



GRAFICKÉ KARTY

Úvod

- Grafická karta se stará o grafický výstup na monitor, TV obrazovku či jinou zobrazovací jednotku
 - v případě, že karta obsahuje tzv. VIVO (video-in a video-out), umožňuje naopak i vstup videosignálu např. z kamery, videopřehrávačů apod.

INTEGROVANÉ vs. EXTERNÍ KARTY

- Grafická karta může být integrovaná na základní desce počítače (IGP), v procesoru (APU), nebo se prodává ve formě rozšiřující karty počítače
 - IGP bývaly typicky v low-end deskách a jejich výkon se výkonem externích grafických karet nedá srovnat

SBĚRNICE GRAFICKÝCH KARET

- PC-BUS
- ISA
- EISA
- VL-Bus
- PCI
- AGP
- PCI-Express

PARAMETRY GRAFICKÝCH KARET

- Rozlišení
 - Udává se jako počet bodů v ose X krát počet bodů v ose Y
- staré:

	Rok	Text mód	Grafický mód	Barev	Paměť
MDA	1981	80*25	-	2	4 KB
CGA	1981	80*25	640*200	4	16 KB
HGC (Hercules)	1982	80*25	720*348	2	64 KB
EGA	1984	80*25	640*350	16	256 KB
EGC	1984	80*25	640*400	16	
IBM 8514	1987	80*25	1024*768	256	
MCGA	1987	80*25	320*200	256	
VGA	1987	80*25	640*480	256	256 KB
SVGA	1989	80*25	800*600	256	512 KB
XGA	1990	80*25	1024*768	65,536	2 MB

PARAMETRY GRAFICKÝCH KARET

- dnešní:

4:3	5:4	8:5 (16:10)	16:9
XGA 1024x768	SXGA 1280x1024	WXGA 1280x800	WVGA 854x480
SXGA- 1280x960	QSXGA 2560x2048	WXGA+ 1440x900	HD720 1280x720
SXGA+ 1400x1050	SINS 3200x2560	WSXGA 1680x1050	WXGA 1366x768
UXGA 1600x1200		WUXGA 1920x1200	WXGA++ 1600x900
QXGA 2048x1536		WQXGA 2500X1600	HD1080 1920x1080
QSXGA+ 2800x2100			QFHD (4K) 3840x2160
QUXGA 3200x2400			QUHD (8K) 7680x4820

PARAMETRY GRAFICKÝCH KARET

- Obnovovací frekvence
 - určuje, kolikrát za vteřinu je grafická karta schopna aktualizovat obraz
 - u CRT monitorů za ergonomickou považujeme hodnotu 72 Hz, nižší hodnoty jsou pro delší práci s počítačem nepřijatelné
 - optimální je frekvence 75–85 Hz, nejlépe však 100 Hz a více

PARAMETRY GRAFICKÝCH KARET

- Barevná hloubka
 - udává se jako jedno číslo a říká, kolik různých barev je karta schopna zpracovat
 - například může jít o 16,7 mil. barev či jen 256 barev
 - barevná hloubka je udávána jako maximální počet bitů určených pro záznam barvy. Jde tedy o přepočet, kdy číslo udává mocninu dvojky

PARAMETRY GRAFICKÝCH KARET

- 24 bit

Sample Length:	8								8								8							
Channel Membership:	Red								Green								Blue							
Bit Number:	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
RGBAX									R. G. B. A. X															
Sample Length Notation:									8.8.8.0.0															

- 32 bit

Sample Length:	8								8								8								8							
Channel Membership:	None								Red								Green								Blue							
Bit Number:	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
RGBAX									R. G. B. A. X																							
Sample Length Notation:	8.8.8.0.8																															

Sample Length:	8								8								8								8							
Channel Membership:	Alpha								Red								Green								Blue							
Bit Number:	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
RGBAX									R. G. B. A. X																							
Sample Length Notation:	8.8.8.8.0																															

PARAMETRY GRAFICKÝCH KARET

- Velikost paměti
 - patří k základním parametrům grafické karty
 - grafický čip tuto paměť využívá pro ukládání vytvořeného obrazu, mezivýsledků, doplňujících informací a textur
 - důležitou vlastností je také přístupová doba této paměti – čím menší, tím lepší

SOUČÁSTI GRAFICKÝCH KARET

- GPU
- Paměť
- RAMDAC
- Výstupy



SOUČÁSTI GRAFICKÝCH KARET

- GPU
 - grafický procesor je výpočetní jádro grafické karty
 - ve specifických výpočtech je výkonnější než CPU
 - moderní GPU se v současné době využívají i k jiným výpočtům než jen pro zobrazování dat
 - GPU obsahují stovky milionů tranzistorů, vyžadují intenzivní chlazení a výkonný elektrický zdroj

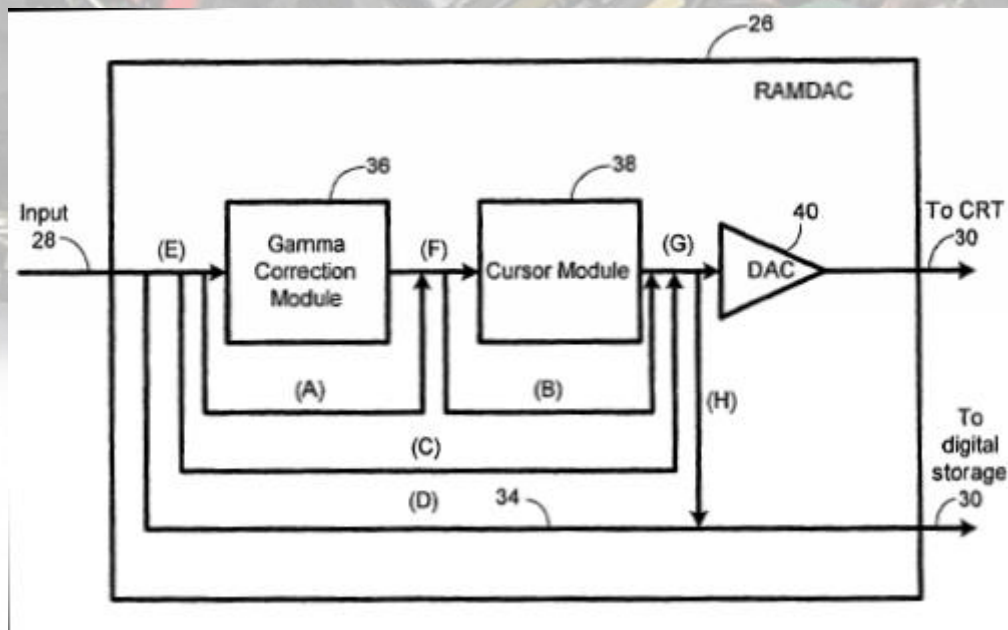
SOUČÁSTI GRAFICKÝCH KARET

- Paměť
 - slouží k ukládání informací nutných pro grafické výpočty
 - pokud je grafická karta integrovaná na základní desce, používá operační paměť počítače, dedikovaná má vlastní paměť, nejčastěji nějaký typ GDDR

SOUČÁSTI GRAFICKÝCH KARET

- RAMDAC

– převodník digitálního signálu, se kterým pracuje grafická karta, na analogový nebo digitální, kterému rozumí zobrazovací zařízení



VÝSTUPY GRAFICKÝCH KARET

- VGA (Video Graphics Array)
 - analogový grafický výstup, používán starými monitory CRT a kompatibilními zařízeními
 - možno převést redukci z digitálního výstupu DVI

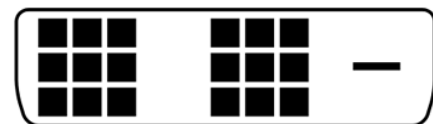


VÝSTUPY GRAFICKÝCH KARET

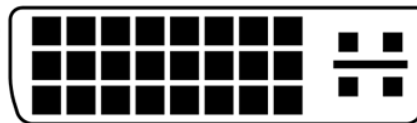
- DVI (Digital Visual Interface)
 - digitální grafický výstup, používaný řadou LCD panelů, projektory a dalšími zobrazovacími zařízeními



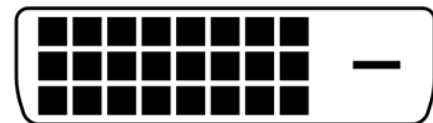
DVI-I (Single Link)



DVI-D (Single Link)



DVI-I (Dual Link)



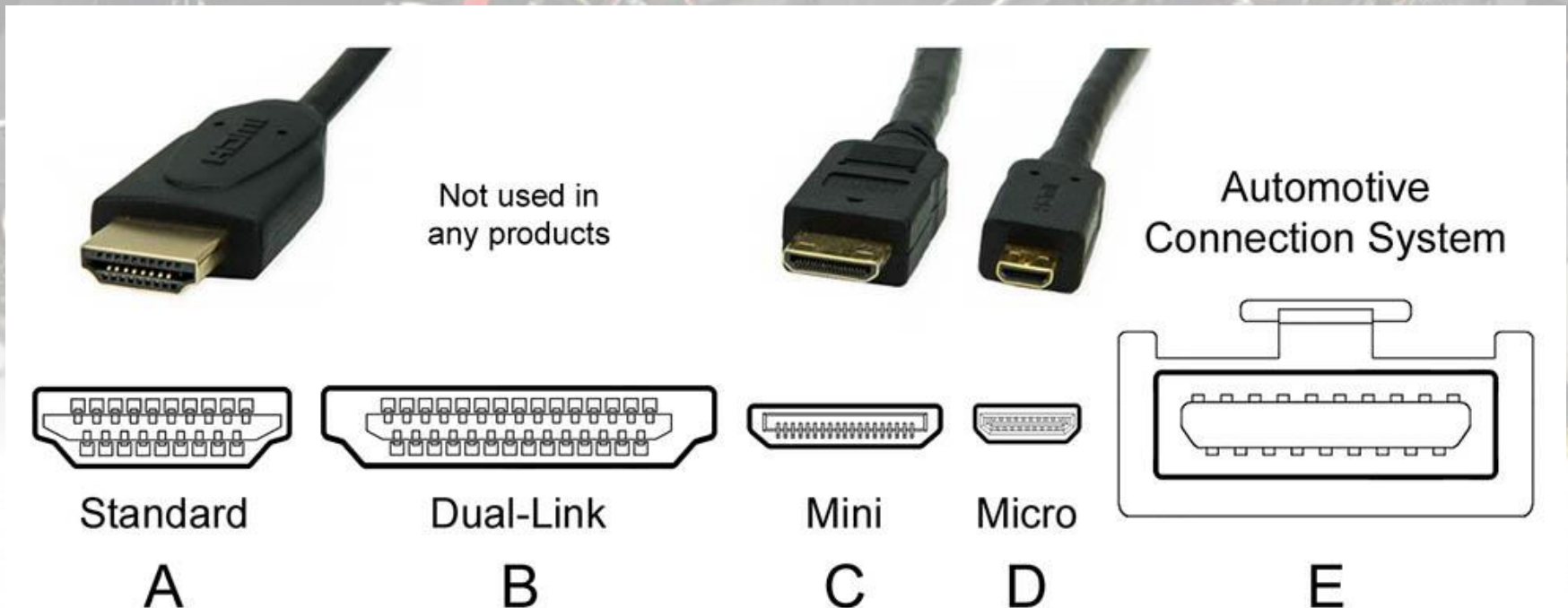
DVI-D (Dual Link)



DVI-A

VÝSTUPY GRAFICKÝCH KARET

- HDMI (High-Definition Multimedia Interface)
 - výstup na zařízení s vysokým rozlišením



VÝSTUPY GRAFICKÝCH KARET

- S-Video
- Composite Video
- Component Video
- Display Port
- DB13W3
 - Sun, SGI, IBM...



VÝROBCI GRAFICKÝCH ČIPŮ

- nVidia Corp. (3dfx)
- AMD (ATI Technologies)
- VIA Technologies (S3)
- Intel (>50 %)
- Matrox
- 3DLabs
- Fujitsu
- XGI (SiS + Trident)
- ARM (Falanx)

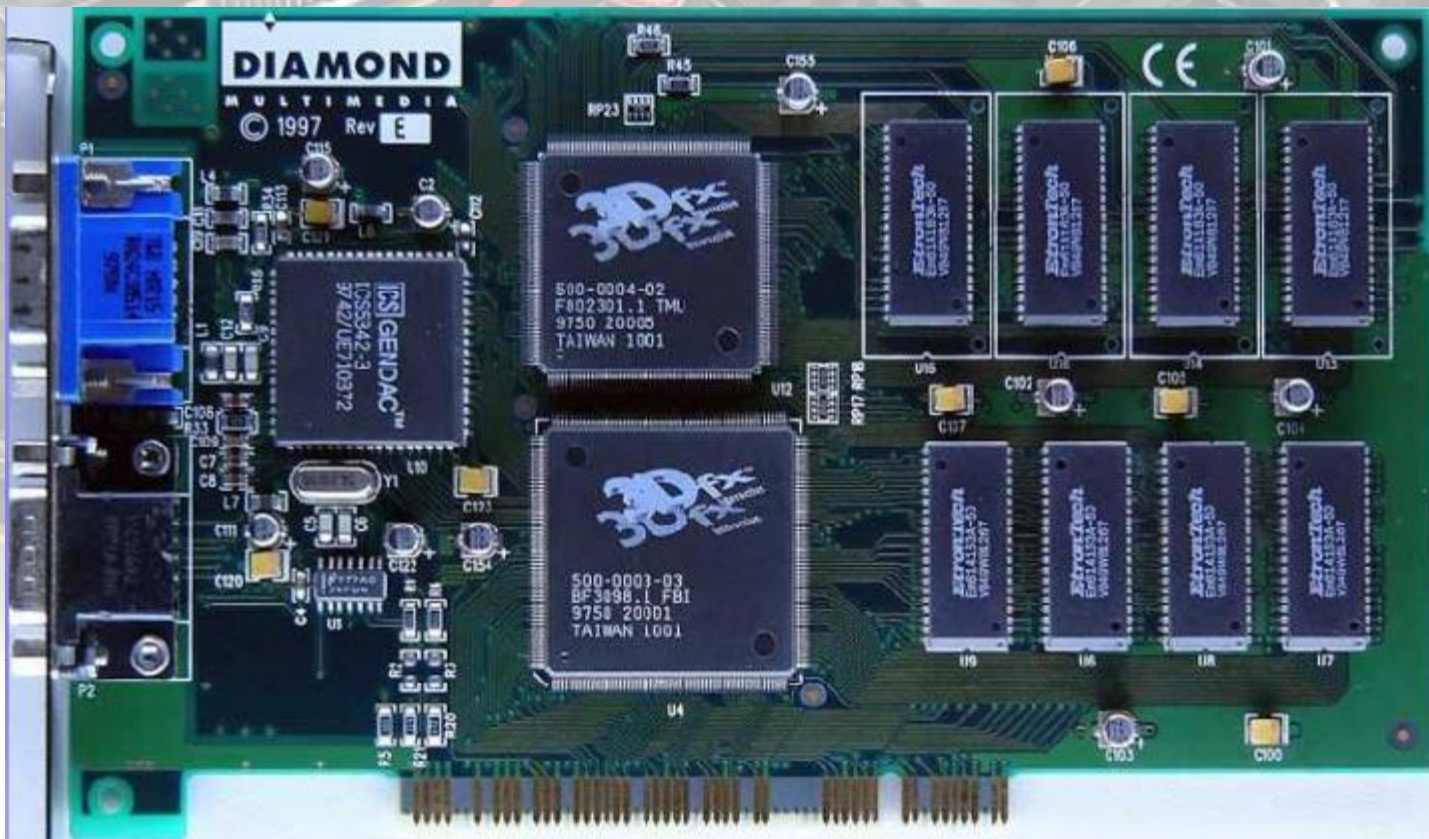


VÝROBCI GRAFICKÝCH KARET

- ASUS
- Club3D
- EVGA
- Hewlett-Packard
- Leadtek
- MSI
- Gainward
- GigaByte
- PowerColor
- Sapphire
- Zotac
- a další...

Historie – 3D akcelerátory

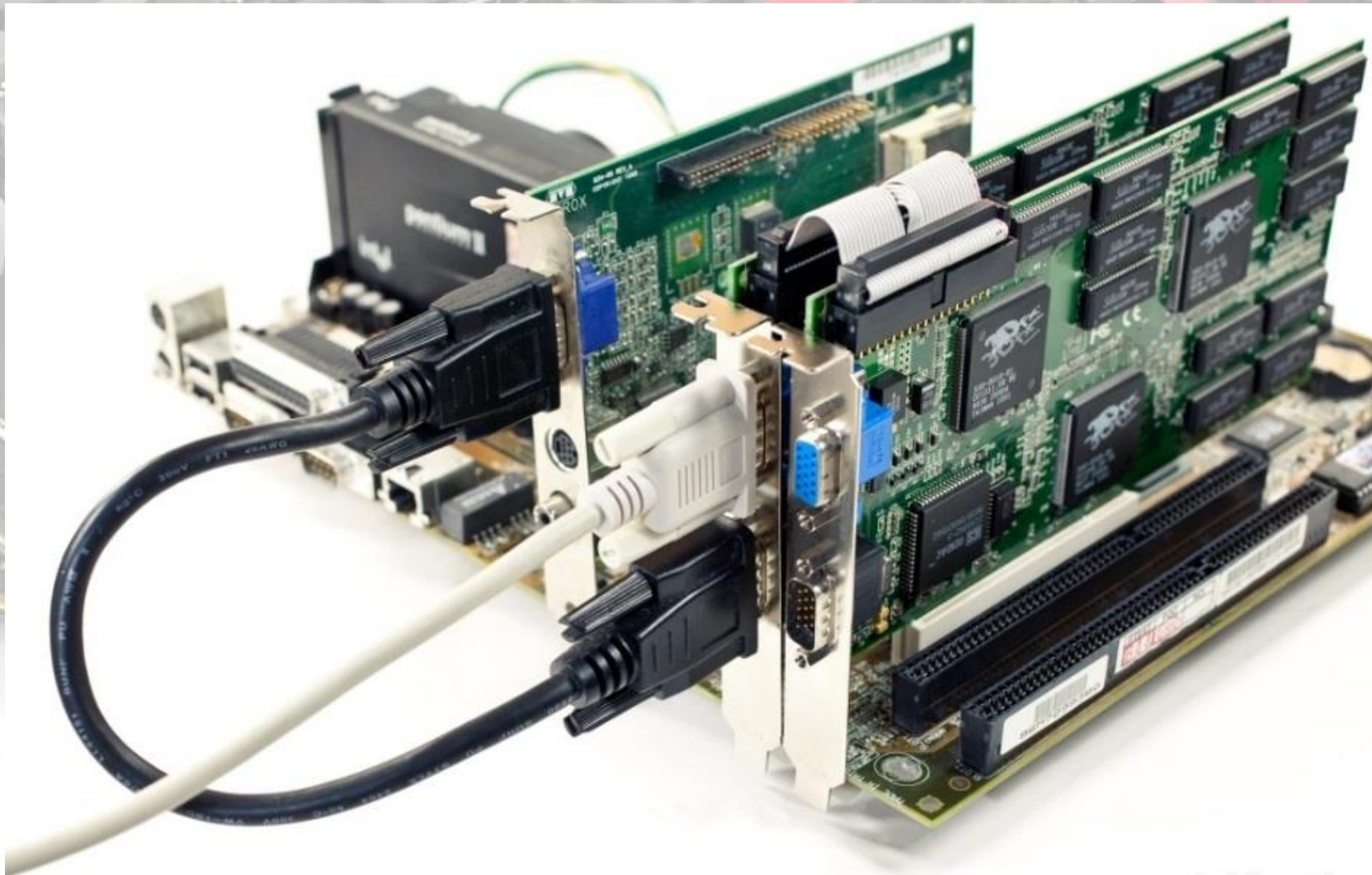
- Voodoo 3dfx



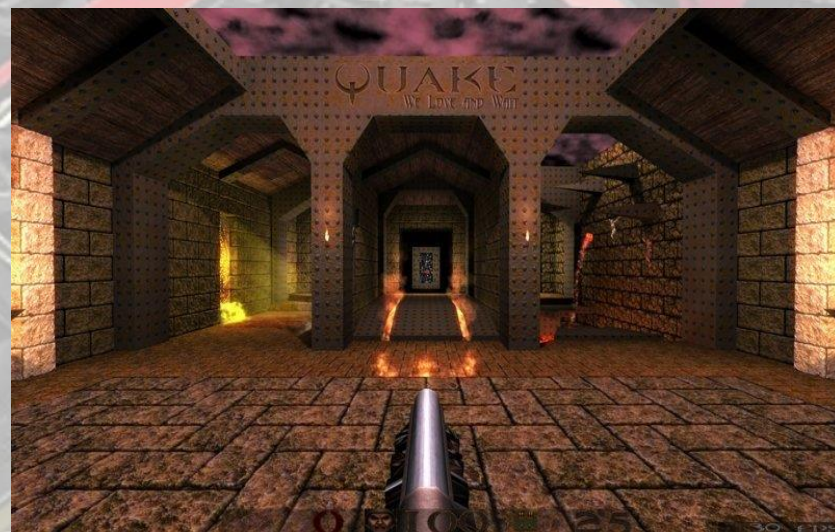
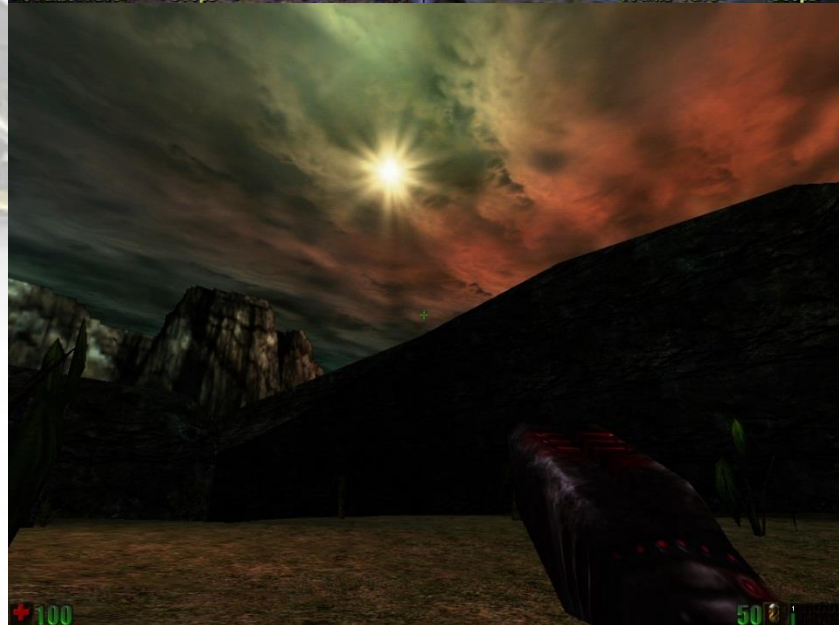
Historie – 3D akcelerátory

- **3dfx Interactive** byla firma zabývající se výrobou 3D grafických procesorů a karet
 - v roce 1996 představila slavný čip Voodoo 1
 - akcelerátory založené na Voodoo 1 a 2 potřebovaly ke spolupráci běžnou VGA kartu, protože neměly podporu pro 2D grafiku
 - později byla představena kombinovaná 2D/3D grafická karta s označením Banshee
 - firma byla v roce 2000 odkoupena společností nVidia, která tak získala intelektuální vlastnictví i řadu kvalitních zaměstnanců

Historie – 3D akcelerátor



Historie – 3D akcelerátor



Současnost

- V dnešní době jsou na trhu již velice výkonné grafické adaptéry, které bez problému zvládají vysoká rozlišení při barevné hloubce 32 bitů



ZÁKLADNÍ POJMY: TEXEL

- Texel (*texture element* nebo *texture pixel*) je základní jednotkou textury (tapety) používané v počítačové grafice. Stejně jako obraz je tvořen polem pixelů, tak textura je tvořena polem texelů

ZÁKLADNÍ POJMY: TEXEL

Texturování 3D povrchu:

- renderer mapuje texely do odpovídajících pixelů výsledného obrazu (tzv. proces mapování textur)
- u moderních počítačů tuto operaci provádí grafická karta

ZÁKLADNÍ POJMY: SHADER

- Shader je počítačový program sloužící k řízení jednotlivých částí programovatelného grafického řetězce grafické karty (přesněji GPU).
 - shadery se rozdělují na několik základních typů podle toho, pro kterou jednotku grafického řetězce jsou určeny.

ZÁKLADNÍ POJMY: SHADER

V současnosti patří mezi nejdůležitější:

- Vertex shader
- Pixel shader
- Geometry shader
- Shadery pro teselaci

ZÁKLADNÍ POJMY: SHADER

- Shadery jsou plně programovatelné součásti grafického čipu, které se společně s několika dalšími jednotkami (například ROP – Render Output Unit) starají o zpracování obrazu
 - jako hotový je posílají do grafické paměti a vidíme je na monitoru.
 - jedná se o záležitost posledních let, objevují se od rozhraní DirectX 8

NEUNIFIKOVANÝ SHADER

- VERTEX SHADER
- PIXEL SHADER
- GEOMETRY SHADER
- TESSELLATION SHADER
- COMPUTE SHADER

NEUNIFIKOVANÝ SHADER

- Každá část čipu byla určena pro daný shader. Typicky: část čipu byla vyhrazena pro pixel a část pro vertex shader (geometry shader v té době ještě nebyl)
 - pokud byl potřeba vertex shader, aktivovala se jen daná část čipu a zbytek „nic nedělal“. Tyto případy však nastávají výjimečně, většinou je zapotřebí část pixel, část vertex a nově část geometry současně

VERTEX SHADER

- Program, který se provede na každém vrcholu (vertexu) vstupní geometrie scény. Mezi nejčastější operace patří transformace vrcholu — pomocí transformací lze dosáhnout různých grafických efektů — např. simulace pohybu vodní hladiny. Do programu vstoupí vždy jen jeden vrchol, je upraven, a zase vystoupí.
- **Vrcholy nelze přidávat či odebírat**

PIXEL SHADER

- Pixel (fragment) shader je prováděn na každém pixelu rasterizované scény — pracuje tedy s jejím 2D obrazem
 - mezi nejčastější operace patří aplikace textur, případně další modifikace barvy pixelu

GEOMETRY SHADER

- Geometry shader na rozdíl od vertex shaderu umožňuje přidávat nebo odebírat vrcholy a tím ovlivňovat výslednou geometrii
 - lze jej využít například pro generování jednoduché vegetace (trávy) na povrchu nějakého objektu či k doplnění detailů existujícího modelu (např. vytvoření ostnů na modelu dinosaura) v reálném čase

SHADERY PRO TESELACI

- S příchodem Direct3D 11 a OpenGL 3.2 byl vykreslovací řetězec rozšířen o nové stupně realizující teselaci
 - teselace je proces, pomocí kterého se obecný polygon převádí na nepravidelnou trojúhelníkovou síť TIN – triangular irregular network
 - dva z těchto tří stupňů jsou programovatelné

SHADERY PRO TESELACI

- umožňují měnit geometrii objektů (podobně jako geometry shader)
- díky podpoře teselace zakotvené přímo v hardware (GPU) je možné do scény přidat velmi velké množství detailů (a to tam, kde jsou potřeba, např. dle vzdálenosti od kamery)

SHADERY PRO TESELACI

- Názvy příslušných shaderů se u jednotlivých rozhraní liší:
 - pro Direct3D jsou to Hull-shader a Domain-shader
 - pro OpenGL Tessellation control shader (TC) a Tessellation evaluation shader (TE)

COMPUTE SHADER

- Compute shader slouží k realizaci a možnému urychlení obecných algoritmů na grafickém procesoru. Ve specifikaci OpenGL se poprvé objevil ve verzi 4.3 a Direct3D přidalo jeho podporu ve verzi 11
 - compute shader se používá k technice zvané GPGPU, což je General-purpose computing on graphics processing units

ZPRACOVÁNÍ OBRAZU

- Jako první přijdou na řadu vertex shadery. Tyto shadery se používají na vytvoření samotné kostry obrazu tvořené z polygonů. Při použití vertex shaderu se na jednotlivých polygonech (vrcholech trojúhelníků) provedou dané efekty
 - pomocí vertex shaderů lze vytvořit osvětlení prohlubní v objektu, změny barev apod.
 - polygony nelze přidávat či ubírat, kostra objektu je stále stejná. Tento shader je součástí grafických karet od DirectX 8

ZPRACOVÁNÍ OBRAZU

- Další v řadě jsou pixel shadery. Ty se provádějí během texturování, tedy potahování objektů texturou. Shader pracuje s pixely na celé textuře (odtud název) a provádí požadované úpravy (např. odrazy světla v zrcadle)
 - protože se efekt provádí na jednotlivých pixelech, je velmi náročný na výkon a obvykle je ze všech tří základních typů shaderů nejvytíženější. Je také součástí specifikací od DirectX 8

ZPRACOVÁNÍ OBRAZU

- Geometry shadery jsou specifické shadery, které přišly až s DirectX 10 a používají se hned po vytvoření kostry objektu z polygonů *ještě před vertex shadery*
 - geometry shadery pracují s celou kostrou objektu, jako jediné umí měnit počet polygonů a tvarovat objekt (např. růst stromů v reálném čase). To se dříve muselo řešit několika různými objekty, které se postupně objevovaly a mizely, což bylo velmi náročné na výkon

UNIFIKOVANÉ SHADERY

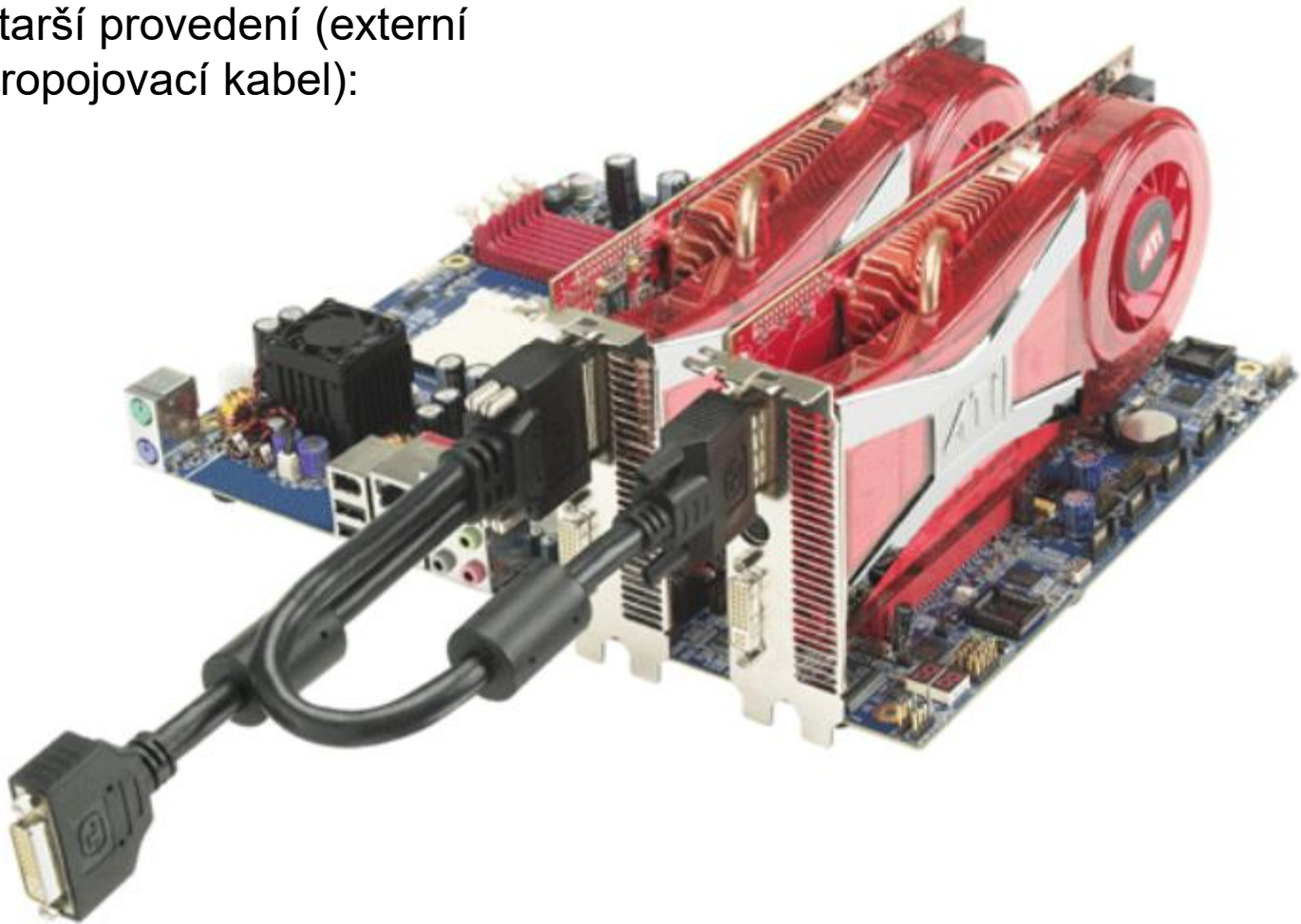
- Jde opět o část grafického čipu vyhrazenou pro práci shaderů. Umí zpracovávat pixel, vertex i geometry shader úlohy, daná úloha je tak zpracována podstatně rychleji – dochází k optimálnímu využití shaderů
 - nevýhodou je, že při práci s pixel shader úlohami nejsou unifikované shadery tak efektivní jako primárně určené pixel shadery, ale tento nedostatek je nahrazen možností dynamicky měnit jejich využití

ZVYŠOVÁNÍ VÝKONU

- Jednou z možností zvyšování výkonu grafického systému je spolupráce více grafických karet:
- CrossFireX (AMD, dříve ATI Technologies)
- SLI (NVIDIA, dříve 3dfx Interactive)
- 2–4 karty

ZVYŠOVÁNÍ VÝKONU – CrossFireX

starší provedení (externí
propojovací kabel):



ZVYŠOVÁNÍ VÝKONU – CrossFireX



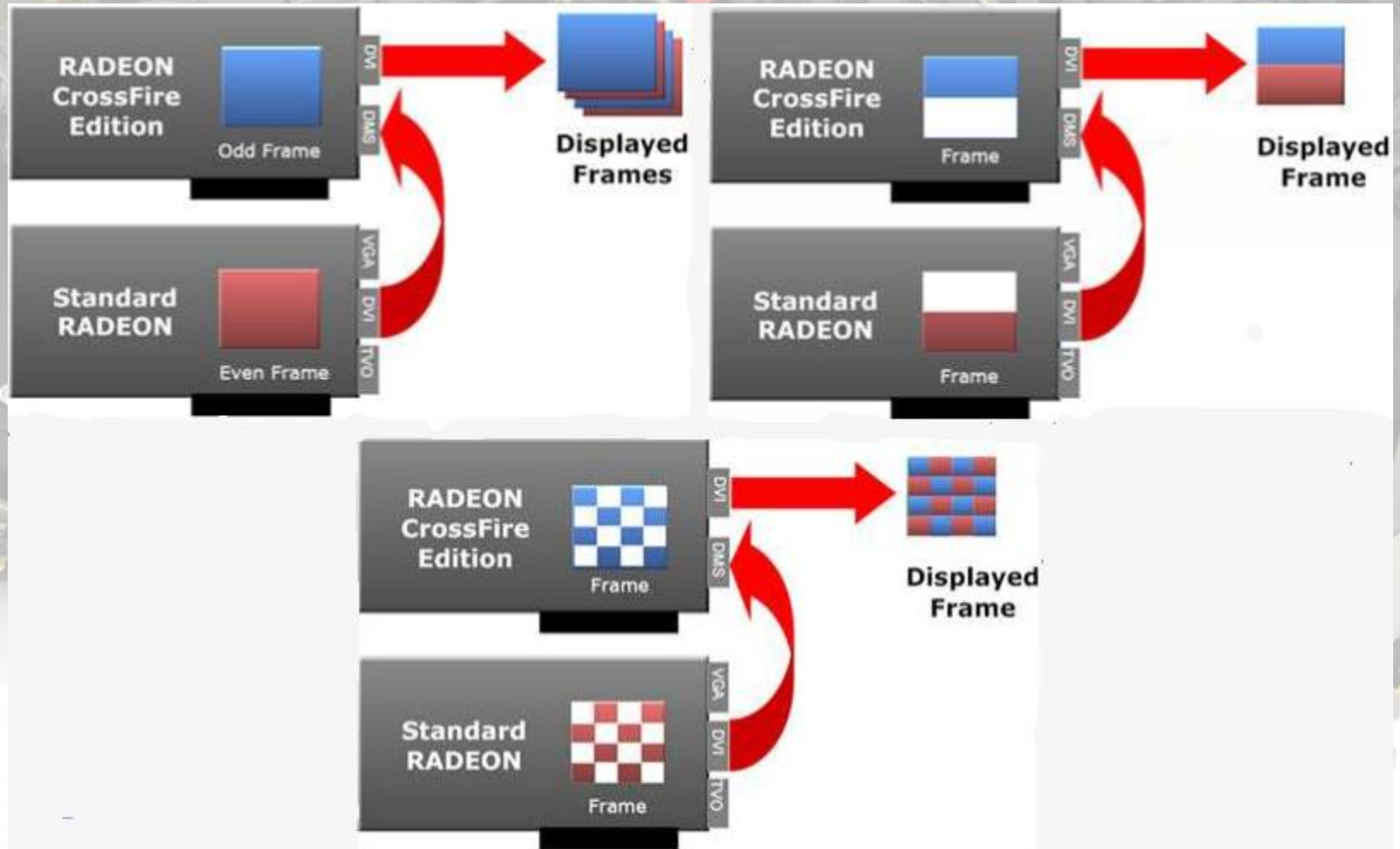
ZVYŠOVÁNÍ VÝKONU – CrossFireX



CrossFireX MÓDY

- SUPERTILING (dlaždice)
- AFR (Alternate Frame Rendering – sudý/lichý snímek)
- SFR (Scissors Frame Rendering – vodorovné půlsnímky)
- Hybrid CROSSFIRE (spolupráce integrované a dedikované grafické karty)


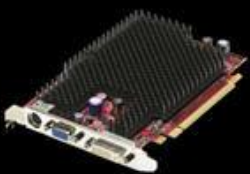





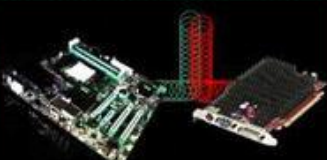
CrossFireX MÓDY



HYBRID CROSSFIRE

Hybrid Graphics Flexible Graphics Performance



	IGP	Discrete	ATI Hybrid Graphics
Configuration			
3D Performance			
		Discrete Mode	Hybrid Mode
		 iGP Disabled Discrete Enabled	 Both Graphics Cores are Enabled



ZVYŠOVÁNÍ VÝKONU – SLI



SLI MÓDY

- SFR (Split Frame Rendering – vodorovné púlsnímký)
- AFR (Alternate Frame Rendering – sudý/lichý snímek)
- SLI Antialiasing (vyhlazování)
- Hybrid SLI

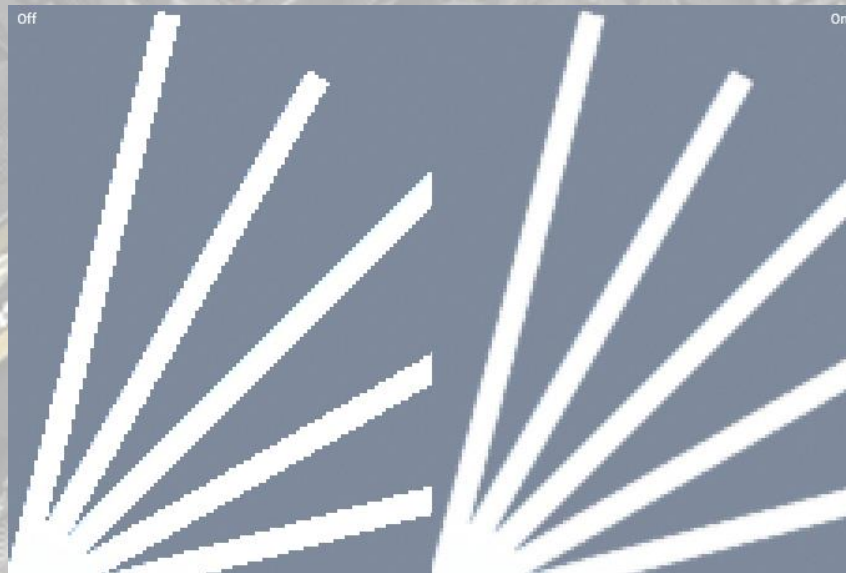
ANTIALIASING – princip

a

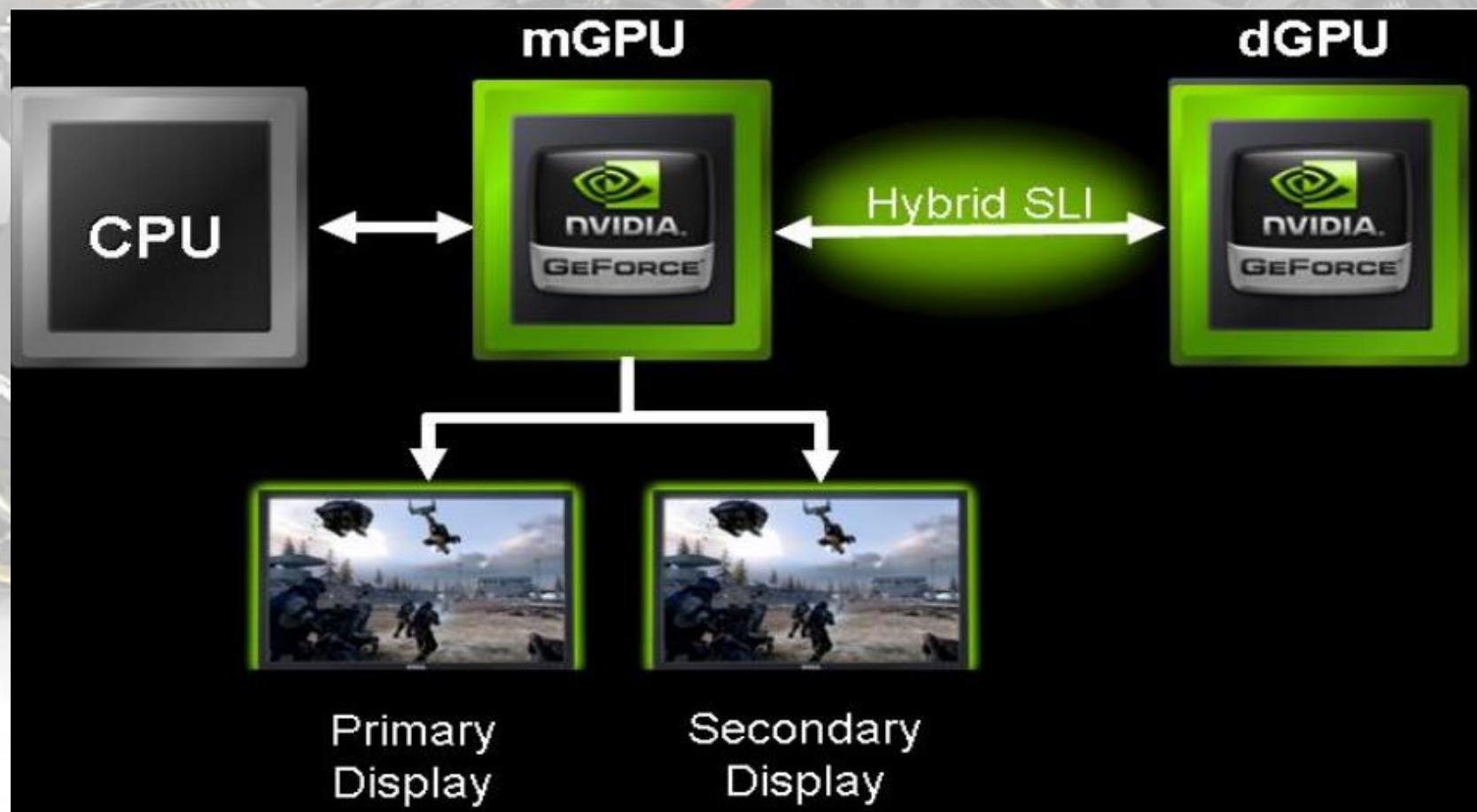
Aliased

a

Anti-aliased



HYBRID SLI



HYBRID SLI

Hybrid SLI for Notebooks

Full Visual Experience Without Compromise



Performance



Low Power



GRAFICKÉ KARTY

- nVidia RTX 4090:
 - 24 GB VRAM
 - >16000 jader
 - zdroj 850–1200 W
 - zabírá až 4 sloty (existují i kompaktnější verze)
 - ideálně vodní chlazení
 - verze Ti pravděpodobně nebude, připravují se nové modely (2024)

GRAFICKÉ KARTY

- nVidia RTX 4090:





A TO JE PROTENTOKRÁT VŠE

