Prof. G. Zachmann
J. Boeckers
A. Mühlenbröck
N. M. Jadid

Universität Bremen
Fachbereich 3
Arbeitsgruppe CGVR
2. Dezember 2024

Wintersemester 2024/25

Übungen zu Computergraphik - Blatt 7

Abgabe am 08.12.2023, 23:59 Uhr

Aufgabe 1 (Isolinien, *1+1 Punkte*)

a) Zeichne in Abbildung 1 die Isolinien der baryzentrischen Koordinaten für $\alpha = 0$, $\beta = 0$ und $\gamma = 0$ in das Dreieck $\triangle ABC$ ein. Die Ebene wird nun durch das Dreieck und die Isolinien in 7 Regionen eingeteilt. Die baryzentrischen Koordinaten (bzgl. $\triangle ABC$) aller Punkte in solch einer Region haben dasselbe Vorzeichen. Gebe für diese 7 Regionen, die 3 Kanten und die 3 Eckpunkte die Vorzeichen an. (Es genügt, diese mit $\{-, 0, 1, +\}^3$ zu beschriften, z.B. $(+, +, +)$.)

b) Zeichne in Abbildung 2 die Isolinien der baryzentrischen Koordinaten für $\delta = \frac{1}{2}$, $\delta = -\frac{1}{4}$ und $\phi = \frac{4}{3}$ in die Dreiecke $\triangle DEF$ und $\triangle DFG$ ein. Dabei gehört die baryzentrische Koordinate δ zu D und ϕ zu F.

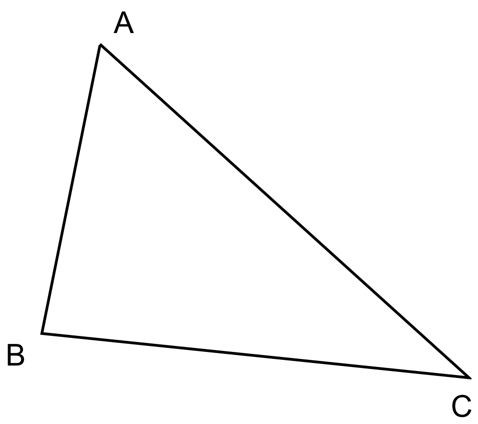

Abbildung 1: Zeichnung zu Aufgabe 1 a.

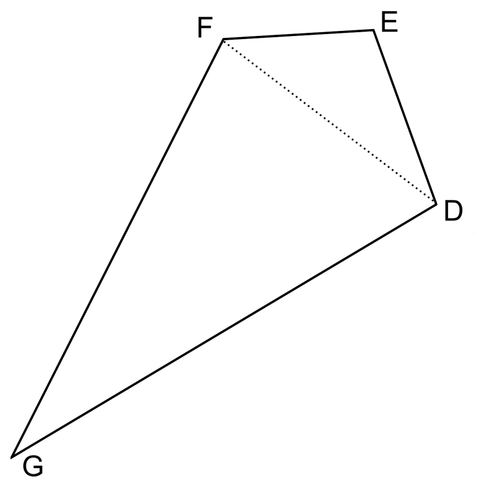

Abbildung 2: Zeichnung zu Aufgabe 1 b.

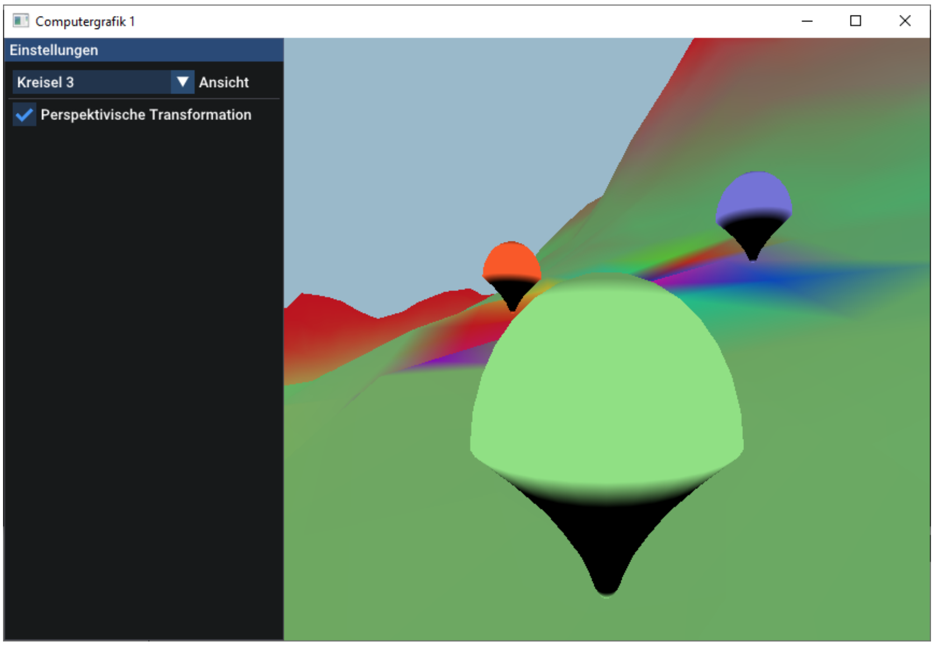

Abbildung 3: Screenshot der Anwendung zu den Aufgaben 2 & 3.

Aufgabe 2 (Baryzentrischen Koordinaten, *3 Punkte*)

Auf der Vorlesungswebsite ist das Framework `BarycentricFramework` hinterlegt, in dem Kreisel zufällig in einem unebenen Terrain herumfahren, siehe Abbildung 3. Deine Aufgabe ist es, die Berechnung der baryzentrischen Koordinaten der Kreiselposition bzgl. der Dreiecke des Terrain-Meshes zu implementieren.

Hierzu muss der vordefinierte Konstruktor des Structs `Barycentric` implementiert werden (s. `Barycentric.h`). Diesem werden drei Eckpunkte a, b, c eines Dreiecks und ein Punkt p übergeben. Berechne im Konstruktor die Attribute *alpha*, *beta* und *gamma* von p bzgl. a, b, c.

Hinweis: Die Kreisel bewegen sich zwar nur in der XZ-Ebene, die Berechnung soll aber auch für beliebige Positionen und Ebenen funktionieren!

Aufgabe 3 (Kollision und Interpolation mit bary. Koord., *4 Punkte*)

In dieser Aufgabe nutzen wir wieder das `BarycentricFramework`. Konkret sollen die zuvor berechneten baryzentrischen Koordinaten angewandt werden, um u.a. die Höhe und Farbe der Kreisel dynamisch zu bestimmen. Hierzu muss über alle Dreiecke des Terrains iteriert werden und

a) mittels der baryzentrischen Koordinaten das Dreieck unter dem Kreisel bestimmt werden. Beachte, dass Dreiecksebene und Kreiselposition zuvor in eine gemeinsame Ebene projeziert werden müssen (z.B. die XZ-Ebene).
b) mittels der baryzentrischen Koordinaten die Höhe des Kreisels (y-Wert der Position) berechnet/interpoliert werden.
c) mittels der baryzentrischen Koordinaten die Farbe des Kreisels berechnet/interpoliert werden. Die Farbe des Kreisels soll immer der des Terrains genau unter ihm entsprechen.
d) das Tempo v des Kreisels berechnet werden. Nutze dazu die folgende Formel:

$$v = v + \text{triangleNormal} \cdot \text{movingDirection} \cdot 0.0002 \tag{1}$$

Aufgabe 4 (Tetraeder, *1+1 Punkte*)

Gegeben seien ein Tetraeder mit den Eckpunkten A,B,C,D, und ein Punkt P (siehe Abbildung 4).

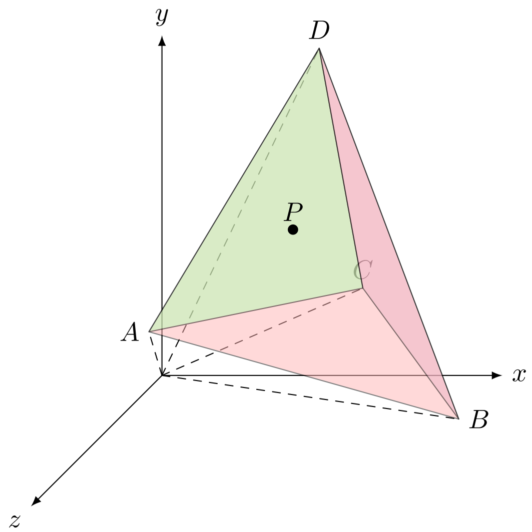

Abbildung 4: Skizze zu Aufgabe 4

a) Beschreibe, wie sich die baryzentrischen Koordinaten des Punktes P bestimmen lassen.

b) Sind die Entfernungen vom Schwerpunkt zu den Dreiecksoberflächen (entlang der Normalen) eines beliebigen Tetraeders immer gleich groß? Bergünde deine Antwort. Wie ist es, wenn man die direkten Strecken vom Schwerpunkt zu den Mittelpunkten der Dreiecksoberflächen betrachtet?