POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

Instytut Informatyki, Automatyki i Robotyki

Zakład Systemów Komputerowych

Wprowadzenie do grafiki komputerowej

Kurs: INEK00012L

Sprawozdanie z ćwiczenia nr

TEMAT ĆWICZENIA :
OpenGL – Teksturowanie

Wykonał:	**Paweł Biel**
Termin:	**WT TN 13:15 – 16:15**
Data wykonania ćwiczenia:	**11.12.2017**
Data oddania sprawozdania:	**19.12.17**
Ocena:	

Uwagi prowadzącego:

```
//*************************************************************************
//
// PLIK ŹRÓDŁOWY:                Source.cpp
//
// OPIS:                         Teksturowanie
//
//
// AUTOR:                                Paweł Biel
//
// DATA                          5.11.2017
// MODYFIKACJI:
//
// PLATFORMA:                    System operacyjny:  Microsoft Windows 10.
//                                       Kompilator:       Microsoft Visual C++ v2017.
//
// MATERIAŁY                     Nie wykorzystano.
// ŹRÓDŁOWE:
//
// UŻYTE BIBLIOTEKI       Nie używano.
// NIESTANDARDOWE
//
//*************************************************************************//

#include <windows.h>
#include <gl/gl.h>
#include <gl/glut.h>
#include <math.h>
#include <cstdlib>
#include <iostream>

using namespace std;
#define PI 3.14159265
#pragma warning (disable : 4996)
typedef float point3[3]; // Definicja typu przechowującego współrzędne X,Y,Z punktu
const int N = 50; // Poziom szczegółowości - rysowana figura składa się z N^2 punktów lub wierzchołków
trójkątów

static GLfloat viewer[] = { 0.0, 0.0, 10.0 }; // Położenie obserwatora
static GLfloat p = 1.0; // Współrzędna Y skrócenia kamery
static GLfloat thetax = 0.0, thetay = 0.0, theta_zoom = 10.0;
static GLfloat pix2angle; // Przelicznik pikseli na stopień

                                                //punkty dla piramidy
GLfloat piramida[5][3] =
{ { 1.0f, -1.0f, 1.0f },
{ -1.0f,-1.0f, 1.0f },
{ 0.0f, 1.0f, 0.0f },
{ -1.0f,-1.0f,-1.0f },
{ 1.0f, -1.0f, -1.0f } };

int iteracje = 0;

static GLint status = 0; // Stan wciśnięcia przycisków myszy:
                                                // 0) żaden przycisk nie jest wciśnięty,
                                                // 1) wciśnięty został lewy przycisk,
                                                // 2) wciśnięty został prawy przycisk
```

```
static int x_pos_old = 0; // Poprzednia pozycja X,Y kursora myszy
static int y_pos_old = 0;

static int delta_x = 0; // Różnica w położeniu bieżącym i poprzednim
static int delta_y = 0;


// ************************************************************
// Przeliczenie wspolrzednych dwu wymiarowych na wspolrzedne trzy wymiarowe dla x, y, z
//************************************************************
float x(int i, int j, float n)
{

	float u = i / (n - 1);
	float v = j / (n - 1);
	float xx = ((-90 * pow(u, 5)) + (225 * pow(u, 4)) - (270 * pow(u, 3)) + (180 * pow(u, 2)) - 45 * u)*cos(PI *
v);

	return xx;
}


float y(int i, int j, float n)
{

	float u = i / (n - 1);
	float v = j / (n - 1);
	float yy = (160 * pow(u, 4)) - (320 * pow(u, 3)) + (160 * pow(u, 2));

	return yy;
}

float z(int i, int j, float n)
{
	float u = i / (n - 1);
	float v = j / (n - 1);
	float zz = ((-90 * pow(u, 5)) + (225 * pow(u, 4)) - (270 * pow(u, 3)) + (180 * pow(u, 2)) - 45 * u)*sin(PI *
v);

	return zz;
}


// ************************************************************
// Wywołanie funkcji rysującej jajko
//************************************************************
void rysuj_jajko()
{
	point3 points[N][N]; // Macierz przechowująca współrzędne N^2 punktów z których składa się obraz
	point3 normal[N][N]; // Macierz współrzędnych wektorów normalnych do wierzchołków trójkątów

	for (int i = 0; i < N; i++)
		for (int j = 0; j < N; j++)
		{

			float u = (float)i / (float)(N - 1);
			float v = (float)j / (float)(N - 1);
```

```
                        // ************************************************************
                        // Rzutowanie punktow o wsporzednych 3d na macierz
                        //************************************************************
                        points[i][j][0] = x(i, j, N);
                        points[i][j][1] = y(i, j, N);
                        points[i][j][2] = z(i, j, N);

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

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



                        if (i < (N / 2))
                        {
                                normal[i][j][0] = (yu * zv - zu * yv);
                                normal[i][j][1] = (zu * xv - xu * zv);
                                normal[i][j][2] = (xu * yv - yu * xv);
                        }
                        else
                        {
                                normal[i][j][0] = -(yu * zv - zu * yv);
                                normal[i][j][1] = -(zu * xv - xu * zv);
                                normal[i][j][2] = -(xu * yv - yu * xv);
                        }

                        // Zamiana na wektory jednostkowe
                        float len = sqrt(pow(normal[i][j][0], 2) + pow(normal[i][j][1], 2) + pow(normal[i][j][2],
2));
                        for (int k = 0; k<3; k++)
                                normal[i][j][k] /= len;
                }


        glColor3f(1.0f, 0.0f, 1.0f);
        //************************************************
        // Wyświetlenie wszystkich trójkątów w pierwszej połowie jajka
        //************************************************
        for (int i = N/2; i < N - 1; i++)
                for (int j = 0; j < N - 1; j++)
                {
                        glBegin(GL_TRIANGLES);

                        glNormal3fv(normal[i][j]); // Naniesienie wektora normalnego do punktu
```

```
                glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
                glVertex3f(points[i + 1][j + 1][0], points[i + 1][j + 1][1] - 5, points[i + 1][j + 1][2]);

                glNormal3fv(normal[i + 1][j]);
                glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
                glVertex3f(points[i + 1][j][0], points[i + 1][j][1] - 5, points[i + 1][j][2]);

                glNormal3fv(normal[i + 1][j + 1]);
                glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
                glVertex3f(points[i][j][0], points[i][j][1] - 5, points[i][j][2]); // Naniesienie punktu


                glEnd();

                glBegin(GL_TRIANGLES);
                glNormal3fv(normal[i][j]);
                glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
                glVertex3f(points[i][j][0], points[i][j][1] - 5, points[i][j][2]);

                glNormal3fv(normal[i][j + 1]);
                glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
                glVertex3f(points[i][j + 1][0], points[i][j + 1][1] - 5, points[i][j + 1][2]);

                glNormal3fv(normal[i + 1][j + 1]);
                glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
                glVertex3f(points[i + 1][j + 1][0], points[i + 1][j + 1][1] - 5, points[i + 1][j + 1][2]);
                glEnd();
        }

//***************************************************
// druga połowa jajka
//***************************************************
for (int i = 0 ; i < N/2; i++)
        for (int j = 0; j < N - 1; j++)
        {

                glBegin(GL_TRIANGLES);

                glNormal3fv(normal[i][j]); // Naniesienie wektora normalnego do punktu
                glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
                glVertex3f(points[i][j][0], points[i][j][1] - 5, points[i][j][2]); // Naniesienie punktu

                glNormal3fv(normal[i + 1][j]);
                glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
                glVertex3f(points[i + 1][j][0], points[i + 1][j][1] - 5, points[i + 1][j][2]);

                glNormal3fv(normal[i + 1][j + 1]);
                glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
                glVertex3f(points[i + 1][j + 1][0], points[i + 1][j + 1][1] - 5, points[i + 1][j + 1][2]);


                glEnd();


                glBegin(GL_TRIANGLES);
                glNormal3fv(normal[i][j]);
                glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
```

```
                        glVertex3f(points[i + 1][j + 1][0], points[i + 1][j + 1][1] - 5, points[i + 1][j + 1][2]);

                        glNormal3fv(normal[i][j + 1]);
                        glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);

                        glVertex3f(points[i][j + 1][0], points[i][j + 1][1] - 5, points[i][j + 1][2]);
                        glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
                        glVertex3f(points[i][j][0], points[i][j][1] - 5, points[i][j][2]);


                        glEnd();
                }
}

void rysuj_piramide(GLfloat *a, GLfloat *b, GLfloat *c, GLfloat *d, GLfloat *e) {
        glPolygonMode(GL_FRONT_AND_BACK, GL_FILL);

        //************************************************
        // Nadanie koloru białego dla scian figury, ponieważ rezygnuję z oświetlenia
        //************************************************
        glColor3f(1.0f, 1.0f, 1.0f);
        // wyznaczenie 4 trojkątów dla stworzenia ostrosłupa
        glBegin(GL_TRIANGLES);

        //glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
        glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
        glVertex3fv(a);
        //glColor3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);
        glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
        glVertex3fv(c);
        //glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);
        glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
        glVertex3fv(e);
        glEnd();



        glBegin(GL_TRIANGLES);
        //glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
        glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
        glVertex3fv(b);
        //glColor3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);
        glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
        glVertex3fv(c);
        //glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);
        glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
        glVertex3fv(d);
        glEnd();


        glBegin(GL_TRIANGLES);
        //glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
        glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
        glVertex3fv(c);
        //glColor3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);
        glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
        glVertex3fv(e);
```

```
	//glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);
	glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
	glVertex3fv(d);
	glEnd();

	glBegin(GL_TRIANGLES);
	//glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);
	glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
	glVertex3fv(a);
	//glColor3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);
	glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
	glVertex3fv(b);
	//glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);
	glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
	glVertex3fv(c);
	glEnd();
}

void podziel_piramide(GLfloat *a, GLfloat *b, GLfloat *c, GLfloat *d, GLfloat *e, int iteracja) {
	GLfloat wierzcholek[9][3];
	int j;
	if (iteracja > 0) {
		//znajdz punkty środkowe każdej krawędzi
		//podział krawędzi wokół podstawy figury
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[0][j] = (a[j] + b[j]) / 2;
		}
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[1][j] = (b[j] + d[j]) / 2;
		}
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[2][j] = (d[j] + e[j]) / 2;
		}
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[3][j] = (e[j] + a[j]) / 2;
		}

		// podział krawędzi bocznych
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[4][j] = (c[j] + a[j]) / 2;
		}
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[5][j] = (c[j] + b[j]) / 2;
		}
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[6][j] = (c[j] + d[j]) / 2;
		}
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[7][j] = (c[j] + e[j]) / 2;
		}
		for (j = 0; j < 3; j++) {
			wierzcholek[8][j] = (wierzcholek[3][j] + wierzcholek[1][j]) / 2;
		}

		//dla każdego trójkąta, który wchodzi, tworzone są 5 mniejsze trójkąty i rekurencyjnie są one
podzielone po kolei
```

```
		// od wierzchołka lewego dolnego w kierunku odwrotnym do wskazówek zegara, a na samym
koncu górny trójkąt
		podziel_piramide(a, wierzcholek[0], wierzcholek[4], wierzcholek[8], wierzcholek[3], iteracja -
1);
		podziel_piramide(wierzcholek[0], b, wierzcholek[5], wierzcholek[1], wierzcholek[8], iteracja -
1);
		podziel_piramide(wierzcholek[8], wierzcholek[1], wierzcholek[6], d, wierzcholek[2], iteracja -
1);
		podziel_piramide(wierzcholek[3], wierzcholek[8], wierzcholek[7], wierzcholek[2], e, iteracja -
1);
		podziel_piramide(wierzcholek[4], wierzcholek[5], c, wierzcholek[6], wierzcholek[7], iteracja -
1);


	}
	else {
		//narysuj piramide gdy iteracja 0
		rysuj_piramide(a, b, c, d, e);
	}
}
```

```
//*************************************************
// Funkcja rysująca osie układu współrzędnych
//*************************************************
void Axes(void)
{
	point3  x_min = { -5.0, 0.0, 0.0 };
	point3  x_max = { 5.0, 0.0, 0.0 };
	// początek i koniec obrazu osi x

	point3  y_min = { 0.0, -5.0, 0.0 };
	point3  y_max = { 0.0, 5.0, 0.0 };
	// początek i koniec obrazu osi y

	point3  z_min = { 0.0, 0.0, -5.0 };
	point3  z_max = { 0.0, 0.0, 5.0 };
	// początek i koniec obrazu osi y

	glColor3f(1.0f, 0.0f, 0.0f);  // kolor rysowania osi - czerwony
	glBegin(GL_LINES); // rysowanie osi x
	glVertex3fv(x_min);
	glVertex3fv(x_max);
	glEnd();

	glColor3f(0.0f, 1.0f, 0.0f);  // kolor rysowania - zielony
	glBegin(GL_LINES);  // rysowanie osi y
	glVertex3fv(y_min);
	glVertex3fv(y_max);
	glEnd();
```

```
	glColor3f(0.0f, 0.0f, 1.0f);  // kolor rysowania - niebieski
	glBegin(GL_LINES); // rysowanie osi z
	glVertex3fv(z_min);
	glVertex3fv(z_max);
	glEnd();
}


//*************************************************
// Funkcja określająca co ma być rysowane (zawsze wywoływana gdy trzeba
// przerysować scenę)
//*************************************************
void RenderScene(void)
{
	glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
	glLoadIdentity();
	gluLookAt(viewer[0], viewer[1], viewer[2], 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, p, 0.0);
	Axes();

	//*************************************************
	// Jeśli wciśnięto lewy przycisk myszy
	//*************************************************
	if (status == 1)
	{
		//*************************************************
		// Obliczenie położenia obserwatora - kąta azymutu
		//i elewacji (X, Y) względem środka sfery
		//*************************************************

		thetax += delta_x * pix2angle / 30.0;
		thetay += delta_y * pix2angle / 30.0;
	}
	else if (status == 2) // Jeśli wciśnięto prawy przycisk myszy
							// Obliczenie odległości od środka sfery, obserwatora
		theta_zoom += delta_y / 10.0;
	//*************************************************
	// Ograniczenie zakresu obliczanych wartości, do tych podanych w instrukcji
	//*************************************************
	if (thetay > 3.1415) thetay -= 2 * 3.1415;
	else if (thetay <= -3.1415) thetay += 2 * 3.1415;

	if (thetay > 3.1415 / 2 || thetay < -3.1415 / 2) p = -1.0;
	else p = 1.0;


	//*************************************************
	// Obliczenie położenia we współrzędnych kartezjańskich, obserwatora
	//*************************************************
	viewer[0] = theta_zoom * cos(thetax)*cos(thetay);
	viewer[1] = theta_zoom * sin(thetay);
	viewer[2] = theta_zoom * sin(thetax)*cos(thetay);
```

```
	//*************************************************
	// Wywołanie funkcji rysującej jajko
	//*************************************************
	//rysuj_jajko();

	//*************************************************
	// Wywołanie funkcji rysującej piramide
	//*************************************************
	podziel_piramide(piramida[0], piramida[1], piramida[2], piramida[3], piramida[4],
iteracje);

	glFlush();
	// Przekazanie poleceń rysujących do wykonania

	glutSwapBuffers();
}

// Funkcja obsługująca zdarzenie wciśnięcia przycisku myszy
void Mouse(int btn, int state, int x, int y)
{
	// Jeśli wciśnięto lewy przycisk myszy
	if (btn == GLUT_LEFT_BUTTON && state == GLUT_DOWN)
	{
		// Ustawienie obecnego położenia jako poprzedniego, na potrzeby funkcji Motion
		x_pos_old = x;
		y_pos_old = y;
		status = 1;
	}
	// Jeśli wciśnięto prawy przycisk myszy
	else if (btn == GLUT_RIGHT_BUTTON && state == GLUT_DOWN)
	{
		// Ustawienie obecnego położenia jako poprzedniego, na potrzeby funkcji Motion
		y_pos_old = y;
		status = 2;
	}
	// Jeśli zwolniono przyciski myszy
	else
		status = 0;
}

// Funkcja obsługująca zdarzenie przesunięcia myszy
void Motion(GLsizei x, GLsizei y)
{
	// Obliczenie przesunięcia względem położenia poprzedniego
	delta_x = x - x_pos_old;
	x_pos_old = x;
	delta_y = y - y_pos_old;
	y_pos_old = y;

	glutPostRedisplay();
}
```

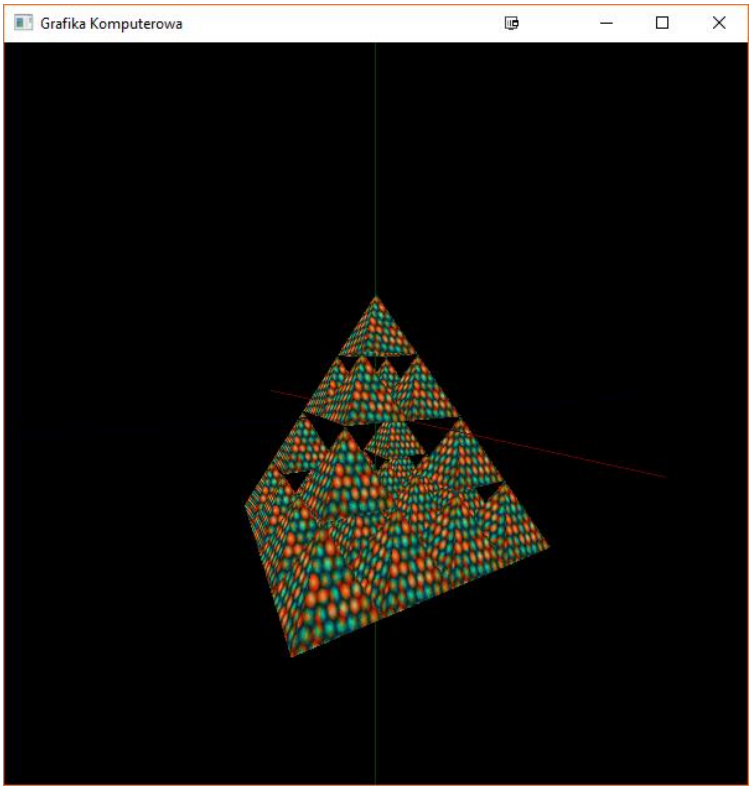
```
/*************************************************************************************/
// Funkcja wczytuje dane obrazu zapisanego w formacie TGA w pliku o nazwie
// FileName, alokuje pamięć i zwraca wskaźnik (pBits) do bufora w którym
// umieszczone są dane.
// Ponadto udostępnia szerokość (ImWidth), wysokość (ImHeight) obrazu
// tekstury oraz dane opisujące format obrazu według specyfikacji OpenGL
// (ImComponents) i (ImFormat).
// Jest to bardzo uproszczona wersja funkcji wczytującej dane z pliku TGA.
// Działa tylko dla obrazów wykorzystujących 8, 24, or 32 bitowy kolor.
// Nie obsługuje plików w formacie TGA kodowanych z kompresją RLE.
/*************************************************************************************/
GLbyte *LoadTGAImage(const char *FileName, GLint *ImWidth, GLint *ImHeight, GLint *ImComponents,
GLenum *ImFormat)
{
	/*************************************************************************************
**/
	// Struktura dla nagłówka pliku  TGA

#pragma pack(1)
	typedef struct
	{
		GLbyte	idlength;
		GLbyte	colormaptype;
		GLbyte	datatypecode;
		unsigned short	colormapstart;
		unsigned short	colormaplength;
		unsigned char	colormapdepth;
		unsigned short	x_orgin;
		unsigned short	y_orgin;
		unsigned short	width;
		unsigned short	height;
		GLbyte	bitsperpixel;
		GLbyte	descriptor;
	}TGAHEADER;
#pragma pack(8)

	FILE *pFile;
	TGAHEADER tgaHeader;
	unsigned long lImageSize;
	short sDepth;
	GLbyte	*pbitsperpixel = NULL;

	/*************************************************************************************
**/
	// Wartości domyślne zwracane w przypadku błędu

	*ImWidth = 0;
	*ImHeight = 0;
	*ImFormat = GL_BGR_EXT;
	*ImComponents = GL_RGB8;

	pFile = fopen(FileName, "rb");
	if (pFile == NULL)
		return NULL;
	/*************************************************************************************
**/
	// Przeczytanie nagłówka pliku
```

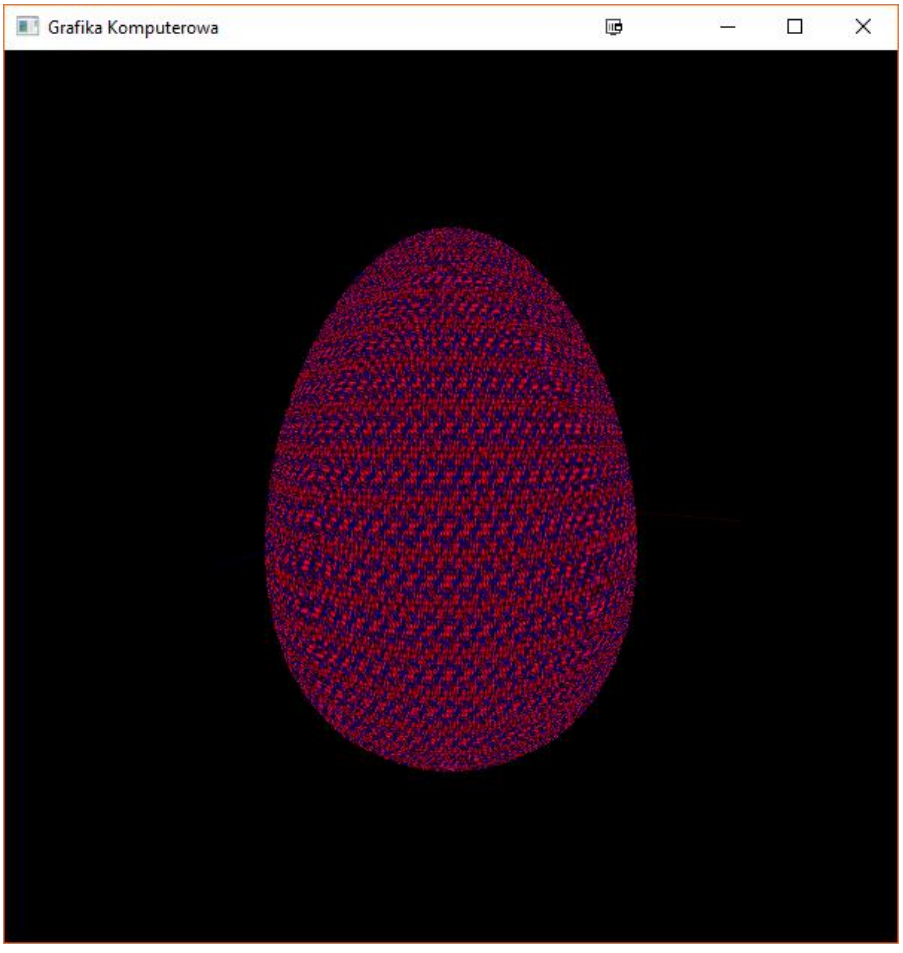
```
	fread(&tgaHeader, sizeof(TGAHEADER), 1, pFile);

	/*****************************************************************************
**/
	// Odczytanie szerokości, wysokości i głębi obrazu

	*ImWidth = tgaHeader.width;
	*ImHeight = tgaHeader.height;
	sDepth = tgaHeader.bitsperpixel / 8;

	/*****************************************************************************
**/
	// Sprawdzenie, czy głębia spełnia założone warunki (8, 24, lub 32 bity)

	if (tgaHeader.bitsperpixel != 8 && tgaHeader.bitsperpixel != 24 && tgaHeader.bitsperpixel != 32)
		return NULL;

	/*****************************************************************************
**/
	// Obliczenie rozmiaru bufora w pamięci

	lImageSize = tgaHeader.width * tgaHeader.height * sDepth;

	/*****************************************************************************
**/
	// Alokacja pamięci dla danych obrazu

	pbitsperpixel = (GLbyte*)malloc(lImageSize * sizeof(GLbyte));

	if (pbitsperpixel == NULL)
		return NULL;

	if (fread(pbitsperpixel, lImageSize, 1, pFile) != 1)
	{
		free(pbitsperpixel);
		return NULL;
	}

	/*****************************************************************************
**/
	// Ustawienie formatu OpenGL

	switch (sDepth)
	{
	case 3:
		*ImFormat = GL_BGR_EXT;
		*ImComponents = GL_RGB8;
		break;
	case 4:
		*ImFormat = GL_BGRA_EXT;
		*ImComponents = GL_RGBA8;
		break;
	case 1:
		*ImFormat = GL_LUMINANCE;
		*ImComponents = GL_LUMINANCE8;
		break;
```

```
        };

        fclose(pFile);

        return pbitsperpixel;
}
/*************************************************************************************/

// Funkcja ustalająca stan renderowania
void MyInit(void)
{
        /*************************************************************************************
**/
        // Zmienne dla obrazu tekstury

        GLbyte *pBytes;
        GLint ImWidth, ImHeight, ImComponents;
        GLenum ImFormat;

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

        /*************************************************************************************
**/

        // Teksturowanie będzie prowadzone tyko po jednej stronie ściany

        glEnable(GL_CULL_FACE);


        /*************************************************************************************
**/

        //  Przeczytanie obrazu tekstury z pliku o nazwie tekstura.tga

        pBytes = LoadTGAImage("t_256.tga", &ImWidth, &ImHeight, &ImComponents, &ImFormat);


        /*************************************************************************************
**/

        // Zdefiniowanie tekstury 2-D

        glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, ImComponents, ImWidth, ImHeight, 0, ImFormat,
GL_UNSIGNED_BYTE, pBytes);

        /*************************************************************************************
**/

        // Zwolnienie pamięci

        free(pBytes);


        /*************************************************************************************
**/

        // Włączenie mechanizmu teksturowania
```

```
	glEnable(GL_TEXTURE_2D);

	/*************************************************************************************
**/

	// Ustalenie trybu teksturowania

	glTexEnvi(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_MODULATE);

	/*************************************************************************************
**/

	// Określenie sposobu nakładania tekstur

	glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_LINEAR);
	glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_LINEAR);

}




// Funkcja ma za zadanie utrzymanie stałych proporcji rysowanych
// w przypadku zmiany rozmiarów okna.
// Parametry vertical i horizontal (wysokość i szerokość okna) są
// przekazywane do funkcji za każdym razem gdy zmieni się rozmiar okna.
void ChangeSize(GLsizei horizontal, GLsizei vertical)
{
	pix2angle = 360.0 / (float)horizontal;
	glMatrixMode(GL_PROJECTION);
	// Przełączenie macierzy bieżącej na macierz projekcji

	glLoadIdentity();
	// Czyszcznie macierzy bieżącej

	gluPerspective(100.0, 1.0, 1.0, 30.0);
	// Ustawienie parametrów dla rzutu perspektywicznego

	if (horizontal <= vertical)
		glViewport(0, (vertical - horizontal) / 2, horizontal, horizontal);

	else
		glViewport((horizontal - vertical) / 2, 0, vertical, vertical);
	// Ustawienie wielkości okna okna widoku (viewport) w zale?no?ci
	// relacji pomiędzy wysokością i szerokością okna

	glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
	// Przełączenie macierzy bieżącej na macierz widoku modelu

	glLoadIdentity();
	// Czyszczenie macierzy bieżącej
}

// Główny punkt wejścia programu. Program działa w trybie konsoli
```

```
void main(int argc, char** argv)
{
	// podanie ilosci iteracji
	cout << "Podaj liczbe interacji: ";
	cin >> iteracje;
	if (iteracje != 0)
	{
		iteracje--;
	}

	glutInit(&argc, argv);
	glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH);
	glutInitWindowSize(600, 600);
	glutCreateWindow("Grafika Komputerowa");

	// Uruchomienie obsługi zdarzeń wciśnięcia klawisza, przycisku myszy
	// oraz jej przesunięcia, wybranymi funkcjami
	glutMouseFunc(Mouse);
	glutMotionFunc(Motion);

	glutDisplayFunc(RenderScene);
	// Określenie, że funkcja RenderScene będzie funkcją zwrotną
	// (callback function).  Bedzie ona wywoływana za każdym razem
	// gdy zajdzie potrzba przeryswania okna

	glutReshapeFunc(ChangeSize);
	// Dla aktualnego okna ustala funkcję zwrotną odpowiedzialną
	// zazmiany rozmiaru okna

	MyInit();
	// Funkcja MyInit() (zdefiniowana powyżej) wykonuje wszelkie
	// inicjalizacje konieczne  przed przystąpieniem do renderowania

	glEnable(GL_DEPTH_TEST);
	// Włączenie mechanizmu usuwania powierzchni niewidocznych

	glutMainLoop();
	// Funkcja uruchamia szkielet biblioteki GLUT
}
```


Grafika Komputerowa


Grafika Komputerowa