Lucerne University of
Applied Sciences and Arts
HOCHSCHULE
LUZERN
Technik & Architektur

Computer Graphics

Zwischenprüfung HS 14

Teile: Grafik + Projektive Geometrie

Thomas Koller

Name: Pfanner Vorname: Franz

(Bitte mit Druckbuchstaben schreiben)

Unterschrift: F. Pfanner

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
9	1.5	3	3	4	3	2	2	0	27.5	[illegible]

Bingle 1/4 Punkte

RGB 0...1

Y=Y-K
C=C-K
M=M-K
K=min(C,M,Y)

8.9

Aufgabe 1: Farbe und Farbsysteme (14P)

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

auf Kreis

Name der Farbe	RGB	CMY	CMYK	HSV
blau	(0,0,1)	(1,1,0)	(0.5,0.5,0,0.5)	(240,1,1)
~~rot~~ grau	(0.5,0.5,0.5)	(0.5,0.5,0.5)	(0,0,0,0.5)	(0,0,0.5)
~~grün~~ cyan	(0,1,1)	(1,0,0)	(0.5,0,0,0.5)	(180,1,1)

grau hat 0 Saturation

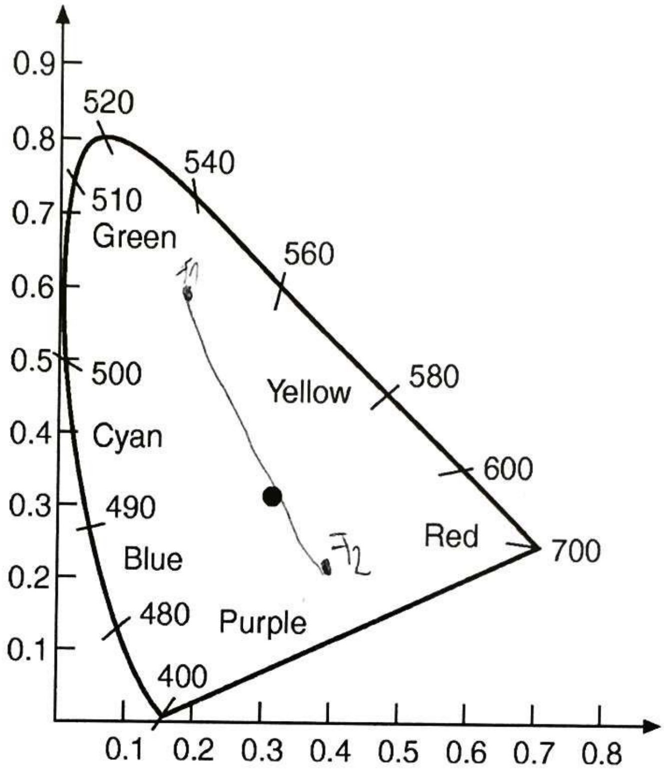
5

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)?

~~Weiss~~

0

Schwarz : Würfel
rötlich : Hintergrund



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 auf Gerade zwischen F1 und F2

2

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

F2 ✓

2

Aufgabe 2: Dithering (8P)

a) Weshalb wird Dithering verwendet? (2P)

Quantisierung

1 Farbdruck Graustufen ermöglichen

1/2

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

jeder Pixel durch 3x3 Matrix ersetzen

~~10~~ 6	10	

B

6	8	4
1	0	3
5	2	7

9 Zustände +1 = 10

10 Stufen

0... 255 = 256

Quantisiertes Bild 0..9

$\frac{x}{25.6}$

$\frac{256}{10}$

256

25.6

0.. 25 -> 0
26.. 53 -> 1
54.. 80 -> 2

A

0	4	9	9
0	5	7	6

3

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)

$D_x = 7$

$D_y = 5$

$DE = 10$

$DNE = -4$

$d = 3$

$y = 2$

✓ 2

x = 1, d = -1, y = 3 ✓

x = 2, d = 9, y = ~~4~~

x = 3, d = 5, y = 5 ?

x = 4, d = 1, y = 6

~~x = 8, d = -1, y = 3~~

~~x = 9, d = 9, y = 4~~

~~x = 4~~

x = 5, d = -3, y = 7

x = 6, d = 7, y = 8

x = 7, d = 3, y = 9

WrP(0, 2)

WrP(1, 3)

~~WrP(2, 4)~~

WrP(3, 5)

WrP(4, 6)

WrP(5, 7)

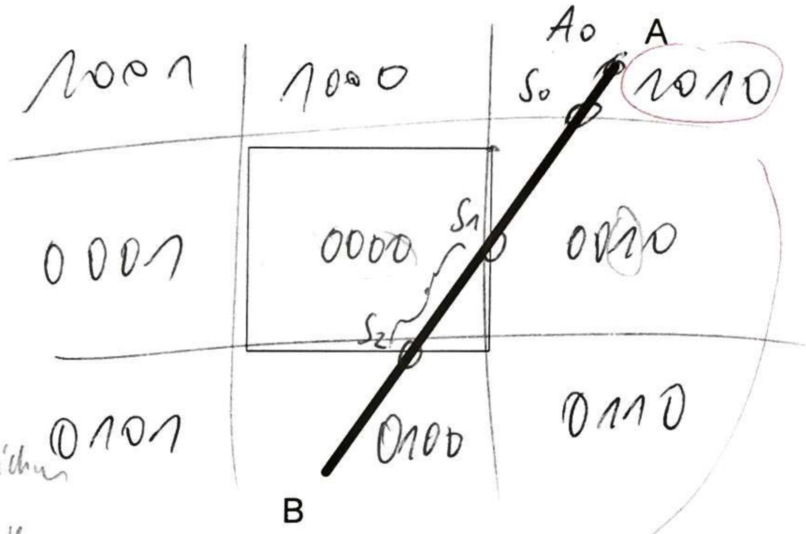
WrP(6, 8)

WrP(7, 9)

2

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).



nicht zeichnen müssen

Prüfung ob alle Koord. wenn im selben Bereich

A_0 ausserhalb

4
3

1) Code (A) = 1001
Code (B) = 0100
AND 0000

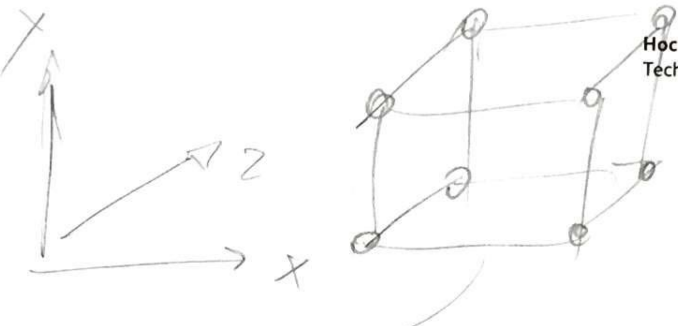
K. Trivial Fall ✓

~~Code (A)~~ = S_1 = 0010 |✓| ← wieso S1 ? → nächstes gesetztes Bit in 0010

2.) Schn. Punkt nach 0100 A S1 AND 0000

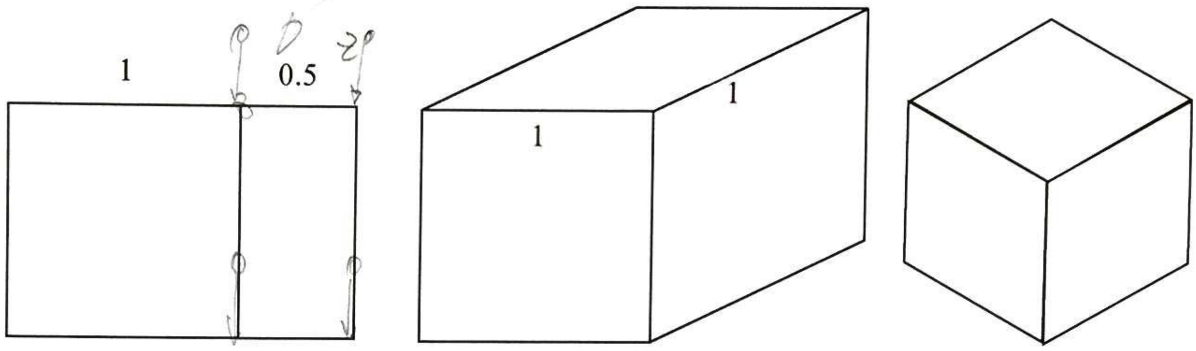
3.) $S_1 S_2$

gekappte Linie $\overline{S_1 S_2}$



Was geht wohin?

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)?

a) orthographische Projektion – Kabinett

b) Kavalierproj. ✓ 4

c) ~~parallele Projektion~~ Isometrische ✓

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0.5 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \\ w \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ w' \end{pmatrix}$$

$x \to x + 0.5z$

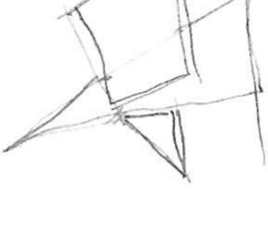
$y \to y$

$z \to 0$

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

$$M_{per} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1/d & 1 \end{bmatrix}$$ –

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



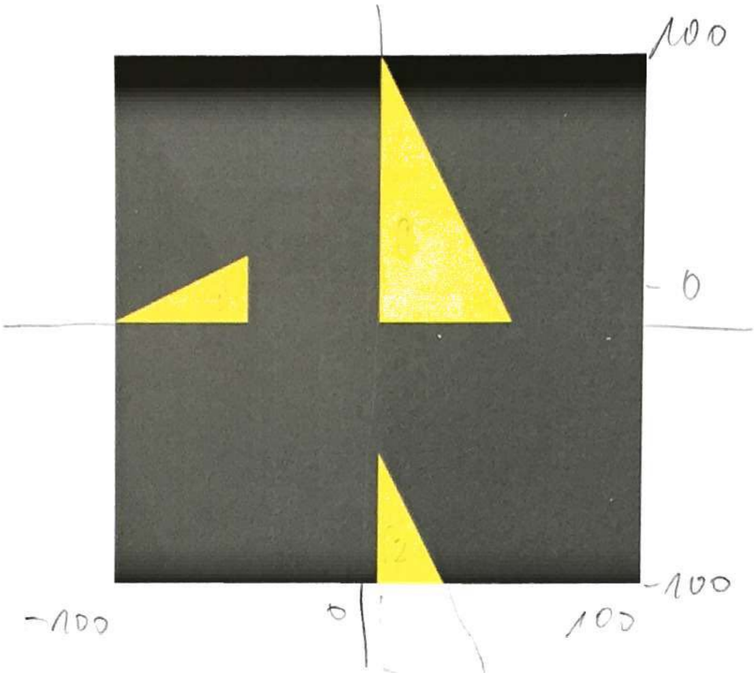
- von hinten nach vorne zeichnen
- sortieren
- geht nicht d. Konkave Polygone

–

$(C_{cam} \cdot T_{Translate} \cdot S_{Scale})(V_{Vertex})$

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.)



bei z-buffer schon ~~Tiefe soll~~ Tiefe drin

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

Zeile 19 (✓) 3

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

mat4.
(von Ortho aus) ① scale(50, 50, 1)

↯ nicht orthogonal sch ↯

(von Ortho aus) ② ~~translate(25, 0, 0)~~
mat4. scale

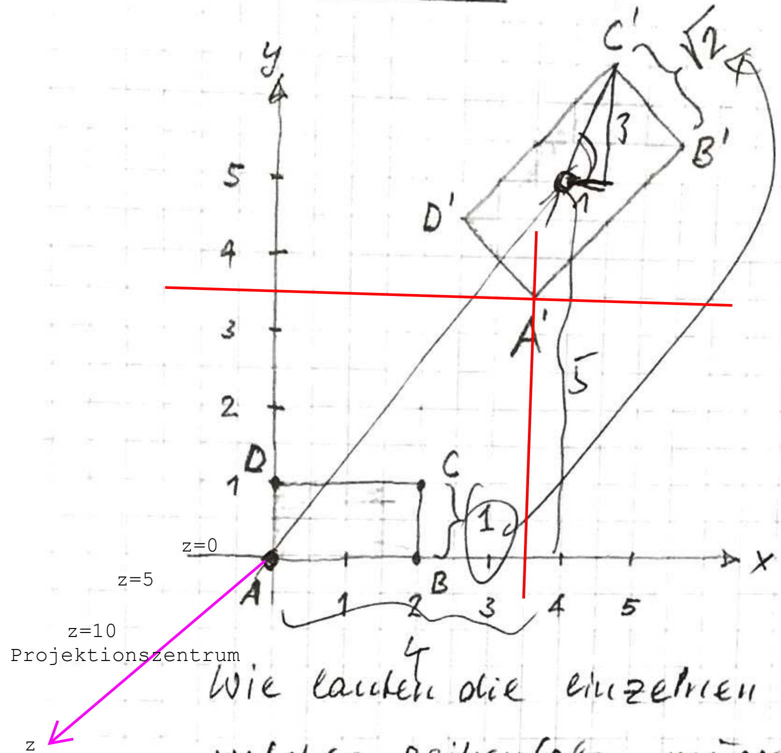
```
var canvas;
var gl;
var shaderProgram;
var aVertexPositionId;
var uModelViewMatrixId;
var bufferObject;

var VSHADER_SOURCE =
"attribute vec2 aVertexPosition;" +
"uniform mat4 uModelViewMatrix;" +
"void main() {" +
"    vec4 position = vec4(aVertexPosition, 0.0, 1.0);" +
"    gl_Position = uModelViewMatrix * position;" +
"}";

var FSHADER_SOURCE =
"precision mediump float;"+
"void main() {"+
"     gl_FragColor = vec4(1.0, 1.0, 0.0, 1.0);"+
"}";

function startup() {
    canvas = document.getElementById("gameCanvas");
    gl = createGLContext(canvas);
    gl.clearColor(0.2, 0.2, 0.2, 1.0);
    initShaders();
    setupAttributes();
    defineObject();
    draw();
}

function initShaders() {
    //...
}

function createGLContext(canvas) {
    //...
}

function setupAttributes() {
    aVertexPositionId = gl.getAttribLocation(shaderProgram, "aVertexPosition");
    uModelViewMatrixId = gl.getUniformLocation(shaderProgram, "uModelViewMatrix");
}

function defineObject() {
    var vertices = [
        0,0,
        1,0,
        0,2,
    ];
    bufferObject = gl.createBuffer();
    gl.bindBuffer(gl.ARRAY_BUFFER, bufferObject);
    gl.bufferData(gl.ARRAY_BUFFER, new Float32Array(vertices), gl.STATIC_DRAW);
}
function draw() {
    gl.clear(gl.COLOR_BUFFER_BIT);
    gl.vertexAttribPointer(aVertexPositionId, 2, gl.FLOAT, false, 0, 0);
    gl.enableVertexAttribArray(aVertexPositionId);

    var matrix = mat4.create();
    var orthoMatrix = mat4.create();
    mat4.ortho(orthoMatrix, -100, 100, -100, 100, 0.0, 1.0);
    mat4.scale(matrix, orthoMatrix, [50, 50, 1]);

    gl.uniformMatrix4fv(uModelViewMatrixId, false, matrix);
    gl.drawArrays(gl.TRIANGLE_STRIP,0,3);

    // TODO:


}
```

gl.useProgram(shaderProgram);

Testprüfung CG (Mathe-Teil) SA, 8.11.2014 JFB

1. 2D-Fall

20 Punkte



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.!

Annahme Skalierung im Ursprung! (ginge auch anders)

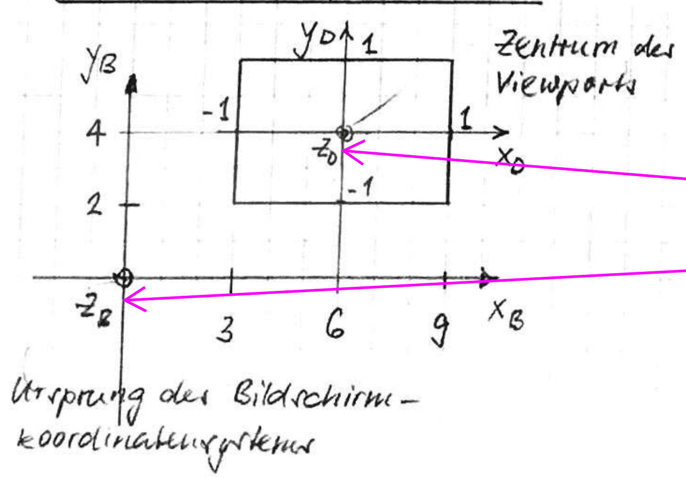
2. Perspektive

siehe 06 - Projektive Geometrie IV\Orlamuender_ch05.pdf
Kapitel 5.4 Seite 203 ..

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.

Annahme Z=1

3. Viewporttransformation



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

Hochschule Luzern
Technik & Architektur

1) 1. Skaling $(\cdot\sqrt{2})$ $M_S = \begin{bmatrix} \sqrt{2} & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{2} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

2. Rotation $m = \frac{\Delta y = 3}{\Delta x = 1} = \tan^{-1}(3) = 71{,}565°$

$\cos(71.565°) = 0.316 \quad \sin(71.565°) = 0.948$

Rotationswinkel bei mir falsch statt 71...° .. richtigerweise 45°!!

$M_R = \begin{bmatrix} \cancel{\cos}\, 0.316 & -0.948 & 0 \\ 0.948 & 0.316 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

Translation um x=3.5 und y=3.5!!!

3. Transl. $M_T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 4 \\ 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

hier spielt Reihenfolge keine Rolle!!!

4. $M_G = M_T \cdot \underbrace{M_R \cdot M_S}$

$= M_T \cdot \begin{bmatrix} 0.45 & -1.34 & 0 \\ 1.34 & 0.44 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

$= \begin{bmatrix} 0.45 & -1.34 & 4 \\ 1.34 & 0.44 & 5 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

2

2) $A'B'C'D'$

aus
Aufgabe1)
herausgelesen..

$(3,5|3,5)$ $(5,5|5,5)$ $(4,5|6,5)$ $(2,5|4,5)$

$z=5$ $P_Z\ (0,0|10)$

siehe 06 - Projektive Geometrie IV\Orlamuender_ch05.pdf
Kapitel 5.4 Seite 203 ..

$\Pi=$

N=5

$$\begin{pmatrix} x_p \\ y_p \\ z_p=5 \\ w_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} N & 0 & 0 & 0 \\ 0 & N & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \alpha=-3 & \beta=-20 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_A \\ y_A \\ z_A=0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

zp=0*xa+0*ya+(-3)*(za)+(-20)*1

$$\alpha = -\frac{5+1}{5-1} = \frac{6}{4}$$

$$\beta = -\frac{10}{4}$$

$A^* = [3.5,\ 3.5,\ 0.5,\ -2.5]$

$B^* = (5.5\ \ 5.5\ \ 0.5\ \ -2.5)$

$C^* = (4.5\ \ 6.5\ \ 0.5\ \ -2.5)$

$D^* = (2.5\ \ 4.5\ \ 0.5\ \ -2.5)$

2

alpha=- (F+N)/(F-N)
beta=- (2*F*N)/(F-N)

alhpa=-(10+5)/(10-5)=-3
beta=-(2*10*5)/(10-5)=-20

3)

$z_p\ z_{yp}$

$$T = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -(\Delta x) \\ 0 & 1 & 0 & -(\Delta y) \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -6 \\ 0 & 1 & 0 & -4 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

F=0, N=5

$B=6$ $H=4$

$U_x=6$ $0_y=4$

$$\begin{pmatrix} x_B \\ y_B \\ z_B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3\cdot x_0 + 6 \\ 2\cdot y_0 + 4 \\ \frac{f-n}{2}\cdot z_0 + \frac{f+n}{2} \end{pmatrix}$$