



# CG1 WS12/13 - Übungsblatt 5

Technische Universität Berlin - Computer Graphics

**Ausgabe** 16. Januar 2015, **Abgabe** 06. Februar 2015

Prof. Dr. Marc Alexa, Katrin Lang, Xi Wang.

## AUFGABE 1 : Ray-Tracing

Aufbauend auf einem Framework der vorangegangenen Übungen soll schrittweise ein Ray Tracer entwickelt werden. Ein Dreiecksmodell soll geladen und mittels der OpenGL Rendering-Pipeline dargestellt werden. Ist die gewünschte Ansicht ausgewählt, so soll ein Ray Trace der Szene erzeugt werden.

1. Nach der „Ray Trace“ Aktion des Benutzers sind die aktuellen Kameraparameter auszulesen, die für das Erzeugen von Primärstrahlen benötigt werden. Mittels `gluUnProject(...)` oder `glm::unProject(...)` können Start- und Endpunkte für die Strahlen bestimmt werden. Die Ansicht soll auf Wunsch wiederhergestellt werden können. Implementieren Sie anschließend eine Funktion `createPrimaryRays()`, die für alle Pixel Strahlen erzeugt. Die Dichte der Strahlen soll regelbar sein, so dass ein Subsampling möglich ist (Supersampling ist optional). (1 Punkt)
2. Implementieren Sie eine Funktion `intersectTriangle()`, die Schnittpunkte mit den Dreiecken des aktuell geladenen Modells bestimmt. Der vorderste (= sichtbare) dieser Schnitte soll als Punkt mittels `GL_POINTS` gerendert werden (in 3D-Koordinaten!). (0.5 Punkte)
3. Die Normale des Dreiecks soll durch lineare Interpolation aus den Vertex-Normalen ermittelt werden (baryzentrische Koordinaten verwenden). (0.5 Punkte)
4. Lesen sie die in OpenGL aktiven Lichtquellen aus. Verwenden Sie nun das Modell für ambientes und ideal diffuses Licht und schalten Sie `GL_LIGHTING` aus. Die resultierende Farbe ermittelt sich aus den Farben des Lichts und des Materials (komponentenweise Multiplikation), unter Berücksichtigung der Reflektionseigenschaften und der Reflektionswinkel. Verwenden Sie zur Demonstration verschiedenfarbige Lichtquellen und Materialien. (1 Punkt)
5. Implementieren Sie Schattenberechnung mit Hilfe von ray tracing. (0.5 Punkte)
6. Erzeugen Sie sekundäre ideal reflektierende Strahlen und führen Sie die Rekursion bis zu einer geeigneten Tiefe durch, welche während der Laufzeit verändert werden können sollte. Die gerichtet diffuse Materialkomponente kann für die Spiegelung verwendet werden (Transmission ist optional). Ihre Szenen sollten diesen Effekt auch demonstrieren können. (0.5 Punkte)
7. Schreiben Sie eine Routine zum Speichern des Bildes. Das Format kann frei gewählt werden (PPM wird der Einfachheit halber empfohlen, die Spezifikation findet man im Netz). (1 Punkt)  
**Zusatzpunkt (freiwillig):** Für die Implementierung der folgenden Extrafunktionalitäten werden Bonuspunkte vergeben.
8. Kd-Baum / modifizierter BSP Baum zur effizienten Traversierung der Szene. (2 Punkte)
9. Schärfentiefe (Depth of field). (1 Punkt)
10. Motion Blur (verschiedene Positionen müssen interpoliert werden – z.B. Translation) (1 Punkt)
11. Halbschatten bei ausgedehnten Lichtquellen (1 Punkt)
12. Gerichtet diffuse Streuung (1 Punkt)
13. Bump Mapping (z.B. prozedural mittels Perlin Noise) (1 Punkt)
14. Texture Mapping (1 Punkt), mit Mip Mapping (+1 Punkt)

---

## AUFGABE 2 : Theoriefragen

1. Whitted ray tracing ermöglicht neben spekularer Reflektion auch spekulare Brechung nach Snell's Gesetz. Berechnen Sie den effektiven Brechungswinkel für Transmission durch 10 cm Wasser. (0.5 Punkte)
2. Radiometrie.
  - (a) Die Leuchtkraft der Sonne beträgt  $3.846 \times 10^{26}$  Watt für die Wellenlängen im sichtbaren Bereich. Wie groß ist die mittlere Strahlungsdichte der Sonne? Begründen Sie Ihre Antwort. (0.5 Punkte)
  - (b) Wie viel Lichtenergie fällt auf eine  $1 \text{ m}^2$  große Fläche in Berlin in 1 min. am 21. Juni um 12:00 Mittags? Fertigen hierzu zunächst eine Skizze an. (1 Punkt)
3. Beschreiben Sie, wie man Ray Tracing und Radiosity geeignet kombinieren kann. (1 Punkt)
4. Bidirectional path tracing wurde von Veach, Guibas und Lafortune Willems eingeführt. Diskutieren Sie Vor- und Nachteile des Verfahrens. (1 Punkte)