Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

Інститут атомної та теплової енергетики

Кафедра цифрових технологій в енергетиці

Розрахунково-графічна робота

З дисципліни «Візуалізація графічної та геометричної інформації»

Варіант 23

Виконав: Сергєєв Данило Вікторович

Студент групи ТР-21мп

Київ 2022

1. Завдання

Тема роботи: Операціїї над тектурними координатами

Вимоги:

* Накласти текступу на поверхню отриману в результаті виконання лабораторної роботи №2.
* Імплементувати масштабування або обертання текстури(текстурних координат) згідно з варіантом: непарні - масштабування, парні - обертання.
* Запровадити можливість переміщення точки відносно якої відбувається трансформація текстури по поверхні за рахунок зміни параметрів в просторі текстури. Наприклад, клавіші A та D для переміщення по осі абсцис, змінюючи параметр u текстури, а клавіші W та S по осі ординат, змінюючи параметр v.

1. Теоретичні відомості

Текстурування є дуже важливою частиною процесу 3D-моделювання. Усі дрібніші візуальні характеристики у 3D-моделюванні, такі як зморшки та окремі нитки килима, є продуктом текстури, нанесеної 3D-художником. Зазвичай створювані 3D-моделі мають стандартний сірий колір програми. Щоб додати кольори, малюнки та текстури, 2D-фотографії потрібно розмістити на 3D-моделях. Додавання кольорів або властивостей поверхні та матеріалу до 3D-моделі вимагає ще одного кроку вперед у процесі 3D-моделювання, тобто 3D-текстурування. Цей підхід часто призводить до повного кольору та властивостей поверхні 3D-моделі.

Стандартна процедура текстурування така:

UV Mapping and Unwrapping

Щоб почати процес 3D-текстурування, необхідно спочатку розгорнути модель, що, по суті, те саме, що розгортання 3D-сітки. Коли художники-фактуристи отримають готові моделі від відділу 3D-моделювання, вони створять UV-карту для кожного 3D-об’єкта. UV-карта — це плоске зображення поверхні 3D-моделі, яке використовується для швидкого накладання текстур. Прямо пов’язуючи 2D-зображення (текстуру) з вершинами багатокутника, UV-відображення може допомогти обернути 2D-зображення (текстуру) навколо 3D-об’єкта, а згенеровану карту можна використовувати безпосередньо в процесі текстурування та затінення.

Більшість програмних систем 3D мають кілька інструментів або підходів для розгортання 3D-моделей. Коли справа доходить до створення UV-карт, це питання особистих уподобань. Якщо ви не збираєтеся використовувати процедурні текстури, майже завжди потрібно розгортати 3D-модель у компоненті текстурування. Це текстури, створені за допомогою математичних методів (процесів), а не безпосередньо записаних даних у 2D або 3D.

1. Виконання завдання

В ході другої лабораторної роботи було створено поверню під назвою

«Surface of Conjugation of Coaxial Cylinder and Cone». Отриману поверхню з освітленням можна

побачити на рисунку 3.1.

A picture containing light

Description automatically generated

Рис. 3.1 «Surface of Conjugation of Coaxial Cylinder and Cone» з освітленням

Для текстури було обрано картинку з інтернету формату «png».

В графічному редакторі було налаштувано розмір картинки так, щоб

ширина і висота були рівні, а також, аби сторона мала розмір 2n в

пікселях.

З метою накладання текстури на поверхню, в першу чергу було

створено декілька змінних в коді шейдера. Після чого були створення

посилання на них в коді програми. Були також створені функції для

генерації бUVера даних текстури.

Обрану картинку можна побачити на рисунку 3.2.

A picture containing brick, building material, outdoor, building

Description automatically generated

Рис. 3.2 Обрана текстура

Поверхню з накладеною текстурою можна побачити на рисунку 3.3.

A basketball on a black background

Description automatically generated with medium confidence

Рис. 3.3 «Surface of Conjugation of Coaxial Cylinder and Cone» з накладеною текстурою

Для відображення умовної точки відносно якої буде виконватися

трансформація текстури, в класі моделі було сворено відповідну функцію.

Замість відображення точки було прийнято рішення відобжати сферу,

адже працюємо в 3д-просторі. Для відорбраження сфери необхідно було

створити функцію, яка б створювала геометрію для неї. Модель з

умовною точкою зображено на рисунку 3.4.

A circular object with a hole in it

Description automatically generated with low confidence

Рис. 3.4 Поверхня з умовною точкою

Для роботи з текстурою було створено ще кілька змінних в коді шейдера:

обертання текстури, розташування умовної точки в (u,v) координатах,

змінну для розташування сфери на відповідне місце поверхні в

3д-просторі.

Для реалізації переміщення точки по поверхні та обертання текстури було

додано відповідні функції на відповідні вхідні дані від користувача.

1. Вказівки користувачу

Користувач може керувати переміщенням умовної точки по поверхні, обертанням текстури відносно умовної точки, а також орієнтацією поверхні в просторію При чому останні два пункти здійснюються в один і той же спосіб.

Переміщення умовної точки реалізовано за допомогою введення з клавіатури(рисунок 4.1): клавіші W та S здійснюють переміщення точки за параметром v в додатньому та від’ємному напрамках відповідно, клавіші A та D здійснюють переміщення точки за параметром u у від’ємному та додатньому напрямках відповідно.

A picture containing dark

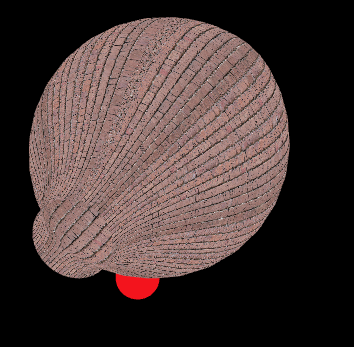
Description automatically generated 

Рис. 4.1. Переміщення умовної точки

Орієнтація поверхні в просторі, а також трансформація текстури(рисунок 4.2) здійснюється за допомогою введення з миші: необхідно затиснути лівою клавішею миші у області відображення поверхні та потягнути в будь-яку сторону. Варто зауважити, що обертання текстури залежить від переміщення миші по горизонталі, тобто, при зміщенні затиснутої мишу тільки вгору або тільки вниз буде здійснюватись лише зміна орієнтації поверхні в просторі(рисунок 4.3)

A close-up of a hat

Description automatically generated with low confidence A close-up of a stone

Description automatically generated with low confidence

Рис. 4.2. Трансформація текстури

На рисунку 4.3 можна помітити що точка та текстура залишились на одному і тому самому місці відносно поверхні. Змінилась лише орієнтація поверхні в просторі.

A picture containing dark

Description automatically generated A picture containing dark

Description automatically generated

Рис. 4.3. Лише орієнтація поверхні в просторі

1. Код

Shader.gpu

// Vertex shader

const vertexShaderSource = `

attribute vec3 vertex;

attribute vec2 texture;

uniform mat4 ModelViewProjectionMatrix;

varying vec2 v\_texcoord;

uniform vec3 translateUP;

uniform vec2 userPoint;

uniform float scl;

mat4 translation(float tx, float ty, float tz) {

mat4 dst;

dst[0][0] = 1.0;

dst[0][ 1] = 0.0;

dst[0][ 2] = 0.0;

dst[0][ 3] = 0.0;

dst[1][ 0] = 0.0;

dst[1][ 1] = 1.0;

dst[1][ 2] = 0.0;

dst[1][ 3] = 0.0;

dst[2][ 0] = 0.0;

dst[2][ 1] = 0.0;

dst[2][ 2] = 1.0;

dst[2][ 3] = 0.0;

dst[3][ 0] = tx;

dst[3][ 1] = ty;

dst[3][ 2] = tz;

dst[3][ 3] = 1.0;

return dst;

}

mat4 scaling(float sx, float sy, float sz){

mat4 dst;

dst[0][0] = sx;

dst[0][ 1] = 0.0;

dst[0][ 2] = 0.0;

dst[0][ 3] = 0.0;

dst[1][ 0] = 0.0;

dst[1][ 1] = sy;

dst[1][ 2] = 0.0;

dst[1][ 3] = 0.0;

dst[2][ 0] = 0.0;

dst[2][ 1] = 0.0;

dst[2][ 2] = sz;

dst[2][ 3] = 0.0;

dst[3][ 0] = 0.0;

dst[3][ 1] = 0.0;

dst[3][ 2] = 0.0;

dst[3][ 3] = 1.0;

return dst;

}

void main() {

mat4 scale = scaling(scl,scl,1.0);

mat4 t = translation(userPoint.x,userPoint.y,0.0);

mat4 tt = translation(-userPoint.x,-userPoint.y,0.0);

vec4 textureTranslatedOnce = vec4(texture,0.0,0.0)\*t;

vec4 textureScaled = textureTranslatedOnce\*scale;

vec4 textureTranslatedTwice = textureScaled\*tt;

v\_texcoord = vec2(textureTranslatedTwice.x,textureTranslatedTwice.y);

gl\_Position = ModelViewProjectionMatrix \* vec4(vertex, 1.0);

if(scl<0.0){

vec4 sphereLoc = translation(translateUP.x,translateUP.y,translateUP.z)\*vec4(vertex,1.0);

gl\_Position=ModelViewProjectionMatrix\*sphereLoc;

}

}`;

// Fragment shader

const fragmentShaderSource = `

#ifdef GL\_FRAGMENT\_PRECISION\_HIGH

precision highp float;

#else

precision mediump float;

#endif

varying vec2 v\_texcoord;

uniform sampler2D tmu;

uniform float scl;

void main() {

vec4 texColor = texture2D(tmu, v\_texcoord);

gl\_FragColor = texColor;

if(scl<0.0){

gl\_FragColor = vec4(0.,0.,0.,0.);

}

}`;

main.js

'use strict';

let gl; // The webgl context.

let surface; // A surface model

let shProgram; // A shader program

let spaceball; // A SimpleRotator object that lets the user rotate the view by mouse.

let sphere;

let userPointCoord;

let userScaleFactor;

function deg2rad(angle) {

return angle \* Math.PI / 180;

}

// Constructor

function Model(name) {

this.name = name;

this.iVertexBuffer = gl.createBuffer();

this.iNormalBuffer = gl.createBuffer();

this.iTextureBuffer = gl.createBuffer();

this.countT = 0;

this.count = 0;

this.BufferData = function (vertices) {

gl.bindBuffer(gl.ARRAY\_BUFFER, this.iVertexBuffer);

gl.bufferData(gl.ARRAY\_BUFFER, new Float32Array(vertices), gl.STREAM\_DRAW);

this.count = vertices.length / 3;

}

this.NormalBufferData = function (normals) {

gl.bindBuffer(gl.ARRAY\_BUFFER, this.iNormalBuffer);

gl.bufferData(gl.ARRAY\_BUFFER, new Float32Array(normals), gl.STREAM\_DRAW);

this.count = normals.length / 3;

}

this.TextureBufferData = function (points) {

gl.bindBuffer(gl.ARRAY\_BUFFER, this.iTextureBuffer);

gl.bufferData(gl.ARRAY\_BUFFER, new Float32Array(points), gl.STREAM\_DRAW);

this.countT = points.length / 2;

}

this.Draw = function () {

gl.bindBuffer(gl.ARRAY\_BUFFER, this.iVertexBuffer);

gl.vertexAttribPointer(shProgram.iAttribVertex, 3, gl.FLOAT, false, 0, 0);

gl.enableVertexAttribArray(shProgram.iAttribVertex);

gl.bindBuffer(gl.ARRAY\_BUFFER, this.iNormalBuffer);

gl.vertexAttribPointer(shProgram.iAttribNormal, 3, gl.FLOAT, false, 0, 0);

gl.enableVertexAttribArray(shProgram.iAttribNormal);

gl.bindBuffer(gl.ARRAY\_BUFFER, this.iTextureBuffer);

gl.vertexAttribPointer(shProgram.iAttribTexture, 2, gl.FLOAT, false, 0, 0);

gl.enableVertexAttribArray(shProgram.iAttribTexture);

gl.drawArrays(gl.TRIANGLE\_STRIP, 0, this.count);

}

this.DrawPoint = function () {

gl.bindBuffer(gl.ARRAY\_BUFFER, this.iVertexBuffer);

gl.vertexAttribPointer(shProgram.iAttribVertex, 3, gl.FLOAT, false, 0, 0);

gl.enableVertexAttribArray(shProgram.iAttribVertex);

gl.drawArrays(gl.LINE\_STRIP, 0, this.count);

}

}

// Constructor

function ShaderProgram(name, program) {

this.name = name;

this.prog = program;

// Location of the attribute variable in the shader program.

this.iAttribVertex = -1;

this.iAttribNormal = -1;

this.iAttribTexture = -1;

// Location of the uniform specifying a color for the primitive.

this.iColor = -1;

// Location of the uniform matrix representing the combined transformation.

this.iModelViewProjectionMatrix = -1;

this.iNormalMatrix = -1;

this.lightPosLoc = -1;

this.iTMU = -1;

this.iUserPoint = -1;

this.iScale = 1.0;

this.iUP = -1;

this.Use = function () {

gl.useProgram(this.prog);

}

}

/\* Draws a colored cube, along with a set of coordinate axes.

\* (Note that the use of the above drawPrimitive function is not an efficient

\* way to draw with WebGL. Here, the geometry is so simple that it doesn't matter.)

\*/

function draw() {

gl.clearColor(0, 0, 0, 1);

gl.clear(gl.COLOR\_BUFFER\_BIT | gl.DEPTH\_BUFFER\_BIT);

/\* Set the values of the projection transformation \*/

// let projection = m4.perspective(Math.PI / 8, 1, 8, 12);

let para = 3

let projection = m4.orthographic(-para, para, -para, para, 0, para \* 4);

/\* Get the view matrix from the SimpleRotator object.\*/

let modelView = spaceball.getViewMatrix();

let rotateToPointZero = m4.axisRotation([0.707, 0.707, 0], 0.7);

let translateToPointZero = m4.translation(0, 0, -10);

let matAccum0 = m4.multiply(rotateToPointZero, modelView);

let matAccum1 = m4.multiply(translateToPointZero, matAccum0);

/\* Multiply the projection matrix times the modelview matrix to give the

combined transformation matrix, and send that to the shader program. \*/

let modelViewProjection = m4.multiply(projection, matAccum1);

gl.uniformMatrix4fv(shProgram.iModelViewProjectionMatrix, false, modelViewProjection);

let modelviewInv = new Float32Array(16);

let normalmatrix = new Float32Array(16);

mat4Invert(modelViewProjection, modelviewInv);

mat4Transpose(modelviewInv, normalmatrix);

gl.uniformMatrix4fv(shProgram.iNormalMatrix, false, normalmatrix);

/\* Draw the six faces of a cube, with different colors. \*/

gl.uniform4fv(shProgram.iColor, [0.2, 0.8, 0, 1]);

gl.uniform3fv(shProgram.lightPosLoc, [20 \* Math.cos(Date.now() \* 0.005), 1, 20 \* Math.sin(Date.now() \* 0.005)]);

gl.uniform1i(shProgram.iTMU, 0);

gl.enable(gl.TEXTURE\_2D);

gl.uniform1f(shProgram.iScale, userScaleFactor)

surface.Draw();

gl.uniform1f(shProgram.iScale, -1.0)

let a = 2 - 1;

let c = -2 \* Math.PI \* a / Math.tan(-0.5);

let b = 3 \* c / 4;

let trS = cojugation(map(userPointCoord.x, 0, 1, 0, b), map(userPointCoord.y, 0, 1, 0, Math.PI \* 2), a, c)

gl.uniform3fv(shProgram.iUP, [trS.x, trS.y, trS.z]);

sphere.DrawPoint();

}

function draw\_() {

gl.clearColor(0, 0, 0, 1);

gl.clear(gl.COLOR\_BUFFER\_BIT | gl.DEPTH\_BUFFER\_BIT);

/\* Set the values of the projection transformation \*/

// let projection = m4.perspective(Math.PI / 8, 1, 8, 12);

let para = 3

let projection = m4.orthographic(-para, para, -para, para, 0, para \* 4);

/\* Get the view matrix from the SimpleRotator object.\*/

let modelView = spaceball.getViewMatrix();

let rotateToPointZero = m4.axisRotation([0.707, 0.707, 0], 0.7);

let translateToPointZero = m4.translation(0, 0, -10);

let matAccum0 = m4.multiply(rotateToPointZero, modelView);

let matAccum1 = m4.multiply(translateToPointZero, matAccum0);

/\* Multiply the projection matrix times the modelview matrix to give the

combined transformation matrix, and send that to the shader program. \*/

let modelViewProjection = m4.multiply(projection, matAccum1);

gl.uniformMatrix4fv(shProgram.iModelViewProjectionMatrix, false, modelViewProjection);

let modelviewInv = new Float32Array(16);

let normalmatrix = new Float32Array(16);

mat4Invert(modelViewProjection, modelviewInv);

mat4Transpose(modelviewInv, normalmatrix);

gl.uniformMatrix4fv(shProgram.iNormalMatrix, false, normalmatrix);

/\* Draw the six faces of a cube, with different colors. \*/

gl.uniform4fv(shProgram.iColor, [0.2, 0.8, 0, 1]);

gl.uniform3fv(shProgram.lightPosLoc, [20 \* Math.cos(Date.now() \* 0.001), 1, 20 \* Math.sin(Date.now() \* 0.001)]);

surface.Draw();

// window.requestAnimationFrame(draw\_)

draw()

}

function dot(a, b) {

let c = [(a[1] \* b[2] - a[2] \* b[1]), (a[0] \* b[2] - b[0] \* a[2]), (a[0] \* b[1] - a[1] \* b[0])]

return c

}

function normalize(a) {

let d = Math.sqrt(a[0] \*\* 2 + a[1] \*\* 2 + a[2] \*\* 2)

let n = [a[0] / d, a[1] / d, a[2] / d]

return n;

}

function CreateSurfaceData() {

let vertexList = [];

let i = 0;

let j = 0;

let a = 2 - 1

let c = -2 \* Math.PI \* a / Math.tan(-0.5);

// console.log(c)

let b = 3 \* c / 4

// console.log(b)

while (i < b) {

while (j < Math.PI \* 2) {

let v1 = cojugation(i, j, a, c)

let v2 = cojugation(i + 0.2, j, a, c)

let v3 = cojugation(i, j + 0.2, a, c)

let v4 = cojugation(i + 0.2, j + 0.2, a, c)

vertexList.push(v1.x, v1.y, v1.z);

vertexList.push(v2.x, v2.y, v2.z);

vertexList.push(v3.x, v3.y, v3.z);

vertexList.push(v2.x, v2.y, v2.z);

vertexList.push(v4.x, v4.y, v4.z);

vertexList.push(v3.x, v3.y, v3.z);

j += 0.2

}

j = 0;

i += 0.2

}

return vertexList;

}

function CreateNormData() {

let normsList = [];

let i = 0;

let j = 0;

let a = 2 - 1

let c = -2 \* Math.PI \* a / Math.tan(-0.5);

let b = 3 \* c / 4

while (i < b) {

while (j < Math.PI \* 2) {

let v1 = cojugation(i, j, a, c)

let v2 = cojugation(i + 0.2, j, a, c)

let v3 = cojugation(i, j + 0.2, a, c)

let v4 = cojugation(i + 0.2, j + 0.2, a, c)

let v21 = { x: v2.x - v1.x, y: v2.y - v1.y, z: v2.z - v1.z }

let v31 = { x: v3.x - v1.x, y: v3.y - v1.y, z: v3.z - v1.z }

let n1 = vec3Cross(v21, v31);

vec3Normalize(n1);

normsList.push(n1.x, n1.y, n1.z);

normsList.push(n1.x, n1.y, n1.z);

normsList.push(n1.x, n1.y, n1.z);

let v42 = { x: v4.x - v2.x, y: v4.y - v2.y, z: v4.z - v2.z };

let v32 = { x: v3.x - v2.x, y: v3.y - v2.y, z: v3.z - v2.z };

let n2 = vec3Cross(v42, v32);

vec3Normalize(n2);

normsList.push(n2.x, n2.y, n2.z);

normsList.push(n2.x, n2.y, n2.z);

normsList.push(n2.x, n2.y, n2.z);

j += 0.2

}

j = 0;

i += 0.2

}

return normsList;

}

function CreateTextureData() {

let texCoordList = [];

let i = 0;

let j = 0;

let a = 2 - 1

let c = -2 \* Math.PI \* a / Math.tan(-0.5);

let b = 3 \* c / 4

while (i < b) {

while (j < Math.PI \* 2) {

let u = map(i, 0, b, 0, 1);

let v = map(j, 0, Math.PI \* 2, 0, 1);

texCoordList.push(u, v);

u = map(i + 0.2, 0, b, 0, 1);

texCoordList.push(u, v);

u = map(i, 0, b, 0, 1);

v = map(j + 0.2, 0, Math.PI \* 2, 0, 1);

texCoordList.push(u, v);

u = map(i + 0.2, 0, b, 0, 1);

v = map(j, 0, Math.PI \* 2, 0, 1);

texCoordList.push(u, v);

u = map(i + 0.2, 0, Math.PI, 0, 1);

v = map(j + 0.2, 0, Math.PI \* 2, 0, 1);

texCoordList.push(u, v);

u = map(i, 0, b, 0, 1);

v = map(j + 0.2, 0, Math.PI \* 2, 0, 1);

texCoordList.push(u, v);

j += 0.2;

}

j = 0

i += 0.2;

}

return texCoordList;

}

function CreateSphereSurface(r = 0.1) {

let vertexList = [];

let lon = -Math.PI;

let lat = -Math.PI \* 0.5;

while (lon < Math.PI) {

while (lat < Math.PI \* 0.5) {

let v1 = sphereSurfaceData(r, lon, lat);

vertexList.push(v1.x, v1.y, v1.z);

lat += 0.05;

}

lat = -Math.PI \* 0.5

lon += 0.05;

}

return vertexList;

}

function sphereSurfaceData(r, u, v) {

let x = r \* Math.sin(u) \* Math.cos(v);

let y = r \* Math.sin(u) \* Math.sin(v);

let z = r \* Math.cos(u);

return { x: x, y: y, z: z };

}

function cojugation(z, b, a, c) {

let r = a \* (1 - Math.cos(Math.PI \* 2 \* z / c)) + 1;

let t = 0.25 \* Math.PI;

let x = 0.2 \* r \* Math.cos(b);

let y = 0.2 \* r \* Math.sin(b)

let z1 = 0.2 \* z

return { x: x, y: y, z: z1 }

}

function map(val, f1, t1, f2, t2) {

let m;

m = (val - f1) \* (t2 - f2) / (t1 - f1) + f2

return Math.min(Math.max(m, f2), t2);

}

function vec3Cross(a, b) {

let x = a.y \* b.z - b.y \* a.z;

let y = a.z \* b.x - b.z \* a.x;

let z = a.x \* b.y - b.x \* a.y;

return { x: x, y: y, z: z }

}

function vec3Normalize(a) {

var mag = Math.sqrt(a[0] \* a[0] + a[1] \* a[1] + a[2] \* a[2]);

a[0] /= mag; a[1] /= mag; a[2] /= mag;

}

/\* Initialize the WebGL context. Called from init() \*/

function initGL() {

let prog = createProgram(gl, vertexShaderSource, fragmentShaderSource);

shProgram = new ShaderProgram('Basic', prog);

shProgram.Use();

shProgram.iAttribVertex = gl.getAttribLocation(prog, "vertex");

shProgram.iAttribNormal = gl.getAttribLocation(prog, "normal");

shProgram.iAttribTexture = gl.getAttribLocation(prog, "texture");

shProgram.iModelViewProjectionMatrix = gl.getUniformLocation(prog, "ModelViewProjectionMatrix");

shProgram.iNormalMatrix = gl.getUniformLocation(prog, "NormalMatrix");

shProgram.iColor = gl.getUniformLocation(prog, "color");

shProgram.lightPosLoc = gl.getUniformLocation(prog, "lightPosition");

shProgram.iTMU = gl.getUniformLocation(prog, 'tmu');

shProgram.iUserPoint = gl.getUniformLocation(prog, 'userPoint');

shProgram.iScale = gl.getUniformLocation(prog, 'scl');

shProgram.iUP = gl.getUniformLocation(prog, 'translateUP');

surface = new Model('Surface');

surface.BufferData(CreateSurfaceData());

surface.NormalBufferData(CreateNormData());

LoadTexture();

surface.TextureBufferData(CreateTextureData());

sphere = new Model('Sphere');

sphere.BufferData(CreateSphereSurface())

gl.enable(gl.DEPTH\_TEST);

}

/\* Creates a program for use in the WebGL context gl, and returns the

\* identifier for that program. If an error occurs while compiling or

\* linking the program, an exception of type Error is thrown. The error

\* string contains the compilation or linking error. If no error occurs,

\* the program identifier is the return value of the function.

\* The second and third parameters are strings that contain the

\* source code for the vertex shader and for the fragment shader.

\*/

function createProgram(gl, vShader, fShader) {

let vsh = gl.createShader(gl.VERTEX\_SHADER);

gl.shaderSource(vsh, vShader);

gl.compileShader(vsh);

if (!gl.getShaderParameter(vsh, gl.COMPILE\_STATUS)) {

throw new Error("Error in vertex shader: " + gl.getShaderInfoLog(vsh));

}

let fsh = gl.createShader(gl.FRAGMENT\_SHADER);

gl.shaderSource(fsh, fShader);

gl.compileShader(fsh);

if (!gl.getShaderParameter(fsh, gl.COMPILE\_STATUS)) {

throw new Error("Error in fragment shader: " + gl.getShaderInfoLog(fsh));

}

let prog = gl.createProgram();

gl.attachShader(prog, vsh);

gl.attachShader(prog, fsh);

gl.linkProgram(prog);

if (!gl.getProgramParameter(prog, gl.LINK\_STATUS)) {

throw new Error("Link error in program: " + gl.getProgramInfoLog(prog));

}

return prog;

}

/\*\*

\* initialization function that will be called when the page has loaded

\*/

function init() {

userPointCoord = { x: 0.5, y: 0.5 }

userScaleFactor = 1.0;

let canvas;

try {

let resolution = Math.min(window.innerHeight, window.innerWidth);

canvas = document.querySelector('canvas');

gl = canvas.getContext("webgl");

canvas.width = resolution;

canvas.height = resolution;

gl.viewport(0, 0, resolution, resolution);

if (!gl) {

throw "Browser does not support WebGL";

}

}

catch (e) {

document.querySelector('"canvas-holder"').innerHTML =

"<p>Sorry, could not get a WebGL graphics context.</p>";

return;

}

try {

initGL(); // initialize the WebGL graphics context

}

catch (e) {

document.getElementById("canvas-holder").innerHTML =

"<p>Sorry, could not initialize the WebGL graphics context: " + e + "</p>";

return;

}

spaceball = new TrackballRotator(canvas, draw, 0);

// window.requestAnimationFrame(draw\_);

draw()

}

function mat4Transpose(a, transposed) {

var t = 0;

for (var i = 0; i < 4; ++i) {

for (var j = 0; j < 4; ++j) {

transposed[t++] = a[j \* 4 + i];

}

}

}

function mat4Invert(m, inverse) {

var inv = new Float32Array(16);

inv[0] = m[5] \* m[10] \* m[15] - m[5] \* m[11] \* m[14] - m[9] \* m[6] \* m[15] +

m[9] \* m[7] \* m[14] + m[13] \* m[6] \* m[11] - m[13] \* m[7] \* m[10];

inv[4] = -m[4] \* m[10] \* m[15] + m[4] \* m[11] \* m[14] + m[8] \* m[6] \* m[15] -

m[8] \* m[7] \* m[14] - m[12] \* m[6] \* m[11] + m[12] \* m[7] \* m[10];

inv[8] = m[4] \* m[9] \* m[15] - m[4] \* m[11] \* m[13] - m[8] \* m[5] \* m[15] +

m[8] \* m[7] \* m[13] + m[12] \* m[5] \* m[11] - m[12] \* m[7] \* m[9];

inv[12] = -m[4] \* m[9] \* m[14] + m[4] \* m[10] \* m[13] + m[8] \* m[5] \* m[14] -

m[8] \* m[6] \* m[13] - m[12] \* m[5] \* m[10] + m[12] \* m[6] \* m[9];

inv[1] = -m[1] \* m[10] \* m[15] + m[1] \* m[11] \* m[14] + m[9] \* m[2] \* m[15] -

m[9] \* m[3] \* m[14] - m[13] \* m[2] \* m[11] + m[13] \* m[3] \* m[10];

inv[5] = m[0] \* m[10] \* m[15] - m[0] \* m[11] \* m[14] - m[8] \* m[2] \* m[15] +

m[8] \* m[3] \* m[14] + m[12] \* m[2] \* m[11] - m[12] \* m[3] \* m[10];

inv[9] = -m[0] \* m[9] \* m[15] + m[0] \* m[11] \* m[13] + m[8] \* m[1] \* m[15] -

m[8] \* m[3] \* m[13] - m[12] \* m[1] \* m[11] + m[12] \* m[3] \* m[9];

inv[13] = m[0] \* m[9] \* m[14] - m[0] \* m[10] \* m[13] - m[8] \* m[1] \* m[14] +

m[8] \* m[2] \* m[13] + m[12] \* m[1] \* m[10] - m[12] \* m[2] \* m[9];

inv[2] = m[1] \* m[6] \* m[15] - m[1] \* m[7] \* m[14] - m[5] \* m[2] \* m[15] +

m[5] \* m[3] \* m[14] + m[13] \* m[2] \* m[7] - m[13] \* m[3] \* m[6];

inv[6] = -m[0] \* m[6] \* m[15] + m[0] \* m[7] \* m[14] + m[4] \* m[2] \* m[15] -

m[4] \* m[3] \* m[14] - m[12] \* m[2] \* m[7] + m[12] \* m[3] \* m[6];

inv[10] = m[0] \* m[5] \* m[15] - m[0] \* m[7] \* m[13] - m[4] \* m[1] \* m[15] +

m[4] \* m[3] \* m[13] + m[12] \* m[1] \* m[7] - m[12] \* m[3] \* m[5];

inv[14] = -m[0] \* m[5] \* m[14] + m[0] \* m[6] \* m[13] + m[4] \* m[1] \* m[14] -

m[4] \* m[2] \* m[13] - m[12] \* m[1] \* m[6] + m[12] \* m[2] \* m[5];

inv[3] = -m[1] \* m[6] \* m[11] + m[1] \* m[7] \* m[10] + m[5] \* m[2] \* m[11] -

m[5] \* m[3] \* m[10] - m[9] \* m[2] \* m[7] + m[9] \* m[3] \* m[6];

inv[7] = m[0] \* m[6] \* m[11] - m[0] \* m[7] \* m[10] - m[4] \* m[2] \* m[11] +

m[4] \* m[3] \* m[10] + m[8] \* m[2] \* m[7] - m[8] \* m[3] \* m[6];

inv[11] = -m[0] \* m[5] \* m[11] + m[0] \* m[7] \* m[9] + m[4] \* m[1] \* m[11] -

m[4] \* m[3] \* m[9] - m[8] \* m[1] \* m[7] + m[8] \* m[3] \* m[5];

inv[15] = m[0] \* m[5] \* m[10] - m[0] \* m[6] \* m[9] - m[4] \* m[1] \* m[10] +

m[4] \* m[2] \* m[9] + m[8] \* m[1] \* m[6] - m[8] \* m[2] \* m[5];

var det = m[0] \* inv[0] + m[1] \* inv[4] + m[2] \* inv[8] + m[3] \* inv[12];

if (det == 0) return false;

det = 1.0 / det;

for (var i = 0; i < 16; i++) inverse[i] = inv[i] \* det;

return true;

}

function LoadTexture() {

let texture = gl.createTexture();

gl.bindTexture(gl.TEXTURE\_2D, texture);

gl.texParameteri(gl.TEXTURE\_2D, gl.TEXTURE\_MIN\_FILTER, gl.LINEAR);

gl.texParameteri(gl.TEXTURE\_2D, gl.TEXTURE\_MAG\_FILTER, gl.LINEAR);

// gl.texImage2D(gl.TEXTURE\_2D, 0, gl.RGBA, 512, 512, 0, );

const image = new Image();

image.crossOrigin = 'anonymus';

image.src = "https://www.manytextures.com/download/36/texture/jpg/512/red-brick-wall-512x512.jpg";

image.onload = () => {

gl.bindTexture(gl.TEXTURE\_2D, texture);

gl.texImage2D(

gl.TEXTURE\_2D,

0,

gl.RGBA,

gl.RGBA,

gl.UNSIGNED\_BYTE,

image

);

draw()

}

}

window.onkeydown = (e) => {

switch (e.keyCode) {

case 87:

userPointCoord.x -= 0.01;

break;

case 83:

userPointCoord.x += 0.01;

break;

case 65:

userPointCoord.y += 0.01;

break;

case 68:

userPointCoord.y -= 0.01;

break;

}

userPointCoord.x = Math.max(0.001, Math.min(userPointCoord.x, 0.999))

userPointCoord.y = Math.max(0.001, Math.min(userPointCoord.y, 0.999))

draw();

}

onmousemove = (e) => {

userScaleFactor = map(e.clientX, 0, window.outerWidth, 0.1, 10.0)

draw()

};