

Computer Graphics

**Zwischenprüfung HS 14**

**Teile: Grafik + Projektive Geometrie**

Thomas Koller

Name: Theivendran Vorname: Pirahelathan

(Bitte mit Druckbuchstaben schreiben)

Unterschrift: Pirahelathan

Rahmenbedingungen:

1. **Prüfungszeit: Max. 120 Minuten**
2. Schreiben Sie Ihren Namen und Vornamen mit Druckbuchstaben oben auf dieses Blatt. Mit der Unterschrift bezeugen Sie, dass Sie diesen Prüfungsteil persönlich und nur mit erlaubten Hilfsmitteln bearbeitet haben. Blätter ohne diese Angaben werden nicht bewertet.
3. Es handelt sich um eine schriftliche Prüfung mit Benützung von Unterlagen auf Papier oder in elektronischer Form auf dem Computer. Das Internet darf nicht benutzt werden.
4. Sollte eine Aufgabenstellung Unklarheiten aufweisen, können Sie sich an eine Aufsichtsperson wenden.
5. Schreiben Sie möglichst verständlich und gut leserlich. Missverständliche Lösungen werden nicht berücksichtigt.
6. Benutzen Sie den Freiraum unter den Aufgaben für Ihre Lösung.

Für die Korrektur (nicht ausfüllen!)

C1	C2	C3	C4	C5	C6	P1	P2	P3	Punkte	Visum
8	2	1	2	4	12	3	0	0	32	<i>2</i>

# Aufgabe 1: Farbe und Farbsysteme (14P)

a) Vervollständigen sie die folgende Tabelle (6P):

Name der Farbe	RGB	CMY	CMYK	HSV
blau	(0, 0, 1)	(1, 1, 0)	(1, 1, 0, 0)	(240°, 1, 1)
weiss	(0.5, 0.5, 0.5)	(0.5, 0.5, 0.5)	(0, 0, 0, 0.5)	(0°, 0, 1)
Cyan	(0, 1, 1)	(1, 0, 0)	(1, 0, 0, 0)	(180°, 1, 1)

b) Sie platzieren einen blauen Würfel auf vor einem gelben Hintergrund und beleuchten beides mit einer roten Lichtquelle. In welcher Farbe erscheint der Würfel und in welcher Farbe erscheint der Hintergrund (4P)?

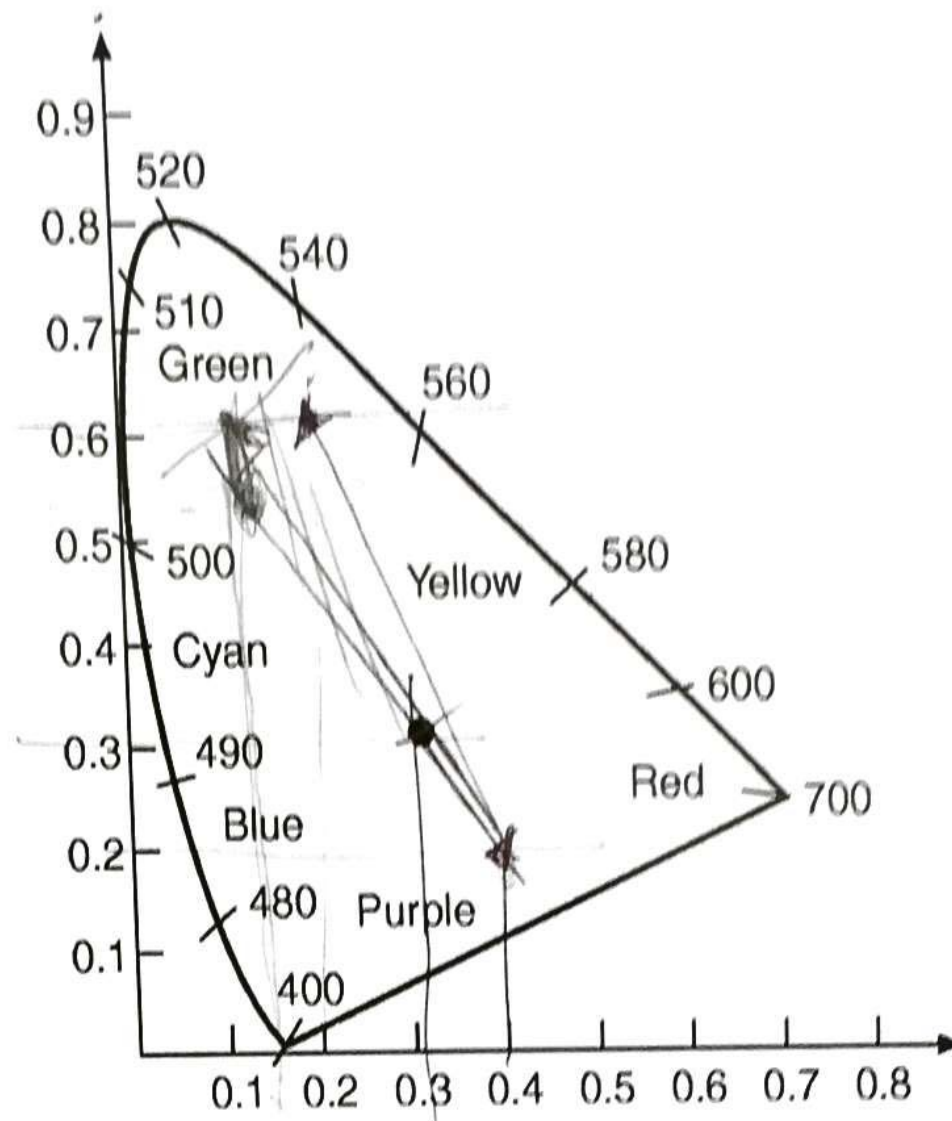


Hintergrund wird Rötlich dargestellt

Würfel wird grünlich dargestellt!

Schwarz

~~gelb~~



Die Farben F1 und F2 seien in der CIE-Normfarbtafel durch die Koordinaten  $F1 = (0.2, 0.6)$  und  $F2 = (0.4, 0.2)$  gegeben.

c) Welche weiteren Farben können durch diese 2 Farben gemischt werden (2P)?

Alle Farben die durch die  
Zwischen den beiden Punkten liegen (✓)  
und durch den Mittelpunkt durchgehen

d) Was sind die (ungefähren) Koordinaten der Komplementärfarbe von F1 (2P)?

FA (0,15, 0,5)

(F2)

## Aufgabe 2: Dithering (8P)

a) Weshalb wird Dithering verwendet? (2P)

Da Drucker ~~nicht~~ eine grössere Auflösung haben als weniger Farbstufen darstellen können, kann durch Dithering eine Farbe simuliert werden.

b) Sie möchten das folgende Bild auf einem schwarz-weiss Drucker darstellen. Verwenden sie eine geeignete 3x3 Dithermatrix und berechnen Sie die gezeichneten Pixel, das ursprüngliche Bild besitzt 256 Intensitätsstufen von 0-255. (6P)

DT

6	8	4
7	2	3
5	2	7

10	120	255	231
1	148	191	178

6 141,75

10

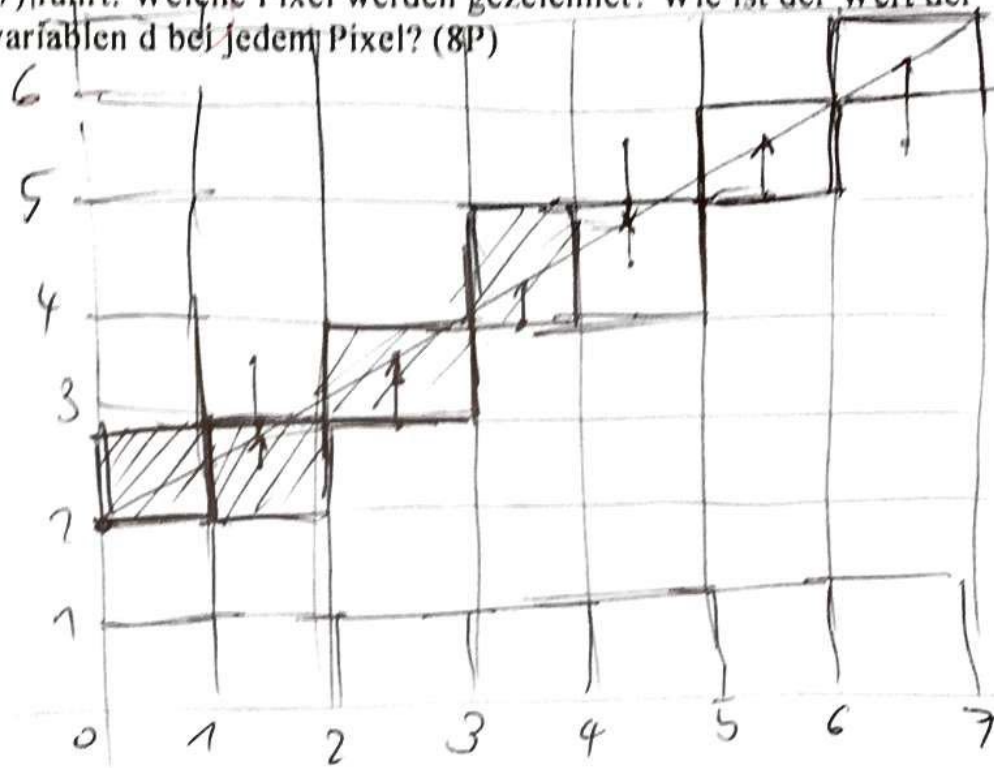
0	120 + 10		
1 + 10			

W	W	S	S
W	S	S	S



### Aufgabe 3: Mittelpunktschema (8P)

- a) Sie möchten eine Linie mit dem Mittelpunktschema berechnen die vom Punkt  $P_0 = (0, 2)$  zum Punkt  $P_1 = (7, 7)$  führt. Welche Pixel werden gezeichnet? Wie ist der Wert der Entscheidungsvariablen  $d$  bei jedem Pixel? (8P)



$$F(x, y) = d$$

$$M = (x_i + 1, y_i + \frac{1}{2})$$

$$d = F(M) = F(x_i + 1, y_i + \frac{1}{2})$$

$$= a(x_i + 1) + b(y_i + \frac{1}{2}) + c$$

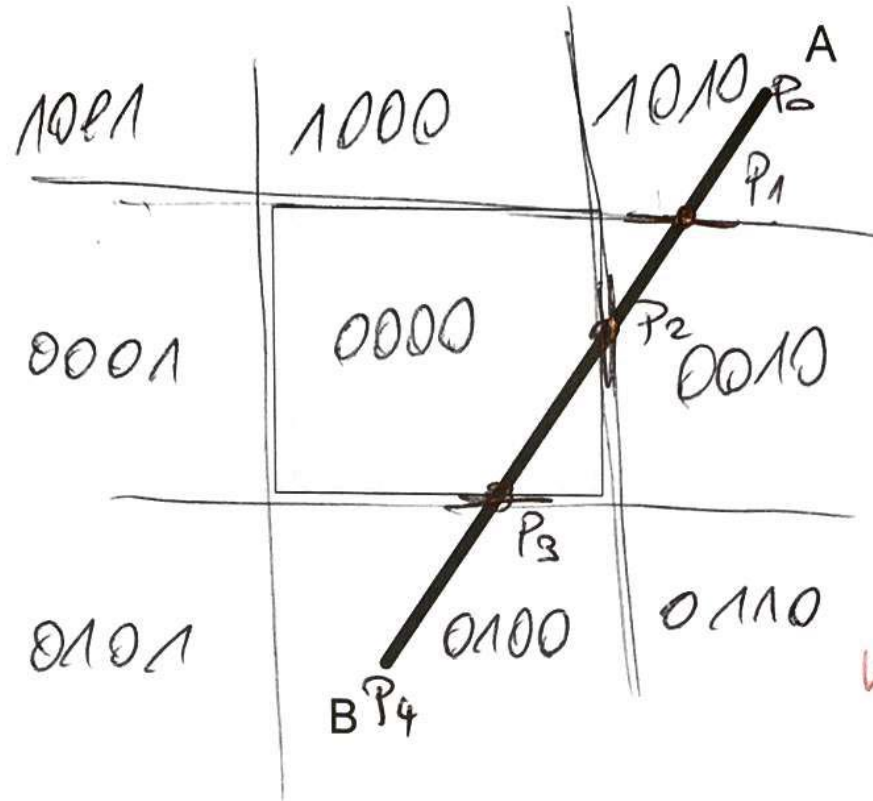
$$= \Delta y(x_i + 1) - \Delta x(y_i + \frac{1}{2}) + c$$

Man nimmt immer den Pixel welches vom Mittelpunkt den kleineren Abstand zur Linie hat. wenn die Linie auf der y-Achse über 2. Pixeln geht.

7

#### Aufgabe 4: Kappung (8)

- a) Die Line von A nach B soll auf den Bereich innerhalb des Rechtecks gekappt werden. Führen Sie die einzelnen Schritte nach der Methode von Cohen-Sutherland aus (8P).



An kante schneiden

$$\begin{array}{rcl} \text{Code}(P_0) & = & 1010 \\ \text{Code}(P_4) & = & 0100 \\ \hline \text{AND} & & 0000 \end{array}$$

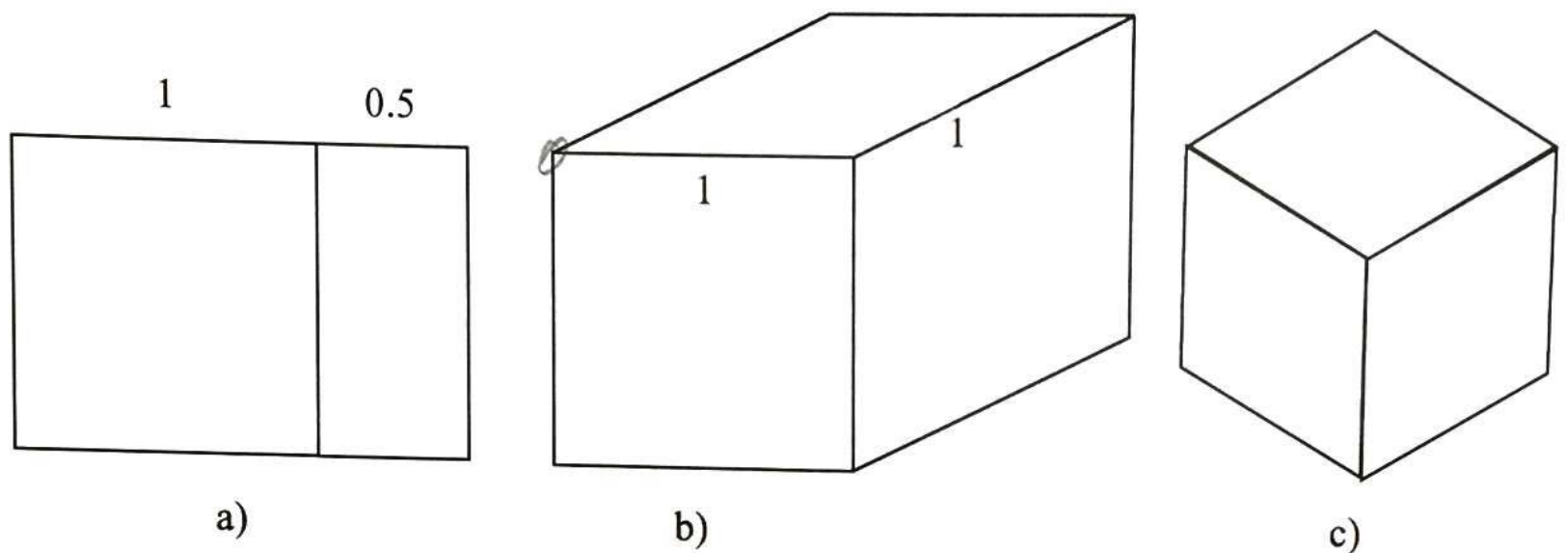
→ ?

2

$$\begin{array}{rcl} \text{Code}(P_1) & = & 0010 \\ \text{Code}(P_3) & = & 0100 \\ \hline \text{AND} & & 0000 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} \text{Code}(P_2) & = & 0000 \\ \text{Code}(P_3) & = & 0000 \end{array}$$

# Aufgabe 5: Projektionen und 3D Darstellung (12P)



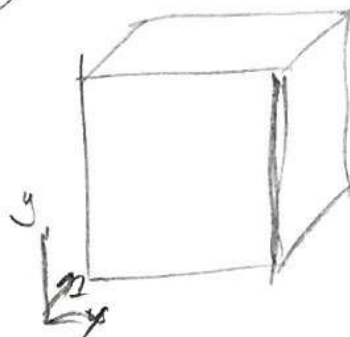
- a) Die Abbildungen zeigen einen Würfel mit Kantenlänge 1. Um welche Projektionen handelt es sich (6P)?

a) ~~parallel~~ / ~~orthographisch~~ / ~~hauptaussicht~~ kabinett  
b) ~~parallel~~ / ~~schief~~ / ~~kavalier~~ ✓  
c) ~~parallel~~ / ~~orthographisch~~ / ~~isometrisch~~ ✓

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0,5 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ w' \end{pmatrix}$$

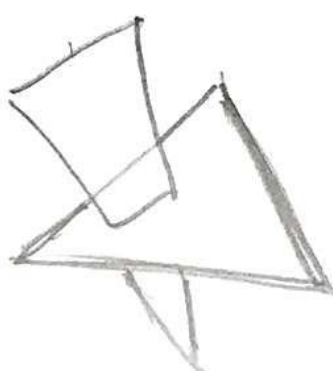
- b) Wie lautet die 4x4 Projektionsmatrix für die Projektion in Abbildung a) (2P)?

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0,5 & 0 \end{bmatrix}$$



$$\begin{aligned} y &\Rightarrow y' \\ z &\Rightarrow z' \\ x &\Rightarrow x + 0,5z = x' \end{aligned}$$

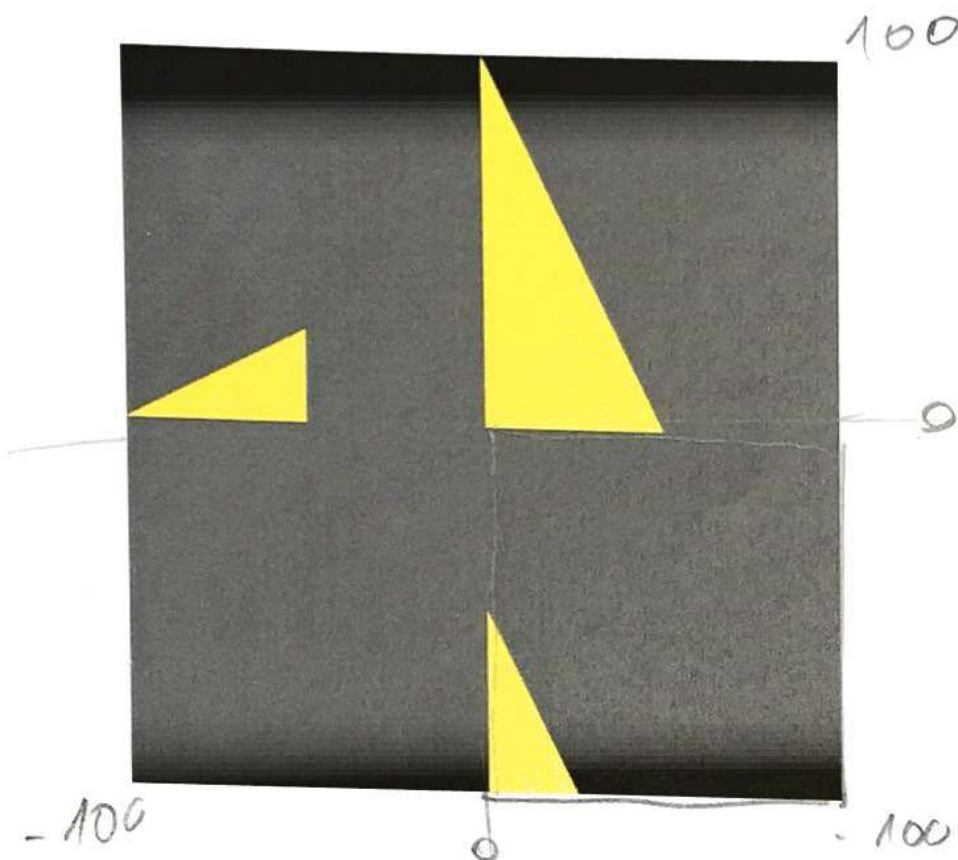
- c) Wie werden sich durchdringende Dreiecke im Tiefensortierungsverfahren (Painter's Algorithm) und im z-Buffer Algorithmus behandelt (4P)?





### Aufgabe 6: WebGL (15P)

Das WebGL Programm auf der folgenden Seite sollte dieses Bild berechnen. (Die Funktionen `initShaders` und `createGLContext` sind aus Platzgründen nicht aufgeführt, sie können jedoch davon ausgehen, dass sie richtig funktionieren.)



- a) Wieso erscheinen die Dreiecke gelb und nicht weiss? Welcher Befehl auf welcher Zeile ist dafür verantwortlich? (3P)

der `FSHader` ist auf gelb gesetzt.

Zeile 19.  $\begin{matrix} \text{RGBA} \\ \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \\ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \end{matrix}$  für weiss

`mat4 Translate (matrix, matrix, [0, -100, 0]) (1, 1, 1, 1)`

- b) Ergänzen Sie das Programm ab Zeile 69, sodass alle drei Dreiecke richtig gezeichnet werden. (12P)

~~`mat4 scale (matrix, matrix, orthoMatrix [`~~  $(\text{Ein} + 1.5)(v)$

~~`mat4.ortho (orthoMatrix, 0, 100, 0, 100, 0.0, 1.0)`~~

`mat4.scale (matrix, orthoMatrix, [25, 25, 1]);`

~~`mat.gl.uniformMatrix4fv (uModelViewMatrixID, false, matrix);`~~  
`gl.drawArrays (gl.TRIANGLES, 0, 3);`

~~`mat4.ortho (orthoMatrix (-100, 100, 0, 0, 0.0, 1.0);`~~

`mat4.scale (matrix, orthoMatrix, [25, 25, 1]);`

`mat4.rotate (matrix, 90°);`

+ translate

translate

(yach.

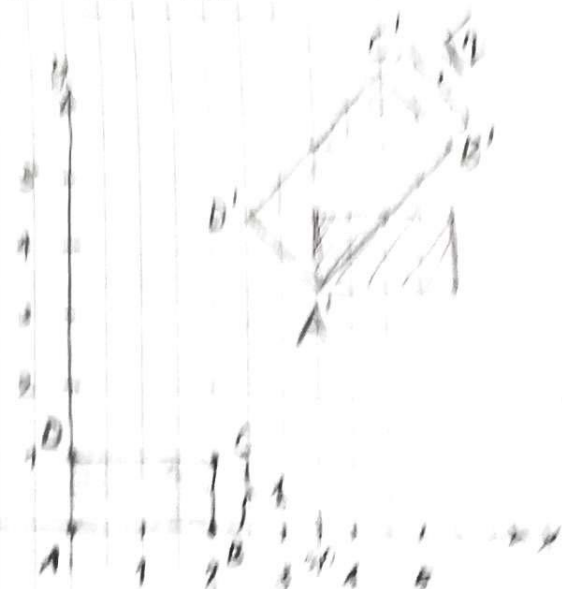


```

1 var canvas;
2 var gl;
3 var shaderProgram;
4 var aVertexPositionId;
5 var uModelViewMatrixId;
6 var bufferObject;
7
8 var VSHADER_SOURCE =
9 "attribute vec2 aVertexPosition;" +
10 "uniform mat4 uModelViewMatrix;" +
11 "void main() {" +
12 "    vec4 position = vec4(aVertexPosition, 0.0, 1.0);" +
13 "    gl_Position = uModelViewMatrix * position;" +
14 "}";
15
16 var FSHADER_SOURCE =
17 "precision mediump float;" +
18 "void main() {" +
19 "    gl_FragColor = vec4(1.0, 1.0, 0.0, 1.0);" +
20 "}";
21
22 function startup() {
23     canvas = document.getElementById("gameCanvas");
24     gl = createGLContext(canvas);
25     gl.clearColor(0.2, 0.2, 0.2, 1.0);
26     initShaders();
27     setupAttributes();
28     defineObject();
29     draw();
30 }
31
32 function initShaders() {
33     //...
34 }
35
36 function createGLContext(canvas) {
37     //...
38 }
39
40 function setupAttributes() {
41     aVertexPositionId = gl.getAttribLocation(shaderProgram, "aVertexPosition");
42     uModelViewMatrixId = gl.getUniformLocation(shaderProgram, "uModelViewMatrix");
43 }
44
45 function defineObject() {
46     var vertices = [
47         0,0,
48         1,0,
49         0,2,
50     ];
51     bufferObject = gl.createBuffer();
52     gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, bufferObject);
53     gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, new Float32Array(vertices), gl.STATIC_DRAW);
54 }
55 function draw() {
56     gl.clear(gl.COLOR_BUFFER_BIT);
57     gl.vertexAttribPointer(aVertexPositionId, 2, gl.FLOAT, false, 0, 0);
58     gl.enableVertexAttribArray(aVertexPositionId);
59
60     var matrix = mat4.create();
61     var orthoMatrix = mat4.create();
62     mat4.ortho(orthoMatrix, -100, 100, -100, 100, 0.0, 1.0);
63     mat4.scale(matrix, orthoMatrix, [50, 50, 1]);
64
65     gl.uniformMatrix4fv(uModelViewMatrixId, false, matrix);
66     gl.drawArrays(gl.TRIANGLE_STRIP, 0, 3);
67
68     // TODO:
69     mat
70
71 }
72

```

# 1. 2D Fall



Das Rechteck  $ABCD$  wird durch folgende Transform in das Rechteck  $A'B'C'D'$  überführt:

- (a) Rotation
- (b) Translation
- (c) Skalierung

Wie lauten die einzelnen Transformations und in welcher Reihenfolge müssen sie ausgeführt werden. Wie lautet die Matrix für die gesamte Transformation. Alles in homogenem Koordinatensystem?

## 2. Perspektiv

Bilde das Rechteck  $A'B'C'D'$  auf die Ebene  $z=5$  ab unter der Annahme, dass das Projektionszentrum in  $(0,0,10)$  liegt. Wie lautet die entsprechende Matrix in homogenem Koordinatensystem?

## 3. Haupttransformation



Geben Sie die Vorschrift an mit welcher die normierten Geradenkoordinaten  $x, y, z$  in die Bildschirmdaten  $x', y', z'$  umgerechnet werden können.

Vorgabe des Bildschirmsystems

a) Translation

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} \quad T = \begin{pmatrix} 3,5 \\ 4,5 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3,5 \\ 4,5 \end{pmatrix}$$

b) Skalierung:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \quad S = \begin{pmatrix} \sqrt{2} & 0 \\ 0 & \sqrt{2} \end{pmatrix}$$

$$s_x = \sqrt{2}$$

$$s_y = \sqrt{2}$$

c) Rotation

$$x = r \cdot \cos(\phi)$$

$$y = r \cdot \sin(\phi)$$

$$x = r \cdot \cos(45^\circ)$$

$$= r \cdot \sin(45^\circ)$$

$$r = 2$$

$$R = \begin{pmatrix} \cos(\phi) & -\sin(\phi) \\ \sin(\phi) & \cos(\phi) \end{pmatrix}$$

Reihenfolge:

$$= ((R \cdot S) \cdot T)$$

$$\begin{pmatrix} \cos(45) & -\sin(45) \\ \sin(45) & \cos(45) \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \sqrt{2} & 0 \\ 0 & \sqrt{2} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 3,5 \\ 4,5 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

$$2) T = \begin{pmatrix} x \\ y \\ 10 \end{pmatrix}$$

$$R = \begin{pmatrix} \cos(\phi) & -\sin(\phi) & 0 \\ \sin(\phi) & \cos(\phi) & 0 \\ 0 & 0 & 10 \end{pmatrix}$$

$$S = \begin{pmatrix} \sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 10 \end{pmatrix}$$

homogene Koord.  $P$