

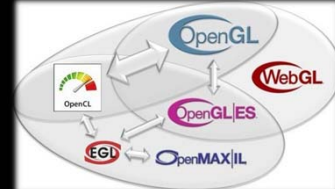
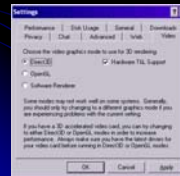


# Računarska grafika

predavanja  
v.prof.dr. Samir Lemeš  
slemes@unze.ba

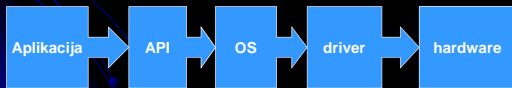
## 18. API

- API
- Jezici za sjenčenje
- OpenGL
- Microsoft API



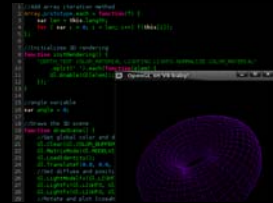
## API

- *Application Programming Interface*
- Skup potprograma koje aplikativni softver koristi za upravljanjem procedura od strane operativnog sistema
- Posrednik između softvera za obradu slike i operativnog sistema / hardvera



## API

- Programski jezici obično nemaju izvorno naredbe za rad s grafikom, nego se definišu biblioteke potprograma.
- Kako bi se osigurala portabilnost, kreatori biblioteka se moraju pridržavati standarda (specifikacije API-ja)
- Nedostatak: neiskorištenost svih mogućnosti hardvera.



## API

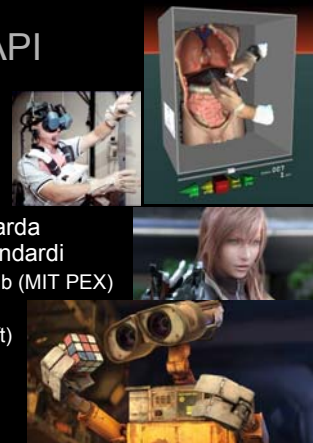
- 3D CORE (*Core Graphics System*)
  - 1979. ACM SIGGRAPH (*Association for Computing Machinery Special Interest Group on Graphics*)
- GKS (*Graphics Kernel System*)
  - ISO 88, 94, 97, 98, 99 (*International Standards Organization*)
  - ANSI 85 (*American National Standards Institute*)
- PHIGS (*Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System*), PHIGS+ za pseudorealističan prikaz.
  - ISO 90, 97
  - ANSI 88

```

mb_DC.Fill_Arcsrf w, x, h, pos 0
let f = (i, b) == (cr, fi, prep, pm, phi)
and ndigits = 1 0 0
and h = circle, at, fci
and sr = rectangle(w_max, h_max)
in style = PATTERN ==
  { (p == ct) : P &
    wstrans(w, v, ndigits 0) cr (i wr 0) ppts
    ^ (ppts == ct) & pattern(p, pm, ph, ps) }
  
```

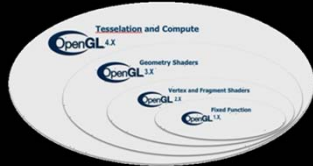
## API

- VRML (*Virtual Reality Modelling Language*)
  - ISO 97, 98, 99
- Osim službenih standarda postoje industrijski standardi
  - X Window System's Xlib (MIT PEX)
  - 93' GL, OpenGL (SGI)
  - 95' Direct 3D (Microsoft)
  - RenderMan (Pixar)
  - PostScript (Adobe)



## API

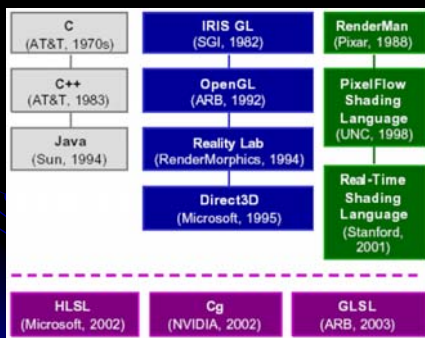
- Industrijski standardi su komercijalno značajniji od službenih standarda jer se jednostavnije mogu mijenjati.
- Khronos group je asocijacija IT kompanija koja se bavi razvojem i praćenjem verzija OpenGL: Mozilla, Google, AMD/ATI, Apple, Nvidia, Intel,...
- OpenGL verzije:
  - 1992. OpenGL 1.1
  - ...
  - 2014. OpenGL 4.5



## Jezici za sjenčenje

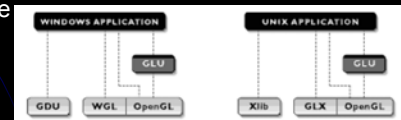
- (engl. *shading languages*)
- Programiranje grafičkog hardvera korištenjem jezika višeg nivoa (da se ne bi moralo programirati u asembleru za grafičku karticu)
- HLSL (engl. *High-Level Shading Languages*) – Direct3D, Microsoft, '02.
- CG (engl. *C for Graphics*) – OpenGL, Direct3D, NVidia, '02.
- GLSL (engl. *OpenGL Shading Language*) – open standard, ARB, '03.

## Jezici za sjenčenje



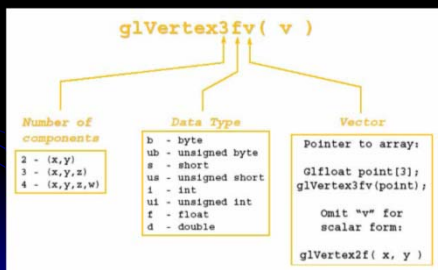
## OpenGL

- (engl. *Open Graphics Library*) <http://www.opengl.org/>
- programski interfejs prema grafičkom hardveru, neovisan o platformi koji kontroliše skup specifičnih operacija crtanja 2D/3D (definiše kontekst za prikaz)
- GLX X-server extension API - definiše mrežni protokol za OpenGL naredbe za prikazivanje (enkapsulirane u X protokol).



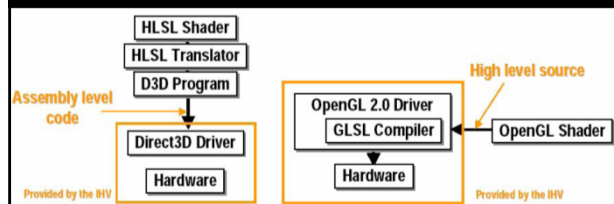
## OpenGL

- Primjer naredbe u OpenGL:



## OpenGL

- Poređenje GLSL (OpenGL) sa jezikom za sjenčenje HLSL (Direct3D):



- OpenGL – više platformi; DirectX – samo MS

## OpenGL

- Projektovan da može podržati napredne grafičke tehnike za realističan prikaz:
  - preslikavanje tekstura na površinu
  - uklanjanje nazubljenosti krivulja
  - perspektive i 3D transformacije
  - osvjtljavanje (izvori svjetla)
  - transparentnost
  - zamagljivanje
  - glatko sjenčenje



## Microsoft API

- DirectX predstavljen 1995. kao integrisani skup programerskih alata, za Windows multimedijalne aplikacije (igre ;-))
  - DirectX Graphics (Direct3D za prikaz 3D grafike i DirectDraw za 2D grafiku)
  - DirectX Audio za zvuk (DirectSound i DirectMusic)
  - DirectPlay za mrežno povezivanje.
  - DirectInput za ulazne uređaje (joystick,...)



## Direct3D

- Verzija Direct3D 10 postoji samo za Windows Vista i novije, jer zavisi od nove *Windows Display Driver Model* arhitekture.
- WDDM uključuje upravljanje memorijom koje podržava virtualizaciju grafičkog hardware-a za brojne aplikacije i servise (npr. *Desktop Window Manager*).



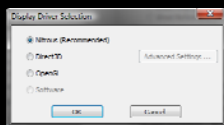
## Direct3D

- [dxdiag.exe](#)
- Direct3D 11 (od Windows 7)
- Direct3D 11.1 (od Windows 8)
- Direct3D 11.3 (od Windows 10)
- Aktuelne verzije: Direct3D 12 / Mobile



## DirectX vs. OpenGL

- Direct3D je dizajniran za virtualizaciju 3D hardware interfejsa, dok je OpenGL dizajniran kao hardverski ubrzani sistem za 3D renderisanje koji se može emulirati u softveru.
- Direct3D očekuje da aplikacija upravlja hardverom, a OpenGL to radi preko drivera (implementacije).



## Android OpenGL API

- Android podržava 2D i 3D grafiku visokih performansi pomoću OpenGL ES API-ja.
- Primjer (različite veličine i proporcije displeja se rješavaju algoritmima projektovanja i pogleda za transformaciju koordinata):

