Lucerne University of
Applied Sciences and Arts

HOCHSCHULE
LUZERN

Technik & Architektur

Computer Graphics

Zwischenprüfung HS 14

Teile: Grafik + Projektive Geometrie

Thomas Koller

Name: Gosswiler Philipp Vorname:

(Bitte mit Druckbuchstaben schreiben)

Unterschrift: ____________________

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
12	2	8	8	3	5	8	6	0	52	[illegible]

Aufgabe 1: Farbe und Farbsysteme (14P)

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

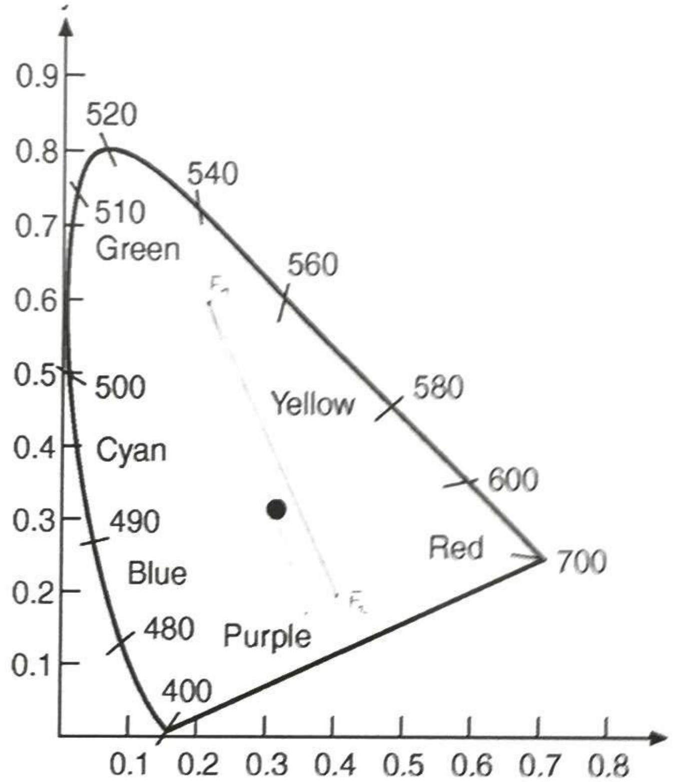
Name der Farbe	RGB	CMY	CMYK	HSV
blau	(0,0,1)	(1,1,0)	(1,1,0,0)	(240,1,1)
[illegible]	[illegible]	[illegible]	(0,0,0,0.5)	[illegible]
[illegible]	[illegible]	(1,0,0)	[illegible]	(180,1,1)

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)?

[illegible] erscheint der Würfel [illegible] Schwarz / Dunkelblau

[illegible] Hintergrund erscheint Schwarz [illegible] / leicht rot gefärbt.

[illegible]



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) ?

Es können alle Farben gemischt werden, die in der Normfarbtafel genau zwischen den zwei Koordinaten auf der Verbindungslinie liegen

?

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

Ungefähr (0,35 / 0,2). Die Verbindungslinie zwischen der Farbe F1 und deren Komplementärfarbe muss durch weiss gehen

?

Aufgabe 2: Dithering (8P)

a) Weshalb wird Dithering verwendet? (2P)

Um Schwarzweiss Bilder mit unterschiedlichen Intensitätsstufen drucken zu können

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)

10	120	255	231
1	148	191	178

- Dimension: $(2\cdot 3)\cdot(4\cdot 3)$ $6 \cdot 12$ da jedes Pixel durch eine 3x3 Matrix repräsentiert wird
- 3x3 Ditheringmatrix: 10 Intensitätsstufen
- Bild auf 10 Stufen herunterbrechen

Dithering-Matrix:

6	8	4
1	0	3
5	2	7

$\frac{256 \text{ Stufen}}{10 \text{ Stufen}} = \frac{x}{25{,}6}$

0	4	9	9
0	5	7	6

Aufgabe 3: Mittelpunktschema (8P)

a) Sie möchten eine Linie mit dem Mittelpunktschema berechnen die vom Punkt P0 = (0, 2) zum Punkt P1 = (7, 7) führt. Welche Pixel werden gezeichnet? Wie ist der Wert der Entscheidungsvariablen d bei jedem Pixel? (8P)

$x_1 = 7$, $x_0 = 0$, $y_1 = 7$, $y_0 = 2$

$D_x = x_1 - x_0 = 7 - 0 = \underline{7}$

$D_y = y_1 - y_0 = 7 - 2 = \underline{5}$

$D_E = 2 \cdot D_y = 2 \cdot 5 = \underline{10}$

$D_{NE} = 2 \cdot (D_y - D_x) = 2 \cdot (5 - 7) = \underline{-4}$

$d = 2 \cdot D_y - D_x = 2 \cdot 5 - 7 = \underline{3}$

$y = y_0 = 2$

$x = x_0 = \underline{0}$

✓

$x = 0, y = 2$ => WritePixel(0,2) ✓

1. Durchlauf : $d = 3$ => WritePixel(1,3) => $d = d + D_{NE} = 3 + (-4) = -1$

2. " : $d = -1$ => WritePixel (2,3) => $d = d + D_E = -1 + 10 = 9$

3. " : $d = 9$ => WritePixel (3,4) => $d = d + D_{NE} = 9 + (-4) = 5$

4. " : $d = 5$ => WritePixel (4,5) => $d = d + D_{NE} = 5 + (-4) = 1$

5. " : $d = 1$ => WritePixel (5,6) => $d = d + D_{NE} = 1 + (-4) = -3$

6. " : $d = -3$ => WritePixel (6,6) => $d = d + D_E = -3 + 10 = 7$

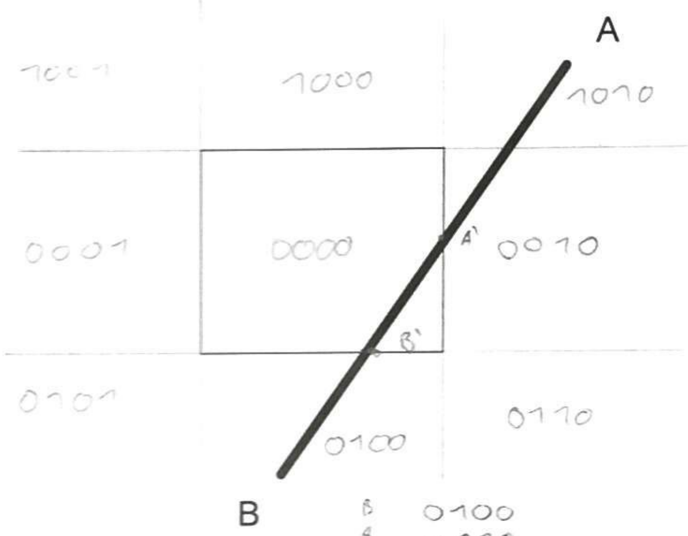
7. " : $d = 7$ ✓ => WritePixel (7,7) ✓ => $d = d + D_{NE} = 7 + (-4) = 3$

fertig

8

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).



Code(B) = 0100
Code(A) = 1010

B	0100
A	1010
AND	0000

= 0 ✓

- Beide Endpunkte liegen nicht im Kappungsbereich und haben keine Gemeinsame Halbräume => Ablehnen ?

- Da Code(B) = 0100 liegt B im Unteren Halbraum. Die Linie wird mit der Unteren Kante des Kappungsbereichs geschnitten. Das neue Segment ist jetzt A nach B` wobei gilt Code(B`) = 0000 ✓

-

A	1010
B`	0000
AND	0000

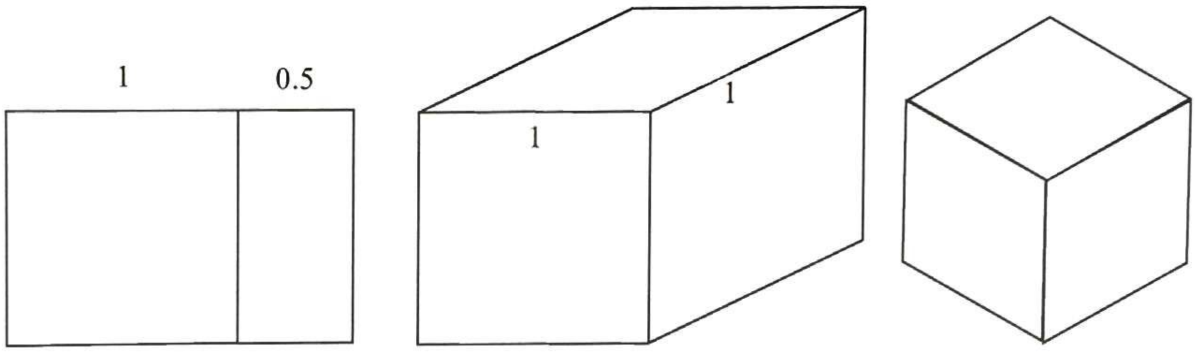
= 0 => ~~Ablehnen~~ ✓

- AB` wird an der rechten Kante geschnitten. Neues Segment: A`B` wobei Code(A`) = 0000

- Da Code(A`) = 0000 und Code(B`) = 0000 => Linie Akzeptieren ✓

8

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



a) b) c)

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

c) Isometrische ~~Projektion~~

b) Kavaliersprojektion ✓

3

a) Orthographische Projektion (✓) $\frac{1}{2}$

Kabinetts

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

$x \to x + 0{,}5z$

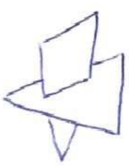
$y \to y$

$z \to 0$

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

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

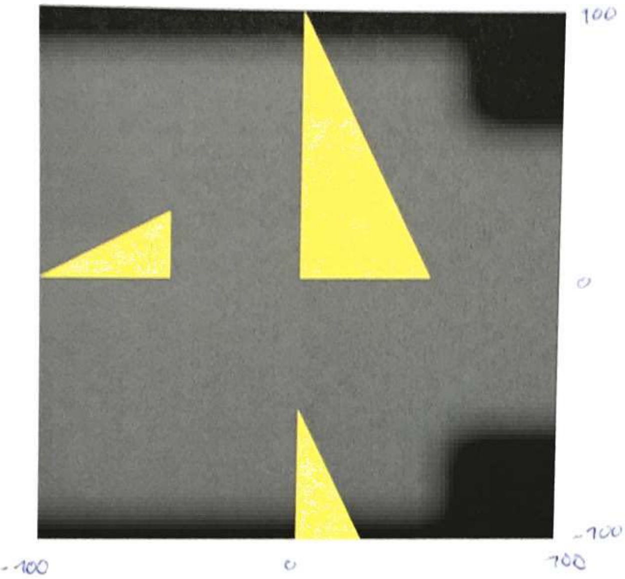
- Tiefensortierung : Dreiecke aufteilen



z-Buffer : Keine spezielle Behandlung

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.)



5

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

Zeile 19: Der Wert (1.0, 1.0, 0.0, 1.0) entspricht Gelb

weiss hat den Wert (1.0, 1.0, 1.0, 1.0) ✓ 3

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

In Pseudo Code:

- Skaliere buffer Object auf Grösse 1
- Zeichne buffer Objekt auf Position 1

wird schon gezeichnet

- Skaliere " auf Grösse 3
- Translatiere " auf Position 3
- Zeichne " auf Position 3

wie?

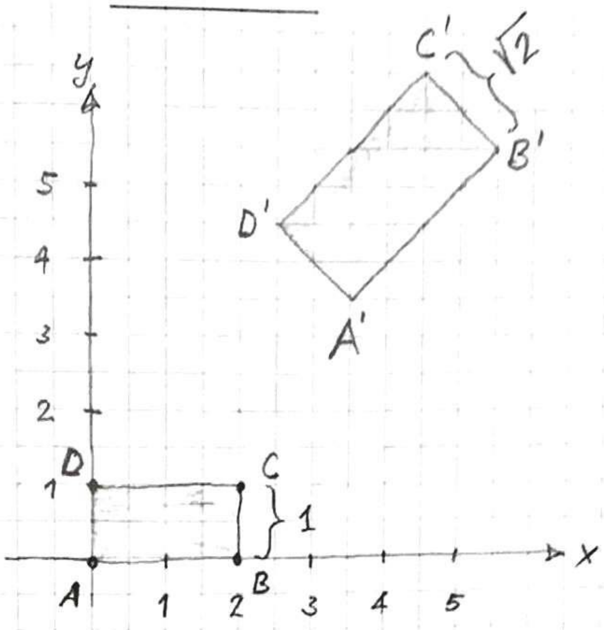
2

- Translatiere " auf Position 1
- Skaliere " auf Grösse 2
- Rotiere " um 90°
- Translatiere " auf Position 2
- Zeichne " auf Position 2

Reihenfolge

Testprüfung CG (Mathe-Teil) SA, 8.11.2014

1. 2D-Fall



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

(a) Rotation

(b) Translation

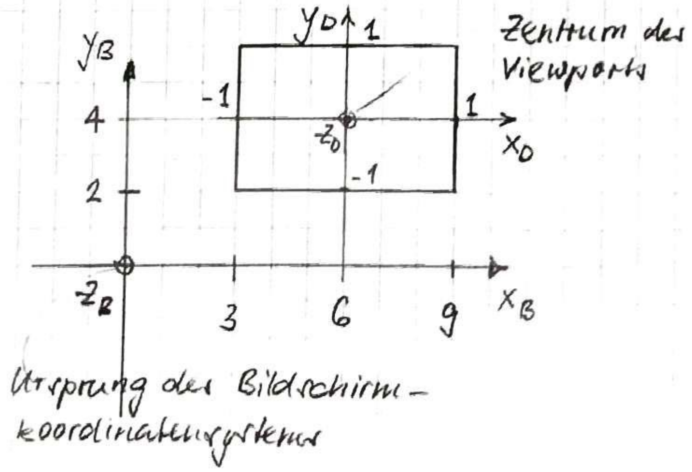
(c) Skalierung

Wie lauten die einzelnen Transformationen und in welcher Reihenfolge müssen sie ausgeführt werden. Wie lautet die Matrix für die gesamte Transformation? Alles in homogenen Koord.!

2. Perspektive

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 hom. Koord.

3. Viewporttransformation



Geben Sie die Vorschrift an mit welcher die normierten Gerätekoord. x_D, y_D, z_D in die Bildschirmkoord. x_B, y_B, z_B umgerechnet werden können.

1) Rotation R, Translation T, Skalierung S, Transformation M

Zuerst muss skaliert, dann rotiert und dann translatiert werden.

$M = T \cdot R \cdot S$

T: Translation $\vec{t}(3.5, 3.5)$ somit: $\underline{\underline{T}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \underline{\underline{\begin{pmatrix} 1 & 0 & 3.5 \\ 0 & 1 & 3.5 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}}}$

S: $S = \begin{pmatrix} s_x & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ mit $\vec{s}(\sqrt{2}, \sqrt{2}) \Rightarrow S = \begin{pmatrix} \sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

R: $R = \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & -\sin(\alpha) & 0 \\ \sin(\alpha) & \cos(\alpha) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ mit $\alpha = 45°$ $\Rightarrow R = \begin{pmatrix} \sqrt{2}/2 & -\sqrt{2}/2 & 0 \\ \sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

$$\underline{\underline{M}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 3.5 \\ 0 & 1 & 3.5 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \sqrt{2}/2 & -\sqrt{2}/2 & 0 \\ \sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \underline{\underline{\begin{pmatrix} 1 & -1 & 3.5 \\ 1 & 1 & 3.5 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}}}$$

1

1. Perspektive

vorne: $\varepsilon: z = 5$ Zentrum $Z = (0, 0, 10)$

hinten: $G: z = 0$

$M = T^{-1} \cdot H \cdot T$

$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -10 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $T^{-1} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

$H = \begin{pmatrix} -d & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -d & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -d & 0 \\ a & b & c & 0 \end{pmatrix}$ da $\varepsilon: z = 5$ gilt $a = 0, b = 0,$

6

3.0