



ZOBRAZENIE INFORMÁCIE V POČÍTAČI GRAFICKÉ ADAPTÉRY SMART ZARIADENÍ

N. KONTÍNOVÁ, 2. ROČNÍK BC.

OBSAH

- **Čo je to grafický adaptér?**
- **Ako funguje?**
- **Grafické adaptéry v smart zariadeniach**
- **História grafických adaptérov**
- **Moderné komponenty v smart zariadeniach**
- **Architektúra grafických adaptérov**
- **Vývoj a trendy**
- **Diagnosticke nástroje**

ÚVOD

- Počítače a smart zariadenia zobrazujú informácie pomocou **grafických adaptérov**.
- V smart zariadeniach je **súčasťou hlavného čipu (SoC)** a zabezpečuje efektívne vykresľovanie používateľského rozhrania, videí a hier.
- Najznámejší výrobcovia: Qualcomm (Adreno), ARM (Mali), Apple (Apple GPU).

AKO FUNGUJE GRAFICKÝ ADAPTÉR?

Vstup dát – Grafická karta prijíma dáta z procesora (CPU), ktoré popisujú scénu, textúry a geometriu objektov.

Geometrické spracovanie – GPU vykonáva výpočty na transformáciu 3D modelov do 2D súradnicového systému obrazovky.

Rasterizácia – Transformované objekty sa rozkladajú na jednotlivé pixely.

Shader programy – Fragment a vertex shadery určujú farbu, textúru a svetelné efekty pre každý pixel.

Výstup obrazu – Spracovaný obraz sa odošle do framebufferu a následne na displej.



FUNKCIE GRAFICKÝCH ADAPTÉROV



- Spracovanie 2D a 3D grafiky.
- Hardvérové dekódovanie videa (4K, 8K).
- Podpora technológií: HDR, VRR, ray tracing.
- Optimalizácia pre AI a strojové učenie.
- Paralelizácia výpočtov na GPU – masívne paralelné spracovanie pixelov a vertexov.



GRAFICKÉ ADAPTÉRY V SMART ZARIADENIACH

- **Qualcomm Adreno** – v Snapdragon čipsetoch, výkonné GPU pre Android zariadenia.
 - **ARM Mali** – používané v Exynos a MediaTek procesoroch.
 - **Apple GPU** – optimalizované pre iOS zariadenia.
 - **Výkonové charakteristiky** – výkon sa meria v TFLOPS, počet shader jednotiek, pamäťová priepustnosť.
- 
- 

HISTÓRIA GRAFICKÝCH ADAPTÉROV

2000 – 2006: Začiatky mobilnej grafiky

- Prvé telefóny s farebným displejom mali **veľmi jednoduché grafické čipy**.
- GPU ešte neboli samostatné jednotky – **CPU vykresľovalo základnú grafiku**.
- Príklad: Nokia s farebným displejom (napr. Nokia 7650).



2007 – 2010: Nástup smartfónov a prvých mobilných GPU

- Príchod iPhoneu (2007) a Android zariadení zmenil požiadavky na grafiku.
- Objavujú sa **prvé dedikované mobilné GPU**, ako napr. **PowerVR SGX** v iPhone 3GS (2009).
- Qualcomm začína používať **Adreno GPU**, ARM vyvíja **Mali**.



HISTÓRIA GRAFICKÝCH ADAPTÉROV

2011 – 2015: Výrazné zlepšenie výkonu a mobilné hranie

- Smartfóny zvládajú 3D hry, náročné animácie a videá v HD.
- Prvýkrát sa spomína **OpenGL ES** ako štandard pre mobilnú grafiku.
- Apple A-chipy obsahujú stále výkonnejšie GPU (napr. A8 s vlastným grafickým jadrom).



2016 – 2020: GPU ako AI akcelerátor

- GPU sa využíva nielen na grafiku, ale aj na **umelú inteligenciu a strojové učenie** (napr. pri rozpoznávaní obrazu).
- Nástup AR (rozšírenej reality), 4K videa a vysokého obnovovacieho frekvencie.
- Mobilné GPU podporujú **Vulkan API, Metal (Apple)** a ďalšie pokročilé technológie.

Rok	Zariadenie/Čip	GPU	Parametre
2007	iPhone 2G (Apple)	PowerVR MBX Lite	2D/3D akcelerácia, 100–150 MHz, podpora OpenGL ES 1.1
2008	HTC Dream (Android 1.0)	Adreno 130	Základná 3D grafika, OpenGL ES 1.1, max ~133 MHz
2010	iPhone 4 / iPad 1 – Apple A4	PowerVR SGX535	OpenGL ES 2.0, ~200 MHz, schopnosť HD videa, plynulé UI
2012	Samsung Exynos 5250 / Nexus 10	ARM Mali-T604	4 jadrá, OpenGL ES 3.0, OpenCL 1.1, 3D hry, multitasking
2016	Snapdragon 820	Adreno 530	500+ GFLOPS, OpenGL ES 3.2, Vulkan 1.0, 4K video, 624 MHz
2017	iPhone X – Apple A11 Bionic	Apple GPU (3-jadrová)	Metal 2, ARKit, ~700 MHz, ~400 GFLOPS
2020	iPad Pro / MacBook Air – Apple M1	Apple GPU 7-8 jadrová	2.6 TFLOPS, OpenCL/Metal, podpora 6K displejov, výkonná AI
2023	iPhone 15 Pro – Apple A17 Pro	Apple GPU 6-jadrová	Ray tracing, mesh shading, Metal FX, 3D hry ako na konzole, ~1.5 TFLOPS

Moderné komponenty v smart zariadeniach (2024–2025)

Výrobca	GPU	Kde sa používajú	Parametre / Vlastnosti
Apple	Apple GPU (A17 Pro)	iPhone 15 Pro, iPad Pro, MacBook Air	Ray tracing, Metal API, vysoký výkon, AI
Qualcomm	Adreno 750/740 (Snapdragon 8 Gen 3)	High-end Android smartfóny (Xiaomi 14...)	Vulkan 1.3, ray tracing, nízka spotreba
ARM	Mali-G720/ Immortalis-G720	Stredná a vyššia trieda Android zariadení (napr. MediaTek Dimensity)	Ray tracing, variabilný rasterizer, podpora AI
Samsung	Xclipse	Samsung Galaxy S24 (Exynosvarianty)	Ray tracing, optimalizované hry
Imagination Technologies	PowerVR Series9	Niektoré nižšie triedy smartfónov	Efektivita, OpenGL ES 3.2, Vulkan

ARCHITEKTÚRA GRAFICKÝCH ADAPTÉROV

SIMD (Single Instruction Multiple Data)

- Používa najmä **ARM (Mali), Apple (M-series, A-series)**
- Vhodné pre jednoducho paralelizovateľné úlohy (napr. grafika, AI filtry)
- Vysoká energetická efektivita, ideálne pre **mobilné GPU**

SIMT (Single Instruction Multiple Threads)

- Typické pre **NVIDIA GPU (desktop, notebooky, niektoré Tegra čipy)**
- Skôr v **PC/Cloud GPU**, výnimočne v mobilných GPU (napr. Nintendo Switch)

Mali-G720 (ARM)

Architektúra: 5. generácia Valhall

Rok uvedenia: 2023

Použitie: vyššia trieda smartfónov, tablety, TV boxy

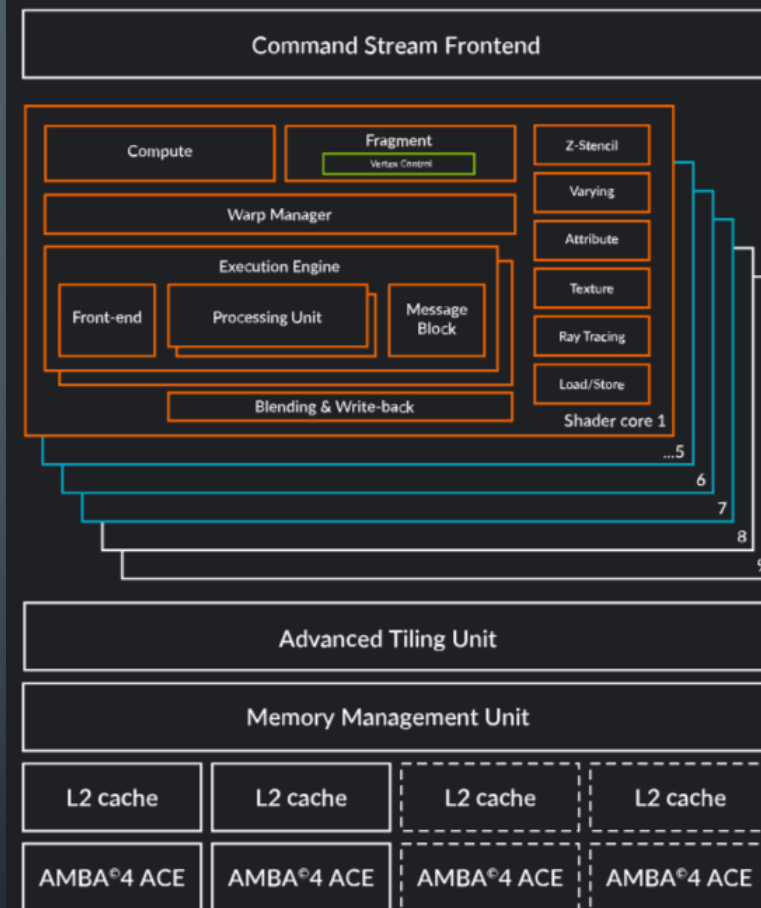
Kľúčové vlastnosti:

- Vylepšený výkon na watt
- Optimalizácia pre **ray tracing** a **Vulkan API**
- Až o 15 % vyšší výkon a 30 % úspora energie oproti G710
- Podpora pre **variable rate shading (VRS)**
- Zameraný na herné a vizuálne náročné aplikácie

Používateľ: často v čipsetoch **MediaTek Dimensity** (napr. 9200+, 9300)

arm

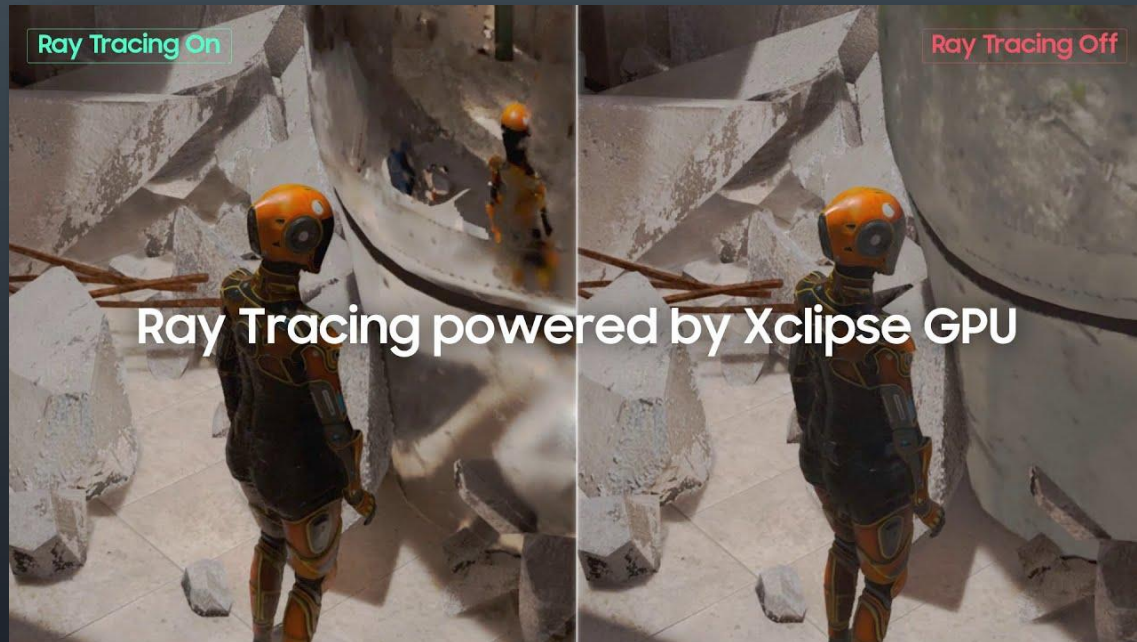
MALI™-G720



ARCHITEKTÚRA GRAFICKÝCH ADAPTÉROV

RDNA / RDNA 2 / RDNA 3

- Novšia, efektívnejšia architektúra AMD
- Používaná v smartfónoch so Samsung Exynos (Xclipse GPU)
- Podpora ray tracingu a AI výpočtov, lepší výkon na watt
- Základ aj pre herné konzoly (PS5, Xbox)



VÝVOJ A TRENDY

- Využitie AI na vylepšenie grafiky a fotografií.
- Rast obnovovacích frekvencií (120-240 Hz).
- Hardvérový Ray tracing pre všetkých.
- Lepšia energetická efektívnosť pre dlhšiu výdrž batérie.
- **Mesh shading a VRS (Variable Rate Shading)**
– nové technológie na zvýšenie výkonu a efektivity vykresľovania.

DIAGNOSTICKÉ NÁSTROJE PRE GRAFIKU V MOBILNÝCH ZARIADENIACH

Android:

- GPU Rendering (vývojárske nastavenia)
- Perfetto (sledovanie výkonu)

iOS:

- Instruments (Metal System Trace)

Vývojárske nástroje:

- Adreno Profiler (Qualcomm)
- Mali Debugger (ARM)
- Metal Tools (Apple)
- RenderDoc (open-source)

Benchmarky:

- 3DMark, GFXBench, Basemark, Geekbench

ZÁVER

- Grafické adaptéry sú kľúčovou súčasťou smart zariadení.
- Neustály vývoj vedie k vyššiemu výkonu a efektívnosti.
- Nové technológie ako ray tracing a AI menia spôsob zobrazovania informácií.
- Paralelizácia a špecializované výpočtové jednotky umožňujú širšie využitie GPU v rôznych oblastiach.

The background is a dark blue gradient. In the corners, there are decorative white lines resembling circuit traces or a stylized city skyline, with small circles at the end of the lines.

ĎAKUJEM ZA POZORNOST

ZDROJE

- QUALCOMM. Qualcomm. [online]. Dostupné na: <https://www.qualcomm.com>
- ARM. ARM Mali. [online]. Dostupné na: <https://www.arm.com>
- APPLE. Apple GPU. [online]. Dostupné na: <https://www.apple.com>
- NVIDIA. Nvidia. [online]. Dostupné na: <https://www.nvidia.com>
- AMD. AMD. [online]. Dostupné na: <https://www.amd.com>
- Tom's Hardware, AnandTech, TechRadar. Odborné články a technologické portály. [online].
- NVIDIA. CUDA dokumentácia. [online]. Dostupné na: <https://developer.nvidia.com/cuda-zone>
- Khronos Group. OpenCL dokumentácia. [online]. Dostupné na: <https://www.khronos.org/opencl/>
- AMD. RDNA architektúra. [online]. Dostupné na: <https://www.amd.com/en/technologies/rdna>