

# Osnove kompjuterske grafike

primjeri

# Zadatak

- Modelovanje, reprezentovanje i prikazivanje (rendering) geometrijskih objekata
- Ulaz:
  1. Geometrija scene (+boja, tekstura)
  2. Model svijetla
  3. Pozicija i orijentacija kamere (virtuelne)
- Zadatak: Proizvesti virtuelnu scenu



# Tehnologije za 3D grafiku

- Najpopularnije: DirectX i OpenGL

# OpenGL

- API za 3D (i 2D) grafiku - industrijski standard od 1991.
- OpenGL je softverski interfejs za GPU
- Nezavisan od platforme, ubrzan hardverom, nezavisan od jezika
- OpenGL ES – verzija za embeded sisteme: smart telefone, tablete, konzole za igru..
- WebGL – omogućava 3D grafiku u web browser-u (bazira se na OpenGL ES 2.0) – binding za JavaScript

# OpenGL

- Core OpenGL (GL)
  - glColor, glVertex, glTranslate, glRotate
  - Geometrijski elementi: Tačka, linija, poligon
- OpenGL Utility library (GLU)
  - Dodatni elementi kao npr. kvadratne površine
- OpenGL Utilities Toolkit (GLUT)
  - Novija, stabilnija i open source verzija je freeglut
  - interakcija sa OS (prozori, unos preko perifernih uređaja)
  - Dodatni elementi kao npr. sfera
- <https://docs.gl/>

# OpenGL - sintaksa

- Prefiksi gl, glu i glut
- Camel-case
- Broj i tip argumenata (zbog kompatibilnosti sa C)
  - glClearColor – boja pozadine
  - glColor3f - kojom bojom crtamo
  - glVertex2i - pozicija tačaka
- *returnType* **glFunction[234][sifd]** (*type value, ...*);
- *returnType* **glFunction[234][sifd]****v** (*type \*value*);

# OpenGL - sintaksa

- OpenGL definiše svoje tipove (mogu se vidjeti u gl.h)

```
typedef unsigned int    GLenum;
typedef unsigned char   GLboolean;
typedef unsigned int    GLbitfield;
typedef void            GLvoid;
typedef signed char     GLbyte;        /* 1-byte signed */
typedef short           GLshort;       /* 2-byte signed */
typedef int             GLint;         /* 4-byte signed */
typedef unsigned char   GLubyte;       /* 1-byte unsigned */
typedef unsigned short  GLushort;      /* 2-byte unsigned */
typedef unsigned int    GLuint;        /* 4-byte unsigned */
typedef int             GLsizei;       /* 4-byte signed */
typedef float           GLfloat;        /* single precision float */
typedef float           GLclampf;      /* single precision float in [0,1] */
typedef double          GLdouble;      /* double precision float */
typedef double          GLclampd;      /* double precision float in [0,1] */
```

```
glVertex3f(1.1f, 2.2f, 3.3f);          // 3 GLfloat parameters
glVertex2i(4, 5);                      // 2 GLint parameters
glColor4f(0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);     // 4 GLfloat parameters
```

```
GLdouble aVertex[] = {1.1, 2.2, 3.3};
glVertex3fv(aVertex);                  // an array of 3 GLfloat values
```

# OpenGL - sintaksa

- Konstante počinju sa « GL\_ », « GLU\_ » ili « GLUT\_ »
  - npr. GL\_COLOR\_BUFFER\_BIT ukazuje koji bafer treba da bude reinicijalizovan



# Boje

- Boja prvog plana (boja elemenata koje crtamo)

```
void glColor3f(GLfloat red, GLfloat green, GLfloat blue)
void glColor3fv(GLfloat *colorRGB)
void glColor4f(GLfloat red, GLfloat green, GLfloat blue, GLfloat alpha)
void glColor4fv(GLfloat *colorRGBA)
```

- Boja pozadine ili «clearing» boja

```
void glClearColor(GLclampf red, GLclampf green, GLclampf blue, GLclampf alpha)
// GLclampf in the range of 0.0f to 1.0f
```

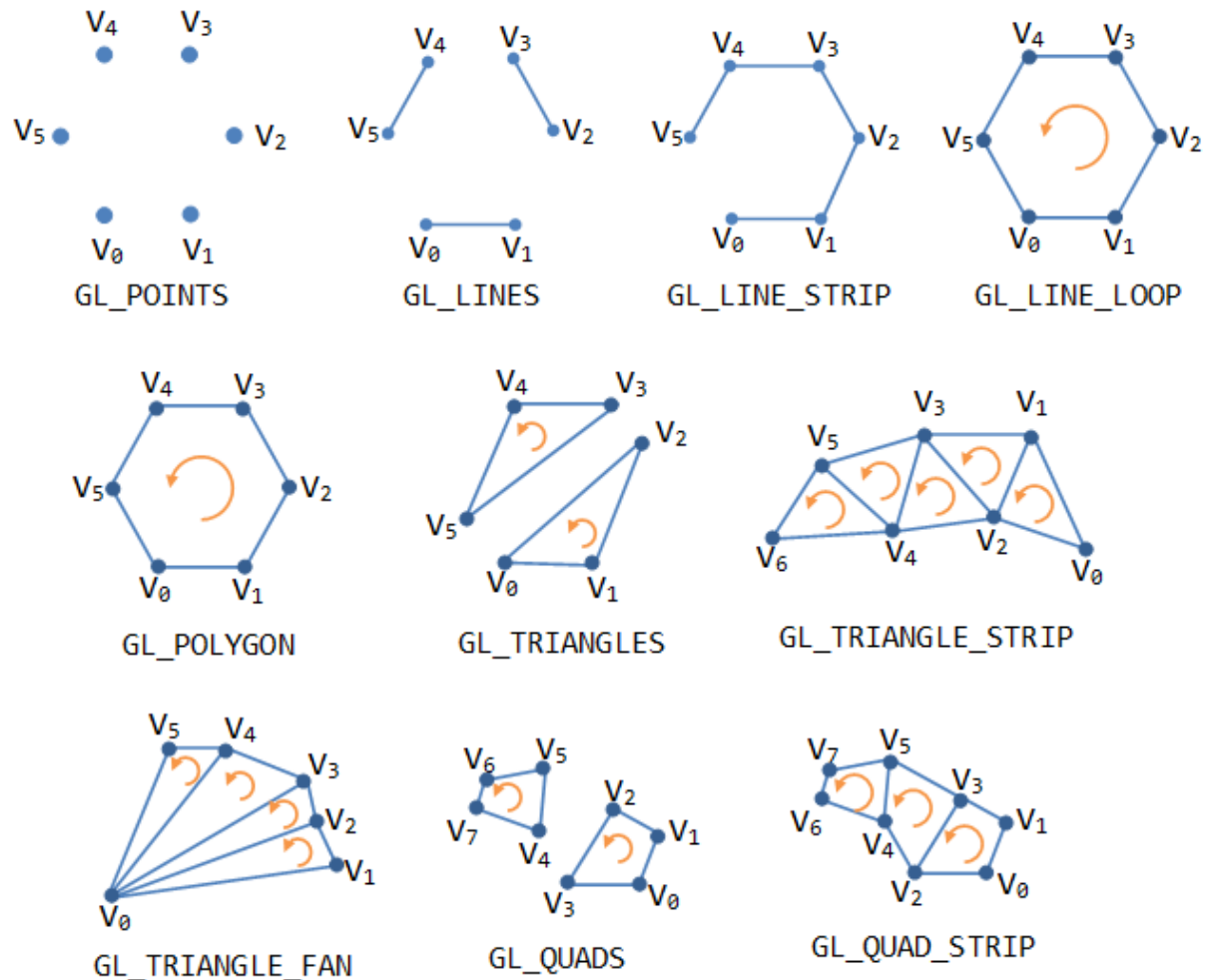
- Float vrijednosti od 0 do 1
- RGB ili RGBA model

# OpenGL – osobine ostaju dok ih ne promijenimo

- Mašina stanja
  - osobine (npr. boja pozadine, boja prvog plana, ugao željene rotacije...) ostaju nepromjenjene dok ih eksplicitno ne promijenimo

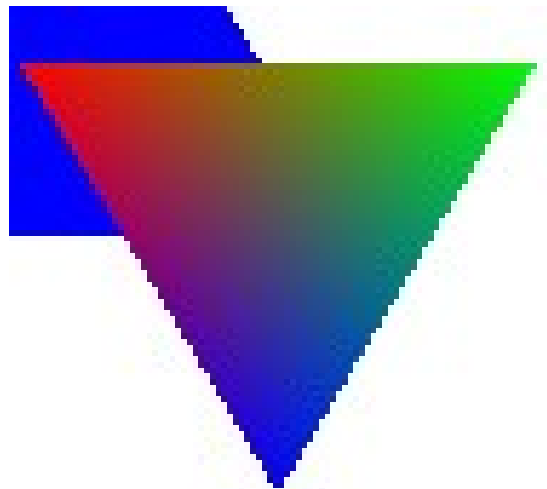
# OpenGL – geometrijski elementi

- Trougao, četvorougao, duž, tačka, poligon
- Zadajemo ih u *glBegin* - *glEnd* bloku tako što definišemo koordinate tjemena



# OpenGL – geometrijski elementi

- «S» na kraju tipa znači da možemo u jednom bloku definisati više elemenata.  
Npr. **GL\_QUADS**
- Boja se definiše za TJEMENA a ne za elemente (boja samog elementa se računa interpolacijom između boja tjemena)



# OpenGL – clipping area

- Clipping area – ono što vidi kamera
  - Default:  $(-1.0, 1.0, -1.0, 1.0)$

