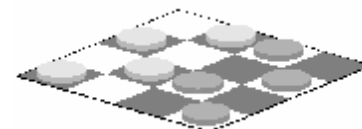


RAČUNARSKA GRAFIKA

drugi kolokvijum

- 1) [25] **OpenGL:** Napisati na jeziku C ili C++ deo programa za crtanje scene prikazane na slici 1 primenom grafičke biblioteke OpenGL. Scena se sastoji od table kvadratnog oblika podeljene na tamna i svetla polja poput table za šah. Tabla je uokvirena crnom linijom. Na tabli se nalaze raspoređeni tamni i svetli žetoni za igru, tamni na svetlim poljima i obrnuto (videti sliku 1). Omotā žetona je 20% tamniji u odnosu na njegovu osnovicu. Scena se crta na beloj podlozi. Koristi se ortografska projekcija, a vidljiva zapremina je definisana u sledećem opsegu: $x \in [-15,15]$, $y \in [-15,15]$, $z \in [0,50]$, pri čemu tabla leži u ZoX ravni. Napisati posebnu funkciju koja vrši osnovnu inicijalizaciju OpenGL sistema potrebnu za crtanje scene. Smatrati da je otvaranje prozora za crtanje realizovano u glavnom programu koji nije potrebno pisati. **Napomena:** rezultujuća slika ne sme da zavisi od redosleda crtanja elemenata scene.



slika 1

- 2) [25] Postaviti jednu matričnu jednačinu koja određuje projekciju sa perspektivom iz centra projekcije $P(3,2,3)$ na projekcionu ravan $z=2-x$, slike proizvoljne tačke (u desnom 3D koordinatnom sistemu) nakon rotacije koordinatnog sistema vezanog za kameru za 180° oko prave definisane presekom ravni $z=0$ i $y=3$. U sve matrice elementarnih transformacija koje učestvuju u matričnoj jednačini uvrstiti konkretne vrednosti. Nije potrebno množiti matrice.
- 3) [50] Odgovoriti koncizno (jedna do dve rečenice) na sledeća pitanja:
- Navesti elementarnu matricu rotacije oko Z -ose u desnom 3D pravouglom koordinatnom sistemu.
 - Koja je prednost i koji je nedostatak projekcije sa perspektivom u odnosu na ortografsku?
 - Koje su osnovne konceptualne razlike između SPHIGS i SRGP grafičkih sistema (barem 3)?
 - Kako se korišćenjem SPHIGS-a omogući da se više 3D struktura istovremeno prikazuje iz različitih uglova u više različitih prikaznih prozora?
 - Koji mehanizmi za pozicioniranje u SPHIGS strukturi postoje? Koji mehanizam je pouzdaniji i zašto?

Napomene:

- Kolokvijum traje 120 minuta.
- Nije dozvoljena upotreba literature niti programabilnih kalkulatora.
- Dozvoljena je upotreba OpenGL podsetnika.

Rešenja zadataka

drugi kolokvijum 2008

1) Rešenje

```
void crtajPodlogu(float bela_polja, float crna_polja)
```

```
{
    glPushMatrix();

    for(int i = 0; i < BROJ_POLJA; i++)
        for(int j = 0; j < BROJ_POLJA; j++)
        {
            glPushMatrix();
            glTranslatef(5*j, 0, 5*i);
            if( (i+j) % 2 )
                glColor3f(bela_polja,bela_polja,bela_polja);
            else
                glColor3f(crna_polja, crna_polja, crna_polja);

            glBegin(GL_QUADS);
            glVertex3f( 0, 0, 0 );
            glVertex3f( 5, 0, 0 );
            glVertex3f( 5, 0, 5 );
            glVertex3f( 0, 0, 5 );
            glEnd();
            glPopMatrix();
        }

    glLineWidth(2);
    glBegin(GL_LINE_STRIP);
    glColor3f(0,0,0);
    glVertex3f(0, 0, 0);
    glVertex3f( 5*BROJ_POLJA, 0, 0 );
    glVertex3f( 5*BROJ_POLJA, 0, 5*BROJ_POLJA );
    glVertex3f( 0, 0, 5*BROJ_POLJA );
    glVertex3f(0, 0, 0);
    glEnd();

    glPopMatrix();
}
```

```
void crtajZeton(float intenzitet)
```

```
{
    glColor3f(intenzitet, intenzitet, intenzitet);
    glBegin(GL_TRIANGLE_FAN);
    glVertex3f(0, 0.5, 0);
    for(int ugao = 0; ugao <= 360; ugao+=20)
        glVertex3f( 2 * cos( DEG_2_RAD(ugao) ), 0.5,
                   2 * sin( DEG_2_RAD(ugao) ) );
    glEnd();

    glColor3f(intenzitet*0.8, intenzitet*0.8, intenzitet*0.8);
    glBegin(GL_QUAD_STRIP);
    for(int ugao = 0; ugao <= 360; ugao+=20)
    {
        glVertex3f( 2 * cos( DEG_2_RAD(ugao) ), 0,
                   2 * sin( DEG_2_RAD(ugao) ) );
        glVertex3f( 2 * cos( DEG_2_RAD(ugao) ), 0.5,
                   2 * sin( DEG_2_RAD(ugao) ) );
    }
    glEnd();
}
```

```
void crtajTablu(float bela_polja, float crna_polja,
                float bele_figure, float crne_figure)
```

```
{
    glPushMatrix();
    glTranslatef(-(5*BROJ_POLJA/2), 0, -(5*BROJ_POLJA/2));

    crtajPodlogu(bela_polja, crna_polja);

    for(int i = 0; i < 2; i++)
        for(int j = 0; j < BROJ_POLJA; j++ )
        {
            if( (i+j) % 2 == 0 )
            {
                glPushMatrix();
                glTranslatef(5*j+2.5, 0, 5*i+2.5);
                crtajZeton(bele_figure);
                glPopMatrix();
            }

            if( (BROJ_POLJA-1-i+j) % 2 )
            {
                glPushMatrix();
                glTranslatef(5*j+2.5, 0, 5*(BROJ_POLJA-1-i)+2.5);
                crtajZeton(crne_figure);
                glPopMatrix();
            }
        }
    glPopMatrix();
}

void crtajScenu(void)
{
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
    glLoadIdentity();

    glTranslatef( 0, 0, -15 );
    glRotatef(20, 1, 0, 0);
    glRotatef(50, 0, 1, 0);
    crtajTablu(1, 0.5f, 0.9f, 0.7f);

    glFlush();
}

void init()
{
    glPolygonMode(GL_FRONT, GL_FILL);
    glClearColor (1.0, 1.0, 1.0, 0.0);
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);

    glMatrixMode(GL_PROJECTION);
    glLoadIdentity();
    glOrtho(-15, 15, -15, 15, 0, 50);

    glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
    glLoadIdentity();
}
```

$$2) \begin{aligned} [X' \ Y' \ Z' \ W] &= [X \ Y \ Z \ 1] * M \\ [X'' \ Y'' \ Z'' \ 1] &= \begin{bmatrix} X' & Y' & Z' \\ W & W & W \end{bmatrix} \end{aligned}$$

$$M = \text{Translacija1} * \text{Rotacija1} * \text{Translacija2} * \text{Rotacija2} * \text{Projekcija} * \text{Rotacija3} * \text{Translacija3}$$

$$\text{Translacija1} = T(0, 3, 0) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Rotacija1} = R_x(\pi) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Translacija2} = T(1, 1, -1) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Rotacija2} = R_y\left(\frac{3\pi}{4}\right) = \begin{bmatrix} -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 & \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Projekcija} = P_p(0, 0, 2\sqrt{2}) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\frac{1}{2\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Rotacija3} = R_y\left(-\frac{3\pi}{4}\right) = \begin{bmatrix} -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ \frac{\sqrt{2}}{2} & 0 & -\frac{\sqrt{2}}{2} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Translacija3} = T(-1, -1, 1) = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$