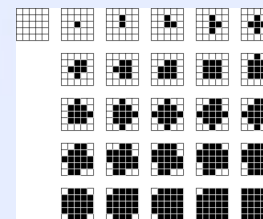
$$C = (204, 204, 204)$$

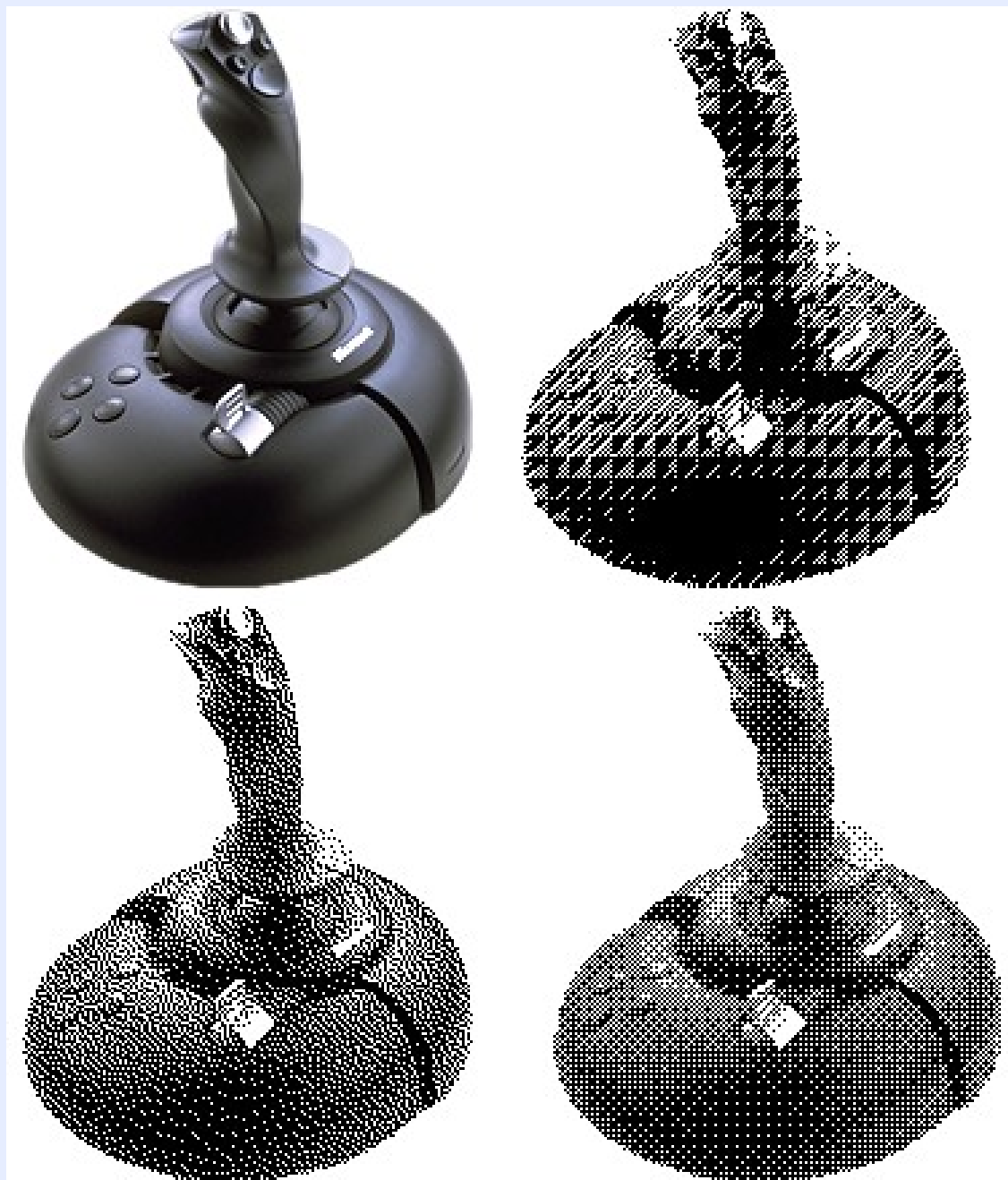


Пример растра для дизеринга



Размер растра 5x5
Количество оттенков 26





Примеры
преобразования
изображения
в черно-белый
режим

- клеточный
- диффузный
- полутоновый
дизеринг

Как реализовать метод дизеренга?

Преобразование растрового изображения размером $q \times q$ с определенной глубиной цвета в другой растр предназначено для отображения графическим устройством.

Выбирается размер ячейки $M \times N$.

1 способ:

Каждый пиксел заменяется ячейкой из $M \times N$ пикселов.

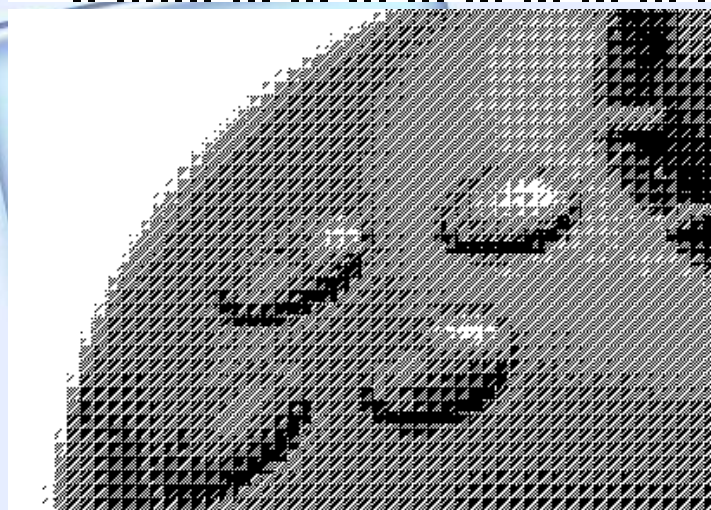
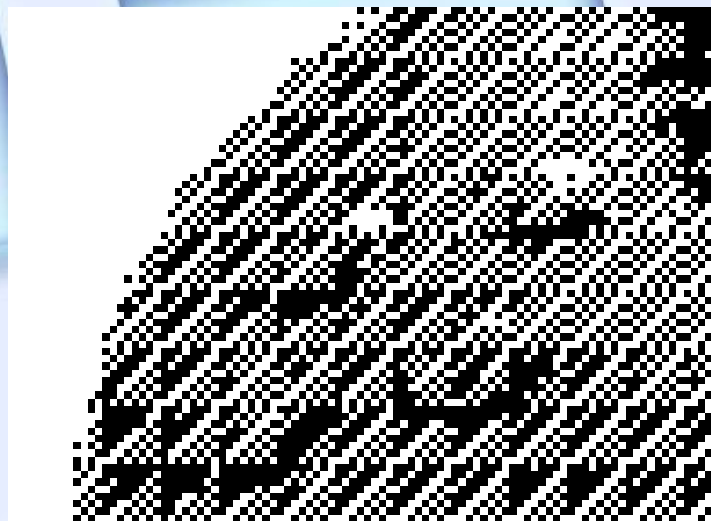
2 способ:

- * Определяем координаты пиксела (x, y) для преобразуемого растра.
- * Находим цвет пиксела.
- * По цвету пиксела находим номер K ячейки, наиболее адекватно представляющей этот цвет.
- * По координатам (x, y) вычисляем координаты пиксела внутри ячейки:
$$x = x \bmod m, \quad y = y \bmod n.$$
- * Находим цвет C пиксела ячейки с координатами (x_k, y_k) .
- * Записываем в растр отображение пиксела (x, y) с цветом C .

Не всякий вариант конфигураций пикселов подходит для этого метода.

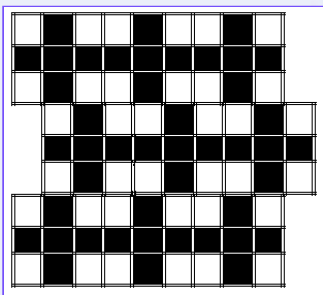


Примеры дithering при разных размерах ячейки



Другие типы структур растров

1. Диагональное размещение ячеек.

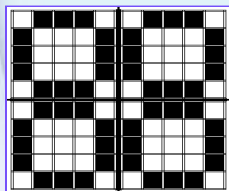
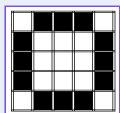


$$S = \left[\frac{x}{n} \bmod 2 \right] \frac{m}{2}$$

$$X_k = (X - S) \bmod m$$

$$Y_k = y \bmod n$$

2. Растр для печати газет.



3. Растр частотной модуляции.

Особенности:

- переменная густота расположения точек постоянного размера.
- меньшая заметность структуры растра.

НО при регулярном расположении одинаковых ячеек всегда образуется текстура.

Способ решения: диффузный дизеринг.

Для каждой градации создаются случайные ячейки, тогда для фрагмента

растра пикселей с постоянным значением не будут образовываться регулярные структуры.

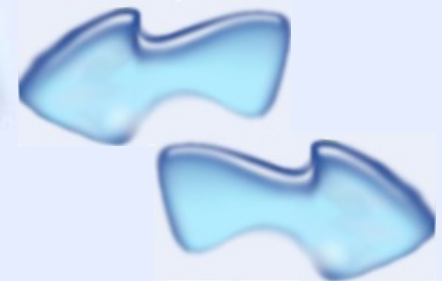


Графическая плата

Графическая плата (известна также как графическая карта, видеокарта, видеоадаптер) (англ. videocard) — устройство, преобразующее изображение, находящееся в памяти компьютера, в видеосигнал для монитора.

Обычно видеокарта является **платой расширения** и вставляется в специальный разъём (ISA, VLB, PCI, AGP, PCI-Express) для видеокарт на материнской плате, но бывает и встроенной.

Современные видеокарты не ограничиваются простым выводом изображения, они имеют **встроенный микропроцессор**, который может производить дополнительную обработку, разгружая от этих задач центральный процессор компьютера.



ЭВОЛЮЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВИДЕОСИСТЕМ

1981 г. – появился первый компьютер IBM PC. Он имел видеоадаптер MDA (Monochrome Display Adapter) с текстовым режимом 80 x 25 (физически 720x350 точек), имел пять атрибутов текста.

1982 г. – HGC (Hercules Graphic Card):

- * ч/б графическое разрешение 720 x 348; 2 страницы.

CGA (Color Graphic Adapter) выпущена IBM:

- * текст 40 x 25 и 80 x 25 (матрица символа 8 x 8); 256 атрибутов цвета – 16 цветов символа и 16 цветов фона (или 8 цветов фона и атрибут мигания);

- * графический режим 320 x 200 (4 палитры по 4 цвета) или 640 x 200 монохромный;

1984 г. – EGA (Enhanced Graphic Adapter):

- * увеличено разрешение до 640 x 350; одновременно можно использовать 16 цветов; палитра увеличена до 64 цветов;

- * текстовые режимы: 80 x 43 с матрицей 8 x 8, 80 x 25 с матрицей 8 x 14.

Интерфейсы с монитором всех этих типов видеоадаптеров были цифровые, MDA и HGC передавали только светится или не светится точка и еще дополнительный сигнал яркости для атрибута текста «яркий», аналогично CGA по трем каналам (красный, синий, зеленый) передавал основной видеосигнал, и мог дополнительно передавать сигнал яркости (всего получалось 16 цветов), EGA имел по две линии передачи на каждый из ос цветов, то есть каждый основной цвет мог отображаться с полной яркостью, 2/3, или 1/3 от полной яркости, давало в сумме максимум 64 цвета.

ЭВОЛЮЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВИДЕОСИСТЕМ

1987 г. – MCGA (MultiColor Graphics Adapter) для моделей IBM PS/2;

- * текстовые режимы 80 x 50 (8x8), 80 x 25 (8x16);
- * количество цветов 262144 (64 уровня яркости по каждому цвету)
- * появился режим 320 x 200 x 256 цветов; каждый пиксель кодируется 1 байтом в видеопамяти;

Из-за огромного количества яркостей основных цветов возникла необходимость использования уже аналогового цветового сигнала, частота строчной развертки составляла уже 31.5KHz.

Далее IBM выпустила VGA (Video Graphics Array), полностью совместимый с MCGA и EGA.

Это фактический стандарт видеоадаптера с конца 80-х годов. Добавлены текстовое разрешение 720x400 для эмуляции MDA и графический режим 640x480, с доступом через битовые плоскости. Режим 640x480 замечателен тем, что в нем используется квадратный пиксель.

Дальше появился IBM 8514/a с разрешениями 640x480x256 и 1024x768x256, и IBM XGA с текстовым режимом 132x25 (1056x400) и увеличенной глубиной цвета (640x480x65K).

ЭВОЛЮЦИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ВИДЕОСИСТЕМ

С 1991 года появилось понятие **SVGA (Super VGA)** — расширение VGA с добавлением более высоких режимов и дополнительного сервиса. Число одновременно отображаемых цветов увеличивается до 65536 (High Color) и 16.7 млн. (True Color), появляются дополнительные текстовые режимы. Из сервисных функций появляется поддержка VBE (VESA BIOS Extention — расширение БИОС стандарта VESA).

SVGA воспринимается как фактический стандарт видеоадаптера где-то с середины 1992 года, после принятия ассоциацией VESA (Video Electronics Standart Association — ассоциация стандартизации видео-электроники) стандарта VBE версии 1.0.

Графический пользовательский интерфейс, появившийся во многих операционных системах, стимулировал новый этап развития видеоадаптеров. Появляется понятие «**графический ускоритель**» (graphics accelerator). Это видеоадаптеры, которые производят выполнение некоторых графических функций на аппаратном уровне. К числу этих функций относятся, перемещение больших блоков изображения из одного участка экрана в другой (например при перемещении окна), заливка участков изображений, рисование линий, дуг, шрифтов, поддержка аппаратного курсора и т. п.

Устройство графической платы

Современная графическая плата состоит из следующих частей:

- **графический процессор (GPU)** — занимается расчетами выводимого изображения, освобождая от этой обязанности центральный процессор, производит расчеты для обработки команд трехмерной графики. Архитектура современного GPU обычно предполагает наличие нескольких блоков обработки информации: блок обработки 2D графики, блок обработки 3D графики, в свою очередь, обычно разделяющийся на геометрическое ядро (плюс кэш вершин) и блок растеризации (плюс кэш текстур).
- **видеоконтроллер** — отвечает за формирование изображения в видеопамяти, дает команды RAMDAC на формирование сигналов развертки для монитора и осуществляет обработку запросов центрального процессора. Кроме этого, обычно присутствуют контроллер внешней шины данных (например PCI или AGP), контроллер внутренней шины данных и контроллер видеопамяти. Ширина внутренней шины и шины видеопамяти обычно шире внешней (64, 128 или 256 разрядов против 16 или 32), во многие видеоконтроллеры встраивается еще и RAMDAC. Современные графические адаптеры (ATI, nVidia) обычно имеют не менее двух видеоконтроллеров, работающих независимо друг от друга и управляющих одновременно одним или несколькими дисплеями каждый.

Устройство графической платы

- **видеопамять** — выполняет роль кадрового буфера, в котором хранится в цифровом формате изображение, генерируемое и постоянно изменяемое графическим процессором и выводимое на экран монитора. В видеопамяти хранятся также промежуточные невидимые на экране элементы изображения и другие данные. Видеопамять бывает нескольких типов, различающихся по скорости доступа и рабочей частоте. Современные видеокарты комплектуются памятью типа DDR, DDR2 или GDDR3. Следует также иметь в виду, что помимо видеопамяти, находящейся на видеокарте, современные графические процессоры обычно используют в своей работе часть общей системной памяти компьютера, прямой доступ к которой организуется драйвером видеоадаптера через шину AGP или PCIe.

Устройство графической платы

- **цифро-аналоговый преобразователь ЦАП (RAMDAC)** — служит для преобразования изображения, формируемого видеоконтроллером, в уровни интенсивности цвета, подаваемые на аналоговый монитор. Возможный диапазон цветности изображения определяется только параметрами RAMDAC. Чаще всего RAMDAC имеет четыре основных блока — три цифроаналоговых преобразователя, по одному на каждый цветовой канал (красный, синий, зеленый, RGB), и SRAM для хранения данных о гамма коррекции. Большинство ЦАП имеют разрядность 8 бит на канал — получается по 256 уровней яркости на каждый основной цвет, что в сумме дает 16.7 млн. цветов (и за счет гамма коррекции есть возможность отображать исходные 16.7 млн. цветов в гораздо большее цветовое пространство). Некоторые RAMDAC имеют разрядность по каждому каналу 10bit (1024 уровня яркости), что позволяет сразу отображать более 1 млрд. цветов, но эта возможность практически не используется. Для поддержки второго монитора часто устанавливают второй ЦАП. Стоит отметить, что мониторы и видеопроекторы подключаемые к цифровому DVI выходу видеокарты для преобразования потока цифровых данных используют собственные цифроаналоговые преобразователи и от характеристик ЦАП видеокарты не зависят.

Устройство графической платы

- **видео-ПЗУ (Video ROM)** — постоянное запоминающее устройство, в которое записаны видео-BIOS, экранные шрифты, служебные таблицы и т. п. ПЗУ не используется видеоконтроллером напрямую — к нему обращается только центральный процессор. Хранящийся в ПЗУ видео-BIOS обеспечивает инициализацию и работу видеокарты до загрузки основной операционной системы, а также содержит системные данные, которые могут читаться и интерпретироваться видеодрайвером в процессе работы (в зависимости от применяемого метода разделения ответственности между драйвером и BIOS). На многих современных картах устанавливаются электрически перепрограммируемые ПЗУ (EEPROM, Flash ROM), допускающие перезапись видео-BIOS самим пользователем при помощи специальной программы.
- **система охлаждения** — предназначена для сохранения температурного режима видеопроцессора и видеопамяти в допустимых значениях.

Правильная и полнофункциональная работа современного графического адаптера обеспечивается с помощью видеодрайвера — специального программного обеспечения, поставляемого производителем видеочипа и загружаемого в процессе запуска операционной системы. Видеодрайвер выполняет функции интерфейса между системой с запущенными в ней приложениями и видеоадаптером. Так же как и видео-BIOS, видеодрайвер организует и программно контролирует работу всех частей видеоадаптера через специальные регистры управления, доступ к которым идет через соответствующую шину.

Характеристики графической платы

- **ширина шины памяти**, измеряется в битах — количество бит информации, передаваемой за такт. Важный параметр в производительности карты.
- **количество видеопамяти**, измеряется в Мегабайтах — встроенная оперативная память на самой плате, значение показывает, какой объем информации может хранить графическая плата.
- **частоты ядра и памяти** — измеряются в Мегагерцах, чем больше, тем быстрее видеокарта будет обрабатывать информацию.
- **техпроцесс** — технология печати, измеряется в нанометрах (нм.), современные карты выпускаются по 90 нм или 80 нм нормам техпроцесса. Чем меньше данный параметр, тем больше элементов можно уместить на кристалле.
- **текстурная и пиксельная скорость заполнения**, измеряется в млн. пикселей в секунду, показывает количество выводимой в информации в единицу времени.
- **выводы карты** — раньше видеоадаптер имел всего один разъем VGA, сейчас платы оснащают в дополнение выходом DVI-I или просто с двумя DVI-I для подключения двух ЖК-мониторов, а также композитным видеовыходом и видеовходом (обозначается, как ViVo).

Поколения 3D-ускорителей

Поколения ускорителей в видеокартах можно считать по версии **DirectX**, которую они поддерживают. Различают следующие поколения:

- DirectX 7 — карта не поддерживает **шейдеры**, все картинки рисуются наложением текстур.
- DirectX 8 — поддержка пиксельных шейдеров версий 1.0, 1.1 и 1.2, в DX 8.1 ещё и версию 1.4, поддержка вершинных шейдеров версии 1.0.
- DirectX 9 — поддержка пиксельных шейдеров версий 2.0, 2.0a и 2.0b, 3.0



Интерфейс

Первое препятствие к повышению быстродействия видеосистемы — это интерфейс передачи данных к которому подключен видеоадаптер. Основным каналом передачи данных является, конечно, интерфейсная шина материнской платы через которую обеспечивается обмен данными с центральным процессором и оперативной памятью.

Самой первой шиной использовавшейся в IBM PC была XT-Bus, она имела разрядность 8bit данных и 20bit адреса и работала на частоте 4.77MHz. Далее появилась шина **ISA (Industry Standart Architecture** — архитектура промышленного стандарта), соответственно она имела разрядность 16bit/24bit и работала на частоте 8MHz. Пиковая пропускная способность составляла чуть больше 5.5MB/сек. Этого более чем хватало для отображения текстовой информации и игр с шестнадцатичетной графикой.

Дальнейшим рывком явилось появление шины **MCI (Micro Channel Architecture)** в новой серии компьютеров PS/2 фирмы IBM. Она уже имела разрядность 32bit/32bit и пиковую пропускную способность 40MB/сек. Но то обстоятельство, что архитектура MCI являлась собственностью фирмы IBM побудило остальных производителей искать иные пути увеличения пропускной способности основного канала доступа к видеоадаптеру.

Интерфейс

С появлением 486 процессоров, было предложено использовать для подключения периферийных устройств локальную шину самого процессора, в результате родилась **VLB (VESA Local Bus)** — локальная шина стандарта VESA). Работая на внешней тактовой частоте процессора, которая составляла от 25MHz до 50MHz, и имея разрядность 32bit, шина VLB обеспечивала пиковую пропускную способность около 130MB/сек. Этого уже было более чем достаточно для всех существовавших приложений, помимо этого возможность использования ее не только для видеоадаптеров, наличие трех слотов подключения и обеспечение обратной совместимости с ISA (VLB представляет собой просто еще один 116 контактный разъем за слотом ISA) гарантировали ей достаточно долгую жизнь и поддержку многими производителями чипсетов для материнских плат, и периферийных устройств, даже несмотря на то, что при частотах 40MHz и 50MHz обеспечить работу даже двух устройств подключенных к ней представлялось проблематичным из-за чрезмерно высокой нагрузки на каскады центрального процессора (ведь большинство управляющих цепей шло с VLB на процессор напрямую, без всякой буферизации).

Интерфейс

Далее была разработана шина **PCI (Peripheral Component Interconnect** — объединение внешних компонентов) появившаяся, в первую очередь, на материнских платах для процессоров Pentium. С точки зрения производительности на платформе PC все осталось по прежнему — при тактовой частоте шины 33MHz и разрядности 32bit/32bit она обеспечивала пиковую пропускную способность 133MB/сек, столько же сколько и VLB. Однако она была удобнее и в конце-концов вытеснила шину VLB и на материнских платах для процессоров класса 486. С появлением процессоров Intel Pentium II, фирма Intel решила сделать отдельную шину для графической подсистемы, несколько модернизировала шину PCI, обеспечила новой получившейся шине отдельный доступ к памяти с поддержкой некоторых специфических запросов видеоадаптеров, и назвала это **AGP (Accelerated Graphics Port** — ускоренный графический порт). Разрядность шины AGP составляет 32bit, рабочая частота 66MHz, поддерживаются режимы передачи данных 1x, 2x, 4x, 8x, в этих режимах за один такт передаются соответственно одно, два, четыре или восемь 32 разрядных слов. Пиковая пропускная способность в режиме 1x — 266MB/сек. Современные видеоплаты выпускаются с интерфейсами AGP 8x, с пропускной способностью 2,1 Гбайт/с соответственно

Интерфейс

Однако и шина AGP уже не удовлетворяет современным требованиям, кроме того не может обеспечить необходимую мощность питания. Для решения этих проблем изобрели расширение шины PCI — **PCI Express**, это последовательный, в отличие от AGP интерфейс, его пропускная способность может достигать 8Гбайт/с. На данный момент произошел практически полный отказ от шины AGP в пользу PCI Express.



Видеопамять

Кроме шины данных, второе узкое место любого видеоадаптера — это пропускная способность (англ. bandwidth) памяти самого видеоадаптера. Дело в том, что при высоких разрешениях и большой глубине цвета для отображения страницы экрана на мониторе необходимо прочитать все эти данные из видеопамати и преобразовать в аналоговый сигнал который и пойдет на монитор.

Возьмем объем одной страницы экрана при разрешении 1024x768 точек и глубине цвета 24bit (True Color), это составляет 2.25МВ. При частоте кадров 75Гц необходимо считывать эту страницу из памяти видеоадаптера 75 раз в секунду, причем ни задержаться, ни пропустить пиксель нельзя, следовательно номинально потребная пропускная способность видеопамати для данного разрешения составляет приблизительно 170МВ/сек.

Для разрешения 1600x1200x32бит при той же частоте кадров 75Гц, номинально потребная пропускная составляет уже 550 МБайт в секунду, для сравнения, процессор Pentium2 имел пиковую скорость работы с памятью 528МБ в секунду.

Проблему можно было решать двояко — либо использовать специальные типы памяти, которые позволяют одновременно двум устройствам читать из нее, либо ставить очень быструю память.

Видеопамять

FPM DRAM — FPM DRAM (Fast Page Mode Dynamic RAM - динамическое ОЗУ с быстрым страничным доступом) — основной тип видеопамяти, идентичный используемой в системных платах. Использует асинхронный доступ, при котором управляющие сигналы жестко не привязаны к тактовой частоте системы. Активно применялся примерно до 1996 г.

VRAM (Video RAM — видеоОЗУ) — так называемая двух-портовая DRAM. Этот тип памяти обеспечивает доступ к данным со стороны сразу двух устройств, то есть есть возможность одновременно писать данные в какую-либо ячейку памяти, и одновременно с этим читать данные из какой-нибудь соседней ячейки. За счет этого позволяет совмещать во времени вывод изображения на экран и его обработку в видеопамяти, что сокращает задержки при доступе и увеличивает скорость работы. То есть RAMDAC может свободно выводить на экран монитора раз за разом экранный буфер ничуть не мешая видео чипу осуществлять какие-либо манипуляции с данными. Но однако это все та же DRAM и скорость у нее не слишком высокая.

Видеопамять

WRAM (Window RAM) — вариант VRAM, с увеличенной на ~25 % пропускной способностью и поддержкой некоторых часто применяемых функций, таких как отрисовка шрифтов, перемещение блоков изображения и т. п. Применяется практически только на акселераторах фирмы Matrox и Number Nine.

Видеоадаптеры построенные с использованием данного типа памяти не имеют тенденции к падению производительности при установке больших разрешений и частот обновления экрана, на одно-портовой же памяти в таких случаях RAMDAC все большее время занимает шину доступа к видеопамяти и производительность видеоадаптера может сильно упасть.

EDO DRAM (Extended Data Out DRAM — динамическое ОЗУ с расширенным временем удержания данных на выходе) — тип памяти с элементами конвейеризации, позволяющий несколько ускорить обмен блоками данных с видеопамтью приблизительно на 25 %.



Видеопамять

SDRAM (Synchronous Dynamic RAM — синхронное динамическое ОЗУ) пришел на замену EDO DRAM и других асинхронных одно-портовых типов памяти. После того, как произведено первое чтение из памяти, или первая запись в память, последующие операции чтения или записи происходят с нулевыми задержками. Этим достигается максимально возможная скорость чтения и записи данных.

DDR DRAM (Double Data Rate) — вариант SDRAM с передачей данных по двум фронтам сигнала, получаем в результате удвоение скорости работы. Дальнейшее развитие пока происходит в виде очередного уплотнения числа пакетов в одном такте шины (DDR2, QDDR и т. п.)



Видеопамять

SGRAM (Synchronous Graphics RAM — синхронное графическое ОЗУ) вариант DRAM с синхронным доступом. В принципе, работа SGRAM полностью аналогична SDRAM, но дополнительно поддерживаются еще некоторые специфические функции, типа блоковой и масочной записи. В отличие от VRAM и WRAM, SGRAM является одно-портовой, однако может открывать две страницы памяти как одну, эмулируя двухпортовость других типов видеопамати.

MDRAM (Multibank DRAM — много банковое ОЗУ) — вариант DRAM разработанный фирмой MoSys, организованный в виде множества независимых банков объемом по 32КБ каждый, работающих в конвейерном режиме.

RDRAM (RAMbus DRAM) память использующая специальный канал передачи данных (Rambus Channel), представляющий собой шину данных шириной в один байт. По этому каналу удастся передавать информацию очень большими потоками, наивысшая скорость передачи данных для одного канала на сегодняшний момент составляет 1600МБ/сек (частота 800MHz, данные передаются по обеим срезам импульса). На один такой канал можно подключить несколько чипов памяти. Контроллер этой памяти работает с одним каналом Rambus, на одном чипе логики можно разместить четыре таких контроллера, значит теоретически можно поддерживать до 4 таких каналов, обеспечивая максимальную пропускную способность в 6.4GB/сек. Минус этой памяти — нужно читать информацию большими блоками, иначе её производительность резко падает.