Мультимедиа технология

Москин Николай Дмитриевич
доцент, к.т.н., институт математики и информационных технологий
Петрозаводский государственный университет

§ 5 Введение в WebGL

WebGL (Web-based Graphics Library) – это технология, позволяющая рисовать, отображать и взаимодействовать со сложной, интерактивной трехмерной компьютерной графикой в веб-браузерах.

WebGL, в сочетании с HTML5 и JavaScript, делает трехмерную графику доступной для веб-разработчиков и открывает возможность создания веб-приложений следующего поколения, с простыми и понятными пользовательскими интерфейсами и веб-контентом.

История WebGL

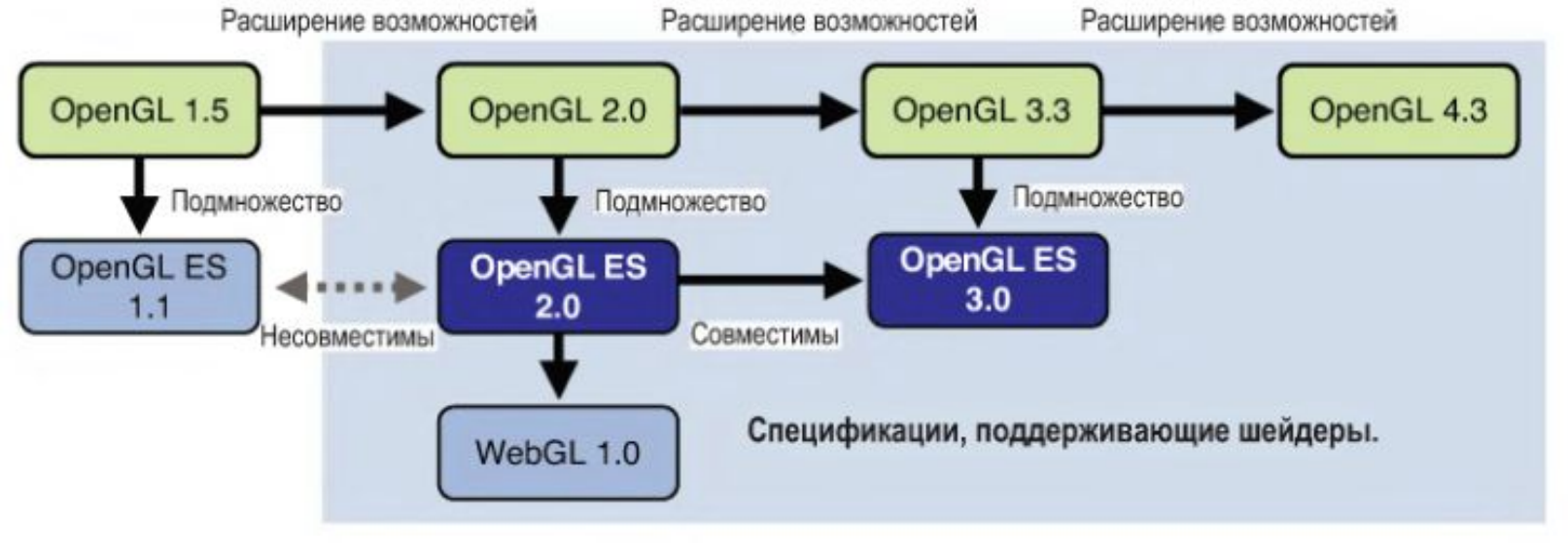
Из технологий отображения трехмерной графики на персональных компьютерах наибольшее распространение получили Direct3D и OpenGL. Direct3D – составная часть пакета технологий Microsoft DirectX – это технология отображения трехмерной графики, предназначенная для использования на платформе Windows. Она является лицензионным программным интерфейсом (API) и контролируется корпорацией Microsoft. Альтернативная ей технология OpenGL получила широкое распространение, благодаря ее открытости.

История WebGL

Несмотря на то, что технология WebGL корнями уходит в OpenGL, в действительности она является дальнейшим развитием версии OpenGL для встраиваемых систем, таких как смартфоны и игровые консоли.

Эта версия, известная как OpenGL ES (for Embedded Systems), создана в 2003-2004 годах, а затем обновлена в 2007 году (ES 2.0) и в 2012 (ES 3.0). WebGL основана на версии ES 2.0. Последняя версия WebGL 2.0 вышла 5 июля 2017 года.

История WebGL

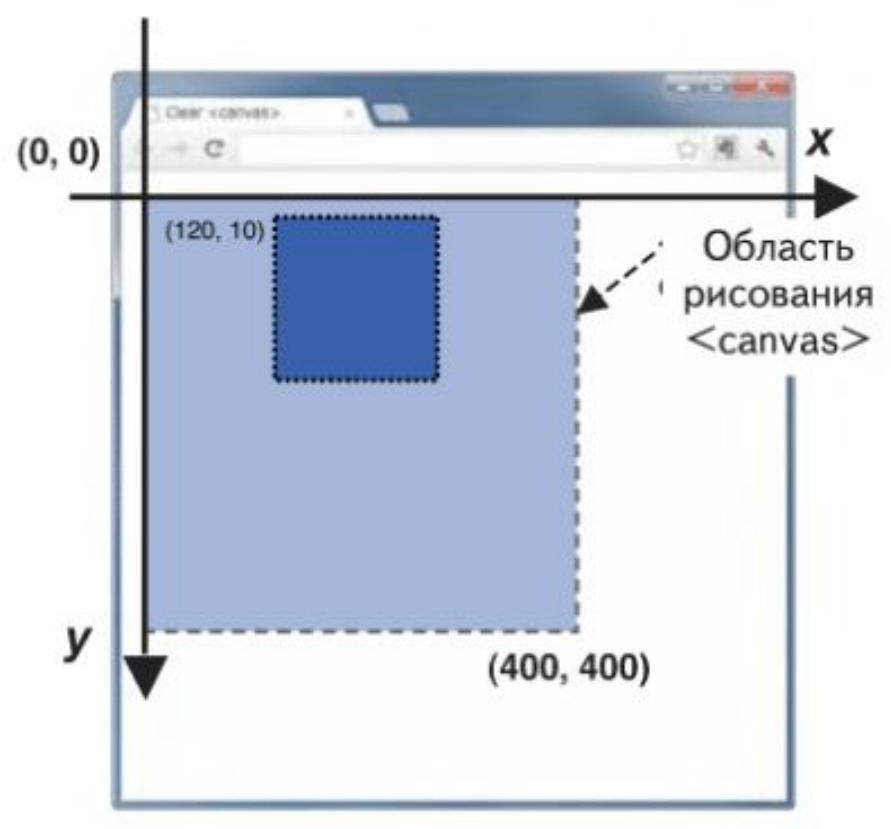


Шейдеры - это компьютерные программы, позволяющие создавать сложные визуальные эффекты с использованием специализированного языка программирования, похожего на язык С.

Элемент <canvas>

Система WebGL использует для рисования элемент <canvas>, появившийся в HTML5 и определяющий область веб-страницы, предназначенную для рисования. Без использования технологии WebGL, элемент <canvas> позволяет рисовать только 2-мерную графику с применением функций JavaScript.

Система координат элемента <canvas>



Начало системы координат элемента <canvas> находится в левом верхнем углу, ось X определяет координату по горизонтали (слева направо), ось Y – по вертикали (сверху вниз).

DrawRectangle.htm

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head>
    <meta charset="utf-8" />
    <title>Draw a blue rectangle (canvas version)</title>
   </head>
   <body onload="main()">
      <canvas id="example" width="400" height="400">
         Please use a browser that supports "canvas"
      </canvas>
      <script src="DrawRectangle.js"></script>
   </body>
</html>
```

DrawRectangle.js

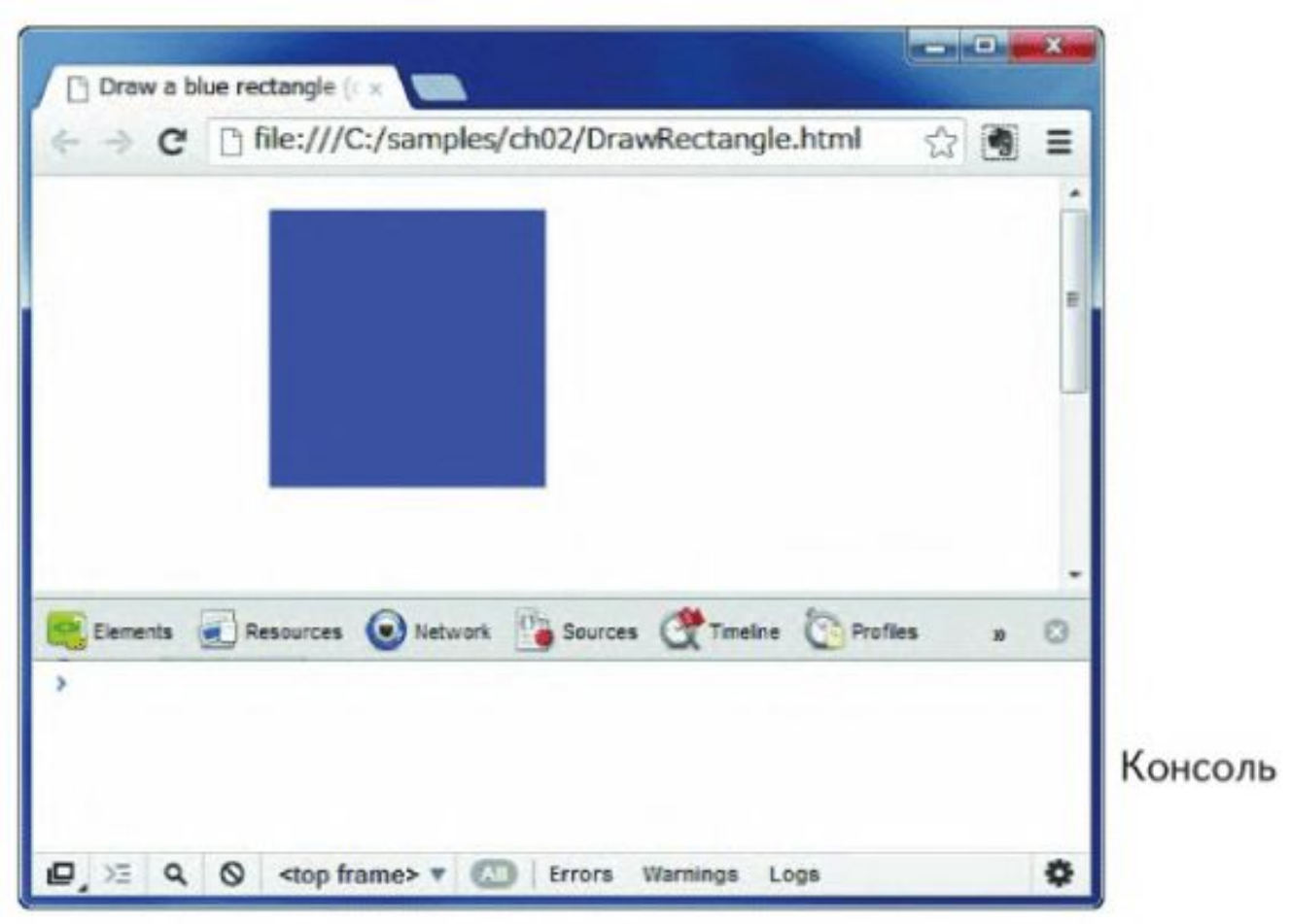
```
function main() {
// получить ссылку на элемент <canvas>
  var canvas = document.getElementById('example');

  if(!canvas) {
     console.log('Failed to retrieve the <canvas> element');
     return;   }

   // получить двухмерный контекст отображения
   var ctx = canvas.getContext('2d');

   // нарисовать синий квадрат
   ctx.fillStyle = 'rgba(0, 0, 255, 1.0)'; // выбрать синий цвет
   ctx.fillRect(120, 10, 150, 150);  // заполнить заливку квадрата
}
```

Пример (1)


Draw a blue rectangle
file:///C:/samples/ch02/DrawRectangle.html
Elements
Resources
Network
Sources
Timeline
Profiles
<top frame>
Errors
Warnings
Logs
Консоль

Шейдеры

WebGL опирается на механизм рисования нового типа, который называется *шейдером* (shader), обладающий большей гибкостью и широтой возможностей при рисовании двух- и трехмерных объектов, и который должен использоваться всеми WebGL-приложениями.

На рисунке показана последовательность операций, выполняемых WebGL-программой.

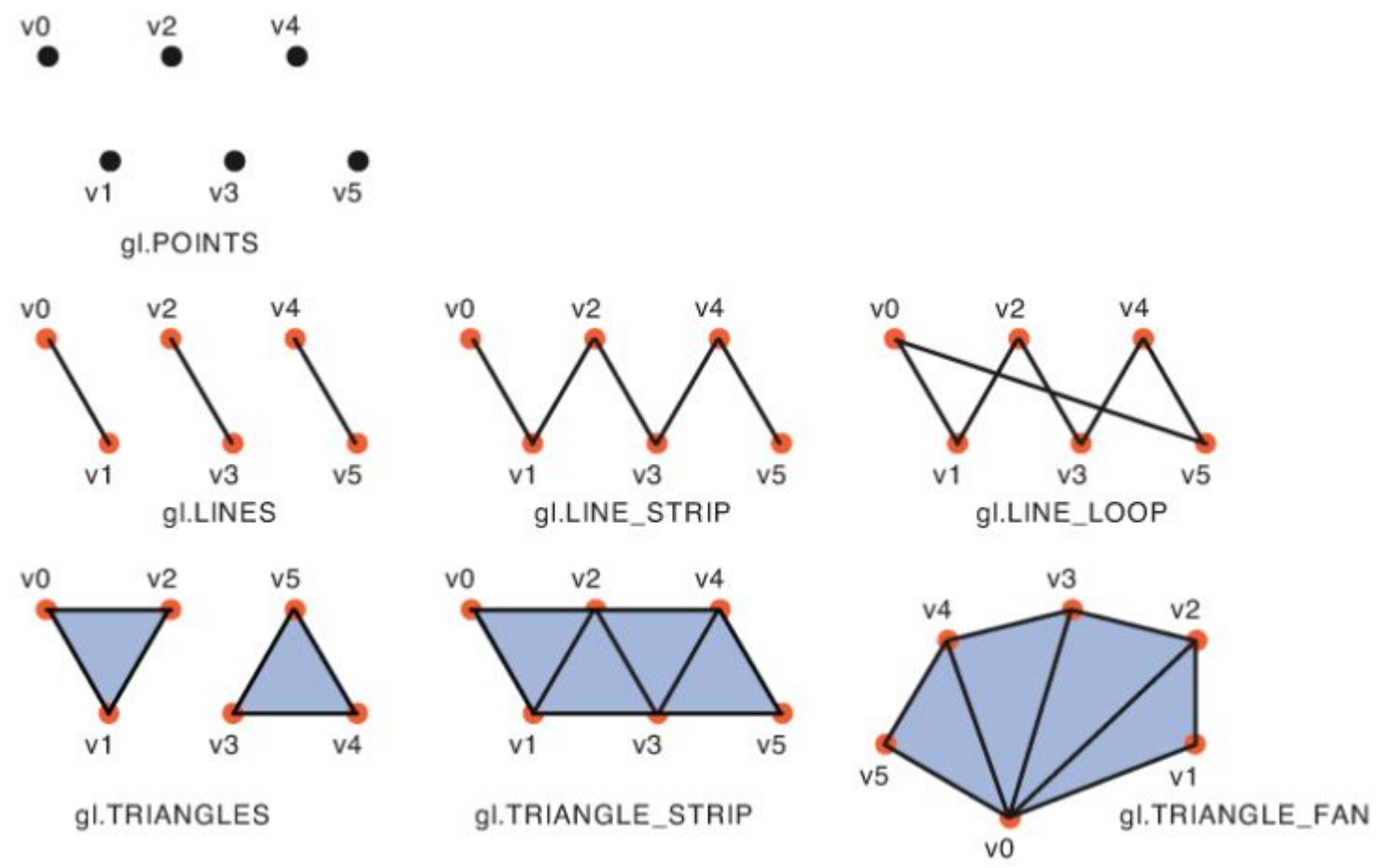
Вершинные и фрагментные шейдеры

- *Вершинный шейдер* (vertex shader) – это программа, описывающая характеристики вершин (координаты, цвет и др.), а вершина – это точка в двух- или трехмерном пространстве, например, угол или вершина двух- или трехмерной фигуры;
- *Фрагментный шейдер* (fragment shader) – это программа, реализующая обработку фрагментов изображений, например, определение освещенности, где под фрагментом подразумевается простейший элемент изображения.

Простые фигуры WebGL

- Точка (gl.Points) – группа точек. Точки рисуются в координатах вершин v0, v1, v2…
- Отрезок (gl.LINES) – группа отдельных отрезков, которые рисуются между парами вершин. Если число вершин нечетное, последняя вершина игнорируется.
- Ломаная (gl.LINE_STRIP) – группа связанных между собой отрезков между парами вершин (v0, v1), (v1, v2), (v2, v3),…
- Замкнутая ломаная (gl.LINE_LOOP) – группа связанных между собой отрезков. В отличие от gl.LINE_STRIP рисует отрезок, соединяющий последнюю и первую вершины.

Простые фигуры WebGL



Простые фигуры WebGL

- Треугольник (gl.TRIANGLES) – группа отдельных треугольников. Треугольники задаются триадами (v0, v1, v2), (v3, v4, v5),… Если числи вершин не кратно 3, лишние вершины игнорируются.
- Треугольники с общими сторонами (gl.TRIANGLE_STRIP). Первые три вершины образуют первый треугольник, а второй треугольник образуется из следующей вершины и двух предшествующих, входящих в состав первого треугольника.
- Треугольники с общей вершиной (gl.TRIANGLE_FAN). Первые три вершины образуют первый треугольник, а второй треугольник образуется из следующей вершины, одной стороны предыдущего треугольника и первой вершины.

HelloTriangle.htm

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
  <head><meta charset="utf-8" />
    <title>Hello Triangle</title></head>
    <body onload="main()">
      <canvas id="webgl" width="400" height="400">
         Please use a browser that supports "canvas"</canvas>
    <script src="lib/webgl-utils.js"></script>
    <script src="lib/webgl-debug.js"></script>
    <script src="lib/cuon-utils.js"></script>
    <script src="HelloTriangle.js"></script>
</body>
</html>
```

HelloTriangle.js (начало)

```
// Вершинный шейдер
var VSHADER_SOURCE =
  'attribute vec4 a_Position;\n' +
  'void main() {\n' +
  '  gl_Position = a_Position;\n' +
  '}\n';

// Фрагментный шейдер
var FSHADER_SOURCE =
  'void main() {\n' +
  '  gl_FragColor = vec4(1.0, 0.0, 0.0, 1.0);\n' +
  '}\n';

function main() {
  // Получить ссылку на элемент <canvas>
  var canvas = document.getElementById('webgl');
```

HelloTriangle.js (продолжение)

```
// Получить контекст отображения для WebGL
 var gl = getWebGLContext(canvas);
 if (!gl) { console.log('Failed to get the rendering context for WebGL');
     return;  }

// Инициализировать шейдеры
 if (!initShaders(gl, VSHADER_SOURCE, FSHADER_SOURCE)) {
   console.log('Failed to intialize shaders.'); return; }

 // Определить координаты вершин
 var n = initVertexBuffers(gl);
 if (n < 0) {
   console.log('Failed to set the positions of the vertices');  return; }

 // Указать цвет для очистки области рисования <canvas>
 gl.clearColor(0, 0, 0, 1);
```

HelloTriangle.js (продолжение)

```
 // Очистить <canvas>
  gl.clear(gl.COLOR_BUFFER_BIT);

// Нарисовать треугольник
 gl.drawArrays(gl.TRIANGLES, 0, n);

function initVertexBuffers(gl) {
  var vertices = new Float32Array([0, 0.5,  -0.5, -0.5,  0.5, -0.5]);
  var n = 3;  // число вершин

  // Создать буферный объект
  var vertexBuffer = gl.createBuffer();
  if (!vertexBuffer) {
    console.log('Failed to create the buffer object');
    return -1;  }
```

HelloTriangle.js (окончание)

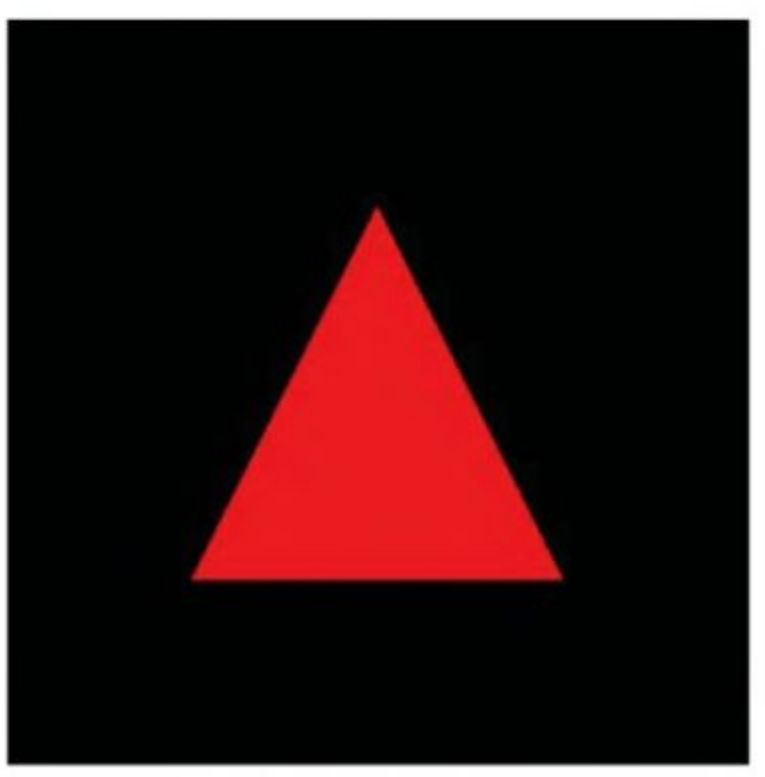
```
// Определить тип буферного объекта
 gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, vertexBuffer);
 // Записать данные в буферный объект
 gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, vertices, gl.STATIC_DRAW);

 var a_Position = gl.getAttribLocation(gl.program, 'a_Position');
 if (a_Position < 0) {
   console.log('Failed to get the storage location of a_Position');  return -1;  }
 // Сохранить ссылку на буферный объект в переменной a_Position
 gl.vertexAttribPointer(a_Position, 2, gl.FLOAT, false, 0, 0);

 // Разрешить присваивание переменной a_Position
 gl.enableVertexAttribArray(a_Position);

 return n; }
```

Пример (2)



Литература

В презентации использовались примеры из книги:

- Коичи Мацуда, Роджер Ли WebGL: программи-рование трехмерной графики (Kouichi Matsuda, Rodger Lea WebGL Programming Guide: Interactive 3D Graphics Programming with WebGL) / пер. с англ. Киселев А. Н. - М.: ДМК Пресс, 2015.