

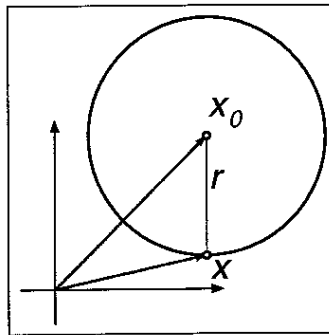
Aufgabe 1: Kreisgleichung**[5 Punkte]**

Figure 1: Definition eines Kreises (einer Kugel)

Welche der folgenden Gleichungen beschreibt den in Abbildung 1 gezeigten Kreis?

- $(\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)^2 = r^2$
 $(\mathbf{x}_0 - \mathbf{x}) = r$
 $(\mathbf{x}_0^2 - \mathbf{x}^2) = r^2$

3/2

Aufgabe 2: Implizite Ebenenbeschreibung**[5 Punkte]**Welche der folgenden Gleichungen sind *explizite* Beschreibungen einer Ebene im \mathbb{R}^3 ?

- $\mathbf{n} \cdot \mathbf{x} - d = 0, |\mathbf{n}| = 1$
 $\mathbf{x}(\lambda, \mu) = \mathbf{x}_0 + \lambda \mathbf{u} + \mu \mathbf{v}$
 $\mathbf{n} \cdot (\mathbf{x} - \mathbf{x}_0) = 0$
 $\mathbf{x}(t) = \mathbf{x}_0 + t\mathbf{v}$
 $(\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)^2 = r^2$

7/2

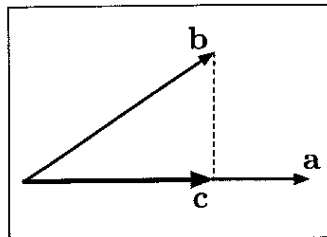
Aufgabe 3: Geometrische Interpretation Skalarprodukt**[5 Punkte]**

Figure 2: Projektion von Vektor b auf Vektor a.

Betrachten Sie Abbildung 2. Wie lässt sich aus den dort abgebildeten Vektoren a und b der Vektor c berechnen? Geben Sie die Berechnungsvorschrift an.

Antwort: $c = \frac{(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b})}{a^2} \cdot \mathbf{a}$

1/2

Aufgabe 4: Geometrische Interpretation Kreuzprodukt**[5 Punkte]**

Welche der folgenden Aussagen über das Kreuzprodukt $\mathbf{c} = \mathbf{a} \times \mathbf{b}$ sind wahr?

- 4
4
- $|\mathbf{c}|$ ist die Länge der Diagonale des von \mathbf{a} und \mathbf{b} aufgespannten Parallelograms.
 - \mathbf{c} ist ein Normalenvektor der von \mathbf{a} und \mathbf{b} aufgespannten Ebene.
 - $|\mathbf{c}|$ ist die Fläche des von \mathbf{a} und \mathbf{b} aufgespannten Parallelograms.
 - $|\mathbf{c}|$ ist der Abstand der von \mathbf{a} und \mathbf{b} aufgespannten Ebene vom Nullpunkt.

Aufgabe 5: Ergebnis Schnittberechnung**[5 Punkte]**

Beim Ray-Tracing wird für jeden Schnitt eines Strahls mit einer Oberfläche in der Szene der Strahlparameter t berechnet. Welches dieser t wird bei mehreren Treffern eines Strahl für die Schnittpunktberechnung verwendet?

- 4
4
- Das kleinste t .
 - Das kleinste positive t .
 - t wird nicht verwendet.
 - Der Mittelwert aller t .

Aufgabe 6: Ray Tracing Primärstrahl**[5 Punkte]**

Als Kamera- oder Primärstrahl bezeichnet man im Ray-Tracing einen Strahl

- 3
3
- vom Augenpunkt durch einen Punkt auf der Bildebene in die Szene.
 - von einem Oberflächenpunkt in der Szene zum Augenpunkt.
 - von einem Pixelmittelpunkt durch den Brennpunkt.

Aufgabe 7: Ray-Tracing gespiegelter Strahl**[5 Punkte]**

Beim Ray-Tracing wird während der Beleuchtungsberechnung auf einer spiegelnden Oberfläche ein gespiegelter Strahl erzeugt. In welche Richtung \mathbf{r} zeigt dieser Strahl?

\mathbf{v} sei dabei die Richtung zum Augenpunkt, \mathbf{n} die Normale im Trefferpunkt und \mathbf{s} die Richtung zur Lichtquelle.

- 0
0
- $\mathbf{r} = 2(\mathbf{n} \cdot \mathbf{v})\mathbf{n} - \mathbf{v}$
 - $\mathbf{r} = 2(\mathbf{v} \cdot \mathbf{s})\mathbf{n}$
 - $\mathbf{r} = 2(\mathbf{n} \cdot \mathbf{s})\mathbf{n} - \mathbf{v}$

Aufgabe 8: Ray-Tracing Schattenstrahl

[5 Punkte]

Zur Schattenberechnung werden beim Ray-Tracing *Schattenstrahlen* verwendet. Welchen Anfangspunkt p und welche Länge t haben diese Strahlen?

3/3

- $p =$ Trefferpunkt, $t =$ Abstand zwischen Trefferpunkt und Lichtquelle
- $p =$ Trefferpunkt, $t =$ Abstand zwischen Augenpunkt und Lichtquelle
- $p =$ Augenpunkt, $t =$ Abstand zwischen Augenpunkt und Lichtquelle

Aufgabe 9: Phong Beleuchtungsmodell

[5 Punkte]

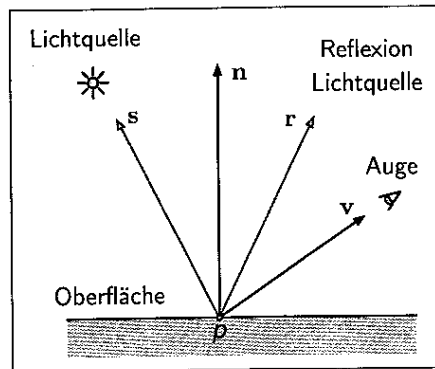


Figure 3: Geometrische Parameter des Phong Beleuchtungsmodells.

Betrachten Sie die folgende unvollständige Formulierung des Phong Beleuchtungsmodells und die Darstellung der geometrischen Parameter des Modells in Abbildung 3.

$$L(p, v) = k_a L^a + k_d \sum_j L_j \mathbf{n} \cdot \mathbf{s}_j + \underbrace{\text{????????????????}}_{\text{fehlender Term}}$$

Schreiben Sie den fehlenden Term nieder. Wie nennt man diesen Term?

1/0

Antwort: $k_s \sum_j L_j (\mathbf{n} \cdot \mathbf{r}_j)^k$ ↳ ~~specular~~ Term
specular

Aufgabe 10: Zeitverhalten Ray-Tracing

[5 Punkte]

Welches Zeitverhalten hat das Ray-Tracing eines typischen Szenengraphen mit hierarchischen Hüllkörpern wenn n die Anzahl der Blattknoten des Graphen ist?

3/3

- $O(\log n)$
- $O(\log n^2)$
- $O(n)$

Aufgabe 11: Homogene Repräsentation**[5 Punkte]**

Die *homogene Repräsentation* stellt 3D-Vektoren durch Hinzufügen der w Koordinate als 4D-Vektoren dar. Dabei gilt:

- 5/4
- Falls $w = 1$ ist, repräsentiert der Vektor einen Punkt.
 - Die vierte Koordinate w ist die Länge des 3D Vektors.
 - Die vierte Koordinate w ist immer 0.
 - Falls $w = 1$ ist, repräsentiert der Vektor eine Richtung.

Aufgabe 12: Eigenschaften von Rotationen**[5 Punkte]**

Welche der folgenden Eigenschaften treffen auf Rotationen der Form $\mathbf{R}_A(\alpha)$ zu. A bezeichnet dabei eine der Koordinatenachsen X, Y und Z . α ist ein beliebiger Drehwinkel um diese Achse.

- 6/7
- $\mathbf{R}_A(\alpha)^{-1} = \mathbf{R}_{-A}(\alpha)$
 - $\mathbf{R}_A(\alpha)\mathbf{R}_A(\beta) = \mathbf{R}_A(\alpha\beta)$?
 - $\mathbf{R}_A(\alpha)\mathbf{R}_A(\beta) = \mathbf{R}_A(\beta)\mathbf{R}_A(\alpha)$
 - $\mathbf{R}_A(0) = I$, I ist die Identität
 - $\mathbf{R}_A(\alpha)\mathbf{R}_B(\beta) = \mathbf{R}_B(\beta)\mathbf{R}_A(\alpha)$
 - $\mathbf{R}_A(\alpha)^{-1} = \mathbf{R}_{-A}(-\alpha)$
 - $\mathbf{R}_A(\alpha)^{-1} = \mathbf{R}_A(-\alpha)$

Aufgabe 13: Eigenschaften von Translationen**[5 Punkte]**

Welche der folgenden Eigenschaften treffen für 3D-Translationen der Form $T(x, y, z)$ zu?

- 6/6
- $T^{-1}(x, y, z) = T(-x, -y, -z)$?
 - $T(x_1, y_1, z_1)T(x_2, y_2, z_2) = T(x_1x_2, y_1y_2, z_1z_2)$
 - $T(0, 0, 0) = I$ (Identität)
 - $T(x_1, y_1, z_1)T(x_2, y_2, z_2) = T(x_2, y_2, z_2)T(x_1, y_1, z_1)$
 - $T(x, y, z) = T(z, y, x)$
 - $T^{-1}(x, y, z) = T(\frac{1}{x}, \frac{1}{y}, \frac{1}{z})$

Aufgabe 14: Zusammengesetzte Transformationen**[5 Punkte]**

Komplexe Transformationen lassen sich durch Verkettung von einfachen Transformationen beschreiben. Betrachten Sie Abbildung 4. Welche der angegebenen Transformationen T transformieren den Körper wie in der Abbildung gezeigt. Nehmen Sie ein 3-dimensionales rechtshändiges System an.

- 5/4
- $T = S(1, 1, -1)T(-4, 8, 0)R_X(-\frac{\pi}{2})$
 - $T = R_Z(-\frac{\pi}{2})S(-1, 1, 1)$
 - $T = T(8, 4, 0)S(1, -1, 1)R_Z(\frac{\pi}{2})$
 - $T = R_Z(-\frac{\pi}{2})$

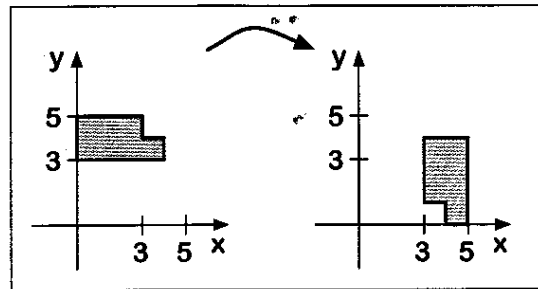


Figure 4: Transformation eines Körpers.

Aufgabe 15: Dynamischer Szenengraph mit Hüllkörpern

[5 Punkte]

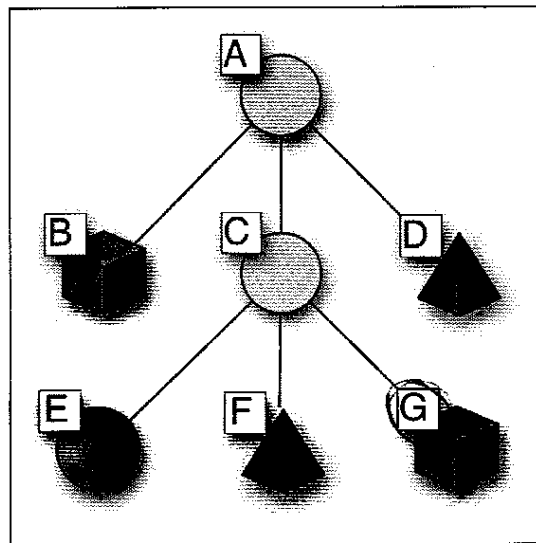


Figure 5: Szenengraph mit hierarchischen Hüllkörpern.

Abbildung 5 zeigt einen Szenengraphen mit hierarchischen Hüllkörpern für jeden Knoten. Für welche Knoten des Szenengraphen müssen die Hüllkörper neu berechnet werden, wenn die Geometrie des roten Würfels mit der Transformation G verändert wird?

- B
- F
- C
- D
- E
- A
- G

6
7

Aufgabe 16: Inverse zusammengesetzter Transformationen [5 Punkte]

Welche der folgenden Terme bezeichnen die Inverse der zusammengesetzten Transformation ABC ?

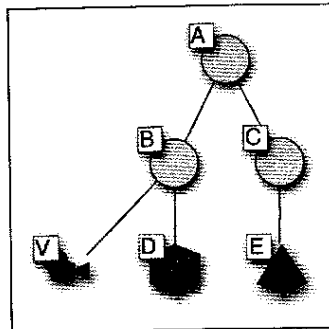
$C^{-1}B^{-1}A^{-1}$

$-(ABC)$

$(ABC)^{-1}$

$A^{-1}B^{-1}C^{-1}$

4
4

Aufgabe 17: Kamera im Szenengraphen**[5 Punkte]**Figure 6: Ein Kameraknoten mit Transformation V im Szenengraphen.

Welche Transformation liegt oben auf dem OpenGL-Matrixstack nachdem die Kameratraversierung den in Abbildung 6 gezeigten Szenengraphen durchlaufen hat?

- $CA^{-1}B^{-1}V^{-1}$
- ABV
- $V^{-1}B^{-1}A^{-1}$
- $V^{-1}B^{-1}$

$\frac{4}{4}$
 $\frac{3}{4}$

Aufgabe 18: LOD Auswahl**[5 Punkte]**

Welche Kriterien sind für Auswahl des zu verwendenden Level-Of-Detail einer Geometrie geeignet?

- Farbdifferenz zwischen Objekt und Hintergrund.
- Verhältnis zwischen Volumen und Oberfläche des Objekts.
- Abstand zum Betrachter.

$\frac{3}{3}$

Aufgabe 19: OpenGL Rasterisierung**[5 Punkte]**

Welche der folgenden Operationen werden in der Stufe *Rasterization* der *OpenGL ES 2* Pipeline ausgeführt?

- Berechnung der Textur-Mipmaps
- Sichtbarkeitstest
- Erzeugung aller Fragmente für ein Primitiv
- Bestimmung der Farbe für ein Fragment
- Interpolation der Vertexattribute
- Transformation der Vertices eines Primitivs in das Bildkoordinatensystem

$\frac{4}{6}$

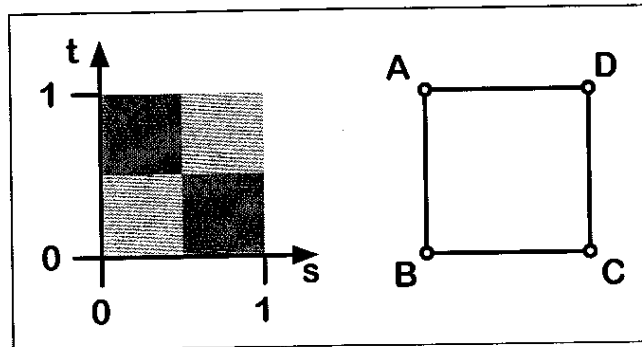
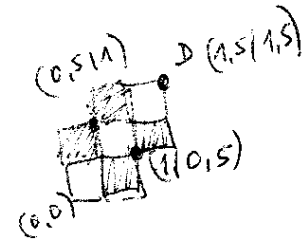
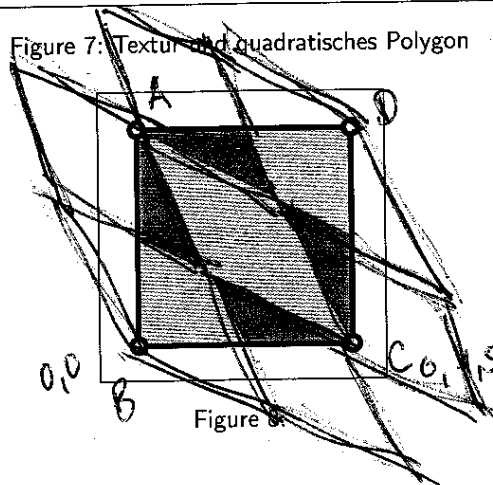


Figure 7: Textur und quadratisches Polygon

**Aufgabe 20: Texturkoordinaten****[5 Punkte]**

Betrachten Sie die in Abbildung 7 gezeigte Textur und das Quadrat mit den Eckpunkten A, B, C und D (Auf der vorherigen Seite). Welche Texturkoordinaten müssen jeweils für die Eckpunkte des Quadrats angegeben werden, um das in Abbildung 8 gezeigte Bild zu erhalten? Gehen Sie davon aus, dass die Texturebene durch Wiederholung der abgebildeten Textur ausgefüllt wird.

- A: (0, 1.5)
- B: (0, 0)
- C: (1.5, 0)
- D: (1.5, 1.5)

- A: (0.5, 1)
- B: (0, 0.5)
- C: (1, -0.5)
- D: (1.5, 0.5)

- A: (0.5, 1)
- B: (0, 0)
- C: (1, 0.5)
- D: (1.5, 1.5)

- A: (0.5, 0.5)
- B: (0, -0.5)
- C: (1, 0)
- D: (1.5, 1)

4/4