

Računarska grafika
(20ER7002)

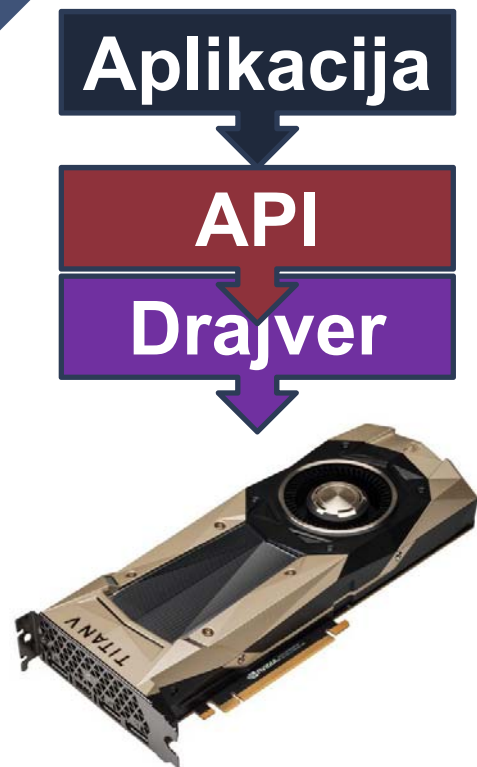
Grafički API

Predavanja



DEFINICIJA

- Grafički API (**Application Programming Interface**) je skup grafičkih funkcija organizovanih u jednu ili više grafičkih biblioteka koje predstavljaju interfejs između aplikacionog programa i grafičkog sistema.



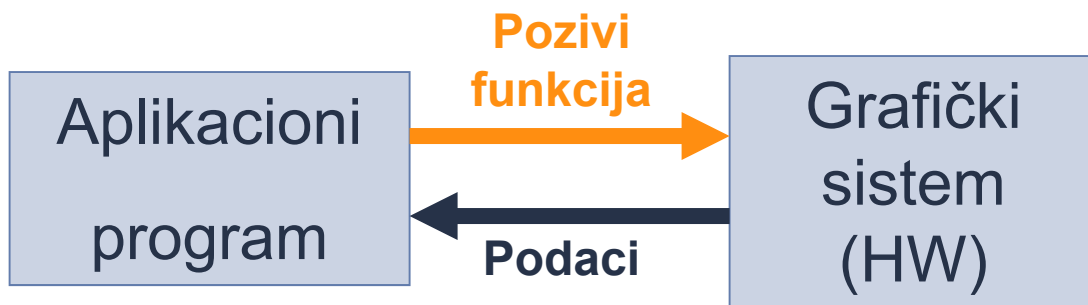
GAPI

- Programer “vidi” samo GAPI dok su detalji o hardverskoj i softverskoj implementaciji sadržani u grafičkoj biblioteci



GAPI

- Korišćenje GAPI-ja omogućava da se grafički sistem posmatra kao “crna kutija”



ISTORIJSKI PREGLED

- Prvi GAPI je nastao 1973 godine. IFIPS (International Federation of Information Processing System) je formirao dve komisije koje su realizovale **GKS** (Graphical Kernel System).
- Ovaj sistem je standardizovan najpre kao ISO (1977) a zatim kao ANSI standard (1980).
- Kasniji pokušaj (GKS-3D) da se proširi na 3D je bio neuspešan.

ISTORIJSKI PREGLED

- **PHIGS** (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System) – ovaj standardni GAPI je nastao pod uticajem CAD programera i korisnika.
- **X Windows** - sistem razvijen od DEC-a / MIT-a (prvi je imao client-server arhitekturu u radu sa grafikom).
- **PEX** - jedan od neuspelih pokušaja da se spoji PHIGS i X Windows (pretežak je za korišćenje).

ISTORIJSKI PREGLED

- 1982. godine **Silicon Graphics** (SGI) po prvi put implementira protočnu obradu podataka (**pipeline**) kod hardvera, što je predstavljalo revoluciju u oblasti razvoja grafičkih radnih stanica. Za pristup hardveru je korišćena IRIS GL (Integrated **R**aster **I**maging **S**ystem **G**raphics **L**ibrary) biblioteka. Ona je omogućila relativno jednostavno programiranje 3D interaktivnih aplikacija.

ISTORIJSKI PREGLED



- 1992. godine nastaje **OpenGL** kao GAPI koji je nezavisan od platforme. Ovo je bila revolucija u svetu računarske grafike.
- Razvojem OpenGL-a je upravljao **ARB** (*Architectural Review Board*). Ova grupa je sastavljena od vodećih kompanija u oblasti računarstva i računarske grafike: **Microsoft, Silicon Graphics, NVidia, HP, IBM...**
- Danas razvojem upravlja **Khronos grupa**, formirana 2000. godine da omogući ključnim industrijskim igračima da sarađuju na kreiranju otvorenih standarda.
- Trenutna verzija OpenGL-a je **4.6**.

FUNKCIJE GAPI-a

- Svaki dobar GAPI mora da ima sledeće grupe funkcija:
 1. **Funkcije za primitive** - Grafičke primitive su objekti najnižeg nivoa. To su osnovni entiteti koje grafički sistem može da prikaže (tačka, linija, poligon, piksel, tekst,...)
 2. **Funkcije za kontrolu atributa primitiva** - Primitive definišu **šta** će se nacrtati, a njihovi atributi **kako** će se nacrtati (boja i debljina linije, tip linije,...).

FUNKCIJE GAPI-a

3. **Funkcije pogleda** - omogućavaju formiranje 2D prikaza na osnovu 3D objekta (koji objekti iz 3D prostora će biti uključeni u 2D prikaz i na koji način).
4. **Funkcije za geometrijske transformacije** - Omogućavaju 2D i 3D geometrijske transformacije nad objektima (translacija, rotacija, skaliranje,...).
5. **Funkcije za ulaz** - Omogućavaju korisnicima da vrše unos podataka u aplikaciju putem delova grafičkog sistema (tastatura, miš, tabla, skener,...).

FUNKCIJE GAPI-a

6. **Upravljačke funkcije** - Omogućavaju komunikaciju sa operativnim sistemom pod kojim se grafička aplikacija izvršava (inicijalizacija, kontrola prozora, rukovanje greškama, ...).
7. **Ispitivačke funkcije** - Omogućavaju dobijanje informacija o karakteristikama pojedinih komponenata grafičkog sistema (broj boja koje monitor može da prikaže, rezolucija,...).

KONAČNI AUTOMAT - KONTEKST

- Svi GAPI podržavaju koncept **konteksta**
- Kontekst je **konačni automat** preko koga se pristupa **funkcijama**, sadrži potrebne **objekte** i definiše **stanja** i **atribute** na osnovu kojih se vrši iscrtavanje

BAFER KOMANDI

- Zbog efikasnosti, savremeni GAPI ne izvršavaju pojedinačne funkcije/komande već ih grupišu u **bafere komandi**
- API pozivi se smeštaju sekvencijalno, po redosledu zadavanja u programu
- Bafer komandi se izvršava prosleđuje drajveru tek kada je pun ili se izda odgovarajuća komanda
- Prosleđivanje drajveru ne znači i izvršenje (bafer se prenosi u hardverski red čekanja na grafičkom procesoru, odakle se preuzima i izvršava)

BAFER KOMANDI

Aplikacija

cmd

cmd

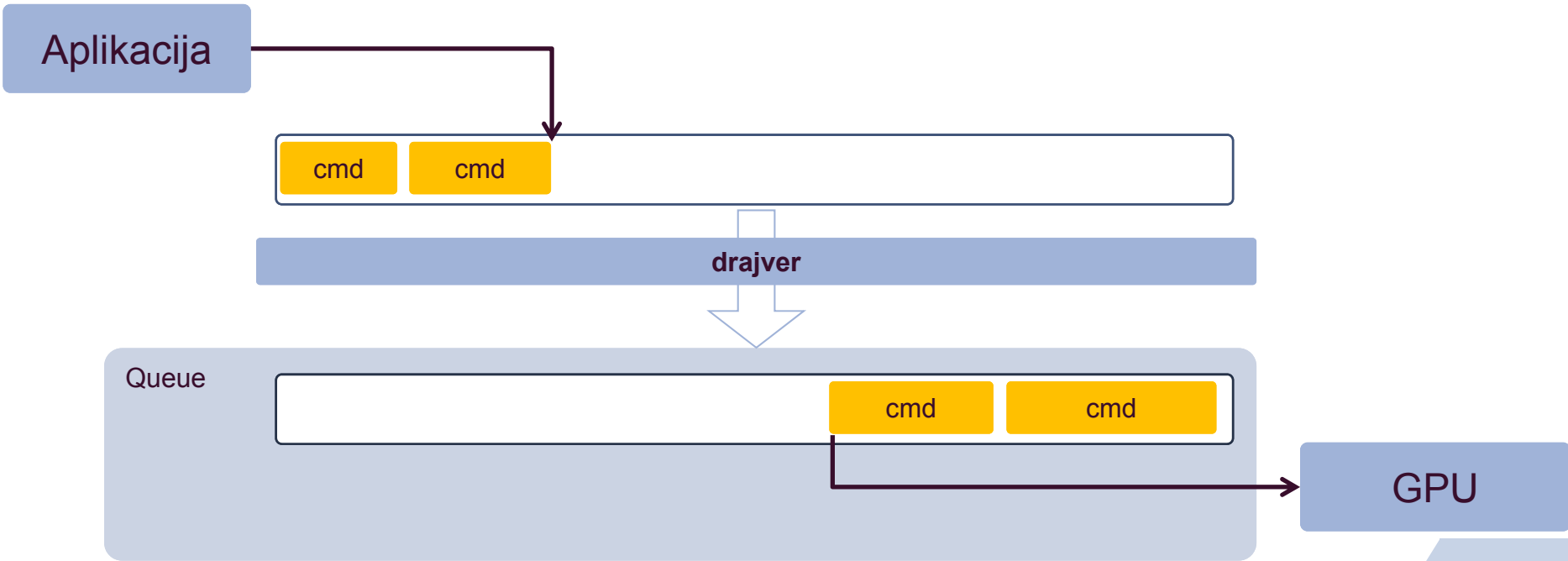
drajver

Queue

cmd

cmd

GPU



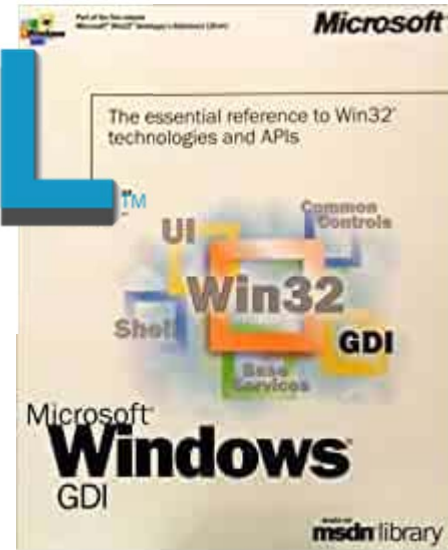
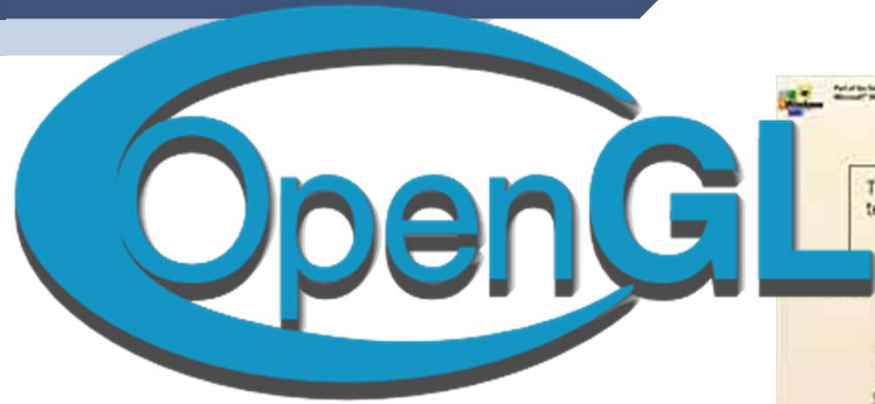
GRAFIČKI PROTOČNI SISTEM

- **Grafički protočni sistem** predstavlja apstrakciju procesa obrade grafičkih primitiva, od zadavanja atributa do formiranja finalne slike na ekranu
- Neki koraci se mogu programirati, dok drugi predstavljaju fiksnu funkcionalnost (može se podešavati rad, ali ne i suštinski menjati)
- Upravljanje pojedinim koracima zasebnim programima - **šejderima**



AKTUELNI GAPI

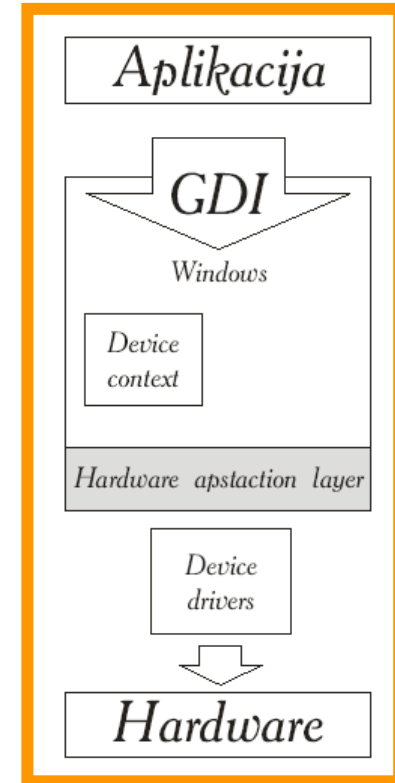
- GDI
- GDI+
- OpenGL
- Direct3D
- Metal
- Vulkan



WINDOWS GDI



- **GDI** (Graphics Device Interface) je 2D GAPI koji koristi Microsoft u svojim operativnim sistemima
- Prisutan na Windows platformama još od prvih (16-bitnih) verzija
- Pristup preko **Device Context (DC)**, koji sadrži objekte (olovke, četke,...) sa dodeljenim atributima i grafičke modove
- DC obezbeđuje apstrakciju (virtuelizaciju) uređaja i time crtanje nezavisno od hardvera (koji je tip, kakve su karakteristike,...)



OpenGL

- **OpenGL** (Open Graphics Library) je organizovan u nekoliko biblioteka:
 - ▷ **GL** (*Graphics Library*) je jezgro OpenGL-a. Ona je osnovna biblioteka i sadrži sve ključne funkcije OpenGL-a.
 - ▷ **GLU** (*Graphic Utility Library*) je pomoćna biblioteka, koja kombinuje funkcije iz jezgra (GL) i olakšava mnoge programerske zadatke.

OpenGL

- ▶ **GLUT** (*GL Utility Toolkit*) je biblioteka koja obezbeđuje minimum funkcionalnosti koja se očekuje od modernih sistema zasnovanih na prozorima (otvaranje prozora, ulaz - miš, tastatura, meniji,...).
- ▶ **WGL (GLX, AGL, EGL)**. Služe za spregu sa operativnim sistemima. GLX je sprega sa X Windows-om, WGL sa Microsoft Windows-om, AGL sa Apple Mac OS-om, a EGL višepлатформска interfejs (počeo kao *OpenGL ES Native Platform Graphics Interface*, a sada je *Khronos NPGI* za OpenGL, OpenGL ES i OpenVG)

PITANJA

