POLITECHNIKA WROCŁAWSKA

Katedra Informatyki Technicznej

Zakład Systemów Komputerowych i Dyskretnych

Grafika komputerowa i komunikacja człowiek – komputer

Kurs: INEK00012L

Sprawozdanie z ćwiczenia nr 6

„OpenGL – teksturowanie powierzchni obiektów”

Wykonał:	**Adrian Frydmański**
Termin:	**WT/P 12:00-15:00**
Data wykonania ćwiczenia:	**8 XII 2015**
Data oddania sprawozdania:	**5 I 2016**
Ocena:	

Uwagi prowadzącego:

SPIS TREŚCI

WSTĘP TEORETYCZNY

Celem ćwiczenia było pokazanie, jak przy pomocy OpenGL można teksturować obiekt trójwymiarowy. Teksturowane były trzy obiekty, ostrosłup, trójkąt i jajko.

KOD ŹRÓDŁOWY DLA OSTROSŁUPA I TRÓJKĄTA

```
/*********************************************************************************/
// Adrian Frydmański
// 209865
/*********************************************************************************/
#include <windows.h>
#include <gl/gl.h>
#include <gl/glut.h>
#include <math.h>
#include <time.h>
#include <stdio.h>
using namespace std;

typedef float point3[3];

/*********************************************************************************/
// Stałe i zmienne globalne:
float squareLen = 1.0;                          // długość boku kwadratu jednostkowego
point3 v = { 0.05, 0.05, 0.05 };                // szybkość obracania się
static GLfloat theta[] = { 0.0, 0.0, 0.0 };
bool walls[5] = { true, true, true, true, true };
bool pt[2] = { true, false };

/*********************************************************************************/
// Rysowanie trójkąta
void triangle()
{
        glColor3f(1, 1, 1);
        //rysowanie trójkąta
        glBegin(GL_TRIANGLES);
                glNormal3f(0, 0, 1);
                glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
                glVertex3f(-4, -2, 0);
                glNormal3f(0, 0, 1);
                glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
                glVertex3f(4, -2, 0);
                glNormal3f(0, 0, 1);
                glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
                glVertex3f(0, 3, 0);
        glEnd();
}

/*********************************************************************************/
// Rysowanie ostrosłupa
void pyramid()
{
        //ostrosłup
        float v[5][3] = { { -5,-2,5 },{ 5,-2,5 },{ 5,-2,-5 },{ -5,-2,-5 },{ 0,5,0 } };
        float n[5][3] = { { 0, 0.55, 0.77 }, { 0.77, 0.55, 0 }, { 0, 0.55, -0.77 }, { -0.77, 0.55, 0 }, { 0, -
1, 0 } };
        if (walls[0])
        {
                glBegin(GL_TRIANGLES);
                        glNormal3fv(n[0]);
                        glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
                        glVertex3fv(v[0]);
                        glNormal3fv(n[0]);
                        glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
                        glVertex3fv(v[1]);
                        glNormal3fv(n[0]);
                        glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
                        glVertex3fv(v[4]);
                glEnd();
        }
                //
        if (walls[1])
```

```
	{
		glBegin(GL_TRIANGLES);
			glNormal3fv(n[1]);
			glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
			glVertex3fv(v[1]);
			glNormal3fv(n[1]);
			glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
			glVertex3fv(v[2]);
			glNormal3fv(n[1]);
			glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
			glVertex3fv(v[4]);
		glEnd();
	}
		//
	if (walls[2])
	{
		glBegin(GL_TRIANGLES);
			glNormal3fv(n[2]);
			glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
			glVertex3fv(v[2]);
			glNormal3fv(n[2]);
			glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
			glVertex3fv(v[3]);
			glNormal3fv(n[2]);
			glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
			glVertex3fv(v[4]);
		glEnd();
	}
		//
	if (walls[3])
	{
		glBegin(GL_TRIANGLES);
			glNormal3fv(n[3]);
			glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
			glVertex3fv(v[3]);
			glNormal3fv(n[3]);
			glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
			glVertex3fv(v[0]);
			glNormal3fv(n[3]);
			glTexCoord2f(0.5f, 1.0f);
			glVertex3fv(v[4]);
		glEnd();
	}
	//
	if (walls[4])
	{
		glBegin(GL_QUADS);
			glNormal3fv(n[4]);
			glTexCoord2f(0.0f, 0.0f);
			glVertex3fv(v[0]);
			glNormal3fv(n[4]);
			glTexCoord2f(1.0f, 0.0f);
			glVertex3fv(v[3]);
			glNormal3fv(n[4]);
			glTexCoord2f(1.0f, 1.0f);
			glVertex3fv(v[2]);
			glNormal3fv(n[4]);
			glTexCoord2f(0.0f, 1.0f);
			glVertex3fv(v[1]);
		glEnd();
	}

}

/*************************************************************************************/
// Funkcja określająca co ma być rysowane (zawsze wywoływana, gdy trzeba przerysować scenę)
void RenderScene()
{
	// Czyszczenie okna aktualnym kolorem czyszczącym
	glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

	// Czyszczenie macierzy bieżącej
	glLoadIdentity();
```

```
        //Rotacje
        glRotatef(theta[0], 1.0, 0.0, 0.0);
        glRotatef(theta[1], 0.0, 1.0, 0.0);
        glRotatef(theta[2], 0.0, 0.0, 1.0);

        // zakomentować niepotrzebne
        if (pt[0]) pyramid();
        if (pt[1]) triangle();

        // Przekazanie poleceń rysujących do wykonania
        glFlush();

        glutSwapBuffers();
}

/////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////
// 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 zwrotna dla obrotu
void spin()
{
	theta[0] -= v[0];
	if (theta[0] > 360.0) theta[0] -= 360.0;
	theta[1] -= v[1];
	if (theta[1] > 360.0) theta[1] -= 360.0;
	theta[2] -= v[2];
	if (theta[2] > 360.0) theta[2] -= 360.0;

	glutPostRedisplay();                                                    //odświeżenie
zawartości okna
}

/*************************************************************************************/
// Funkcja ustalająca stan renderowania
void MyInit(void)
{
	// Zmienne dla obrazu tekstury
	GLbyte *pBytes;
	GLint ImWidth, ImHeight, ImComponents;
```

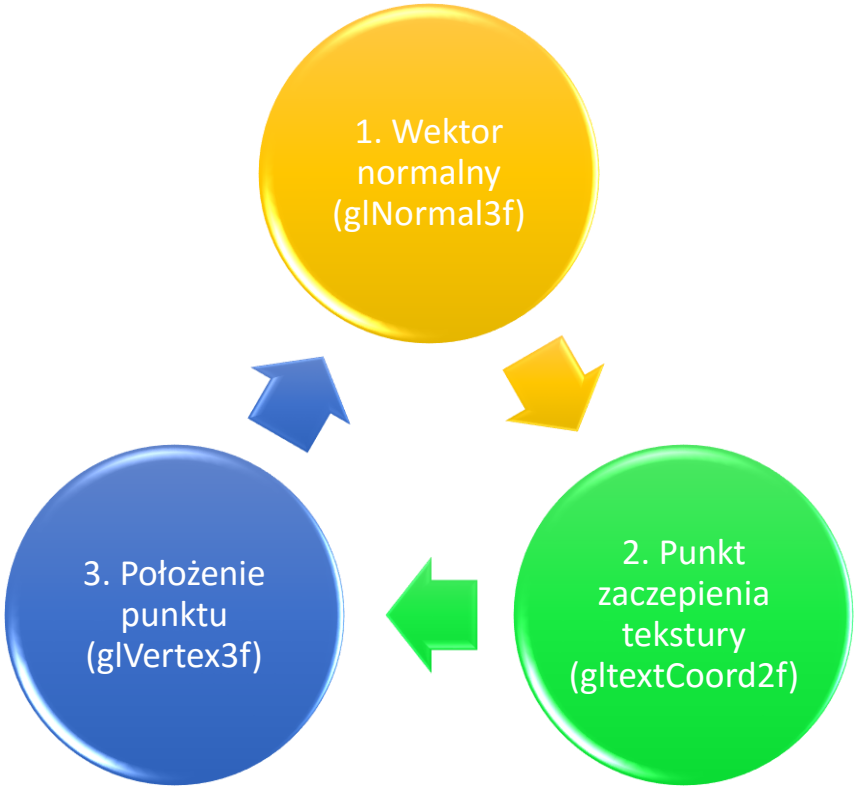
```
        GLenum ImFormat;

        // Teksturowanie będzie prowadzone tyko po jednej stronie ściany
        glEnable(GL_CULL_FACE);

        //  Przeczytanie obrazu tekstury z pliku o nazwie tekstura.tga
        pBytes = LoadTGAImage("teksturka2.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);

        glClearColor(0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);   // Kolor czyszczący (wypełnienia okna) ustawiono na czarny


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

                // Definicja materiału z jakiego zrobiony jest czajnik
        GLfloat mat_ambient[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };         // współczynniki ka =[kar,kag,kab] dla światła
otoczenia
        GLfloat mat_diffuse[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };         // współczynniki kd =[kdr,kdg,kdb] światła
rozproszonego
        GLfloat mat_specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };        // współczynniki ks =[ksr,ksg,ksb] dla światła
odbitego
        GLfloat mat_shininess = { 20.0 };                       // współczynnik n opisujący połysk powierzchni


                /*********************************************************************************/
                // Definicja źródła światła
        GLfloat light_position[] = { 0.0, 0.0, 10.0, 1.0 };             // położenie źródła
        GLfloat light_ambient[] = { 0.1, 0.1, 0.1, 1.0 };               // składowe intensywności świecenia
źródła światła otoczenia Ia = [Iar,Iag,Iab]
        GLfloat light_diffuse[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };               // składowe intensywności świecenia
źródła światła powodującego odbicie dyfuzyjne Id = [Idr,Idg,Idb]
        GLfloat light_specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };              // składowe intensywności świecenia
źródła światła powodującego odbicie kierunkowe Is = [Isr,Isg,Isb]
        GLfloat att_constant = { 1.0 };                                 // składowa stała ds dla modelu zmian
oświetlenia w funkcji odległości od źródła
        GLfloat att_linear = { 0.05f };                                 // składowa liniowa dl dla modelu
zmian oświetlenia w funkcji odległości od źródła
        GLfloat att_quadratic = { 0.001f };                             // składowa kwadratowa dq dla modelu
zmian oświetlenia w funkcji odległości od źródła

                /*********************************************************************************/
                // Ustawienie patrametrów materiału
        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);

        /*********************************************************************************/
        // Ustawienie parametrów źródła
        glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light_ambient);
        glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light_diffuse);
        glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light_specular);
        glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position);
        glLightf(GL_LIGHT0, GL_CONSTANT_ATTENUATION, att_constant);
        glLightf(GL_LIGHT0, GL_LINEAR_ATTENUATION, att_linear);
        glLightf(GL_LIGHT0, GL_QUADRATIC_ATTENUATION, att_quadratic);

        /*********************************************************************************/
```

```
	// Ustawienie opcji systemu oświetlania sceny
	glShadeModel(GL_SMOOTH); // właczenie łagodnego cieniowania
	glEnable(GL_LIGHTING);   // właczenie systemu oświetlenia sceny
	glEnable(GL_LIGHT0);     // włączenie źródła o numerze 0
	glEnable(GL_DEPTH_TEST); // włączenie mechanizmu z-bufora
}

/*************************************************************************************/
// Funkcja ma za zadanie utrzymanie stałych proporcji rysowanych obiektów w przypadku zmiany rozmiarów okna.
// Parametry vertical i horizontal są przekazywane do funkcji za każdym razem gdy zmieni się rozmiar okna.
void ChangeSize(GLsizei horizontal, GLsizei vertical)
{
	// Deklaracja zmiennej AspectRatio  określającej proporcję wymiarów okna
	GLfloat AspectRatio;

	if (vertical == 0)              // Zabezpieczenie przed dzieleniem przez 0
		vertical = 1;

	// Ustawienie wielkościokna okna widoku (viewport)
	// W tym przypadku od (0,0) do (horizontal, vertical)
	glViewport(0, 0, horizontal, vertical);

	// Przełączenie macierzy bieżącej na macierz projekcji
	glMatrixMode(GL_PROJECTION);

	// Czyszcznie macierzy bieżącej
	glLoadIdentity();

	// Wyznaczenie współczynnika  proporcji okna
	// Gdy okno nie jest kwadratem wymagane jest określenie tak zwanej
	// przestrzeni ograniczającej pozwalającej zachować właściwe
	// proporcje rysowanego obiektu.
	// Do okreslenia przestrzeni ograniczjącej służy funkcja
	// glOrtho(...)
	AspectRatio = (GLfloat)horizontal / (GLfloat)vertical;

	if (horizontal <= vertical)
		glOrtho(-7.5, 7.5, -7.5 / AspectRatio, 7.5 / AspectRatio, 10.0, -10.0);
	else
		glOrtho(-7.5*AspectRatio, 7.5*AspectRatio, -7.5, 7.5, 10.0, -10.0);
	// Przełączenie macierzy bieżącej na macierz widoku modelu
	glMatrixMode(GL_MODELVIEW);
	// Czyszcenie macierzy bieżącej
	glLoadIdentity();
}

/*************************************************************************************/
// funkcja dla klawiatury
void keys(unsigned char key, int x, int y)
{
	if (key == '2') walls[0] = !walls[0];
	if (key == '6') walls[1] = !walls[1];
	if (key == '8') walls[2] = !walls[2];
	if (key == '4') walls[3] = !walls[3];
	if (key == '5') walls[4] = !walls[4];
	if (key == 'p') pt[0] = !pt[0];
	if (key == 't') pt[1] = !pt[1];

	RenderScene(); // przerysowanie obrazu sceny
}

/*************************************************************************************/
// Główny punkt wejścia programu. Program działa w trybie konsoli
void main(void)
{
	// inicjowanie randa
	srand((unsigned)time(NULL));
	glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH);
	glutInitWindowSize(800, 800);
	glutCreateWindow("Tekstury");
	// Określenie funkcji RenderScene jako funkcji zwrotnej (callback function)
	// Będzie ona wywoływana za każdym razem, gdy zajdzie potrzba przeryswania okna
	glutDisplayFunc(RenderScene);
	// Dla aktualnego okna ustala funkcję zwrotną odpowiedzialną za zmiany rozmiaru okna
```

```
        glutReshapeFunc(ChangeSize);
        // Funkcja MyInit() wykonuje wszelkie inicjalizacje konieczne przed przystąpieniem do renderowania
        MyInit();
        // Włączenie mechanizmu usuwania powierzchni niewidocznych
        glEnable(GL_DEPTH_TEST);
        // Funkcja zwrotna obrotu i klawiszy
        glutIdleFunc(spin);
        glutKeyboardFunc(keys);
        // główna petla GLUTa
        glutMainLoop();
}
```

OPIS TEKSTUROWANIA

Teksturowanie pojedynczej figury odbywa się przez podanie następujących współrzędnych każdego z punktów (w nawiasach nazwy wywoływanych funkcji):



Rysunek 1 Diagram opisujący teksturowanie figury

Punkty powinny być podawane przeciwnie do ruchu wskazówek zegara. Podanie ich w odwrotną stronę spowodowałoby zateksturowanie drugiej strony i przy wywołaniu podczas inicjalizacji funkcji `glEnable(GL_CULL_FACE)` narysowanie trójkąta tylko w przypadku, kiedy byłby widoczny jego awers z teksturą. Rewers pozostałby niewidoczny.

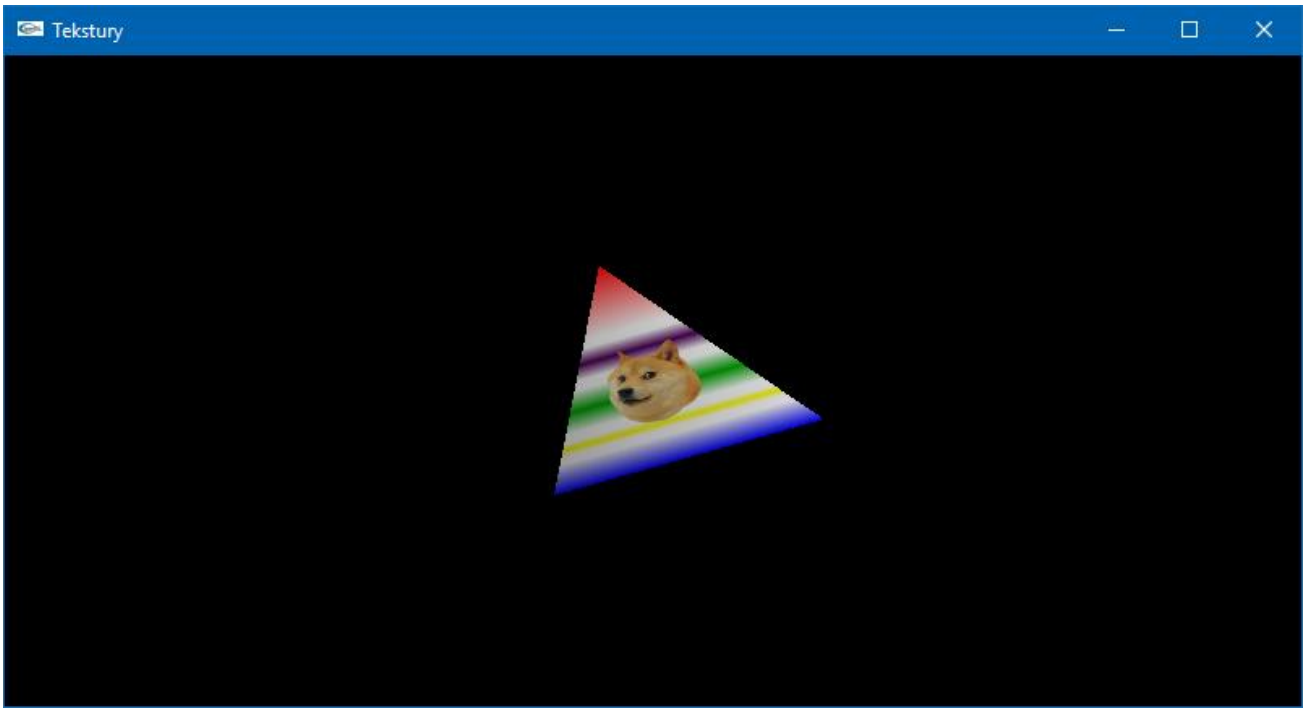
OPIS DZIAŁANIA RYSOWANIA OSTROSŁUPA I TRÓJKĄTA

Po zakomentowaniu wywołania funkcji `triangle` lub `pyramid` w `RenderScene` można było wybrać rysowanie trójkąta, bądź całego ostrosłupa. Trójkąt otrzymano dzięki użyciu `GL_TRIANGLE`. Na ostrosłup składają się trójkąty i kwadrat `GL_QUADS`.

Użyto poniższej tekstury:

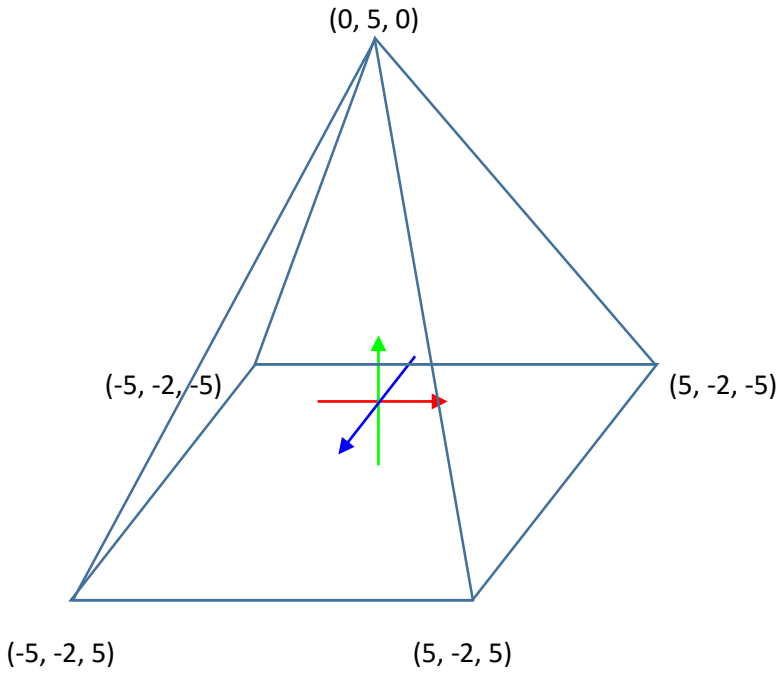
Rysunek 2 Tekstura dla trójkąta i ostrosłupa

Narysowany trójkąt wygląda następująco:



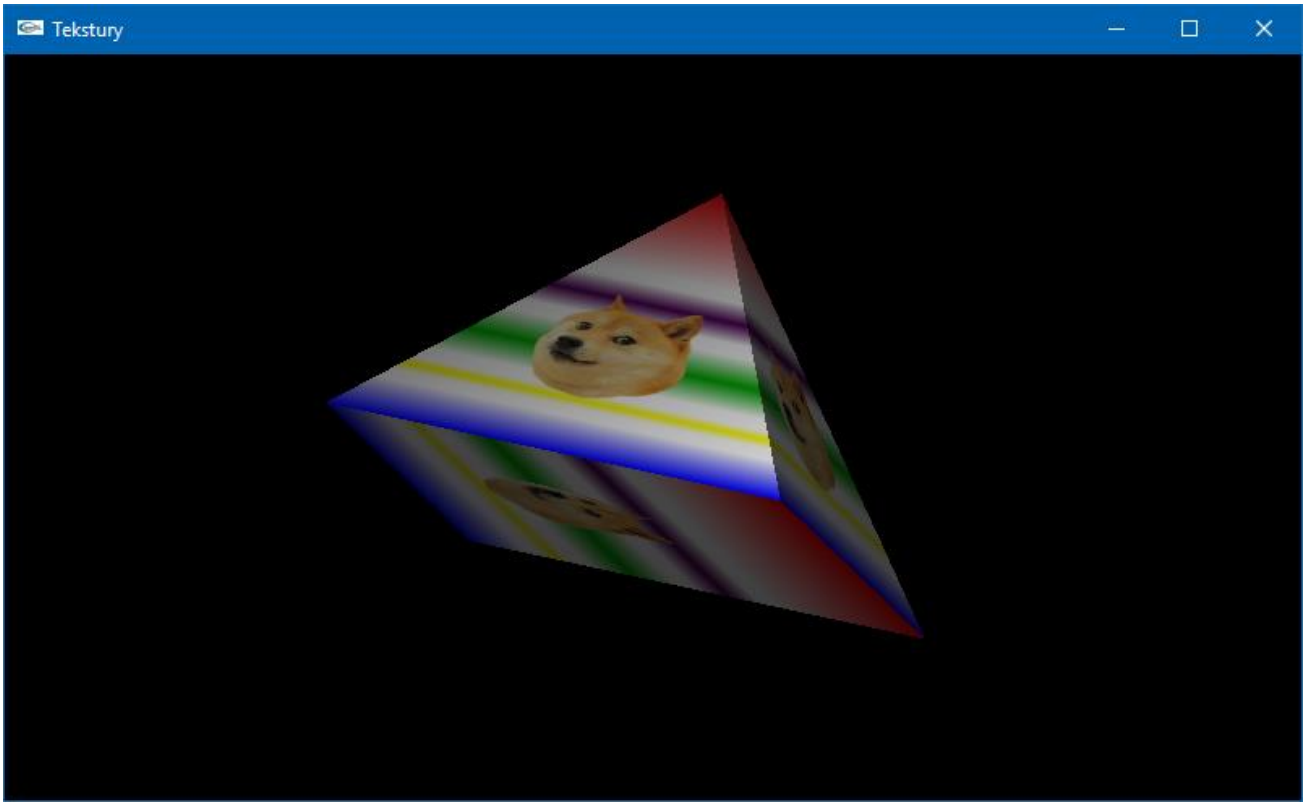
Rysunek 3 Zateksturowany trójkąt

Rysowanie ostrosłupa odbywa się przez narysowanie czterech trójkątów i kwadratu (`GL_QUADS`). Współrzędne zostały dobrane zgodnie z poniższym rysunkiem i umieszczone w tablicy `v`:



Rysunek 4 Ostrosłup do narysowania

Dodatkowo należy podać wektory normalne dla punktów. Są one podane w tablicy `n` dla każdej z pięciu płaszczyzn. Po narysowaniu obiekt prezentuje się następująco:



Rysunek 5 Zateksturowany ostrosłup

Możliwe jest sterowanie widocznością. Klawisze *P* i *T* umożliwiają włączenie i wyłączenie ostrosłupa i samego trójkąta. Klawiszami *2*, *4*, *6* i *8* włączane i wyłączane są ściany, *5* zaś podstawa ostrosłupa.

KOD ŹRÓDŁOWY DLA JAJKA

```
/*************************************************************************************/
// Adrian Frydmański
// 209865
/*************************************************************************************/
#include <windows.h>
#include <gl/gl.h>
#include <gl/glut.h>
#include <stdio.h>
#include <math.h>

const float pi = 3.14159265358979323846264338327795;
const int n = 512;              // liczba punktów w kwadracie jednostkowym

typedef float point3[3];
point3 pTab[n][n];              // Deklaracja tablicy zawierajacej punkty
point3 lTab[n][n];              // Deklaracja tablicy opisującej oświetlenie
point3 tTab[n][n];              // Deklaracja tablicy zawierającej współrzędne tekstury
static GLfloat thetaH = 0.0;    // kąt obrotu obiektu (horizontal)
static GLfloat thetaV = 0.0;    // kąt obrotu obiektu (vertical)
static GLfloat pix2angleH;      // przelicznik pikseli na stopnie (horizontal)
static GLfloat pix2angleV;      // przelicznik pikseli na stopnie (vertical)
// inicjalizacja położenia obserwatora
static GLfloat theta = 0.0;     // kąt azymutu
static GLfloat phi = 0.0;       // kąt elewacji
static GLfloat R = 16;          // promień sfery
static GLfloat errY = 1;
static GLint status = 0;        // stan klawiszy myszy: 0 - nie naciśnięto żadnego klawisza, 1 - naciśnięty
został lewy klawisz
static int x_pos_old = 0;       // poprzednia pozycja kursora myszy (x)
static int y_pos_old = 0;       // poprzednia pozycja kursora myszy (y)
static int delta_x = 0;         // różnica pomiędzy pozycją bieżącą i poprzednią kursora myszy
static int delta_y = 0;         // różnica pomiędzy pozycją bieżącą i poprzednią kursora myszy
static float pos_z = 10.0;      // oddalenie obserwatora od jajka
static GLfloat viewer[] = { 0.0, 0.0, pos_z };  // inicjalizacja położenia obserwatora
int mouse_mode = 2;             // Wybór trybu myszy: 1 - wyświetlanie jajka, 2 - położenie obserwatora

/*************************************************************************************/
// Funkcja wczytuje dane obrazu zapisanego w formacie TGA w pliku o nazwie
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 generujaca chmurę punktow w kształcie jajka
void EggInit()
{
	// wypełnianie tablicy punktów
	for (int i = 0; i<n; i++)
	{
		for (int k = 0; k<n; k++)
		{
			float u = (float)i / (n - 1);
			float v = (float)k / (n - 1);
			pTab[i][k][0] = (-90.0*u*u*u*u*u + 225.0*u*u*u*u - 270.0*u*u*u + 180.0*u*u -
45.0*u)*cos(pi*v);
			pTab[i][k][1] = (160.0*u*u*u*u - 320.0*u*u*u + 160.0*u*u) - 5.0;
			pTab[i][k][2] = (-90.0*u*u*u*u*u + 225.0*u*u*u*u - 270.0*u*u*u + 180.0*u*u -
45.0*u)*sin(pi*v);
		}
	}
	// wypełnianie tablicy oświetlenia
	for (int i = 0; i<n; i++)
	{
		for (int k = 0; k<n; k++)
		{
			float u = (float)i / (n - 1);
			float v = (float)k / (n - 1);
			tTab[i][k][1] = u;
			tTab[i][k][0] = 1 - v;
			//
			float xu = (-450 * u*u*u*u + 900 * u*u*u - 810 * u*u + 360 * u - 45)*cos(pi*v);
			float xv = pi*(90 * u*u*u*u*u - 225 * u*u*u*u + 270 * u*u*u - 180 * u*u + 45 *
u)*sin(pi*v);
			float yu = 640 * u*u*u - 960 * u*u + 320 * u;
			float yv = 0;
			float zu = (-450 * u*u*u*u + 900 * u*u*u - 810 * u*u + 360 * u - 45)*sin(pi*v);
```

```
                        float zv = -pi*(90 * u*u*u*u*u - 225 * u*u*u*u + 270 * u*u*u - 180 * u*u + 45 *
u)*cos(pi*v);
                        //
                        float x = (GLfloat)(yu*zv - zu*yv);
                        float y = (GLfloat)(zu*xv - xu*zv);
                        float z = (GLfloat)(xu*yv - yu*xv);
                        // normalizacja wektorów
                        if (i < n / 2)
                        {
                                lTab[i][k][0] = x / (float)sqrt(x*x + y*y + z*z);
                                lTab[i][k][1] = y / (float)sqrt(x*x + y*y + z*z);
                                lTab[i][k][2] = z / (float)sqrt(x*x + y*y + z*z);
                        }
                        if (i >= n / 2)
                        {
                                lTab[i][k][0] = (-1)*x / (float)sqrt(x*x + y*y + z*z);
                                lTab[i][k][1] = (-1)*y / (float)sqrt(x*x + y*y + z*z);
                                lTab[i][k][2] = (-1)*z / (float)sqrt(x*x + y*y + z*z);
                        }
                        if (i == 0 || i == n - 1)
                        {
                                lTab[i][k][0] = 0;
                                lTab[i][k][1] = -1;
                                lTab[i][k][2] = 0;
                        }
                }
        }
}
void Egg()
{
        EggInit();
        // rysowanie
        for (int i = 0; i<n; i++)
        {
                for (int k = 0; k<n; k++)
                {
                        if (i < n - 1 && k < n - 1)
                        {
                                if (i < n / 2)
                                {
                                        glBegin(GL_TRIANGLES);

                                        glNormal3fv(lTab[i][k]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i][k][0], tTab[i][k][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i][k]);

                                        glNormal3fv(lTab[i + 1][k]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i + 1][k][0], tTab[i + 1][k][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i + 1][k]);

                                        glNormal3fv(lTab[i + 1][k + 1]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i + 1][k + 1][0], tTab[i + 1][k + 1][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i + 1][k + 1]);

                                        glNormal3fv(lTab[i][k]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i][k][0], tTab[i][k][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i][k]);

                                        glNormal3fv(lTab[i + 1][k + 1]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i + 1][k + 1][0], tTab[i + 1][k + 1][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i + 1][k + 1]);

                                        glNormal3fv(lTab[i][k + 1]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i][k + 1][0], tTab[i][k + 1][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i][k + 1]);

                                        glEnd();
                                }
                                else
                                {
                                        glBegin(GL_TRIANGLES);

                                        glNormal3fv(lTab[i][k]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i][k][0], tTab[i][k][1]);
```

```
                                        glVertex3fv(pTab[i][k]);

                                        glNormal3fv(lTab[i + 1][k]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i + 1][k][0], tTab[i + 1][k][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i + 1][k]);

                                        glNormal3fv(lTab[i + 1][k + 1]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i + 1][k + 1][0], tTab[i + 1][k + 1][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i + 1][k + 1]);

                                        glNormal3fv(lTab[i][k]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i][k][0], tTab[i][k][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i][k]);

                                        glNormal3fv(lTab[i][k + 1]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i][k + 1][0], tTab[i][k + 1][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i][k + 1]);

                                        glNormal3fv(lTab[i + 1][k + 1]);
                                        glTexCoord2f(tTab[i + 1][k + 1][0], tTab[i + 1][k + 1][1]);
                                        glVertex3fv(pTab[i + 1][k + 1]);

                                        glEnd();
                                }
                        }
                }
        }
}

/*************************************************************************************/
// Funkcja okreslajaca co ma byc rysowane (zawsze wywolywana gdy trzeba przerysowac scene)
void RenderScene(void)
{
        glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);     // Czyszczenie okna aktualnym kolorem
czyszczącym
        glLoadIdentity();                                       // Czyszczenie macierzy bieżącej
        // Zdefiniowanie położenia obserwatora
        if (status == 1)                                        // wciśnięty lewy przycisk myszy
        {
                // zmiana phi
                phi += delta_y*pix2angleH / 10.0;
                if (phi <= 0) phi += 2 * 3.14;
                if (phi >= 2 * 3.14) phi -= 2 * 3.14;
                // zmiana theta
                theta += delta_x*pix2angleV / 10.0;
                if (theta <= 0) theta += 2 * 3.14;
                if (theta >= 2 * 3.14) theta -= 2 * 3.14;
                // Sprawdzenie wartości kąta elewacji i modyfikacja
                // składowej y wektora określającego skrócenie kamery
                // co zapewni płynny obrót obiektu w płaszczyźnie y
                if ((phi >= 0 && phi < 3.14 / 2) || (phi >= 3 * 3.14 / 2 && phi < 2 * 3.14)) errY = 1.0;
                else errY = -1.0;
        }
        if (status == 2)                                        // wciśnięty prawy przycisk myszy
        {
                R += delta_x;
                if (R <= 9.1) R = 9.0;
                if (R >= 25.1) R = 25.0;
        }
        // ustawienie położenia obserwatora
        viewer[0] = R*cos(theta)*cos(phi);
        viewer[1] = R*sin(phi);
        viewer[2] = R*sin(theta)*cos(phi);
        gluLookAt(viewer[0], viewer[1], viewer[2], 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, errY, 0.0);
        //
        Egg();                                                  // Rysowanie jajka
        glFlush();                                              // Przekazanie poleceń rysujących do wykonania
        glutSwapBuffers();
}

/*************************************************************************************/
// Funkcja przechwytująca stan myszy
void Mouse(int btn, int state, int x, int y)
{
```

```
        if (btn == GLUT_LEFT_BUTTON && state == GLUT_DOWN)
        {
                // przypisanie aktualnie odczytanej pozycji kursora jako pozycji poprzedniej
                x_pos_old = x;
                y_pos_old = y;
                status = 1;             // wciśnięty został lewy klawisz myszy
        }
        else if (btn == GLUT_RIGHT_BUTTON && state == GLUT_DOWN)
        {
                status = 2;
        }
        else status = 0;                // nie został wciśnięty żaden klawisz
        glutPostRedisplay();
}


/*************************************************************************************/
// Funkcja "monitoruje" położenie kursora myszy i ustawia wartości odpowiednich zmiennych globalnych
void Motion(GLsizei x, GLsizei y)
{
        delta_x = x - x_pos_old;        // obliczenie różnicy położenia kursora myszy
        x_pos_old = x;                  // podstawienie bieżacego położenia jako poprzednie
        delta_y = y - y_pos_old;        // obliczenie różnicy położenia kursora myszy
        y_pos_old = y;                  // podstawienie bieżacego położenia jako poprzednie
        glutPostRedisplay();            // przerysowanie obrazu sceny
}

/*************************************************************************************/
// Funkcja inicjująca scen? do przerysowania
void MyInit(void)
{
        // Kolor czyszczący (wypełnienia okna) ustawiono na czarny
        glClearColor(0.0f, 0.0f, 0.0f, 1.0f);

        // Definicja materiału z jakiego zrobione jest jajko
        GLfloat mat_ambient[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };         // współczynniki ka =[kar,kag,kab] dla światła
otoczenia
        GLfloat mat_diffuse[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };         // współczynniki kd =[kdr,kdg,kdb] dla światła
rozproszonego
        GLfloat mat_specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };        // współczynniki ks =[ksr,ksg,ksb] dla światła
odbitego
        GLfloat mat_shininess = { 20.0 };                       // współczynnik n opisujący połysk powierzchni

        // Definicja źródła światła
        GLfloat light_position[] = { 0.0, 0.0, 10.0, 1.0 };     // położenie źródła
        GLfloat light_ambient[] = { 0.1, 0.1, 0.1, 1.0 };       // składowe intensywności świecenia źródła
światła otoczenia - Ia = [Iar,Iag,Iab]
        GLfloat light_diffuse[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };       // składowe intensywności świecenia źródła
światła powodującego - odbicie dyfuzyjne Id = [Idr,Idg,Idb]
        GLfloat light_specular[] = { 1.0, 1.0, 1.0, 1.0 };      // składowe intensywności świecenia źródła
światła powodującego odbicie kierunkowe Is = [Isr,Isg,Isb]
        GLfloat att_constant = { 1.0 };                         // składowa stała ds dla modelu zmian
oświetlenia w funkcji odległości od źródła
        GLfloat att_linear = { 0.05f };                         // składowa liniowa dl dla modelu zmian
oświetlenia w funkcji odległości od źródła
        GLfloat att_quadratic = { 0.001f };                     // składowa kwadratowa dq dla modelu zmian
oświetlenia w funkcji odległo?ci od źródła

        // Ustawienie patrametrów materiału
        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);

        // Ustawienie parametrów źródła światła
        glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light_ambient);
        glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light_diffuse);
        glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light_specular);
        glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position);

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

```
	// Ustawienie opcji systemu oświetlania sceny
	glShadeModel(GL_SMOOTH);				// właczenie łagodnego cieniowania
	glEnable(GL_LIGHTING);					// właczenie systemu oświetlenia sceny
	glEnable(GL_LIGHT0);					// włączenie źródła o numerze 0
	glEnable(GL_DEPTH_TEST);				// włączenie mechanizmu z-bufora
	// Zmienne dla obrazu tekstury
	GLbyte *pBytes;
	GLint ImWidth, ImHeight, ImComponents;
	GLenum ImFormat;
	//glEnable(GL_CULL_FACE);				// Teksturowanie prowadzone tyko po jednej stronie ściany
	pBytes = LoadTGAImage("teksturka3.tga", &ImWidth, &ImHeight, &ImComponents, &ImFormat);
				//  Przeczytanie obrazu tekstury z pliku
	glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, ImComponents, ImWidth, ImHeight, 0, ImFormat, GL_UNSIGNED_BYTE,
pBytes);	// Zdefiniowanie tekstury 2-D
	free(pBytes);							// zwolnienie pamięci
	glEnable(GL_TEXTURE_2D);				// Włączenie mechanizmu teksturowania
	glTexEnvi(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_MODULATE);	// Ustalenie trybu teksturowania
	// 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 stalych proporcji rysowanych w przypadku zmiany rozmiarow okna.
// Parametry vertical i horizontal (wysokosc i szerokosc okna) sa przekazywane do funkcji za kazdym razem gdy
zmieni sie rozmiar okna.
void ChangeSize(GLsizei horizontal, GLsizei vertical)
{
	pix2angleH = 360.0 / (float)horizontal;
	// przeliczenie pikseli na stopnie
	pix2angleV = 360.0 / (float)vertical;
	// przeliczenie pikseli na stopnie
	glMatrixMode(GL_PROJECTION);			// Przełączenie macierzy bieżącej na macierz projekcji
	glLoadIdentity();					// Czyszcznie macierzy bieżącej
	gluPerspective(70, 1.0, 1.0, 30.0);		// Ustawienie parametrów dla rzutu perspektywicznego
	// Ustawienie wielkości okna okna widoku (viewport) w zależności relacji pomiędzy wysokością i
szerokością okna
	if (horizontal <= vertical)
		glViewport(0, (vertical - horizontal) / 2, horizontal, horizontal);
	else
		glViewport((horizontal - vertical) / 2, 0, vertical, vertical);

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

/*************************************************************************************/
// Główny punkt wejścia programu
void main(void)
{
	// Ustawienie trybu wyswietlania GLUT_DOUBLE - podwójne buforowanie, GLUT_RGB - tryb RGB, GLUT_DEPTH -
bufor głębokości
	glutInitDisplayMode(GLUT_DOUBLE | GLUT_RGB | GLUT_DEPTH);
	glutInitWindowSize(800, 600);
	glutCreateWindow("Teksturowanie obiektów 3D - Adrian Frydmański");
	glutDisplayFunc(RenderScene);
	glutReshapeFunc(ChangeSize);
	glutMouseFunc(Mouse);
	glutMotionFunc(Motion);
	glEnable(GL_DEPTH_TEST);
	MyInit();
	glutMainLoop();
}
```

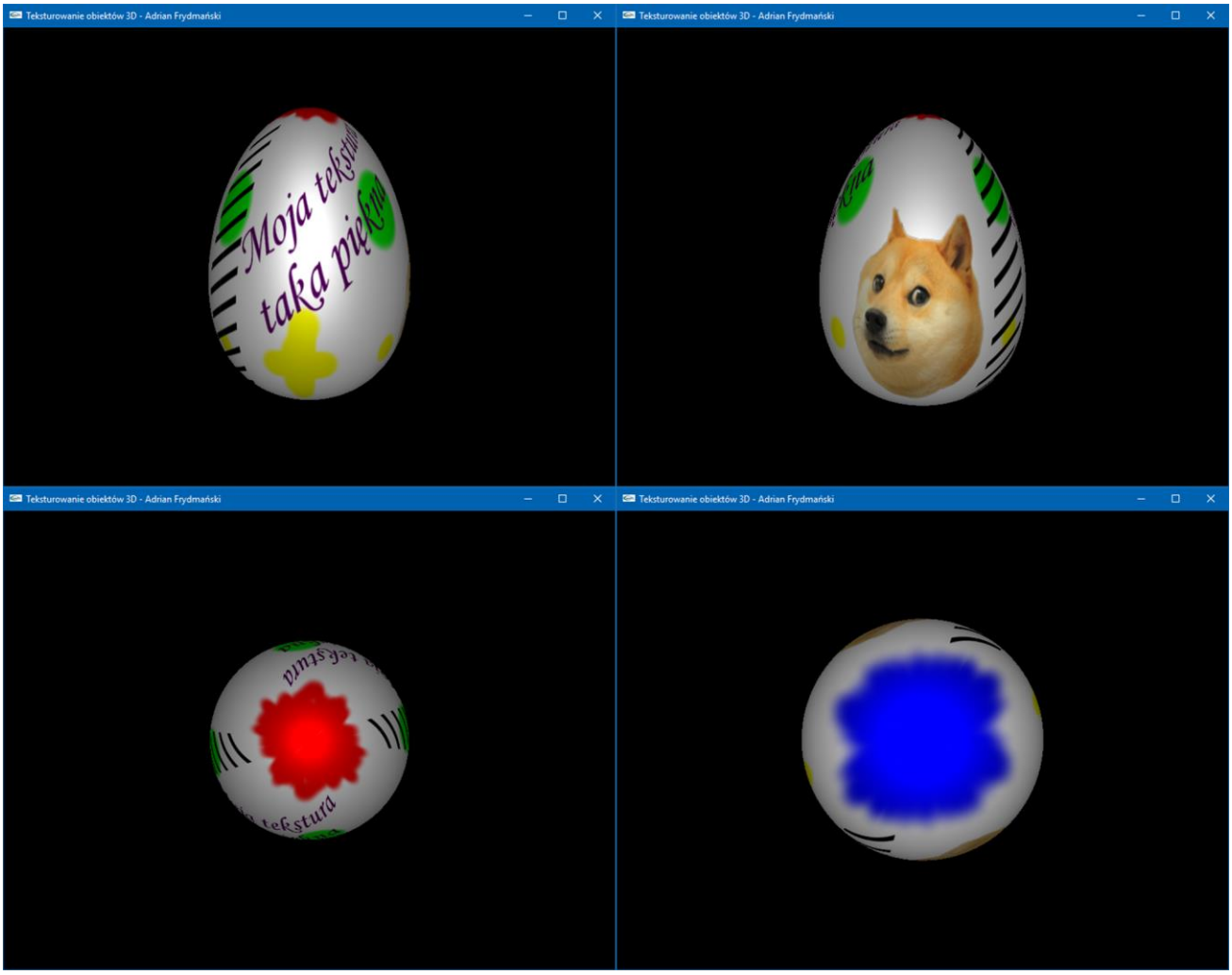
OPIS DZIAŁANIA RYSOWANIA JAJKA

Kolejnym zadaniem było zateksturowanie jajka. Tak, jak punkty z kwadratu jednostkowego przekształcane są w model jajka, podobnie powinna zachować się tekstura. Stąd punkty zaczepienia tekstury również będą miały zakres [0,1], jak początkowo w kwadracie jednostkowym.

Użyto następującej tekstury, aby pokazać ciągłość na styku połówek jajka:

Rysunek 6 Tekstura dla jajka

Poniżej widoczne jest zateksturowane jajko z boku, góry i dołu:



Rysunek 7 Zateksturowane jajko z kilku stron

PODSUMOWANIE

Ćwiczenie pokazało, w jaki sposób teksturować obiekty trójwymiarowe w OpenGL i trudności z nim związane. Po raz kolejny ujawniło się, jak ważne jest podawanie punktów do rysowania w odpowiedniej kolejności.