

Übung zu Computergraphik I

– Übungsblatt 3 –

Lehrstuhl für Computergraphik
und Multimediasysteme

Hochstetter Hendrik, Marchel Peter

Abgabe: Donnerstag 23.05.2013, 10 Uhr

Besprechung: 29.05. und 06.06.2013

Senden Sie Ihre Lösung zu Aufgabe 3 bitte per Mail an peter.marchel@student.uni-siegen.de.
Die schriftlichen Aufgaben bitte zusammengeheftet in den Briefkasten vor Raum H-A 7115/2 werfen.

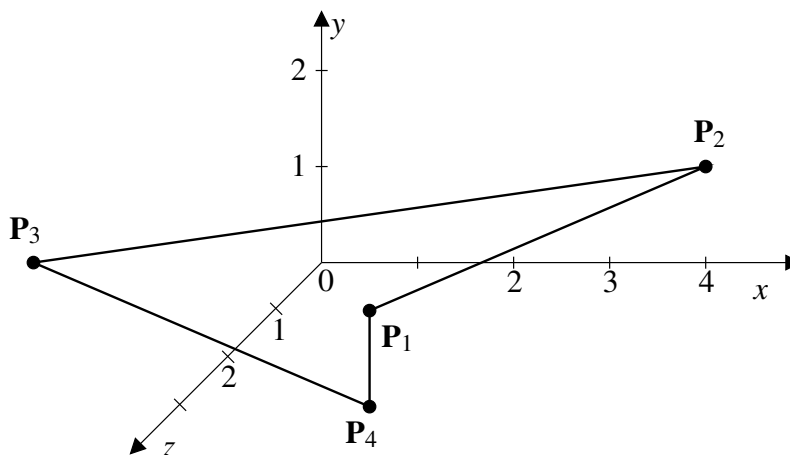
Aufgabe 1 (Point-in-Polygon-Test) 1 Punkt

Im Raycasting-Verfahren wird für jeden Bildpunkt ein Strahl mit den Objekten der Szene geschnitten. Im Folgenden soll ein Point-in-Polygon-Test durchgeführt werden, um zu prüfen, ob ein Strahl ein Polygon mit vier Eckpunkten trifft.

Das Polygon sei definiert durch die folgenden vier Punkte, die in dieser Reihenfolge miteinander verbunden sind:

$$\mathbf{P}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \mathbf{P}_2 = \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \mathbf{P}_3 = \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}, \mathbf{P}_4 = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Wir betrachten einen Strahl g in z -Richtung, ausgehend vom Punkt $\mathbf{V} = (-2, 0, 0)^T$.



- Bestimmen Sie den Schnittpunkt S der Polygonebene mit dem Strahl g . Hinweis: Berechnen Sie hierfür den Normalenvektor $\hat{\mathbf{n}}$ der Polygonebene.
- Projizieren Sie die Punkte $\mathbf{P}_1, \mathbf{P}_2, \mathbf{P}_3, \mathbf{P}_4$ und den Schnittpunkt S entlang der treibenden Achse des Normalenvektors $\hat{\mathbf{n}}$.

- c) Führen Sie eine Verschiebung der Punkte durch, so dass der Schnittpunkt $\mathbf{S}$ auf den Ursprungspunkt verschoben wird.
- d) Zeichnen Sie die transformierten Punkte in eine 2D-Skizze ein, und prüfen Sie graphisch und rechnerisch, ob $\mathbf{S}$ im Polygon enthalten ist. Hinweis: Betrachten Sie die Schnittpunkte entlang der x -Achse.
- e) Für welche Polygonkante(n) reicht es aus, eine Trivial-Reject-Prüfung durchzuführen?

Aufgabe 2 (Phong-Beleuchtungsmodell) 1 Punkt

Wir betrachten eine Kugel mit dem Mittelpunkt $\mathbf{M}$ und dem Radius r . Ein Beobachter steht an der Position $\mathbf{V}$ und betrachtet die Kugel entlang der Blickrichtung $\vec{\mathbf{v}}$.

Im folgenden soll die Beleuchtung des (ersten) Schnittpunktes $\mathbf{P}$ zwischen der Kugeloberfläche und dem Blickrichtungsvektor anhand des Phong-Modells berechnet werden. Hierfür benötigen wir zusätzlich die Eigenschaften einer Lichtquelle, gegeben durch die Richtung $\hat{\mathbf{l}}$ zur Lichtquelle hin, sowie die ambiente, diffuse und spekulare Lichtintensität $\mathbf{L}_a, \mathbf{L}_d$ und $\mathbf{L}_s$, und wir benötigen die Materialkonstanten der Kugeloberfläche $\mathbf{k}_a, \mathbf{k}_d$ und $\mathbf{k}_s$, sowie den Reflexionsexponenten n :

Definition der Kugel:

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad r = 2$$

Beobachterposition und Blickrichtung:

$$\mathbf{V} = \begin{pmatrix} 4 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad \vec{\mathbf{v}} = \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Licht- und Materialeigenschaften:

$$\hat{\mathbf{l}} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{L}_a = \begin{pmatrix} 1/3 \\ 1/3 \\ 1/3 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{L}_d = \mathbf{L}_s = \begin{pmatrix} 1/2 \\ 1/2 \\ 1/2 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{k}_a = \begin{pmatrix} 1/9 \\ 1/9 \\ 1/9 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{k}_d = \mathbf{k}_s = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad n = 4$$

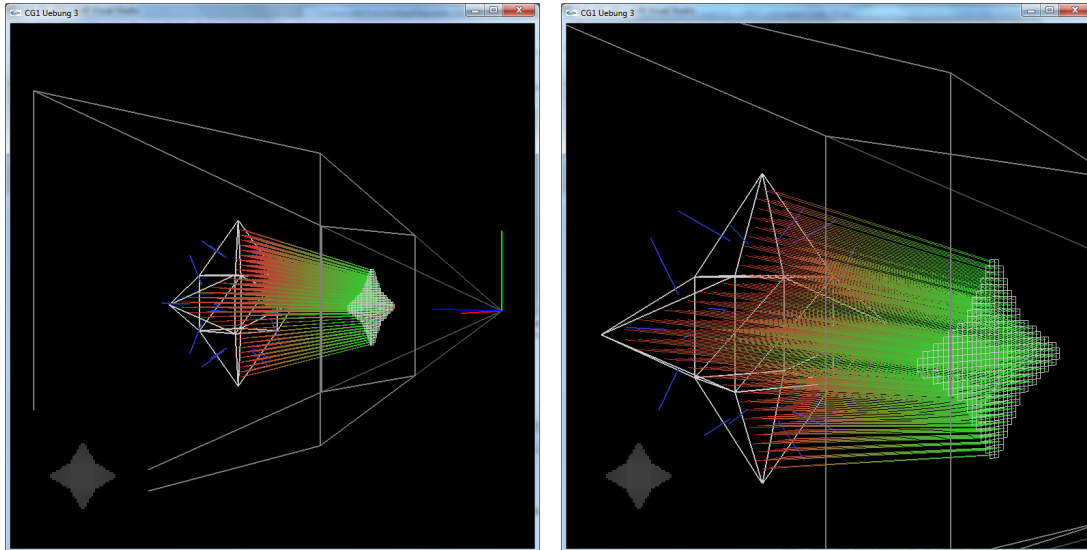
Bemerkung: Die Lichtquelle erzeugt parallele Lichtstrahlen.

- a) Berechnen Sie den Normalenvektor $\hat{\mathbf{n}}$ der Kugeloberfläche im Schnittpunkt $\mathbf{P}$.
- b) Berechnen Sie den reflektierten View-Vektor $\hat{\mathbf{r}}_v$ in $\mathbf{P}$.
- c) Berechnen Sie den Farbwert im Punkt $\mathbf{P}$ nach dem Phong-Beleuchtungsmodell.
- d) Berechnen Sie den Farbwert im Punkt $\mathbf{P}$, wenn $\hat{\mathbf{l}}' = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ der Vektor zur Lichtquelle hin ist, und vergleichen Sie mit dem Ergebnis aus Teilaufgabe c).

Aufgabe 3 (Raycasting) 2 Punkte

In dieser Aufgabe sollen Sie einen Raycaster erweitern. Laden Sie hierzu zunächst das Programmgerüst `ueb_03.zip` herunter:

http://www.cg.informatik.uni-siegen.de/Teaching/Lectures/12_SS/CG1/Uebung



Das Program zeigt, zusätzlich zu dem Szenenaufbau, das Ergebnis des CPU-basierten Raycastings am unteren linken Rand des Bildes an. Folgende Steuerungsmöglichkeiten stehen zur Verfügung:

1. Die Taste 'r' starten bzw. stoppen Sie die Rotation des Sternobjekts
2. Mit gedrückter linker Maustaste rotieren Sie die Szene um die y-Achse
3. Mit gedrückter rechter Maustaste zoomen Sie in die Szene.
4. Mit gedrückter mittlerer Maustaste verschieben Sie Ihren Fokus auf die Szene.

Nur Strahlen die ein Dreieck treffen werden angezeigt. Hierzu wird für jeden Strahl die Methode `pointInPolygonTest()` aufgerufen, die Sie im folgenden zu erweitern haben. Implementieren Sie hier die Schritte für den Point-In-Polygon Test aus Aufgabe 1 auf Basis von Dreiecksprimitiven. Als Parameter bekommen Sie ein Dreieck `tri` vom Typ `Triangle` und ein Schnittpunkt mit der Dreiecksebene `iPoint` vom Typ `Vector3` übergeben. Geben Sie `true` im Falle dass der Schnittpunkt im Dreieck liegt oder andernfalls `false` zurück. Sofern Sie alles richtig implementiert haben sollte Ihr Ergebnis dem der Abbildung entsprechen.