

# Übung zu Computergraphik I

## – Übungsblatt 3.5 –

Lehrstuhl für Computergraphik  
und Multimediasysteme

Hochstetter Hendrik, Marchel Peter, Roberto Cespi

**Abgabe:** Für Studenten mit 5 LP verpflichtend bis spätestens 31. Mai 2013, 14 Uhr.

**Besprechung:** 5. Juni 2013

### Aufgabe 1 (Flächen- und Vertexnormalen) 2 Punkte

Für die Beleuchtungsberechnung sind stets Normalenvektoren der zu beleuchteten Objekte erforderlich. In dieser Aufgabe sollen Sie unterschiedliche Methoden zur Berechnung von Normalen kennenlernen und anwenden.

Gehen wir aus von einer Objektbeschreibung durch Polygone, dann kann pro Polygonfläche einfach eine Normale berechnet werden. Wird die Beleuchtungsberechnung aufgrund dieser Flächennormalen durchgeführt, sind allerdings die einzelnen Flächen stets einheitlich beleuchtet und an Flächengrenzen treten häufig starke Farbkontraste auf.

Statt der Flächennormalen wird beim Smooth Shading für jeden Vertex eine eigene Normale verwendet. Anschließend an die Beleuchtungsberechnung der Vertices über die Vertexnormalen werden die Farben dann auf der Fläche interpoliert, um den Eindruck glatter Oberflächen zu vermitteln.

Es sei eine Pyramide mit den Eckpunkten

$$\mathbf{P}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \mathbf{P}_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -0.4 \end{pmatrix}, \mathbf{P}_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ -0.6 \end{pmatrix}, \mathbf{P}_4 = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix} \text{ und } \mathbf{P}_5 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0.5 \\ -0.5 \end{pmatrix}$$

gegeben. Außerdem sind die Normalen und Flächeninhalte der Flächen  $(P_1, P_2, P_3)$ ,  $(P_1, P_5, P_4)$  und  $(P_3, P_4, P_5)$  gegeben mit:

$$\mathbf{n}_{125} = \sqrt{\frac{1}{30}} \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 5 \end{pmatrix}, \mathbf{n}_{154} = \sqrt{\frac{4}{5}} \begin{pmatrix} -0.5 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \mathbf{n}_{345} = \sqrt{\frac{1}{30}} \begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ -5 \end{pmatrix}$$

$$a_{125} = \sqrt{\frac{3}{40}}, a_{154} = \sqrt{\frac{5}{16}}, a_{345} = \sqrt{\frac{3}{40}}$$

- Zeichnen Sie zunächst die Pyramide, um sich einen Überblick zu verschaffen. Berechnen Sie anschließend die Oberflächennormalen der übrigen Pyramidenseiten.
- Vertexnormalen können als einfache Linearkombination der einzelnen Normalen aller angrenzenden Flächen  $j$  bestimmt werden:

$$\mathbf{n}_l = \frac{\sum_j \mathbf{n}_j}{|\sum_j \mathbf{n}_j|}$$

Berechnen Sie die entsprechenden Vertexnormalen für  $P_2$  und  $P_5$ .

- c) Neben der einfachen Linearkombination kann man die Flächennormalen der am betrachteten Vertex angrenzenden Flächen auch unterschiedlich gewichtet in die Berechnung einbeziehen. Sei  $w_j$  der Kehrwert des Flächeninhalts  $a_j$  von Fläche  $j$ . Berechnen Sie die Vertexnormalen für  $P_2$  und  $P_5$  nach:

$$\mathbf{n}_w = \frac{\sum_j w_j \mathbf{n}_j}{|\sum_j w_j \mathbf{n}_j|}$$

- d) Welche Vorteile bietet diese gewichtete Berechnung gegenüber der einfachen Linearkombination? Wie würden  $\mathbf{n}_l$  und  $\mathbf{n}_w$  z.B. für einen Quader mit unterschiedlichen Seitenlängen aussehen?