Grafika komputerowa

Autor:
Jacek Wieczorek (181043)

Prowadzący:
Dr inż. Tomasz Kapłon

Wydział Elektroniki
III rok
Pn TP 08.15 - 11.00

12 grudnia 2011

1 Cel laboratorium

Celem ćwiczenia jest ilustracja możliwości oświetlania obiektów na scenach $3-D$ z wykorzystaniem biblioteki *OpenGL* z rozszerzeniem *GLUT*, sterowania oświetleniem oraz budowy własnego modelu oświetlenia.

2 Zadanie 1

Pierwsze zadanie polegało na oświetleniu jednym źródłem śiwatła obracającego się jajka, stworzonego podczas laboratorium drugiego. W celu poprawnego oświetlenia jajka, korzystając z modelu Phong'a, należy wyliczyć wektor normalny z następujących zależności :

Powierzchnia jajka opisana została równaniem :

$$x(u,v) = (-90u^5 + 225u^4 - 270u^3 + 180u^2 - 45u)\cos(\pi v)$$
$$y(u,v) = 160u^4 - 320u^3 + 160u^2$$
$$z(u,v) = (-90u^5 + 225u^4 - 270u^3 + 180u^2 - 45u)\sin(\pi v)$$

$$0 \leq u \leq 1$$
$$0 \leq v \leq 1$$

Wektor normalny można znaleźć za pomocą nastepujących równań :

$$N(u,v) = \left[\begin{vmatrix} y_u & z_u \\ y_v & z_v \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} z_u & x_u \\ z_v & x_v \end{vmatrix}, \begin{vmatrix} x_u & y_u \\ x_v & y_v \end{vmatrix} \right] =$$
$$= \left[y_u \cdot z_v - z_u y_v \ , \quad z_u \cdot x_v - x_u z_v \ , \quad x_u \cdot y_v - y_u x_v \right] \neq 0$$

Gdzie :

$$x_u = \frac{\partial x(u,v)}{\partial u} = \left(-450u^4 + 900u^3 - 810u^2 + 360u - 45\right) \cdot \cos(\pi v)$$

$$x_v = \frac{\partial x(u,v)}{\partial v} = \pi \cdot \left(90u^5 - 225u^4 + 270u^3 - 180u^2 + 45u\right) \cdot \sin(\pi v)$$

$$y_u = \frac{\partial y(u,v)}{\partial u} = 640u^3 - 960u^2 + 320u$$

$$y_v = \frac{\partial y(u,v)}{\partial v} = 0$$

$$z_u = \frac{\partial z(u,v)}{\partial u} = \left(-450u^4 + 900u^3 - 810u^2 + 360u - 45\right) \cdot \sin(\pi v)$$

$$z_v = \frac{\partial z(u,v)}{\partial v} = -\pi \cdot \left(90u^5 - 225u^4 + 270u^3 - 180u^2 + 45u\right) \cdot \cos(\pi v)$$

2.1 Funkcje programu :

2.1.1 Obliczanie współrzędnych powierzchni jajka i wektora normalnego

```
for(int i=0; i< N; i++)
{
        for(int j=0; j<N; j++)
        {
                u = (float)i/(N-1);
        v = (float)j/(N-1);
                tab[i][j][0] =(-90 * pow(u,5.0f) + 225*pow(u,4.0f) - 270*pow
                    (u,3.0f)+180*pow(u,2.0f)-45*u)*cos(PI * v) ;
                tab[i][j][1] = 160*pow(u,4.0f) - 320*pow(u,3.0f)+160*pow(u
                    ,2.0f) - 5.0;
                tab[i][j][2] = (-90 * pow(u,5.0f) + 225*pow(u,4.0f) - 270*
                    pow(u,3.0f)+180*pow(u,2.0f)-45*u)*sin(PI * v);

                xu = (-450*pow(u,4) + 900*pow(u,3) - 810*pow(u,2) + 360*u -
                    45)*cos(PI * v);
                yu = 640*pow(u,3) - 960*pow(u,2) + 320*u;
                zu = (-450*pow(u,4) + 900*pow(u,3) - 810*pow(u,2) + 360*u -
                    45)*sin(PI * v);

                xv = PI * (90*pow(u,5) - 225*pow(u,4) + 270*pow(u,3) - 180*
                    pow(u,2) + 45*u)*sin(PI * v);
                yv = 0;
                zv =  -PI * (90*pow(u,5) - 225*pow(u,4) + 270*pow(u,3) -
                    180*pow(u,2) + 45*u)*cos(PI * v);

                nor[i][j][0] = (yu * zv - zu * yv);
                nor[i][j][1] = (zu * xv - xu * zv);
                nor[i][j][2] = (xu * yv - yu * xv);

                float len = sqrt(pow(nor[i][j][0],2) + pow(nor[i][j][1],2) +
                     pow(nor[i][j][2],2));
                for(int k=0; k<3; k++)
                        nor[i][j][k] /= len;
                }

        }

for(int i=N/2; i<N;i++)
        for(int j=0; j<N; j++)
                for(int k=0; k<3; k++)
                        nor[i][j][k] *= -1;
```

2.1.2 Ustawienie parametrów materiału i źródła światła

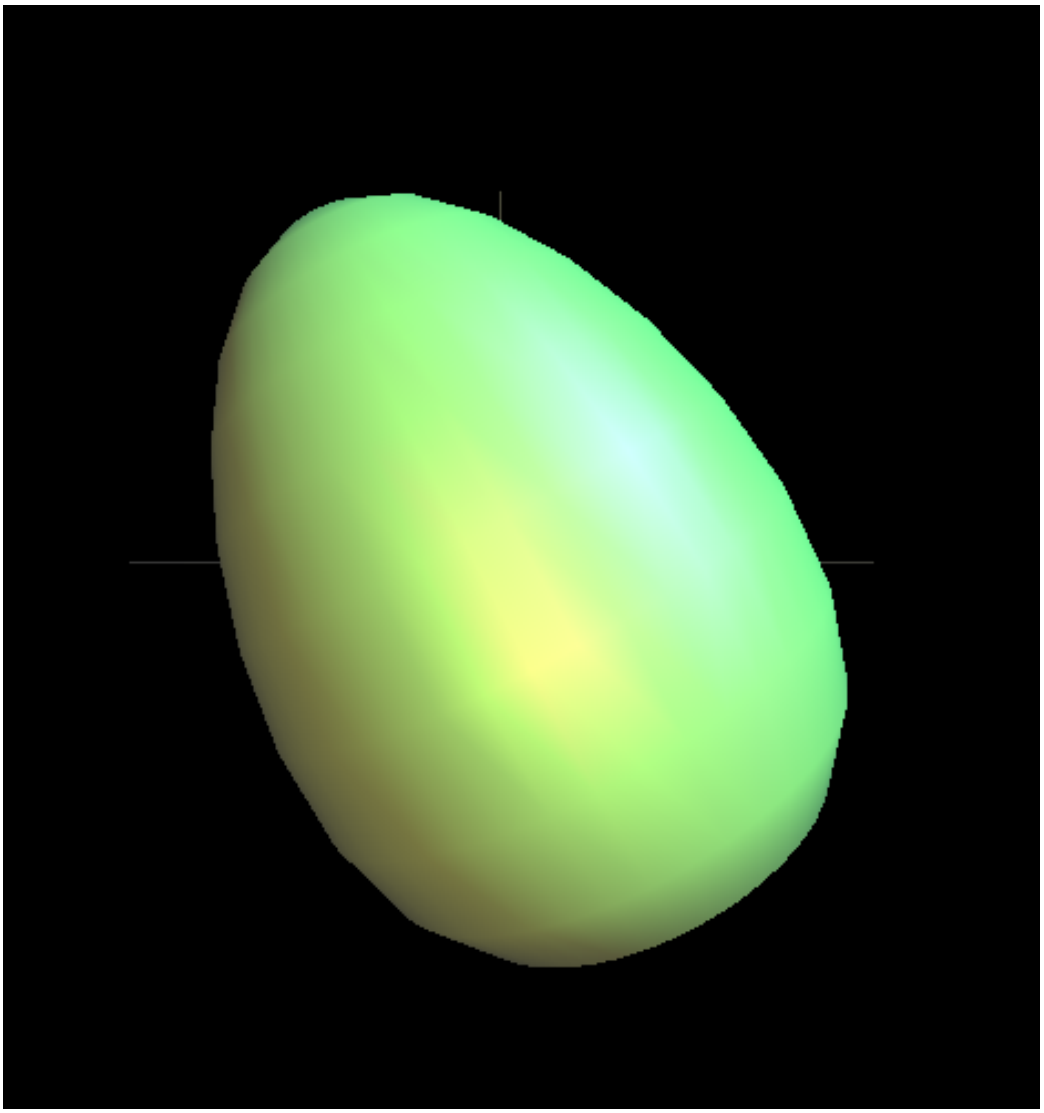
```
glClearColor(0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);

GLfloat mat_ambient[]   = {1.0, 1.0, 1.0, 1.0};
GLfloat mat_diffuse[]   = {0.8, 0.8, 0.8, 1.0};
GLfloat mat_specular[]  = {0.8, 0.8, 0.8, 1.0};
GLfloat mat_shininess   = {50.0};

GLfloat light0_ambient[] = {0.0, 0.0, 0.0, 1.0};
GLfloat light0_diffuse[] = {1.0, 1.0, 0.2, 1.0};
GLfloat light0_specular[]= {1.0, 1.0, 0.2, 1.0};
```

```
    GLfloat att_constant  = {1.0};
    GLfloat att_linear    = {0.05};
    GLfloat att_quadratic  = {0.001};

    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
17  glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient);
    glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
    glMaterialf(GL_FRONT, GL_SHININESS, mat_shininess);

    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light0_ambient);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light0_diffuse);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light0_specular);
    glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_pos[0]);

    glLightf(GL_LIGHT0, GL_CONSTANT_ATTENUATION, att_constant);
27  glLightf(GL_LIGHT0, GL_LINEAR_ATTENUATION, att_linear);
    glLightf(GL_LIGHT0, GL_QUADRATIC_ATTENUATION, att_quadratic);

    glShadeModel(GL_SMOOTH);
    glEnable(GL_LIGHTING);
    glEnable(GL_LIGHT0);
    glEnable(GL_DEPTH_TEST);
```

2.1.3 Rysowanie jajka

```
    void EggsTriangles(){
            glBegin(GL_TRIANGLES);
            for(int i=0; i<N-1; i++){
            for(int j=0; j<N-1; j++)
                    {
                            glBegin(GL_TRIANGLES);
 7
                            glNormal3fv(nor[i][j]);
                            glVertex3fv(tab[i][j]);

                            glNormal3fv(nor[i+1][j]);
                            glVertex3fv(tab[i+1][j]);

                            glNormal3fv(nor[i][j+1]);
                            glVertex3fv(tab[i][j+1]);
                            glEnd();
17
                            glBegin(GL_TRIANGLES);

                            glNormal3fv(nor[i+1][j+1]);
                            glVertex3fv(tab[i+1][j+1]);

                            glNormal3fv(nor[i+1][j]);
                            glVertex3fv(tab[i+1][j]);

                            glNormal3fv(nor[i][j+1]);
27                          glVertex3fv(tab[i][j+1]);
                            glEnd();
                    }
            }
            glEnd();
    }
```

2.2 Przykładowy wynik



3 Zadanie 2

Zadanie 2 polegało na dodaniu kolejnego źródła światła i możliwości sterowania nimi za pomocą myszki poprze zmianę kątów azymutu i elewacji.

3.1 Kod programu

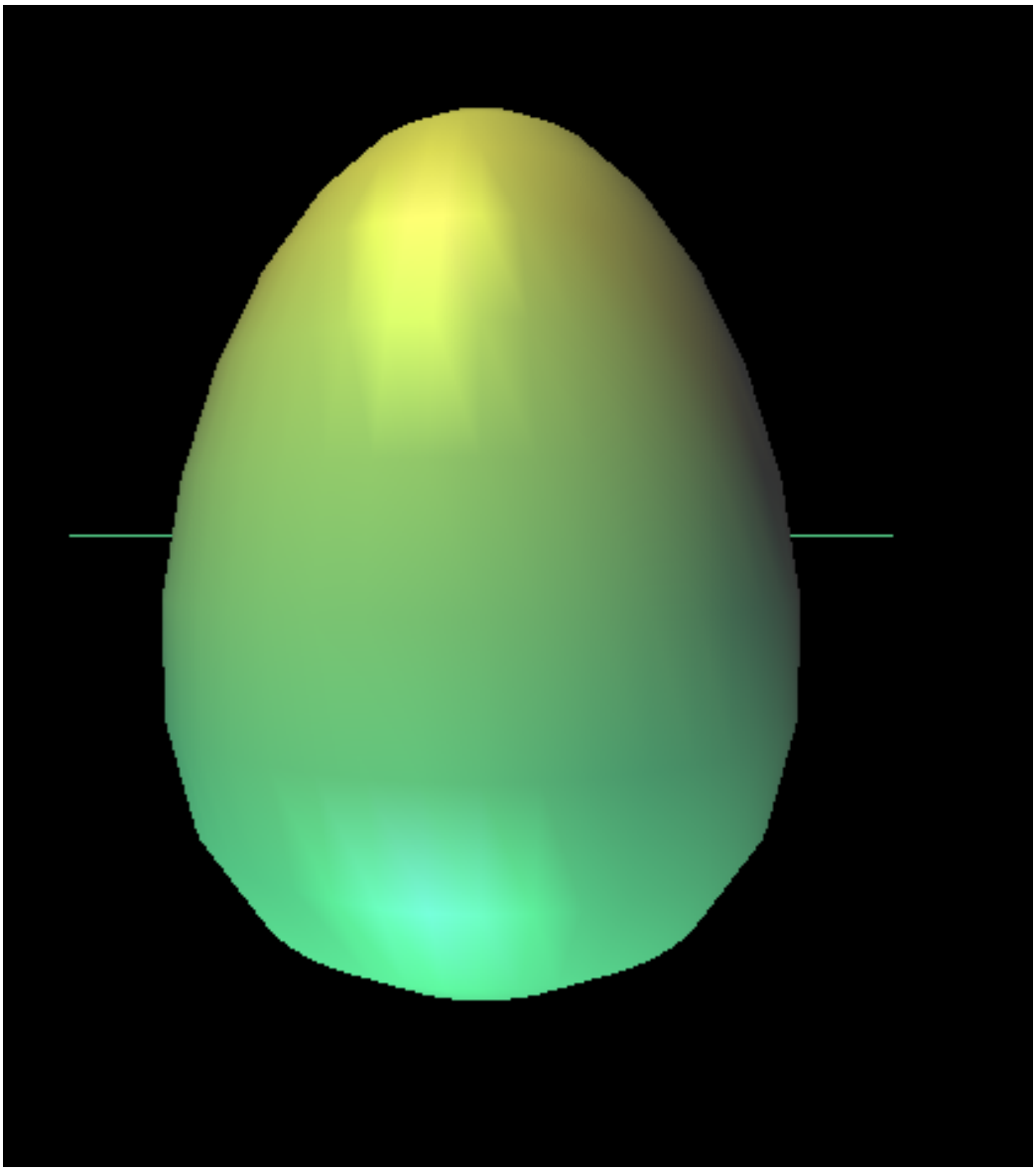
3.1.1 Dodanie drugiego źródła światła

```
GLfloat mat_ambient[]   = {1.0, 1.0, 1.0, 1.0};
GLfloat mat_diffuse[]   = {0.8, 0.8, 0.8, 1.0};
GLfloat mat_specular[] = {0.8, 0.8, 0.8, 1.0};
GLfloat mat_shininess   = {50.0};

GLfloat light0_ambient[] = {0.0, 0.0, 0.0, 1.0};
GLfloat light0_diffuse[] = {1.0, 1.0, 0.2, 1.0};
GLfloat light0_specular[]= {1.0, 1.0, 0.2, 1.0};

GLfloat light1_ambient[] = {0.0, 0.0, 0.0, 1.0};
GLfloat light1_diffuse[] = {0.2, 0.9, 0.5, 1.0};
GLfloat light1_specular[]= {0.2, 0.9, 0.5, 1.0};

GLfloat att_constant  = {1.0};
GLfloat att_linear    = {0.05};
GLfloat att_quadratic  = {0.001};

glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
glMaterialf(GL_FRONT, GL_SHININESS, mat_shininess);

glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light0_ambient);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light0_diffuse);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light0_specular);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_pos[0]);

glLightfv(GL_LIGHT1, GL_AMBIENT, light1_ambient);
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_DIFFUSE, light1_diffuse);
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_SPECULAR, light1_specular);
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_POSITION, light_pos[1]);

glLightf(GL_LIGHT0, GL_CONSTANT_ATTENUATION, att_constant);
glLightf(GL_LIGHT0, GL_LINEAR_ATTENUATION, att_linear);
glLightf(GL_LIGHT0, GL_QUADRATIC_ATTENUATION, att_quadratic);

glLightf(GL_LIGHT1, GL_CONSTANT_ATTENUATION, att_constant);
glLightf(GL_LIGHT1, GL_LINEAR_ATTENUATION, att_linear);
glLightf(GL_LIGHT1, GL_QUADRATIC_ATTENUATION, att_quadratic);

glShadeModel(GL_SMOOTH);
glEnable(GL_LIGHTING);
glEnable(GL_LIGHT0);
glEnable(GL_LIGHT1);
glEnable(GL_DEPTH_TEST);
```

3.1.2 Sterowanie oświetleniem

```
void Mouse(int btn, int state, int x, int y)
{
        if(btn==GLUT_LEFT_BUTTON && state == GLUT_DOWN)
    {
        x_pos_old = x;
        y_pos_old = y;
        status = 1;
    }
        else if(btn==GLUT_RIGHT_BUTTON && state == GLUT_DOWN){
                x_pos_old = x;
        y_pos_old = y;
        status = 2;
        }
        else
        status = 0;
}

void Motion( GLsizei x, GLsizei y )
{

   delta_x= x - x_pos_old;
        x_pos_old = x;
        delta_y = y - y_pos_old;
        y_pos_old = y;

    glutPostRedisplay();
}


W RenderScene()

if(status == 1)
{
        beta[0][0] += delta_x * pix2angle / 30.0;
        beta[0][1] += delta_y * pix2angle / 30.0;

}  else if(status ==2){
        beta[1][0] += delta_x * pix2angle / 30.0;
        beta[1][1] += delta_y * pix2angle / 30.0;
}

for(int b=0; b<2; b++){
        light_pos[b][0] = theta_zoom *cos(beta[b][0])*cos(beta[b][1]);
    light_pos[b][1] = theta_zoom *sin(beta[b][1]);
    light_pos[b][2] = theta_zoom *sin(beta[b][0])*cos(beta[b][1]);
}


glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_pos[0]);
glLightfv(GL_LIGHT1, GL_POSITION, light_pos[1]);
```

3.2 Przykładowy wynik



4 Wnioski

Oświetlanie obiektu w OpenGL za pomocą modelu Phong'a nie jest skomplikowanym zadaniem. Problematyczne okazuje się wyliczenie wektorów normalnych powierzchni obiektu nie wchodzącego w skład biblioteki. Te utrudnienia nie występowały przy generowaniu oświetlenia dla czajniczka, będącego częścią biblioteki OpenGL i GLUT.