

Grafický Subsystem -Integrované a APU-

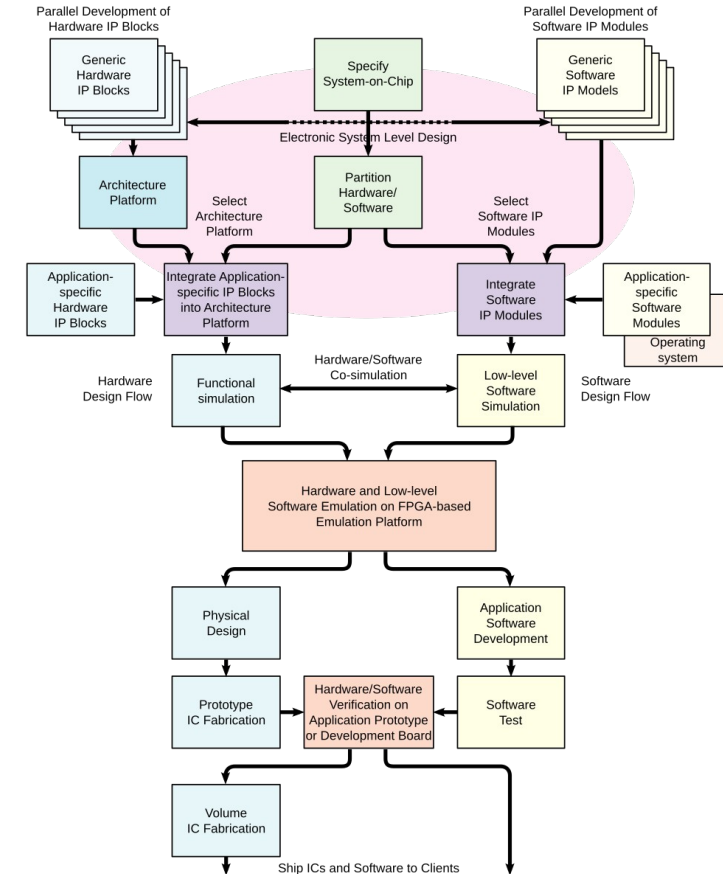
Marek Miškolci

Integrované GPU

- Lacnejšia, integrovaná alternatíva ku konvenčným GPU
- Vo všeobecnosti majú menší výkon a s 3D grafikou zvyknú mať (najmä staršie modely) problémy
- Zdieľajú systémovú pamäť a často aj chladenie s CPU
- Menšia spotreba, cena a rozmery v porovnaní s konvenčnými GPU
- Značne rozšírené v oblasti komerčne dostupných notebookov
- AMD, Intel, a Apple(ich SoC seria-M1,M2, M4)
- Rozšírené v herných konzolách

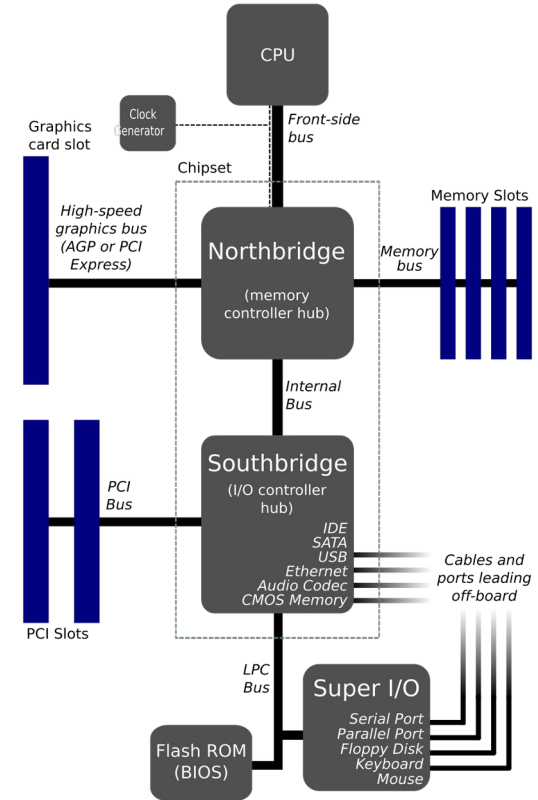
System-on-a-chip

- Typ integrovanej GPU, ktorá je spojená nielen s CPU a systémovú pamäť ale aj úložisko
- Rýchlejšie sa zahrievajú, no zároveň zvyknú byť stavané s adekvátnym chladením
- Apple M1 SoC, Sony PS5, Microsoft Xbox Series X



Princíp funkčnosti

- Sú integrované do motherboard-u cez Northbridge, alebo na rovnakom čipe ako CPU
- Rovnako ako neintegrované GPU, rola integrovaných GPU spočíva v spracovávaní komplexných výpočtov na základe ktorých funguje počítačová grafika.
- Kvôli zdieľanej pamäti s CPU je ich výkon obmedzený
- Zároveň táto integrácia redukuje samotnú spotrebu energie



Vývoj a história Integrovaných GPU

- 1991-SPARC Enhancement Chipset od Weitek-u
- 1995-(SiS)-prvý IGC(Integrated Graphics Controller): SiS 6204 a 6205
- 1996-(AMD, ATI) Rage II/Rage LT, neskôr LT Pro
- 1999-(SGI)Cobalt IGC, (Intel)Whitney(82810 IGC)
- 2001-(Nvidia)nForce 200, XGPU pre Xbox
- 2002-(AMD, ATI) IGP 320, (Intel) Intel Extreme Graphics, Nvidia nForce2 IGP
- 2004-Intel GMA-Graphic Media Accelerator
- 2006-PS3 vychádza s RSX

Vývoj a história Integrovaných GPU

- 2007-Nvidia Tegra APX 250 SoC (system on chip)
- 2010-Intel HD Graphics séria
- 2011-AMD odkúpil ATI, začal sériu APU
- 2013-Konzole Sony PlayStation 4 a Xbox One boli vydané s modifikovanou verziou AMD Jaguar APU
- 2017-Nintendo switch vychádza s NX SoC(Nvidia), Intel UHD Graphics séria
- 2025-Switch 2 vychádza s Nvidia Drake-om

Integrovaná Grafika-ATI Rage LT

Grafika	AMD ATI Rage LT Pro
Vyšlo	1997
Pixel Shaders	1
TMU	1
ROP	1
Memory size(MB)	8
Clock Rate GPU/Memory(MHz)	75/100
API(DirectX)	5.0
Bandwidth(MB/s)	800

Integrovaná Grafika-Intel Gen 1

Chipset	Vyšlo	Codename	RAMDAC Clock (MHz)	Pixel Pipeline s	Shader Model (Vertex/ Pixel)	API (Direct3D/ OpenGL)	DVMT (MB)	Band- Width	MPEG-2 Video Accel.
810	1999	Whitney	230	1	30SW /No	6.0, veci z 8.0/1.1	32	0.8(PC100)– 1.067(PC133) 1.067(AGP 4× pre AIMM)	MC (Motion Compensation)
810-DC100									
810E									
810E2									
815	2000	Solano				6.0, veci z 9.0/1.1			
815E									
8925G									
815EG									

Intel Extreme Graphics(Gen 2)

Grafika	Extreme Graphics		Extreme Grahics 2	
Vyšlo	2002	2001	2003	
Platforma	Desktop	Mobile	Desktop	Mobile
Chipset	845G, 845GE, 845GL, 845GV	830M, 830MG	865G, 865GV	852GM, 852GME, 852GMV, 854, 855GM, 855GME
Codename	Brookdale	Almador	Springdale	Montara
Core Render Clock(MHz)	200	166	266	133-266
Pixel Pipelines	2			
Shader Model (Vertex/Pixel)	3.0 (SW) / No			
API	Direct3D-6.0(a niektoré prvky 9.0)/OpenGL-1.3/OpenCL(N/A)			
Bandwidth(GB/s)	2.1	1	6.4	2.1-2.7
DVMT (MB)	64			

Intel GMA(Gen 4)

Grafika	GMA 3000	GMA X3000	GMA X3500	GMA 4500	GMA X4500	GMA X4500HD
Vyšlo	2006		2007	2008		
Chipset	946GZ, Q963, Q965	G965	G35	B43, Q43, Q45	G41, G43	G45
Codename	Lakeport	Broadwater	Bearlake	Eaglelake		Cantiga
Core Render Clock(MHz)	667			533	800	
Execution units	8			10		
Shader Model (Vertex/Pixel)	3.0(SW)/2.0	3.0	4.0			
API(Direct3D, OpenGL, OpenCL)	9.0/1.4-1.5/ Nie		10.0/2.1/Nie			
Bandwidth(GB/s)	10.6, 12.8	12.8		12.8(DDR2), 17(DDR3)		
DVMT (MB)	256	384		1720		

Intel GT(Novšie)

Grafika	UHD Graphics 710	UHD Graphics 730	UHD Graphics 770
Vyšlo	2021		2022
Codename	Alder Lake		Raptor Lake
Processor Model	Celeron G6900, G6900T	i3-i5	i5-i9
Core Config	128:16:2	192:24:3	256:32:4
Clock Rate(MHz)	300-1350	300-1450	300-1650
API(Direct3D, OpenGL, OpenCL/Vulkan)	12/4.6/3.0/1.4		
Bandwidth(GB/s)	76.8		89.6

Integrovaná Grafika-Nvidia

Grafika	GeForce 8200M	GeForce 9100MG mGPU	GeForce 9400M G
Vyšlo	2008		
Codename	MCP77MV, MCP79MVL	MCP77MH, MCP79MH	MCP79MX
Clock Speed - Core/ Shader/ Memory (MHz)	400/800/800	450/1100/1066	450/1100/800(1066)
Core Config	8:8:4		16:8:4
Pamät'(MB)	256	256	256
Bandwidth(GB/s)	12.8	17.05	12.8
Processing Power(GFLOPS)	19.2	26.4	54
API(Direct3D, OpenGL)	10.0/3.3		

Integrovaná Grafika-Nvidia

Grafika	GeForce G 109 M	XGPU	NX-SoC
Vyšlo	2009	2001	2017
Codename	MCP79XT	NV2A	GM20B
Clock Speed - Core/ Memory (MHz)	450/800	233/200	768/1600
Core Config	16:8:4	4:2:8:4	256:16:16 ²
Pamät'(MB)	512	64	4096
Bandwidth(GB/s)	6.4	6.4	25.6
Processing Power(GFLOPS)	48	13.9	393.2
API(Direct3D, OpenGL, Vulkan, Iné)	10.0/3.3/-/-	8.1/1.4/-/-	/-/-/1.3/Nvidia NVN

Integrovaná grafika na mojom laptope(Dell Latitude E7270)

Intel HD Graphics 520

-”Funkčná” na notebookové pomery, no na editovanie a
niekedy aj niektoré low-end hry rozhodne nie optimálna

Meno	Výrobca	Vyšla	Architektúra	BUS
HD Graphics 520	Intel	1.9.2015	Gen 9	Ring Bus
GPU	Cores	TMU	ROP	Base Clock
Skylake GT2	192	24	3	300MHz
FP16(Flops)	DirectX	OpenGL	OpenCL	Shader mdl.
345,6 GLOPS	12	4.6	3.0	6.4
Execution Unit	Vulkan			
24	1.3			



AMD APU-Charakteristika

- Accelerated Processing Unit
- GPU integrované s CPU na jednom die/čipe, SoC
- Značný upgrade vo výkone v porovnaní so staršími integrovanými GPU
- Schopné šľušie renderovať 3D grafiku na pomery integrovaných GPU
- HSA(Heterogeneous System Architecture) Features

AMD APU-HSA Features

Typ	HSA Feature	Prvý krát implementované v
Optimized Platform	GPU Compile C++ podpora	2012, Trinity APU
	HSA-Aware Memory Management Unit	
	Zdieľaný Power Management	
Architectural Integration	MMU pre CPU a IOMMU pre GPU zdieľajú address space	2014, Sony PS4, Kaveri APU
	Plne koherentná pamäť medzi GPU a CPU	
	GPU používajú stránkovateľnú systémovú pamäť s CPU pointermi	
System Integration	GPU spracúva context switching	2015 Carizzo APU
	GPU pre-empcia	
	Quality of Service	

História APU

- 2006-AMD začal vývoj APU, ešte pod menom AMD Fusion
- 2011-AMD začal so sériou AMD APU, Lynx „Llano“ séria
- 2012-Virgo “Trinity“ séria
- 2013-Konzole Sony PlayStation 4 a Xbox One boli vydané s modifikovanou verziou AMD Jaguar APU, Richland a Kabini série
- 2014-Kaveri séria
- 2015-Godavari séria
- 2016-Carizzo a Bristol Ridge série
- 2017-Zen-based APU

História APU

- 2019-Picasso séria
- 2020-vyšli konzole Sony PlayStation 5 a Xbox Series X s modifikovanými AMD APU, Renoir séria
- 2021-Steam Deck vyšiel s AMD APU, Cezanne séria
- 2023-Steam Deck OLED vyšiel s AMD APU
- 2024-PlayStation 5 pro vyšlo s AMD APU

AMD APU-počiatkové modely

Grafika	E2-3200(Llano séria)	A4-5300(Trinity séria)	A4-6300B(Richland séria)
Vyšlo	2011	2012	2013
GPU model	HD 6370D	HD 7480D	HD 8370D
Clock Speed(MHz)	443	723	760
Core Config	160:8:4	128:8:4	
Processing Power(GFLOPS)	141.7	185	194

AMD APU-novšie modely

Grafika	Ryzen 5 3400G (Picasso séria)	Ryzen 7 4700G (Renoir séria)	Ryzen 7 5700G (Cezanne séria)
Vyšlo	2019	2020	2021
GPU model	RX Vega 11	Radeon Graphics	GCN 5 th Gen
Clock Speed	1400MHz	2.1 GHz	2000 MHz
Core Config	704:44:16 11 CU	512:32:16 8 CU	512:32:8 8 CU
Processing Power(GFLOPS)	1971.2	2150.4	2048

Budúcnosť a vývojové trendy

- S novšími sériami integrovaných GPU ako AMD APU a Intel GT, sa integrovanej grafika z hľadiska výkonu bližšie k low-end verziám konvenčných grafických kariet
- Trend miniaturizácie pravdepodobne umožní ďalšie skoky napred vo výkone a hoci dedicated GPU integrované nenahradia, kompaktnejšie PC zostavy a notebooky budú rozhodne benefitovať z tejto inovácie
- Lepšie framerate-y pre 3D rendering na setupoch integrovanými GPU
- AI akcelerácia

Zdroje

BUTLER, Sydney, *What Is Integrated Graphics?* : HowToGeek, 10. Marca 2022

<https://www.howtogeek.com/781784/what-is-integrated-graphics/>

Corsair *What does Integrated Graphics or IGP Mean?* <https://www.corsair.com/us/en/explorer/glossary/what-does-integrated-graphics-or-igp-mean/>

Graphics Processing Unit – Integrated Graphics Processing Unit, Wikipédia, 24.3.2026

(https://en.wikipedia.org/wiki/Graphics_processing_unit#Integrated_graphics_processing_unit)-najmä definície, rešeršový zdroj (anotácie uvedený v sekcii zdroje)

GUERRINI Yannick, DANDUMONT, Pierre et al. *"Evolution of Intel Graphics: I740 to Iris Pro"*: Tom's Hardware, 4. Februára 2017

(<https://www.tomshardware.com/picturestory/693-intel-graphics-evolution.html>)

PEDDIE, Jon, *The History of the Integrated Graphics Controller* : Electronic Design, 2. Septembra 2020

(<https://www.electronicdesign.com/technologies/embedded/article/21135920/jon-peddie-research-the-history-of-the-integrated-graphics-controller>)

PEDDIE, Jon, *Famous Graphics Chips: The Integrated Graphics Controller*, IEEE Computer Society,

<https://www.computer.org/publications/tech-news/chasing-pixels/the-integrated-graphics-controller>

SEBASTIAN, G., Linus et al. *Are Integrated Graphics...GOOD?*, Techquickie, 26. Apríla 2020

<https://www.youtube.com/watch?v=SR8VrpvDrRI>

COOPER, S. Robert, *The Evolution of Integrated Graphics: A Journey Through Time*, Vanguard Reliance Digital, 30.8. 2024

(<https://vanguardreliancedigital.com/blog/evolution-of-integrated-graphics-2b7s4e6t.htm>)

Intel HD Graphics 520 Mobile specs , TechPowerup 24.3.2026

<https://www.techpowerup.com/gpu-specs/hd-graphics-520-mobile.c2783>

List of Intel GPUs, Wikipédia, 24.3.2026

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Intel_graphics_processing_units

AMD APU, Wikipédia, 25.3.2026

https://en.wikipedia.org/wiki/AMD_APU

List of Nvidia GPUs, Wikipédia, 25.3.2026

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Nvidia_graphics_processing_units

List of AMD Processors With 3D Graphics, Wikipédia, 25.3.2026

https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_AMD_processors_with_3D_graphics

Rage LT Pro specs, Tech Powerup 25.3.2026

<https://www.techpowerup.com/gpu-specs/rage-lt-pro-agp.c643>

Ďakujem za pozornosť