

Grafické adaptéry a monitory

Obsah přednášky

- Generace grafických adaptérů.
- Principy AGP.
- Rozhraní monitorů.
- Principy tvorby barev.
- Video paměť – základní principy.
- Monitor CRT – základní informace.

Vývojové stupně grafických adaptérů

- **Kriteria:** umístění video paměti, kapacita video paměti, režimy činnosti (textový/grafický), způsob řízení monitoru (číslicové/analogové), možnost vkládání znakových sad (fontů), grafický procesor, systémová sběrnice

- **1. generace grafických adaptérů**

časové vymezení – r. 1984 – 1987 (první typy PC XT)

grafický adaptér součástí systémové desky, včetně video paměti, video paměť do kapacity 64 kB,

pouze textový režim – nízké nároky na velikost video paměti, nebyla možnost definovat vlastní znakové sady, zobrazení černobílé

Situace - tlak na to, aby:

funkce grafického adaptéru byly přesunuty do samostatné komponenty komunikující přes systémovou sběrnici – stav technologie to umožňoval (sběrnice, technologie grafických adaptérů).

Vývojové stupně grafických adaptérů

- **2. generace grafických adaptérů**

časové vymezení – r. 1987 – (PC XT)

grafický adaptér - samostatná komponenta (deska) komunikující s procesorem přes konektor systémové sběrnice

pomalá systémová sběrnice (4,77 MHz),

systémová sběrnice - předchůdce sběrnice ISA (stejná konstrukce konektoru – pouze 8 bitové datové přenosy)

video paměť – do kapacity 256 kB

velikost paměti nedovolovala pracovat v grafickém režimu, zobrazení černobílé,

nemožné definovat znakové sady, pouze možné vyměnit paměť PROM, pokud byla v patici,

- Situace - tlak na to, aby:

- 1) grafický adaptér uměl kvalitní grafický režim,

- 2) byla k dispozici rychlejší systémová sběrnice.

Vývojové stupně grafických adaptérů

- **3. generace grafických adaptérů**

grafický adaptér ve sběrnici ISA

klasická konfigurace - video paměť kapacity 2 MB

barevné zobrazení – text i grafika,

sběrnice ISA pomalá – tlak na snížení objemů dat přenášených mezi operační paměť a video paměť na grafickém adaptéru,

řešení - zabudování grafického procesoru do grafického adaptéru (zvýšení ceny),

analogové řízení monitoru – zvýšení počtu barev,

- Situace - tlak na to, aby:

- 1) byla k dispozici rychlejší systémová sběrnice (ISA zcela nevyhovovala),

- 2) zvýšila se kvalita barevného zobrazení (počet barev, rozlišení),

- 3) byla k dispozici dokonalejší grafika.

- Naplnění bodů 2) a 3) – zvýšení kapacity paměti.

Vývojové stupně grafických adaptérů

- **4. generace grafických adaptérů**

grafický adaptér ve sběrnici PCI,

výrazné zrychlení systémové sběrnice: ISA - 8 MB/s, PCI – 132 MB/s,

pokud navíc grafický procesor – výrazné zrychlení,

velikost video paměti – běžně 8 MB,

kvalitní barevné monitory,

analogové řízení monitoru – vysoký počet barevných odstínů v grafickém režimu – $2^{18}/ 2^{24}$,

nevýhoda: rychlost sběrnice PCI byla sdílena více PCI klienty (stejně jako u předcházejících systémových sběrnic).

- Situace – tlak na to, aby:

- 1) se zvýšila rychlost systémové sběrnice,

- 2) bylo možné více využívat operační paměť.

Velikost video paměti a její souvislost s rozlišením

Rozlišení	Velikost video RAM
640 x 480	1 MB
800 x 600	1,5 MB
1024 x 768	2 MB
1152 x 864	2,5 MB
1280 x 1024	3 MB
1600 x 1200	4 MB

Zobecnění – souvislost mezi velikostí paměti a použitelným rozlišením

Příklady parametrů graf. adaptérů ve sběrnici ISA

Rozlišení	Snímková synchronizace [Hz]	Řádková synchronizace [kHz]
640 x 480	60	31,5
640 x 480	72	37,8
800 x 600	75	46,9
800 x 600	85	53,7
1024 x 768	75	60,0
1024 x 768	85	68,8
1152 x 864	85	77,6
1280 x 1024	75	80,0
1280 x 1024	85	91,2

Vývojové stupně grafických adaptérů

- 5. generace grafických adaptérů

Řešení problémů předcházející generace grafických adaptérů – sběrnice AGP (Accelerated Graphics Port).

Označení „AGP sběrnice“ není správné, protože jde o spojení point-to-point. Základní rys sběrnice AGP: dedikovaná a rychlá komunikace.

Šířka pásma – 4x vyšší než sběrnice PCI (533 MB/s oproti 132 MB/s).

Další cesty ke zvýšení rychlosti:

- 1) zřetězené adresování
- 2) sideband addressing (postranní adresování)

Obě techniky jsou známy jako **Direct Memory Execute (DIME)**.

AGP je rozšířením sběrnice PCI – najdeme tam stejné signály + signály další.

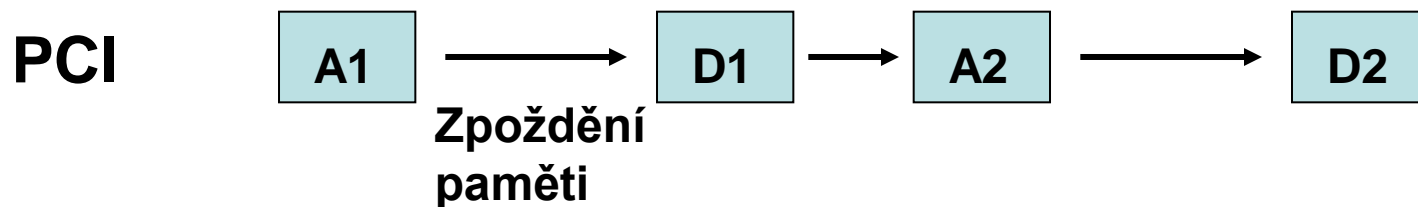
Důvody pro přechod z PCI na AGP - shrnutí

- Sběrnice PCI byla využívána dalšími klienty.
- Stav, kdy grafická data se zpracovávají procesorem, po dobu zpracování jsou uložena v operační paměti, jsou však uložena také ve video paměti na grafické kartě – neekonomické.
- Kapacita video paměti na grafickém adaptéru nemusela pro náročné grafické aplikace stačit.
- Stav techniky - na systémové desce nainstalována operační paměť velké kapacity – **proč nevyužívat tuto paměť grafickým adaptérem?**
- Zvyšování kapacity video paměti – zbytečný náklad.
- Sběrnice PCI se 132 MB/s přestala svou rychlostí stačit.
- Výsledek – **grafický adaptér posazený do rychlé a dedikované sběrnice a využívající operační paměť pro grafické účely.**

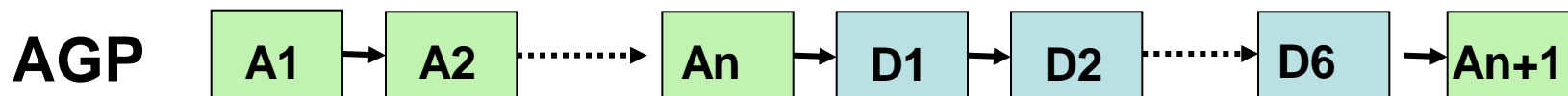
AGP – další informace

- Technologie AGP vznikla úpravou sběrnice PCI, takže některé řídicí signály jsou shodné (adresová a datová část AGP používá stejné vodiče pro přenos jako PCI).
- Došlo k několika modifikacím, z nichž nejvýraznější je odstranění arbitra – není důvod pro jeho existenci, je připojeno pouze jedno zařízení.

Zřetěžené adresování - komentář



Po získání dat z adresy A1 se teprve může generovat adresa A2 (toto není zřetěžené zpracování).



Adresy jsou generovány a přenášeny zřetěženě, bezprostředně za sebou, data jsou pak čtena postupně.

Po přenesení D6 – přenos dalších adres a následně pokračování dalších datových přenosů.

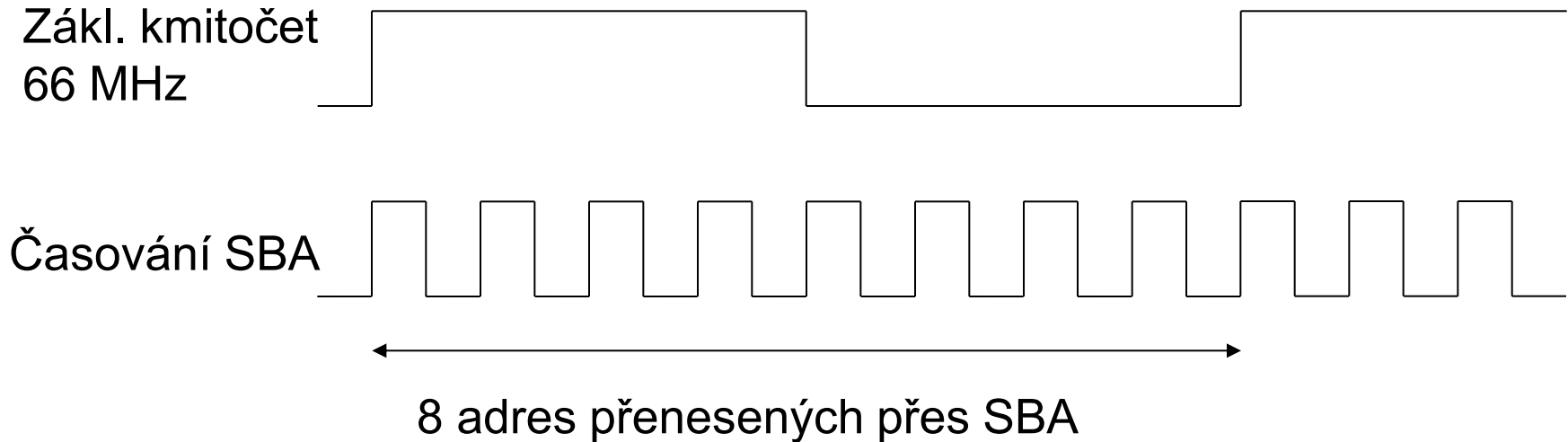
Sideband Addressing

- AGP využívá další bity adresy – 8 bitů SBA (Sideband Addressing).
- Těchto 8 bitů adresuje oblast operační paměti, kde jsou uložena grafická data v době, kdy se realizují datové přenosy z adres zadaných v předcházejícím cyklu, touto rychlostí se i přenášejí přes AGP.
- *Představa: v rozhlase hrají na přání, mezitím se v „regálech“ hledá další skladba, která bude hrána na přání. V okamžiku, kdy se má hrát, má ji operátor k dispozici a může se začít vysílat (přenášet).*
- Obdobně: v okamžiku, kdy se mají data začít přenášet z operační paměti přes sběrnici AGP do video paměti, jsou již na straně operační paměti k dispozici.
- Pokud by nebylo SBA – proces čtení by se zahájil teprve po přenosu.
- Výsledek: jedna data se přenášejí přes sběrnici AGP, další data se čtou z operační paměti.
- Existence Sideband Addressing – možnost realizovat rychlosti AGP 4X a AGP 8X.

Verze AGP podle rychlosti

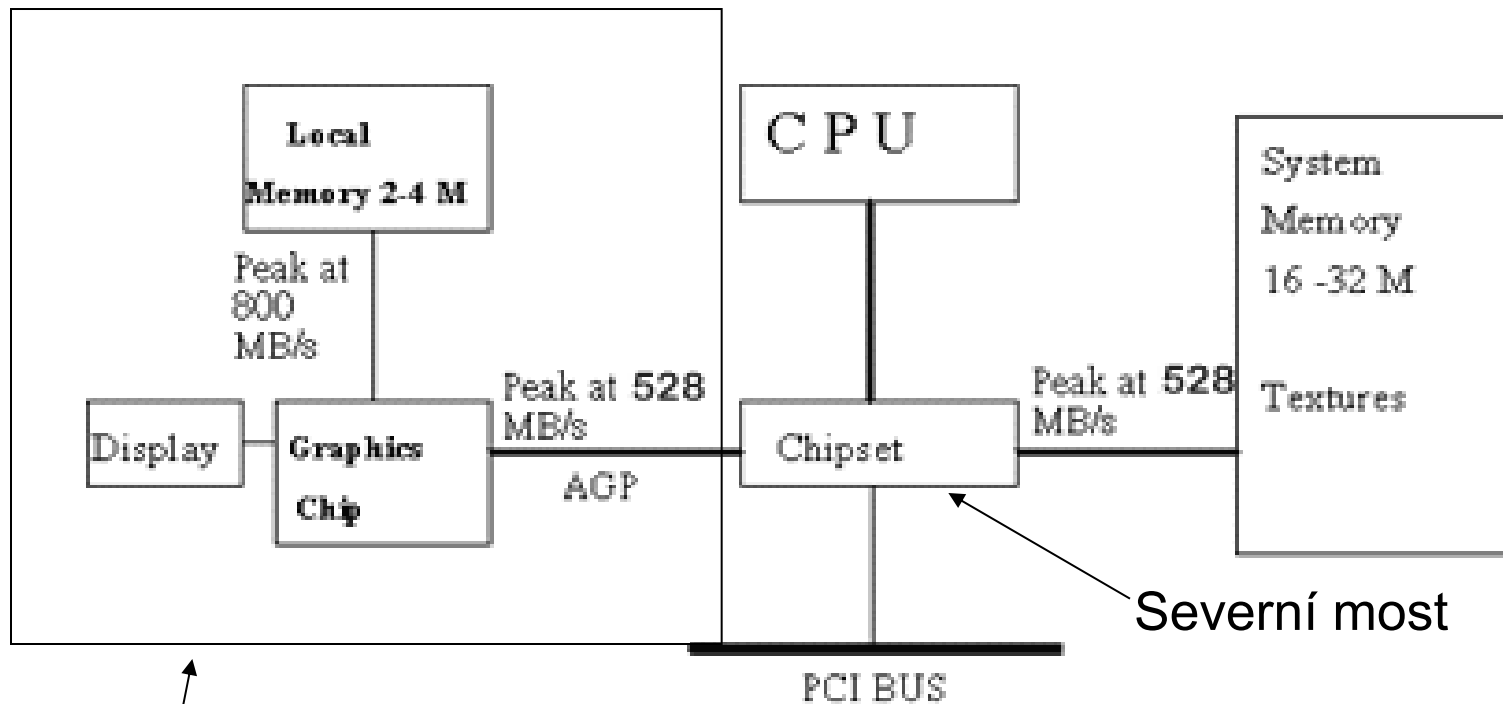
- **Rychlost PCI:** kmitočet 33 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost sběrnice PCI – 132 MB/s
- **AGP 1X** – kmitočet 66 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost AGP – 264 MB/s, v rámci periody synchronizačního pulsu je přenos realizován jednou.
AGP 2X - kmitočet 66 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost AGP – 528 MB/s, v rámci periody synchronizačního pulsu je přenos realizován dvakrát – od obou hran, tzn. kmitočet přenosů 132 MHz.
- **AGP 4X** - kmitočet 66 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost AGP – 1056 MB/s (1,07 GB/s), v rámci periody synchronizačního pulsu je přenos realizován 4x – využití sideband addressing, kmitočet přenosů – 264 MHz.
- **AGP 8X** - kmitočet 66 MHz, šířka toku 32 bitů → rychlost AGP – 2128 MB/s (2,1 GB/s), v rámci periody synchronizačního pulsu je přenos realizován 8x – využití sideband addressing, kmitočet přenosů – 528 MHz.
- **Další parametr – snižování napájecího napětí** (snižování energetické náročnosti) → snižování rozdílu mezi logickými úrovněmi → zvyšování rychlosti přepínání elektronických prvků.

AGP 8X – časový diagram



Přes SBA jsou adresována další paměťová místa, stejným kmitočtem jsou data přenášena z operační paměti do video paměti na grafickém adaptéru.

AGP – architektura



Grafický adaptér

Grafický procesor (čip) má schopnost číst grafická data ze systémové paměti rychlostí 528 MB/s – v případě AGP 2x.

Je to obdoba DMA.

Sběrnice PCI Express a grafický adaptér

- **6. generace grafických adaptérů**

Základní myšlenka: realizace spoje point-to-point vícekrát – viz následující tabulka, počet za symbolem „x“ reprezentuje počet spojů. Každý spoj je obousměrný a je dedikovaný.

PCI Express je tzv. rozšiřitelná (scalable) – důležitá vlastnost u sériových spojů (scalability).

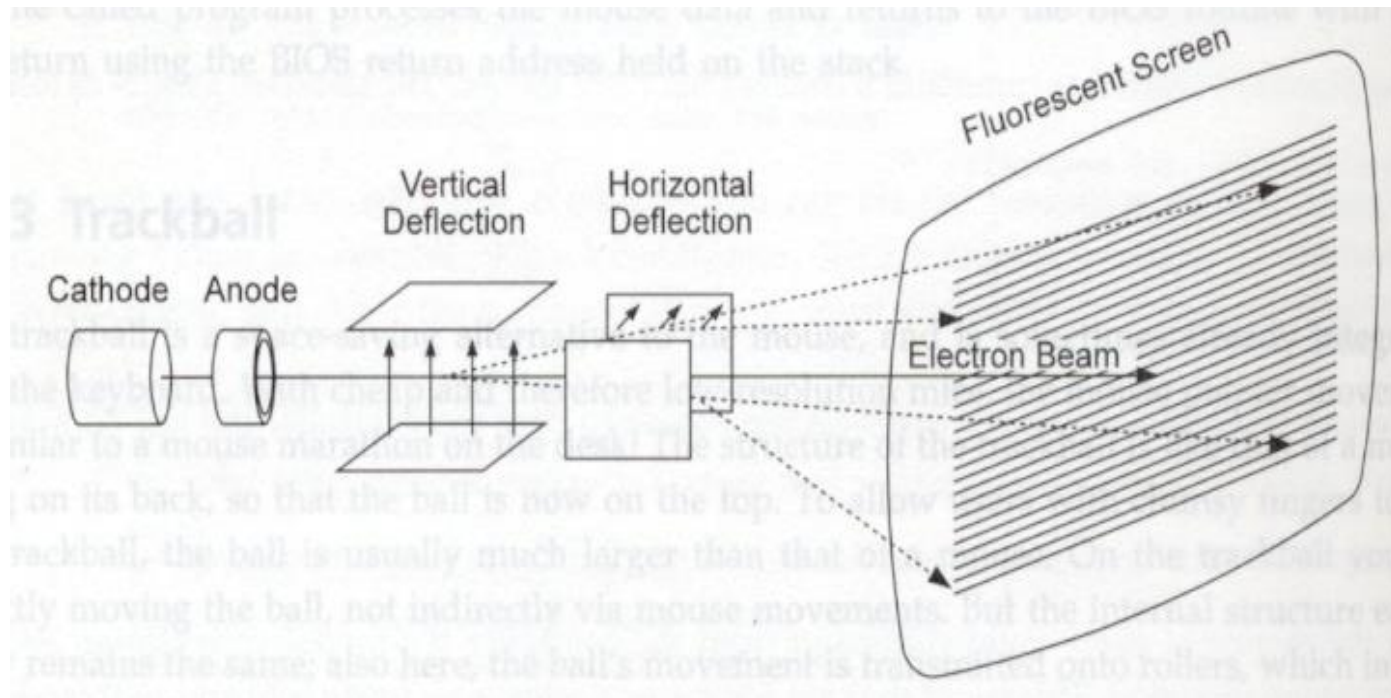
Srovnání: PCI – 132 MB/s, PCI Express – až 8 000 MB/s

Typ	Počet spojů	Počet Vývodů	MB/s	využití
x1	1	4	500	
x2	2	8	1000	
x16	16	64	8000	grafická karta

Principy tvorby obrazu

- Veškerá činnost monitoru je řízena grafickým adaptérem, **monitor nemá žádnou schopnost autonomní činnosti.**
- Grafický adaptér musí poskytovat monitoru **synchronizační signály** (horizontální a vertikální) a informaci o barvě bodů – žádné další signály monitor nepotřebuje.
- Informace o barvě bodů: **černobílé zobrazení**
signál o barvě bodu má jednu ze dvou hodnot, touto informací je ovládáno napětí na anodě, tím se řídí rychlost emitovaného svazku elektronů – svazek je buď urychlen nebo nikoliv, po dopadu na obrazovku se bod rozsvítí nebo nerozsvítí – v závislosti na energii svazku, takto je to v monitoru, který zobrazuje černobíle.
- Jak je to v černobílém televizoru?
signál, jímž je řízeno urychlení svazku elektronů je analogový – podle úrovně signálu se zrychlí svazek elektronů – na obrazovce se zobrazí různá úroveň šedi.

Monitor CRT zobrazující černobíle

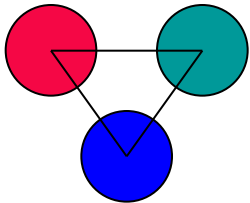


Svazek elektronů je napětím na anodě urychlován a dopadem na obrazovku rozsvěcuje/nerozsvěcuje body na obrazovce – vzniká obraz.

Katoda spolu s anodou jsou označovány pojmem „elektronové dělo“.

Anglický termín – Cathode Ray Tube (CRT).

Princip barevného zobrazení na monitoru CRT



Jeden barevný bod (pixel) se skládá ze tří bodů menších – R, G, B (subpixely) – ty září červeným, zeleným nebo modrým světlem.

Barevné body leží velmi blízko sebe – naše oko to nerozezná – výsledkem je barva vzniklá aditivním smícháním těchto základních barev.

Barevný monitor CRT má pak 3 elektronové svazky (elektronová děla), každý z nich dopadá na „svůj“ barevný bod.

Pokud je reprezentace o barvě digitální –konkrétní barevná složka se podílí/nepodílí na tvorbě výsledné barvy (viz tabulka na následující straně).

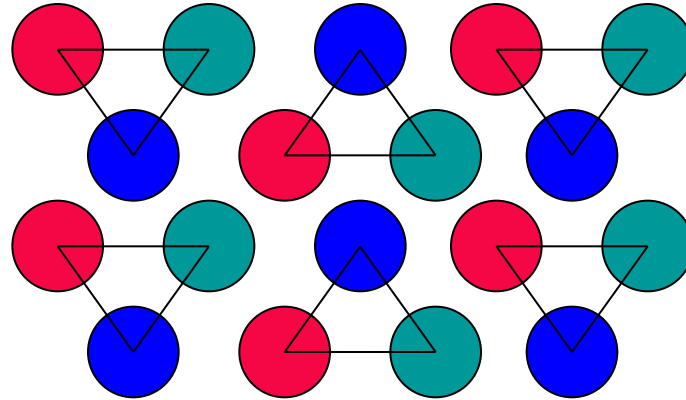
Reprezentace o barvě je analogová – pak konkrétní barevná složka má různou úroveň jasu – výsledkem je značný počet barev daný počtem bitů, jimiž je konkrétní barva reprezentována.

Digitální řízení monitoru

Princip – 3 bity, pro každou z barev RGB jeden bit, barevná složka se ve výsledné barvě uplatní/neuplatní – pouze 8 možných barev.

Základní barvy	Výsledné barvy
žádná	černá
červená	červená
modrá	modrá
červená, modrá	magenta
zelená	zelená
červená, zelená	žlutá
modrá, zelená	tyrkysová
červená, modrá, zelená	bílá

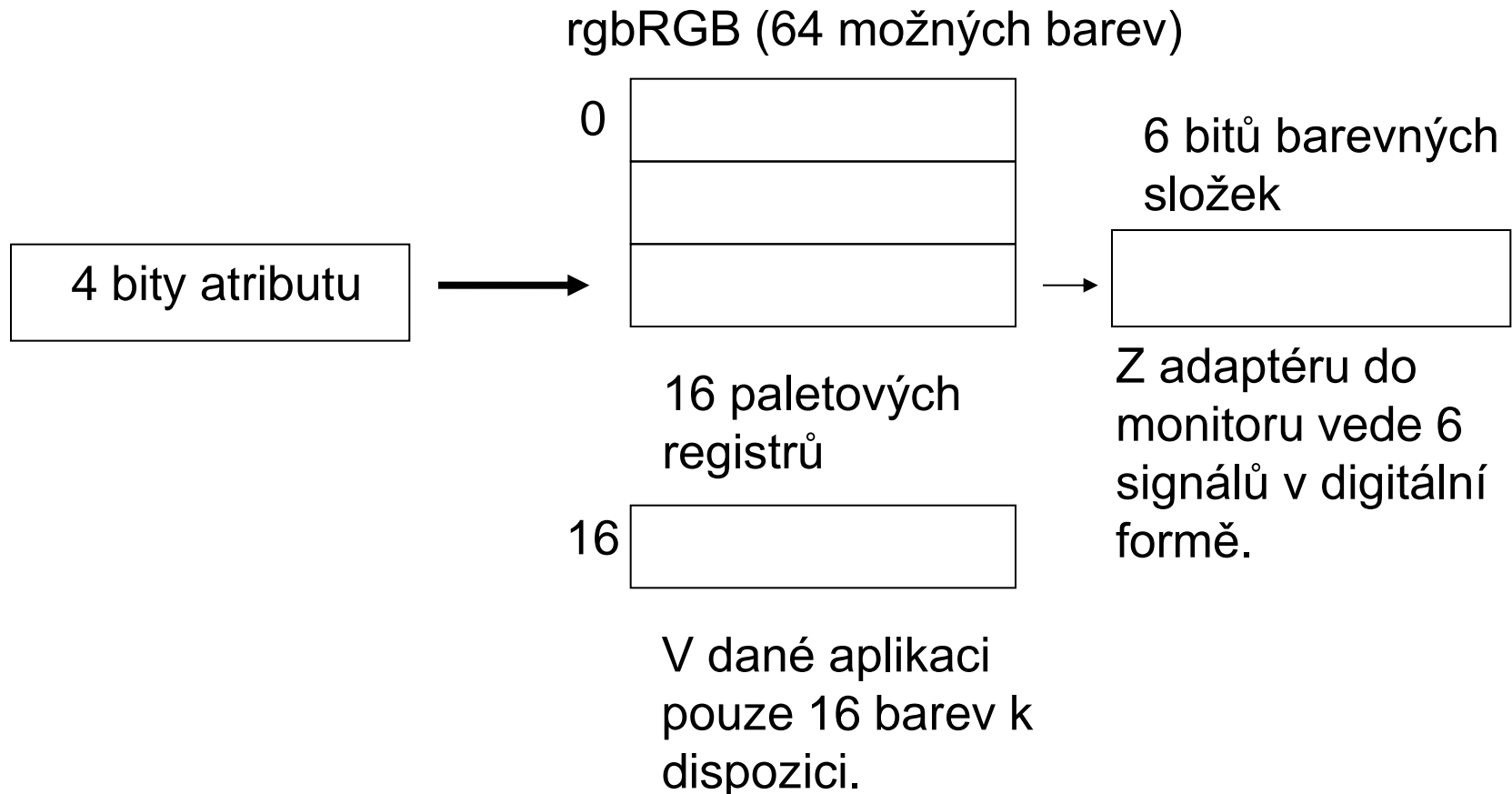
Tvorba barvy



3 elektronová děla – výsledný barevný vjem je dán neschopností rozpoznat samostatné barevné body – nedokonalost našeho oka.

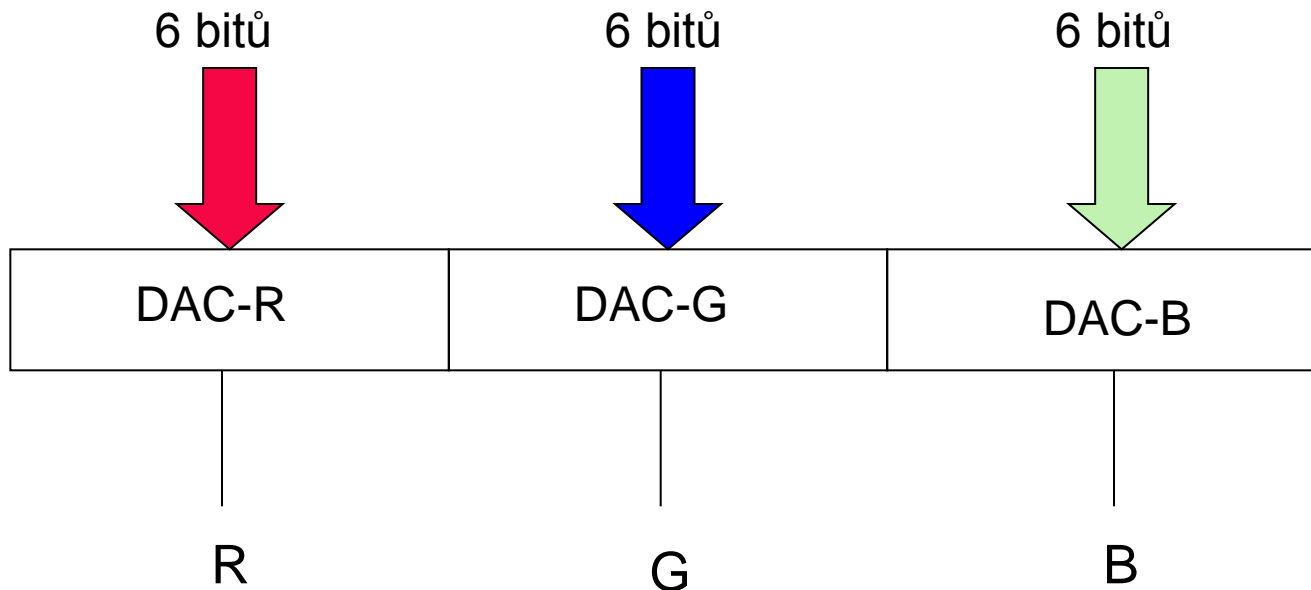
Historie tvorby barev

- Paměťové možnosti grafického adaptéru – možnosti uplatnění barev.
- Pojem paletového registru - adaptér EGA (starší princip).



Č/A převodník – důležitý prvek zobrazení barev (VGA)

- Převádí binární informaci o barvě na analogovou hodnotu.
- Ta je vedena do monitoru kabelem a touto hodnotou je řízeno urychlení elektronového svazku.



Reprezentace 1 barvy - 6 bitů → celkem 2^{18} barev

Jiná alternativa – 8 bitů/barvu → celkem 2^{24} barev

Srovnání se situací v prvních ve své době kvalitních monitorech (EGA monitor).

DAC – Digital-to-Analog Converter (Č/A převodník)

SHRNUTÍ

Vývojové stupně grafických adaptérů

- Vývoj architektury – grafický adaptér na systémové desce, resp. na samostatné desce v systémové sběrnici.
- Různé úrovně konstrukce video paměti, její umístění na systémové desce nebo na grafickém adaptéru.
- S technologií a kapacitou video paměti (její velikostí) souvisí alternativa textový v. grafický režim.
- Posloupnost vývoje systémových sběrnic, přes něž byly grafické adaptéry připojovány.
- Využití techniky dedikovaná v. nededikovaná systémová sběrnice pro připojení grafického adaptéru.
- Požadavky na paměť v grafickém resp. textovém režimu.
- Souvislost požadavků na paměť a grafickým resp. textovým režimem.
- Pojem rozlišení.

Důvody pro přechod na vyšší typ grafického adaptéru

- Potřeba vyšší kapacity video paměti (změna umístění – grafický adaptér, operační paměť’).
- Využití grafického procesoru (modifikace obrazu v režii grafického adaptéru).
- Rychlejší systémová sběrnice.
- Zvyšování šířky pásma.