СИСТЕМНО ПРОГРАМИРАНЕ

ВИДЕОКОНТРОЛЕРИ

доц. д-р Цв. Георгиев

1

1. КОМПЮТЪРНА ВИДЕОСИСТЕМА

Видеосистемата в съвременните компютри е един от най-важните компонентни на съвременните компютри. Тя оказва много голямо влияние върху потребителите и начина им на работа.

Компютърната видеосистема се състои от три основни части:

- монитор, свързан посредством кабел, използващ аналогов интерфейс VGA или цифров интерфейс DVI с видеокартата на компютъра;
- видеокарта, която също така се нарича видео адаптер или графична карта. Представлява разширителна карта, генерираща електрически сигнали към монитора;
- драйвер, използван от Windows за управление на видео картата.

За добра работа на видеосистемата е необходимо подходящо съчетание на тези три части.

2

2. ТИПОВЕ МОНИТОРИ

Всички компютри са свързани с някакъв тип монитори. Днес съществува голямо многообразие от производители, типове монитори и размери. Основно мониторите могат да се разделят на два вида:

- аналогови - CRT (Cathode Ray Tube);
- цифрови (плоски) – LCD, PDP, FED.

3

2. ТИПОВЕ МОНИТОРИ

2.1. CRT монитори

Тези монитори са реализирани на базата на електронно-лъчева тръба (CRT). Сигналът, получен от компютъра се преобразува в подходяща форма и се подава на електронна пушка. Пушката излъчва и предава ускорение на електрони, които са носители на информация за червения, зеления и синия цвят.

Насочването на лъчите за трите цвята в желана посока от екрана се извършва с помощта на хоризонтална и вертикална отклоняващи системи. За да се предотврати разсейването на електроните и попадането им върху съседни пиксели от екрана се използва специална маска. Маската може да се състои от точки или линии и има за цел да позиционира електронния лъч върху флуоресцентен материал с даден цвят. След преминаване през маската електроните се удрят в фосфорния екран на монитора и предизвикват видимо светене.

Недостатъци на CRT мониторите са големите габарити и висока консумация на електроенергия.

4

2. ТИПОВЕ МОНИТОРИ

2.2. Плоски монитори

Плоските монитори стават все по-популярни тъй като заемат значително по-малко място от CRT мониторите, по-леки са и са икономични.

Плоските монитори по принципа на своето действие могат да бъдат разделени на следните типове:

- течнокристални LCD (Liquid Crystal Display);
- плазмени PDP (Plasma Display Panel);
- електролуминисцентни ELD (Electro Luminescent Display);
- FED (Field Emission Display).

5

2. ТИПОВЕ МОНИТОРИ

Една от най-използваните в момента технологии е TFT LCD (Thin Film Transistor Liquid Crystal Display).

При тази технология течнокристалното вещество е разположено между две стъкла.

Светлината преминава през кристалите на веществото в зависимост от направлението, в което са обърнати техните молекули.

Поляризационните филтри служат за регулиране на преминаващата през тях светлина.

При подаване на напрежение молекулите на кристала заемат положение, при което светлината достига до поляризационния филтър директно или под ъгъл 90°. Приложеното напрежение кара течните кристали да работят подобно на клапа, разрешаваща или забраняваща преминаването на светлината през филтрите.

6

2. ТИПОВЕ МОНИТОРИ

Цветните TFT LCD монитори трябва да притежават три подпиксела за червен, зелен и син цвят.

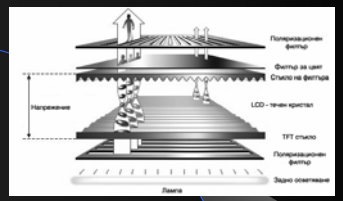
За подаване или не на напрежение към всеки подпиксел се използват тънкослойни транзистор и кондензатор. Те са подредени в матрица върху т.нар. TFT стъкло и формират матрицата от пиксели за екрана на монитора.

За възпроизвеждане на цветовете са необходими червен, зелен и син филтър. С помощта на прецизно управление и промяна на приложеното напрежение може да бъде променян интензитетът на всеки подпиксел в рамките на 256 нива.

Комбинирайки нивата на всеки 3 подпиксела могат да бъдат получени 16,7 млн. цвята за всеки пиксел.

7

2. ТИПОВЕ МОНИТОРИ



Структура на LCD дисплей

8

2.3. Основни параметри на мониторите

Качеството на изображението върху мониторите зависи от следните основни параметри:

2.3.1. Видима област

Използват се основно два параметъра за определяне размера на дисплея: съотношение ширина:височина и размер на екрана. Най-използваното съотношение ширина:височина в настоящия момент е 4:3. Друго съотношение, което се използва все повече при LCD мониторите е 16:9.

Видимата област на екрана на монитора се определя от размера на неговия диагонал. Този размер е най-често е в границите от 15" до 21". Размерът на екрана оказва голямо влияние върху разделителната способност. Една и съща разделителна способност при по-малък монитор ще изглежда по-контрастна, отколкото на по-голям.

9

2.3. Основни параметри на мониторите

2.3.2. Разделителна способност

Разделителната способност показва детайлността на извежданото изображение. Тя се измерва в пиксели, като пикселът е най-малката единица от екрана, която може да се управлява самостоятелно.

Всеки един пиксел се състои от комбинация от три цветни подпиксела - син, червен и зелен. На всеки един пиксел може да се задава цвят и интензитет.

Цялото изображение се състои от пиксели, а разделителната способност представлява максималния брой пиксели, които могат да бъдат изобразени.

Колкото по-голям е броят на пикселите на екрана, толкова е по-добра разделителната способност.

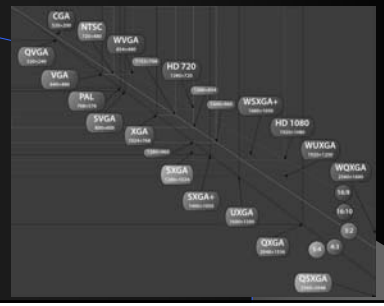
2.3. Основни параметри на мониторите

2.3.2. Разделителна способност

Стандарт	Разделителна способност	Брой цветове	Препоръчван CRT размер	Препоръчван LCD размер
CGA	640 x 200 160 x 200	- 16	14"	-
EGA	640 x 350	16 от 64	14"	-
VGA	640 x 480 320 x 200	16 от 262144 256	14"	-
SVGA	800 x 600	16,7 млн.	15", 17"	10.4", 12"
XGA	1024 x 768	16,7 млн.	17", 19"	13.3" - 15"
SXGA	1280 x 1024	16,7 млн.	19", 21"	17.3", 18.3"
UXGA	1600 x 1200	16,7 млн.	21" и по-голям	-

2.3. Основни параметри на мониторите

2.3.2. Разделителна способност



2.3. Основни параметри на мониторите

2.3.3. Брой извеждани цветове

Всеки пиксел от изображението на монитора се формира като комбинация от трите основни цвята. Количеството информация, което се пази за всеки един пиксел определя броя на извежданите цветове. Колкото повече битове се отделят за пиксел, толкова броят на извежданите цветове е по-голям.

Ако за всеки от трите основни цвята на даден пиксел се отделят по 8 бита, то за всеки пиксел се получава 24 бита (24 битов цвят). При 24 битов цвят на монитора могат да бъдат възпроизведени 2^{24} цвята ≈ 16,7 млн. цвята.

Действителният брой цветове, които могат да бъдат изведени зависи от разделителната способност и размера на видеопаметта.

2.3. Основни параметри на мониторите

2.3.4. Честоти на опресняване

Като основни показатели в съвременните монитори се използват:

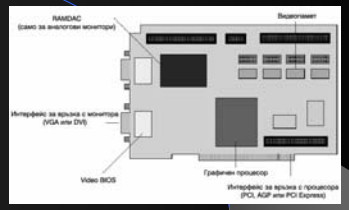
■ **вертикална честота за опресняване**. Измерва се в Hz и показва броя опреснявания на екрана за една секунда. Колкото тази стойност е по-голяма, толкова изображението е по-качествено. Честотата на опресняване зависи от избраната разделителна способност - при по-висока разделителната способност вертикалната честота намалява.

■ **хоризонтална честота за опресняване**. Измерва се в kHz и показва честотата за извеждане на всеки един ред от монитора. Получава се като произведение на броя редове, вертикалната честотата на опресняване и коефициент 1,05.

Най-добри резултати при извеждане на изображение се получават при най-висока хоризонтална честота на опресняване.

3. ВИДЕОКАРТА

Видеокартата е толкова важна за видеосистемата на съвременните компютри, колкото и монитора. Видеокартата представлява най-често външен адаптер, който може да се поставя на някой от слотовете за разширение на компютъра. В някои случаи видеокартата може да бъде вградена на дънната платка.



3. ВИДЕОКАРТА

Независимо от това дали видеокартата е външна или вградена, тя се състои от няколко основни компонента:

■ **графичен процесор** - служи за обработване на изображението и изработване на сигналите, които монитора трябва да приеме, за да формира изображение;

■ **видео памет**. Видео паметта е необходима, за да може видеокартата да запомня цялото изображение от екрана. Ако видеокартата използва AGP тя може да използва основната памет от дънната платка;

■ **RAMDAC**. Представлява схема, която конвертира цифровите сигнали в аналогови. Ако се използват цифрови монитори не е необходимо използване на RAMDAC;

■ **Video BIOS**;

■ **интерфейс за връзка с процесора** (PCI, AGP или PCI Express);

■ **интерфейс за връзка с монитора** (VGA и/или DIV);

■ **драйвери**.

3.1. Графичен процесор

В зависимост от това до каква степен обработват изображенията, видеокартите се разделят на няколко основни групи:

■ **Видеокарти с frame-buffer**

Първите произведени видеокарти не притежават графичен процесор. Такава структура се нарича frame-buffer.

Видеокартата е имала за задача да съхранява и обновява кадрите, а създаването е било задача на централния процесор и програмното осигуряване.

Голям недостатък на тази технология е натоварването на централния процесор със задачите по обработване на изображенията.

3.1. Графичен процесор

■ **Видеокарти с графичен ускорител**

Представлява електронна схема, която е част от видеокартата.

Задачата на графичния ускорител е да изпълнява времеотнемащи операции по обработването на изображенията.

При този подход, процесорът на компютъра изпраща инструкции за рисуване, които се интерпретират от собствения драйвер на видеокартата и се изпълняват от графичния ускорител.

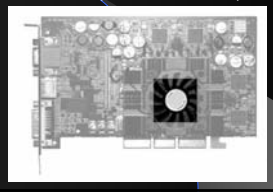
Операции, като например промяна на размери и преместване на прозорци, промяна на шрифтове, изобразяване на многоъгълници и др. се изпълняват от специализирания графичен ускорител с много по-голяма скорост, отколкото централния процесор. След обработване данните се записват във видеопаметта.

3.1. Графичен процесор

■ **Видеокарти с графичен процесор (GPU)**

Видеокартите с графичен процесор могат да извършват по-голяма част от обработката на изображения без помощ от централния процесор на компютъра.

Съвременните видеокарти с графичен процесор притежават и редица допълнителни схеми за растерно преобразуване, наслагване на текстури, обработване на полутонове на цветове, определяне на видими повърхности, анимация и др.



19

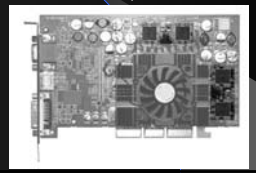
3.2. Видео памет

Представлява паметта, в която се съхранява видео изображението.

Обикновено видео паметта е част от видеокартата, но в някои случаи може да се използва и част от паметта на дънната платка.

Размерът на видео паметта е пряко свързан с разделителната способност и броя на цветовете, които могат да бъдат изведени на екрана. Днешните видеокарти притежават 128, 256, 512 или повече MB памет (до 4 GB).

Като видео памет могат да бъдат използвани различни типове – SDR, DDR2, DDR3, DDR4, DDR5 и др.



20

3.2. Видео памет

Тип	Честота (MHz)	Скрост на трансфер (GB/s)
DDR	166 - 950	1.2 - 30.4
DDR2	533 - 1000	8.5 - 16
GDDR3	700 - 1800	5.6 - 54.4
GDDR4	1600 - 2400	64 - 156.6
GDDR5	3000 - 3800	130 - 230

21

3.3. RAMDAC

Всички традиционни видео карти, предназначени за работа с аналогови CRT монитори притежават RAMDAC схема, която конвертира цифровите сигнали в аналогови.

Тази схема прочита съдържанието на видео паметта многократно за една секунда, преобразува го в аналогов RGB сигнал и го изпраща по VGA видео кабел към аналогов CRT монитор.

RAMDAC използва специална таблица за преобразуване на цифров сигнал за всеки цвят в съответно напрежение, като по този начин се формира цвета на всеки един пиксел.

3.4. Video BIOS

Видеокартите притежават ROM памет, наречена Video BIOS. Тя съдържа основна информация за това как отделните елементи на картата трябва да взаимодействат помежду си.

Video BIOS се използва и за диагностични тестове на картата при включване захранването на компютърната система.

22

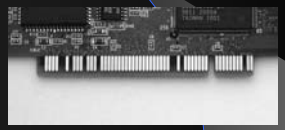
3.5. Интерфейси за връзка с процесора и паметта

3.5.1. PCI

PCI интерфейсът е разработен от фирмата Intel и е предложен в началото на 90-те години на миналия век с цел повишаване пропускателната способност на периферните устройства и по-лесното им конфигуриране чрез използване на технологията Plug-and-Play (PnP).

За достъп до процесора се използва мостова технология. Първоначално PCI работи с честота от 33 MHz и 32-битови данни.

Версия на интерфейса е PCI-X, който работи с честота 133 MHz и 64-битови данни като осигурява скорост на обмен 1 GB/s.



23

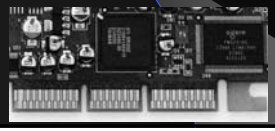
3.5. Интерфейси за връзка с процесора и паметта

3.5.2. AGP

Въпреки бързодействието си PCI, се оказва недостатъчно производителна за съвременните графични системи, изискващи стотици мегабайти видео информация.

С навлизането на 3D графиката, съчетаваща реални и генерирани компютърни изображения и работеща с големи обеми данни, нараства изискването за по-голямо бързодействие на интерфейса за връзка на видеокартите с процесора и паметта.

Решение на проблема е разработената от фирмата Intel през 1996 г. технология, наречена Accelerated Graphics Port (AGP). Тя функционира като отделна връзка към основната шина на процесора.



24

3.5. Интерфейси за връзка с процесора и паметта

За разлика от PCI, която е шина, AGP представлява връзка point-to-point, като само едно устройство може да бъде включено през AGP към централния процесор и паметта.

Този стандарт е процесорно независим, но се изисква поддръжка от чипсета на дънната платка.

AGP използва няколко технологии за постигане на по-голямо бързодействие:

■ AGP е 32-битова паралелна и работи със скоростта на основната шина (66 MHz). Скоростта на обмен нараства, ако се използват режими 2x, 4x или 8x;

■ към AGP няма свързани други устройства, което означава, че графичната карта винаги може да работи с най-високата пропускателна способност;

■ **Texturing (Direct Memory Execute)** – дава възможност част от оперативната памет да се използва като видеопамет, която може да бъде директно адресирана от графичния процесор.

25

3.5. Интерфейси за връзка с процесора и паметта

■ **Pipelining** – дава възможност на графичната карта да изпраща няколко команди едновременно и да получава последователно данни в резултат от изпълнението на тези команди. Тази технология не се поддържа от версия 3.0 на стандарта;

■ **Sideband Addressing** – дава възможност за ускоряване на трансфера на данни като позволява изпращане на команди по 8-битова допълнителна шина едновременно с прехвърлянето на графичната информация;

■ **Fast Writes** – дава възможност на централния процесор да изпраща директно данни към графичния процесор, без необходимост да ги записва в паметта и след това да бъдат четени от там.

26

3.5. Интерфейси за връзка с процесора и паметта

3.5.3. PCI Express

Архитектурата на PCI Express дефинира гъвкава, висококоростна, point-to-point връзка.

Стандартът е създаден през 2001 г. на основата на технологиите Future I/O и 3GIO.

Основното му предназначение е да замени AGP като интерфейс за връзка на видеокартата с процесора и паметта.

PCI Express x16 осигурява двукратно по-висока скорост (4 GB/s) от AGP 8x и дава възможност за поддържане на няколко графични устройства в една система.

27

3.6. Интерфейси за връзка с монитора

Интерфейсите за връзка между видеокарта и монитор на компютър, които се използват в настоящия момент са основно два: VGA и DVI.

3.6.1. VGA интерфейс

За връзка с аналогови монитори се използва VGA интерфейс. Той служи за предаване на данните, получени от RAMDAC-а на видеокартата към монитора. VGA интерфейсът притежава три отделни линии за сигналите за червения, зеления и синия цвят и две линии за предаване на хоризонтални и вертикални синхронизиращи сигнали.

3.6.2. DVI интерфейс

Днес все по-голямо разпространение получават цифровите LCD монитори. Това води до затруднения в използването на традиционните VGA адаптери, тъй като е необходимо допълнително преобразуване на аналоговите сигнали в цифрови. За преодоляване на проблема е разработен стандарт, наречен Digital Video Interface (DVI). DVI работи с цифрови сигнали от компютъра и ги запазва в този вид до монитора. DVI стандартът използва протокола TMDS (Transition Minimized Differential Signaling).

3.6. Интерфейси за връзка с монитора

3.6.3. Video In Video Out (VIVO)

Осигурява възможност за връзка с телевизори, DVD устройства, видеокасетофони и игрови конзоли.

3.6.4. High-Definition Multimedia Interface (HDMI)

Представлява съвременен аудио/видео интерфейс за предаване на некомпресирани цифрови потоци от данни. Най-често се използва за връзка на DVD устройства и игрови конзоли към дисплей.

3.6.5. DisplayPort

Съвременен, свободен от лицензи, аудио/видео интерфейс, създаден през 2007 г. Очаква се да замени VGA и DVI като връзка между дисплея и компютъра.

3.7. Драйвери

Драйверите за съвременните видео карти са от изключително значение. В много приложения те превеждат това, което трябва да бъде показано на екрана в инструкции, които да бъдат интерпретирани от графичния процесор.

Начинът, по който драйверите превеждат инструкциите е от съществено значение за качеството на получаваното на монитора изображение.

Драйверите на Windows свързват в едно видео картата и монитора, карайки ги да работят съвместно.

4. ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТ

Честотата на кадрите за секунда (FPS) е една характеристика, която дава общ поглед върху производителността на графичната карта. Показва колко напълно завършени изображения може да покаже картата за секунда. Динамичните игри изисква честотата да бъде поне 60 FPS, за да се осигури плавна анимация и скролиране.

Компоненти на кадровата честота са параметрите:

- **Брой изчислени триъгълници или върхове за секунда**. 3D изображенията са съставени от триъгълници или полигони. Този параметър показва колко бързо GPU може да изчисли целия полигон или върховете, които го дефинират. Най-общо показва колко бързо графичната карта създава теленото изображение.
- **Скорост на запълване на пиксели**. Този параметър показва колко пиксели GPU може да обработи за една секунда, което оказва влияние върху скоростта за растеризиране на изображението.

4. ПРОИЗВОДИТЕЛНОСТ

Архитектурата на графичната карта оказва пряко влияние върху нейната производителност. Най-голямо влияние върху скоростта на работа оказват следните хардуерни спецификации:

- Честота на GPU (MHz);
- Брой на текстурните и вертексни шейдъри;
- Ширина на шината на паметта (bits);
- Количество памет (MB);
- Честота на паметта (MHz);
- Скорост на трансфер на паметта (GB/s);
- Скорост на RAMDAC (MHz).

Централният процесор и дънната платка също оказват влияние върху производителността.

5. ПРОГРАМНИ ИНТЕРФЕЙСИ ЗА ГРАФИКА

Днес графичните технологии се развиват с изключително бързи темпове. Много трудно е за разработчиците на софтуер да пишат приложения, използващи възможностите на всяка една нова видеокарта.

Решение на този проблем е да се използват приложен програмен интерфейс (API), който да работи като посредник между потребителската програма и хардуера.

В Windows съществуват няколко метода за извеждане на графична информация – DirectX, OpenGL, GDI и др.

5.1. DirectX

Представлява множество от програмни инструменти, разработени от фирмата Microsoft в помощ на програмистите, създаващи мултимедийни приложения за операционната система Windows.

Този интерфейс обхваща всички аспекти на мултимедията и включва:

- DirectDraw за ускоряване на двумерна графика;
- DirectInput за поддържане на джойстик и други управляващи устройства;
- DirectSound за звук;
- DirectPlay за мрежови комуникации;
- Direct3D (D3D) за тримерна графика в реално време.

Последната версия е DirectX 10.1.

5.2. OpenGL

Интерфейсът е създаден през 1992 г. от фирмата Silicon Graphics като CAD и 3D API за X-терминалите под Unix.

Проектиран е да работи с голямо множество от техники за създаване на изображения като поставяне на текстури, прозрачност, осветление, засенчване и др.

В сравнение с Direct3D този интерфейс работи на по-ниско ниво, като дава възможност за управление на основните елементи на всяка тримерна сцена.

Последната версия е OpenGL 3.0.

5.3. GDI (Graphics Device Interface)

GDI (Graphics Device Interface) – представлява подсистема на Windows, която отговаря за извеждане на графика и текст на екран и принтер. Нейна е задачата за изобразяване на прозорците в Windows. Тя е базов и най-лесен начин за извеждане на графика.

С графиката в Windows посредством GDI е свързано понятието контекст на устройството (device context).

Контекстът на устройството (DC) представлява структура от данни, съдържаща параметри и атрибути на устройството (екран или принтер) за извеждане на графика.

В GDI съществуват пет типа контекст – свързан с екрана (Display DC), принтера (Printer DC), виртуално устройство в паметта (Memory DC), метафайл (Memory DC) и информационен (Information DC).

5.3. GDI (Graphics Device Interface)

Първите четири контекста на устройството - display, printer, memory и metafile представляват унифициран интерфейс за извеждане на графична информация на разнотипни устройства, освобождавайки разработчика от необходимостта да се грижи къде точно ще се възпроизведе графиката.

Информационният контекст не се използва за извеждане на графика - той служи предимно за получаване на информация за параметрите и поддържаните режими от устройствата, с които е свързан.

Display DC служи за извеждане на екрана, Printer DC – за печат на принтер или извеждане на плотер, Memory DC – за създаване на растерни изображения в паметта с възможност за бързо копиране в другите типове контекст (и обратно).

Metafile DC е необходим за извеждане на графиката в метафайл (съдържа последователност от GDI команди, всяка от които описва една графична функция). За разлика от растерните файлове, които съхраняват информация във вид на масив от пиксели, метафайлът съхранява последователност от команди.

37