МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ЗВІТ

ПРО ЛАБОРАТОРНУ РОБОТУ № 1

ТЕМА: «ОСНОВИ СТВОРЕННЯ НАЙПРОСТІШОЇ WEBGL-ПРОГРАМИ»

Виконав:
студент групи ІМ-11
Царик М.М.

Перевірив:
доц.каф.ІПІ
Родіонов.П.Ю.

Київ 2024

Мета: отримати практичні навички програмування WebGL-програм,

які дозволяють створювати графічні об’єкти та анімації.

Завдання:

1. Створити програму WebGL:

- створити документ HTML з елементом Canvas;

- налаштувати Viewport та встановити довільний колір екрану;

- створити контекст WebGL за допомогою «setupWebGL» та подію «windowonload».

2. Виконати рендеринг кольорового трикутника:

- створити фрагментний шейдер;

- створити вершинний шейдер;

- налаштувати буфер вершин з відповідним покажчиком на атрибут для створення трикутника, кожна вершина якого має відмінний від інших вершин колір.

3. Обертання фігури:

- додати другий трикутник та утворити прямокутник;

- розмістити квадрат в центрі екрана та організувати його обертання навколо власного центру за допомогою функції «RequestAnimationFrame».

4. Створити довільну графічну фігуру за допомогою режима gl.TRIANGLE_FAN та налаштувати її рух вниз та вгору.

Хід роботи:

index.html:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta charset="UTF-8" />
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0" />
    <link rel="stylesheet" href="styles.css" />
    <title>Lab1</title>
  </head>
  <body>
    <canvas id="glcanvas" width="850" height="500"></canvas>
    <script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/gl-matrix/2.8.1/gl-
matrix-min.js"></script>
    <script src="main.js" type="module"></script>
  </body>
</html>
```

styles.css

```
canvas {
  display: block;
  margin: auto;
}
```

main.js

```
import { createBuffers } from "./buffers.js";
import { drawScene } from "./scene.js";
import { createShaderProgram, VSHADER_SOURCE, FSHADER_SOURCE } from
"./shaders.js";

window.onload = function () {
  main();
};

function main() {
  // Отримуємо посилання на canvas
  const canvas = document.querySelector("#glcanvas");
  // Отримуємо контекст WebGL
  const gl = canvas.getContext("webgl");
  if (!gl) {
    // Якщо контекст не існує, виводимо повідомлення про помилку
```

```
    alert("Під час ініціалізації WebGL сталася помилка");
    return;
  }

  // Створюємо інформацію про програму шейдерів
  const programInfo = createProgramInfo(gl);

  // Створюємо буфери
  const buffers = createBuffers(gl);

  let previousTime = 0;
  let rotationAngle = 0.0;
  let elapsedTime = 0;

  function render(currentTime) {
    currentTime = currentTime * 0.001;
    elapsedTime = currentTime - previousTime;
    previousTime = currentTime;

    drawScene(gl, programInfo, buffers, rotationAngle);
    rotationAngle -= elapsedTime;
    requestAnimationFrame(render);
  }
  requestAnimationFrame(render);
}

// Функція для створення інформації про програму шейдерів
function createProgramInfo(gl) {
  // Створюємо програму шейдерів
  const shaderProgram = createShaderProgram(gl, VSHADER_SOURCE,
FSHADER_SOURCE);
  const programInfo = {
    program: shaderProgram,
    attribLocations: {
      vertexPosition: gl.getAttribLocation(shaderProgram, "aVertexPosition"),
      vertexColor: gl.getAttribLocation(shaderProgram, "aVertexColor"),
    },
    uniformLocations: {
      projectionMatrix: gl.getUniformLocation(shaderProgram,
"uProjectionMatrix"),
      modelViewMatrix: gl.getUniformLocation(shaderProgram,
"uModelViewMatrix"),
    },
  };
  return programInfo;
}
```

scene.js

```
function drawScene(gl, programInfo, buffers, squareRotation) {
  clearBuffers(gl);
  setupProjectionMatrix(gl, programInfo, gl.canvas.clientWidth,
gl.canvas.clientHeight);
  drawRotatingSquare(gl, programInfo, buffers.square, squareRotation);
  drawMovingSquare(gl, programInfo, buffers.diamond);
  drawTriangle(gl, programInfo, buffers.triangle1);
  drawTriangle(gl, programInfo, buffers.triangle2);
}

// Функція для очищення буферів
function clearBuffers(gl) {
  gl.clearColor(0.2, 0.2, 0.2, 1.0);
  gl.clearDepth(1.0);
  gl.enable(gl.DEPTH_TEST);
  gl.depthFunc(gl.LEQUAL);
  gl.clear(gl.COLOR_BUFFER_BIT | gl.DEPTH_BUFFER_BIT);
}

// Функція для налаштування матриці проекції
function setupProjectionMatrix(gl, programInfo, width, height) {
  const fieldOfViewRadians = (-55 * Math.PI) / 180;
  const aspectRatio = width / height;
  const nearPlane = 0.1;
  const farPlane = 100.0;
  const projectionMatrix = mat4.create();
  mat4.perspective(projectionMatrix, fieldOfViewRadians, aspectRatio,
nearPlane, farPlane);
  gl.uniformMatrix4fv(programInfo.uniformLocations.projectionMatrix, false,
projectionMatrix);
}

// Функція для малювання трикутника
function drawTriangle(gl, programInfo, triangleBuffers) {
  const modelViewMatrix = mat4.create();
  mat4.translate(modelViewMatrix, modelViewMatrix, [2.5, 0.0, -6.0]);
  gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, triangleBuffers.position);
  gl.vertexAttribPointer(programInfo.attribLocations.vertexPosition, 3,
gl.FLOAT, false, 0, 0);
  gl.enableVertexAttribArray(programInfo.attribLocations.vertexPosition);
  gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, triangleBuffers.color);
  gl.vertexAttribPointer(programInfo.attribLocations.vertexColor, 4,
gl.FLOAT, false, 0, 0);
  gl.enableVertexAttribArray(programInfo.attribLocations.vertexColor);
  gl.uniformMatrix4fv(programInfo.uniformLocations.modelViewMatrix, false,
modelViewMatrix);
  const vertexCount = 3;
  gl.drawArrays(gl.TRIANGLE_STRIP, 0, vertexCount);
```

```
}

// Функція для малювання обертаючого квадрата
function drawRotatingSquare(gl, programInfo, squareBuffer, squareRotation) {
  const modelViewMatrix = mat4.create();
  mat4.translate(modelViewMatrix, modelViewMatrix, [-0.0, 0.0, -6.0]);
  mat4.rotate(modelViewMatrix, modelViewMatrix, squareRotation, [0, 0, 1]);
  setPositionAttribute(gl, squareBuffer.position, programInfo);
  setColorAttribute(gl, squareBuffer.color, programInfo);
  gl.useProgram(programInfo.program);
  gl.uniformMatrix4fv(programInfo.uniformLocations.modelViewMatrix, false,
modelViewMatrix);
  const offset = 0;
  const vertexCount = 4;
  gl.drawArrays(gl.TRIANGLE_STRIP, offset, vertexCount);
}

// Функція для малювання рухомого квадрата
function drawMovingSquare(gl, programInfo, squareBuffer) {
  const modelViewMatrix2 = mat4.create();
  mat4.translate(modelViewMatrix2, modelViewMatrix2, [-2.5, -0.0, -6.0]);
  const translateY = Math.sin(Date.now() * 0.005) * 0.9;
  mat4.translate(modelViewMatrix2, modelViewMatrix2, [0.0, translateY, 0.0]);
  setPositionAttribute(gl, squareBuffer.position, programInfo);
  setColorAttribute(gl, squareBuffer.color, programInfo);
  gl.useProgram(programInfo.program);
  gl.uniformMatrix4fv(programInfo.uniformLocations.modelViewMatrix, false,
modelViewMatrix2);
  {
    const vertexCount = 5;
    gl.drawArrays(gl.TRIANGLE_FAN, 0, vertexCount);
  }
}

// Функція для встановлення атрибуту позиції
function setPositionAttribute(gl, buffers, programInfo) {
  const numComponents = 2;
  const type = gl.FLOAT;
  const normalize = false;
  const stride = 0;
  const offset = 0;
  gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, buffers);
  gl.vertexAttribPointer(
    programInfo.attribLocations.vertexPosition,
    numComponents,
    type,
    normalize,
    stride,
    offset
  );
```

```
  gl.enableVertexAttribArray(programInfo.attribLocations.vertexPosition);
}

// Функція для встановлення атрибуту кольору
function setColorAttribute(gl, buffers, programInfo) {
  const numComponents = 4;
  const type = gl.FLOAT;
  const normalize = false;
  const stride = 0;
  const offset = 0;

  gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, buffers);
  gl.vertexAttribPointer(
    programInfo.attribLocations.vertexColor,
    numComponents,
    type,
    normalize,
    stride,
    offset
  );

  gl.enableVertexAttribArray(programInfo.attribLocations.vertexColor);
}

export { drawScene };
```

buffers.js

```
// Функція для створення буферів
function createBuffers(gl) {
  return {
    triangle1: createBuffer(
      gl,
      [-1.0, 0.8, 0.0, -1.0, -1.0, 0.0, 1.5, 0.8, 0.0],
      [1.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0, 1.0, 0.0, 1.0, 1.0, 1.0, 0.0, 1.0]
    ),
    triangle2: createBuffer(
      gl,
      [1.5, 0.8, 0.0, -1.0, -1.0, 0.0, 1.5, -1.0, 0.0],
      [0.0, 1.0, 0.0, 1.0, 1.0, 1.0, 0.0, 1.0, 1.0, 0.0, 0.0, 1.0]
    ),
    square: createBuffer(
      gl,
      [0.8, 0.8, -0.8, 0.8, 0.8, -0.8, -0.8, -0.8],
      [0.0, 0.0, 1.0, 1.0, 0.0, 0.5, 1.0, 1.0, 0.0, 0.75, 1.0, 1.0, 0.0, 1.0,
1.0, 1.0]
    ),
    diamond: createBuffer(
```

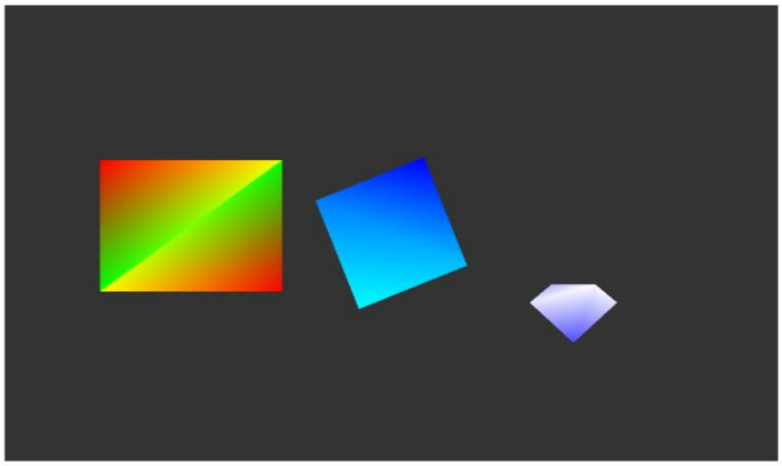
```
      gl,
      [-0.3, 0.1, 0.3, 0.1, 0.6, 0.35, 0.0, 0.9, -0.6, 0.35],
      [
        1.0, 1.0, 1.0, 1.0, 0.7, 0.7, 1.0, 1.0, 0.9, 0.9, 1.0, 1.0, 0.3, 0.3,
1.0, 1.0, 0.9, 0.9,
        1.0, 1.0,
      ]
    ),
  };
}

// Функція для створення буфера
function createBuffer(gl, positions, colors) {
  const positionBuffer = gl.createBuffer();
  gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, positionBuffer);
  gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, new Float32Array(positions),
gl.STATIC_DRAW);

  const colorBuffer = gl.createBuffer();
  gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, colorBuffer);
  gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, new Float32Array(colors), gl.STATIC_DRAW);

  return { position: positionBuffer, color: colorBuffer };
}

export { createBuffers };
```

shaders.js

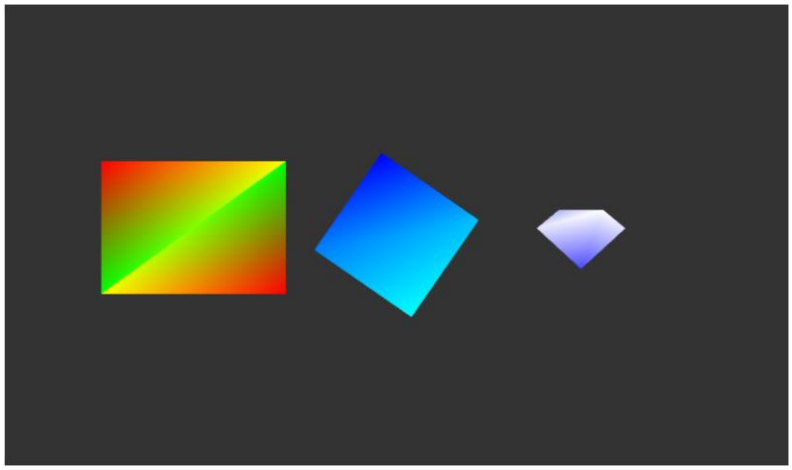
```
// Вершинний шейдер
const VSHADER_SOURCE = `
attribute vec4 aVertexPosition;
attribute vec4 aVertexColor;

uniform mat4 uModelViewMatrix;
uniform mat4 uProjectionMatrix;

varying lowp vec4 vColor;

void main(void){
  gl_Position = uProjectionMatrix * uModelViewMatrix * aVertexPosition;
  vColor = aVertexColor;
}
`;

// Фрагментний шейдер
const FSHADER_SOURCE = `
varying lowp vec4 vColor;
```

```
void main(void){
  gl_FragColor = vColor;
}
`;

// Функція для створення програми шейдерів
function createShaderProgram(gl, VSHADER_SOURCE, FSHADER_SOURCE) {
  const vertexShader = loadShader(gl, gl.VERTEX_SHADER, VSHADER_SOURCE);
  const fragmentShader = loadShader(gl, gl.FRAGMENT_SHADER, FSHADER_SOURCE);

  const shaderProgram = gl.createProgram();
  gl.attachShader(shaderProgram, vertexShader);
  gl.attachShader(shaderProgram, fragmentShader);
  gl.linkProgram(shaderProgram);

  if (!gl.getProgramParameter(shaderProgram, gl.LINK_STATUS)) {
    console.error("Під час ініціалізації програми шейдерів виникла помилка");
    return null;
  }

  return shaderProgram;
}

// Функція для завантаження шейдера
function loadShader(gl, type, source) {
  const shader = gl.createShader(type);
  gl.shaderSource(shader, source);
  gl.compileShader(shader);

  if (!gl.getShaderParameter(shader, gl.COMPILE_STATUS)) {
    console.error("Під час компіляції шейдера виникла помилка");
    gl.deleteShader(shader);
    return null;
  }

  return shader;
}

export { createShaderProgram, loadShader, VSHADER_SOURCE, FSHADER_SOURCE };
```

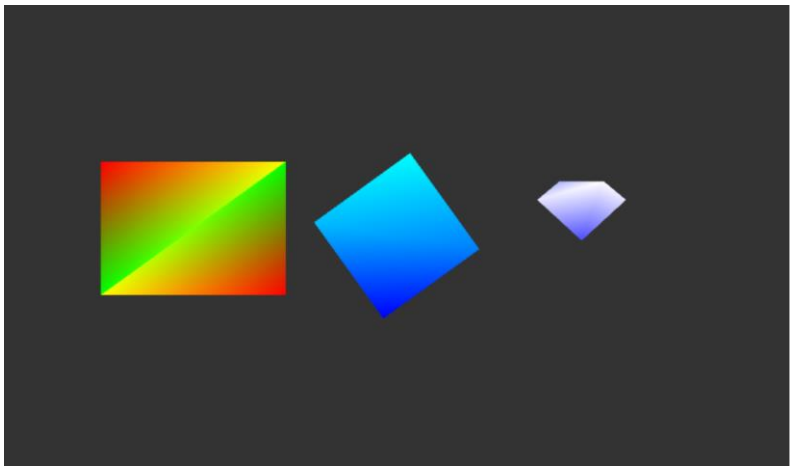
Результати виконання:



Скріншот 1 – Перша фігура статична, друга обертається, третя йде вниз



Скріншот 2 – Перша фігура статична, друга обертається, третя йде вгору



Скріншот 3- Перша фігура статична, друга обертається, третя вгорі

Висновки:

Отримати практичні навички програмування WebGL-програм допомогло виконання чотирьох завдань.

1. Під час першого труднощів не виникло, бо більшість матеріалів було пояснено у теоретичних відомостях, що дозволило зрозуміти базові принципи графічних конвеєрів WebGl.
2. У другому завданні основні труднощі викликав етап ознайомлення з API WebGl, він має ширший функціонал в порівнянні з іншими контекстами канвасу, такими як «2d» , але в той же час потребує більший об’єм коду та операцій перед тим як отримати результат.
3. Під час виконання третього завдання виникли труднощі з поворотом квадрату. Проблема була в тому , що разом з ним оберталися и раніше створені трикутники. Це траплялося через те, що я не створював окремий буфер під кожну фігуру, а складав всі координати вершин в один масив. Проблема вирішилася впровадженням окремих буферів для кожного об’єкта.
4. Четверте завдання дозволило вивчити основи переміщення фігур у просторі та створення власних форм, що буде корисно в подальщій роботі з WebGl.

Список використаних джерел:

1. WebGL 2D Rotation by WebGLFundamentals: https://webglfundamentals.org/webgl/lessons/webgl-2d-rotation.html
2. WebGL Tutorials by Indigo Code: https://www.youtube.com/playlist?list=PLjcVFFANLS5zH_PeKC6I8p0Pt1hzph_rt
3. WebGL by Konstantin Bondarenko: https://www.youtube.com/playlist?list=PLzt2B3kMUwK_5qn-4ehAFiAnXsWbJb_jj
4. WebGL Study Note 01: Rotating Triangle by David Guan: https://www.youtube.com/watch?v=J9sgGpuJ1WA&t=196s