

Zloženie a funkcie grafických kariet

RNDr. Róbert Bohdal, PhD.

História grafických kariet

- MDA (Monochrome Display Adapter) – 1981 *IBM*
- CGA (Color Graphics Adapter) – 1981 *IBM*
- HGC (Hercules Graphics Card) – 1982 *HCT* pre *IBM*
- EGA (Enhanced Graphics Adapter) – 1984 *IBM*
- VGA (Video Graphics Array) – 1987 *IBM PS/2*
- SVGA (Super Video Graphics Array) – 1989

- XGA (1024×768)
- SXGA (1280×1024)
- UXGA (1600×1200)
- QXGA (2048×1536)

História grafických kariet (podľa ich funkcií)

- 1981 MDA (*IBM*) – iba textový režim
- 1981 CGA (*IBM*) – prvá graf. karta, 4 farby s 2 paletami
- 1984,87 EGA/VGA (*IBM*) – 16/256 farieb, práca s paletami
- 1990 (*Tseng*) – stránkovanie, zoom, skrolovanie, okná
- 1991 (*S3, Tseng*) – akcelerácia Windows (bitmapy, 2D)
- 1994 (*Tseng, S3, CL*) – akcel. zobrazovan. videa (MPEG)
- 1996 (...) – implementácia 3D operácií (textúry), pomalé
- 1996 (*3dfx*) – 3D akcelerácia, bola potrebná aj 2D karta
- 1997 (*nVidia*) – implementácia DirectX spolu s OpenGL
- 1998 (*3dfx*) – použitie viacerých GPU, zavedenie SLI
- 1999 (*nVidia*) – implementácia Transform & Lighting

História grafických kariet (podľa ich funkcií)

- 2000 (*3dfx, ...*) – celoobrazovkový antialiasing
- 2001 (*nVidia*) – programovateľný vertex a pixel shader
- 2002 (*Ageia*) – fyzikálne výpočty (časť. systémy, dynamika)
- 2008 (*nVidia*) – CUDA, paralelné výpočty
- 2008 (*AMD, nVidia, Intel, ...*) – OpenCL, paralelné výpočty
- 2013 (*nVidia*) – GameWorks, SDK pre VisualFX a Physics
VisualFX (Face, Hair, Wave, Flame, SoftShadows, ...)
- 2013 (*AMD*) – TressFX Hair (realtime dynamika vlasov)
- 2014 (*nVidia*) – Turf Effects (simulácia trávy a fyz. interakcie)

Porovnanie základných typov grafických kariet

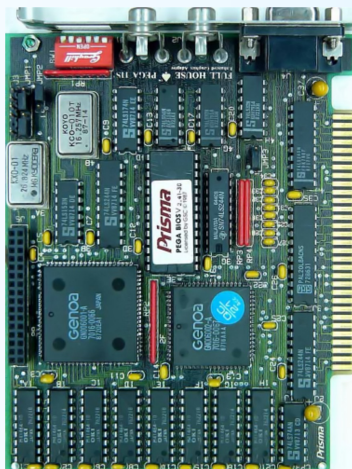
	Rok	Rozlíšenie	Počet farieb	Pamäť
MDA	1981	-	2	4 kB
HGC	1981	720×348	2	4 kB
CGA	1982	640×200	4	16 kB
EGA	1984	640×350	16	256 kB
VGA	1987	640×480	256	256 kB
SVGA	1989	800×600	256	512 kB
XGA	1990	1024×768	65536	2048 kB
	1991		16777216	4096 kB

História grafických kariet ...

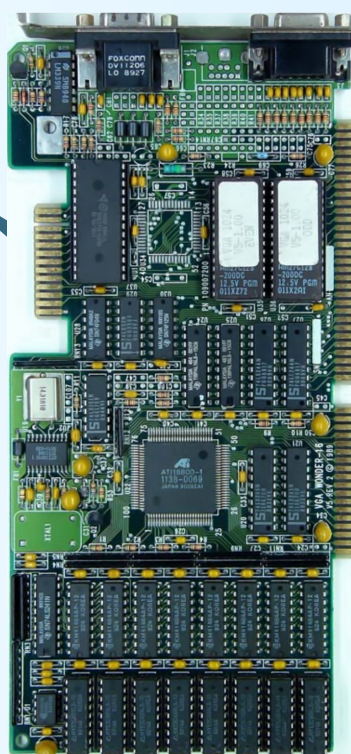
CGA 1984
IBM EC 429



EGA 1986
Prisma PEGA



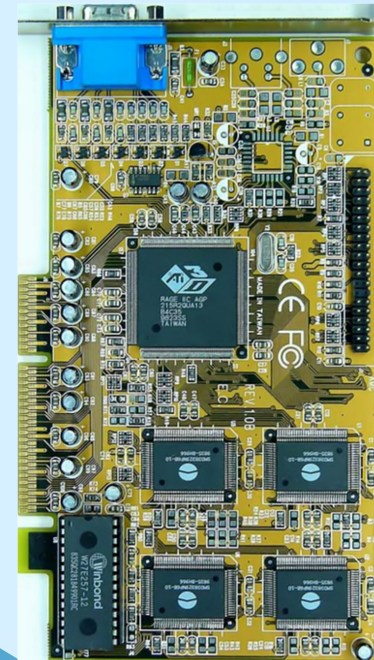
VGA 1989
ATI Wonder



SVGA 1994
S3 Trio32



SVGA 1998
ATI 3D Rage



... a súčasnosť v obrázkoch



2003 ATI Radeon 9800



2003 nVidia GeForce FX5200



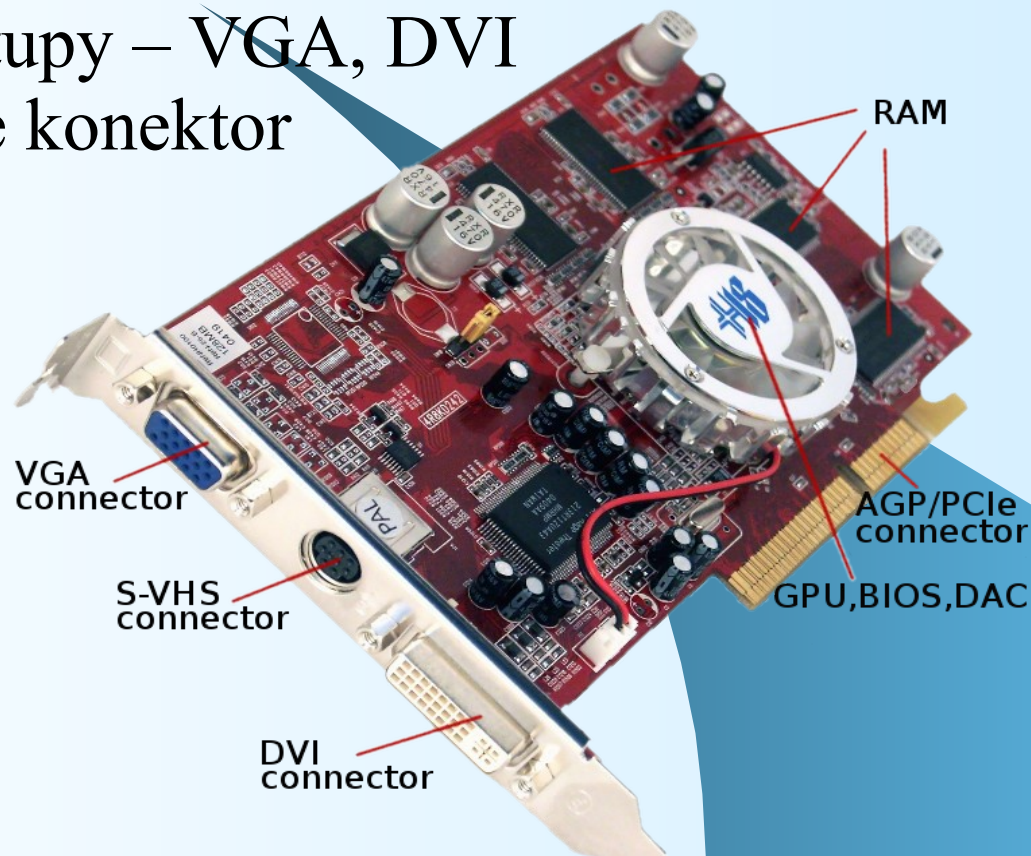
2012 ATI Radeon 6570



2012 nVidia Gforce GTX 690

Štruktúra grafických kariet

- Procesor – GPU (Graphics Processing Unit)
- Video BIOS (Basic Input Output System)
- Videopamäť – RAM (DDR, GDDR)
- RAMDAC (Digital-to-Analog Converter)
- Video výstupy – VGA, DVI
- AGP, PCIe konektor



Funkcie grafických kariet

- Práca s bitmapami, 2D grafika, akcelerácia windows
- Urýchľovanie zobrazovania videa
- 3D grafika: transformácie a osvetľovanie
- Práca s textúrami – mapovanie textúr
- Úprava textúr – filtrovanie (bilinear, anisotropic, ...) viacúrovňové textúry, hrboľatosť (bump mapping), atď.
- Určovanie viditeľnosti (z-buffering)
- Priesvitnosť, aplikovanie hmly (alpha blending, fog)
- Vyhladzovanie (antialiasing)
- Práca s tieňmi (shadow mapping, soft shadows)
- Urýchľovanie HD videa
- Programovateľný pixel a vertex shader
- Fyzikálne simulácie, časticové systémy, kolízia telies, ...

Práca s bitmapami, 2D grafika a urýchľovanie videa

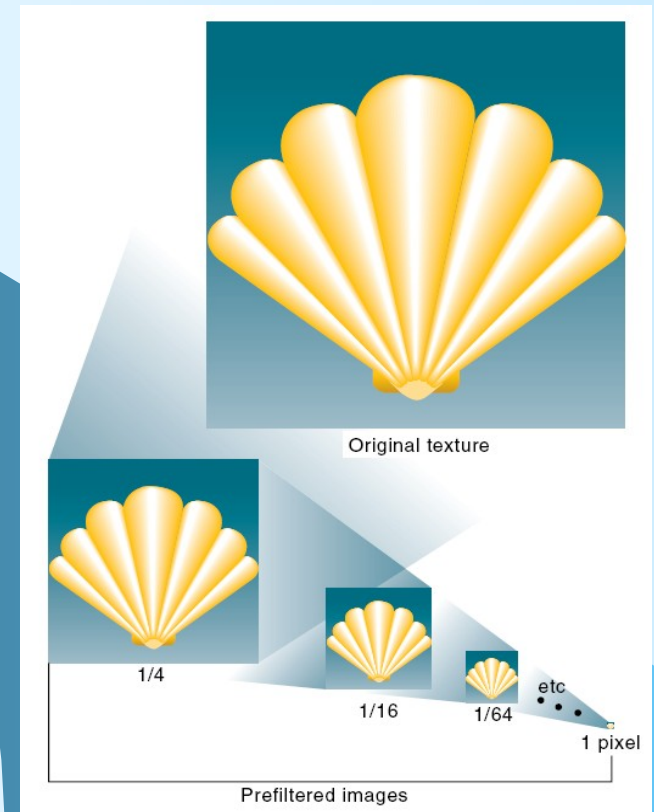
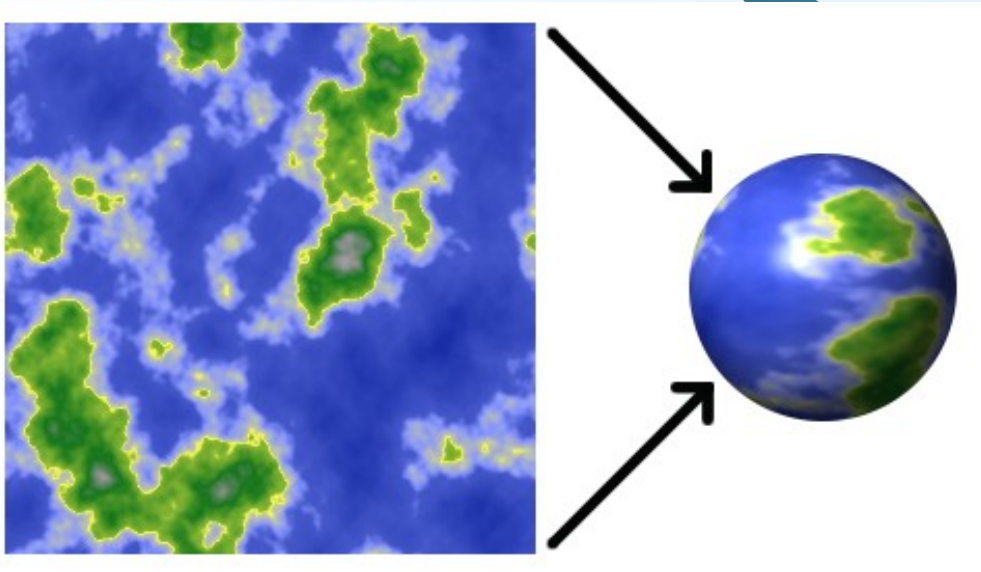
- Základné operácie s bitmapami:
kopírovanie, presúvanie (bitblt), maskovanie, AND, OR, XOR, ...
- HW vykresľovanie kurzoru myši a malých bitmáp.
- Základné operácie v 2D grafike:
rozklad 2D primitívov (úsečka, oblúk, polygón, text, ...) do rastra, orezávanie vzhľadom na okno.
- Urýchľovanie zobrazovania videa:
dekomprimácia, interpolácia, IDCT, preškáľovanie obrazu, orezávanie, presun do framebufferu.
- Konverzia medzi farebnými modelmi YCbCr a RGB.

3D transformácie a osvetľovanie

- 3D transformácie znamenajú:
prepočet svetových súradníc na pohľadové, orezávanie a projekcia do 2D roviny.
- Transformácia často zahŕňa aj *teseláciu* objektov a odstraňovanie neviditeľných stien.
- Pri osvetľovaní sa počíta farba objektov scény vzhľadom na umiestnenie svetiel a ostatných telies v scéne. Používa sa najmä Phongov osvetľovací model a Gouraudove alebo Phongovo tieňovanie.

Mapovanie textúr

- Mapovanie znamená prepočet bodov textúry na povrch telesa. Pri 3D textúrach sa prepočet aplikuje aj na vnútro.
- Často sa aplikujú viacúrovňové textúry (mip mapping), aby sa odstránil problém pri perspektíve.



Filtrovanie textúr

- Odstraňuje „štvorčekový efekt“, ktorý vzniká pri aplikovaní malých textúr na veľký objekt.
- Používa sa buď jednoduchý bilineárny či trilineárny filter alebo anizotropické filtrovanie.



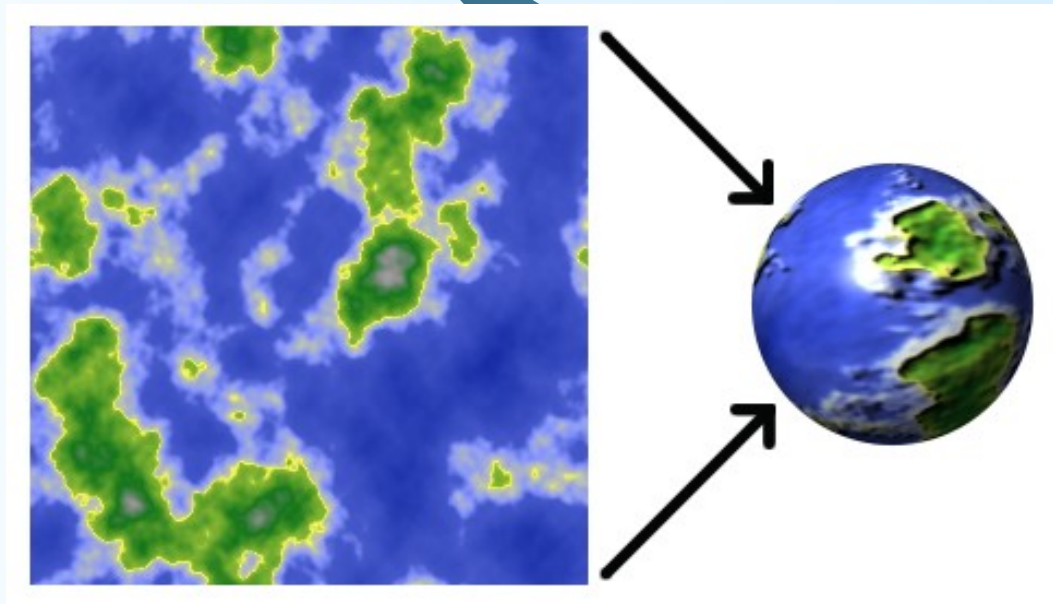
No bilinear filtering



bilinear filtering

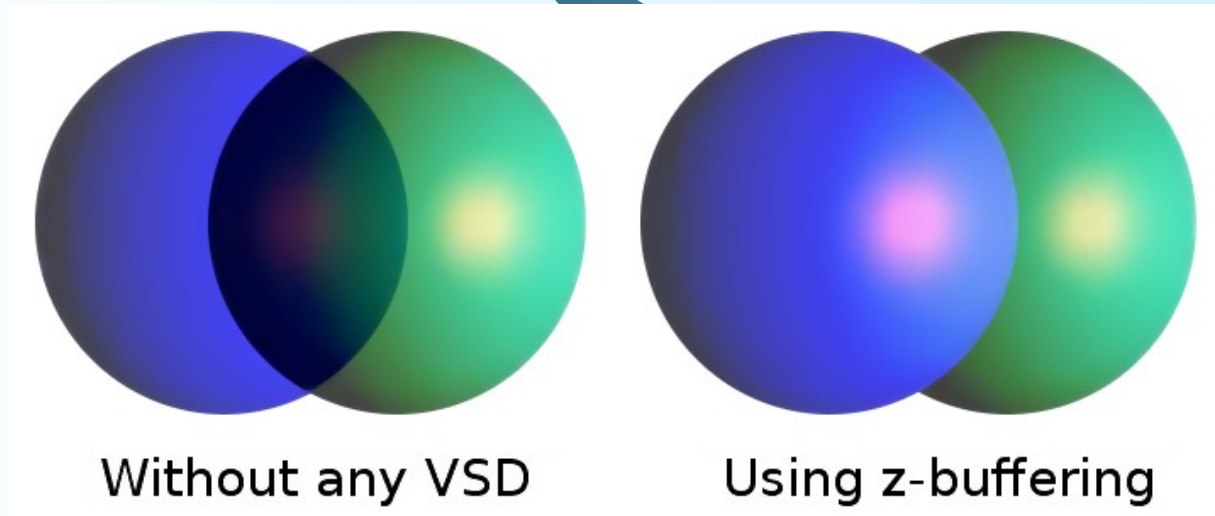
Hrboľaté textúry

- Dodávajú objektom realistickejší vzhľad.
- Vytvárajú vizuálne nerovný povrch na objektoch, ktoré sú často úplne hladké.
- Používa sa pripravená mapa vyvýšenia, ktorá je aplikovaná na danú textúru.



Určovanie viditeľnosti

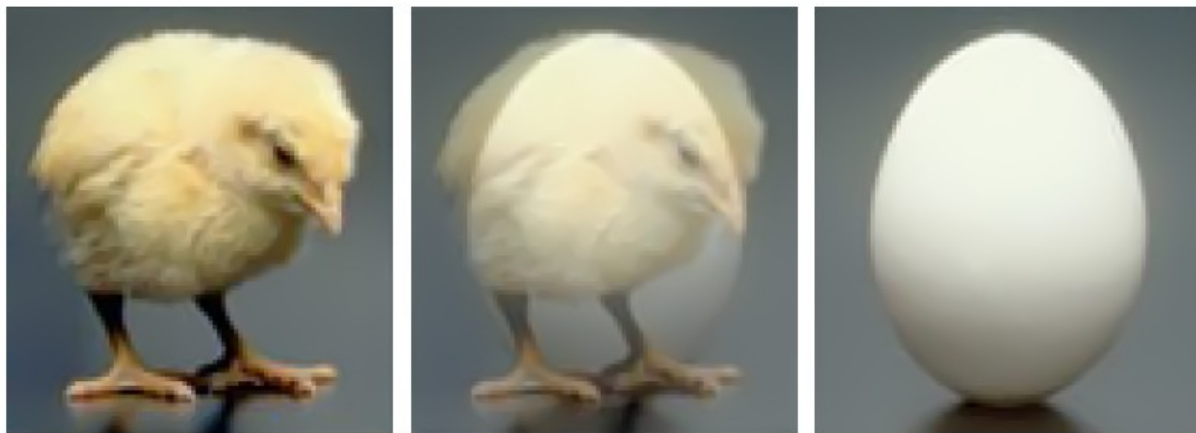
- Najčastejšie sa na určenie viditeľnosti používa metóda *z-bufferingu*. Je veľmi jednoduchá, zahŕňa iba ukladanie z-ových súradníc vypočítaných pixlov objektov scény a porovnávanie s predošlou hodnotou v bufferi.



Priesvitnosť a aplikovanie hmly

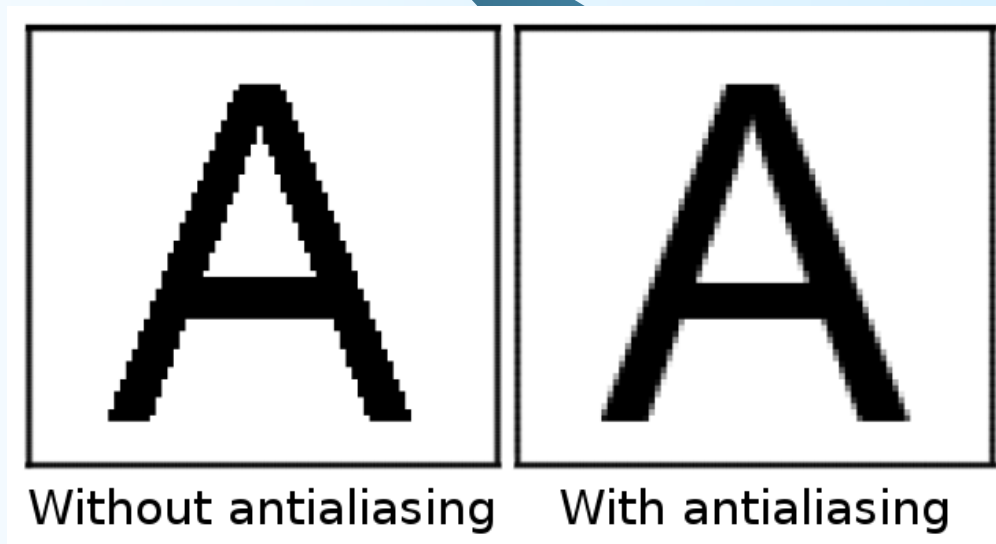
- Dodáva scénam oveľa realistickejší vzhľad.
- Body objektov musia mať okrem farby určenú aj hodnotu priesvitnosti – α hodnotu. Táto určuje ako je daný bod priesvitný.
- Najčastejšie sa používa pre výpočet výslednej hodnoty pixlu vzt'ah:

$$[r,g,b] = \alpha[r,g,b]_{\text{foreground}} + (1-\alpha)[r,g,b]_{\text{background}}$$



Vyhladzovanie – antialiasing

- Odstraňuje artefakty obrazu – „schodíkový efekt“.
- Najčastejšie sa rieši pomocou prevzorkovania – super-samplingu. V súčasnosti sa používa aj metóda quincunx.
- Celoscénový (fullscene) antialiasing pri veľkom rozlíšení je pomerne časovo náročná operácia.



Pokročilé funkcie

- Zobrazovanie tieňov (shadow mapping).
- Osvetľovanie na úrovni pixlov (per pixel lighting).
- Mapovanie prostredia (environment mapping).
- Hladké spájanie textúr (texture blending).
- Kompresia textúr (texture compressing).
- Multitextúry – kombinácia viacerých textúr (bump map, light map, environment map).
- Urýchľovanie HD videa.
- Programovateľný pixel a vertex shader.
- *PhysX* – fyzikálne simulácie: časticové systémy, kolízia telies, dynamika telies a tekutín, simulácia vlasov a oblečenia, rozpad objektov ...
- *CUDA, OpenCL* – využitie GPU pre paralelné výpočty.
- Raytracing a volume rendering.