



## Bildgenerierung

Wintersemester 2022 / 2023

### Übungsblatt 11

#### Aufgabe 34 (*Raytracing nach Whitted*)

Implementieren Sie rekursives Raytracing nach Algorithmus 10.5 und 10.6 des Skripts und verwenden Sie für das Auffinden der vom Strahl getroffenen Objekte den „naiven Ansatz“ von Seite 10-10.

Im Verzeichnis `/home/bildgen/Aufgaben/raytracing-1` finden Sie ein Archiv mit einem Rahmenprogramm, in dem Sie die Implementierung vornehmen können. Sie müssen nur Änderungen an der Datei `raytracer.cc` vornehmen. Compiliert wird das Rahmenprogramm durch Eingabe von `make`.

Folgende Methoden, Objekte und Strukturen werden für die Implementierung benötigt:

- Die Klasse `Vector3d` stellt einen Vektor mit drei `double`-Komponenten dar und besitzt unter anderem die Methoden
  - `cross(const Vector3d&)` zur Berechnung des Kreuzproduktes mit einem weiteren Vektor,
  - `dot(const Vector3d&)` zur Berechnung des Innenproduktes mit einem weiteren Vektor,
  - `norm()` liefert die euklidische Norm des Vektors und
  - `cwiseProduct(const Vector3d&)` kann zur komponentenweisen Multiplikation mit einem weiteren Vektor verwendet werden.

Außerdem sind die Operatoren `+`, `-`, `+=` sowie `-=` zur Addition und Subtraktion von Vektoren, die Operatoren `*` und `*=` zur Multiplikation mit Skalaren und die Operatoren `/` und `/=` zur Division von Vektoren durch Skalare überladen.

- Die Klasse `Image` enthält das erzeugte Bild und stellt die Methoden
  - `getWidth()` und `getHeight()`
  - sowie `setPixel(int x, int y, const Vector3d &rgb)`

bereit. Verwenden Sie die Methode `Raytracer::clampCol(Vector3d&)` vor dem Aufruf von `setPixel`, damit die Farbwerte auf das Intervall `[0; 1]` beschränkt werden.

- Die Klasse `Scene` enthält sämtliche die Szene betreffenden Informationen. Sie benötigen folgende Methoden und Members:
  - `getCamera()` liefert ein Objekt der Klasse `Camera`, die weiter unten erläutert wird.
  - `objects` ist ein Vektor, der Pointer auf alle in der Szene vorhanden Objekte vorhält.
  - `getBackground()` liefert die Hintergrundfarbe der Szene.
  - `lights` ist ein Vektor, der Pointer auf alle in der Szene vorhanden Lichtquellen vorhält.

- Sie benötigen folgende Methoden der Klasse `Camera`:
  - `getPosition()` liefert die Position der Kamera als `Vector3d`.
  - `getDirection()` liefert die Blickrichtung der Kamera als `Vector3d`.
  - `getUp()` liefert den Up-Vektor der Kamera als `Vector3d`.
  - `getHorAngle()` liefert den horizontalen Blickwinkel der Kamera als `double`.
- Die verschiedenen Objekt-Typen sind von der Klasse `Object` abgeleitet und Sie benötigen:
  - `isHitBy(const Ray&)` gibt eine Instanz der Struktur `HitInfo` zurück.
- Alle Lichtquellen sind Instanzen der Klasse `Light` und Sie benötigen:
  - `visibleFrom(const Scene&, const Vector3d&)` bestimmt, ob die Lichtquelle vom übergebenen Punkt aus sichtbar ist und gibt die Information in einer Instanz der Struktur `VisibleInfo` zurück.
- Die Struktur `Ray` stellt einen Strahl mit Ausgangspunkt und Richtung dar. Alle Informationen dazu finden Sie in der Datei `ray.h`.
- Die Struktur `HitInfo` bündelt die Schnittpunkt-Informationen eines Strahls mit einem Objekt. Alle Informationen dazu finden Sie in der Datei `hitinfo.h`.
- Die Struktur `VisibleInfo` bündelt die Informationen, ob eine Lichtquelle von einem Punkt aus sichtbar ist. Alle Informationen dazu finden Sie in der Datei `visibleinfo.h`.

### Aufgabe 35 (*Raytracing nach Whitted - Teil 2*)

---

Erweitern Sie die Implementierung zum rekursiven Raytracing aus Aufgabe 34 um Lichtbrechung und die Darstellung von Tetraedern.

Im Verzeichnis `/home/bildgen/Aufgaben/raytracing-2` finden Sie ein Rahmenprogramm, in dem Sie die Implementierung vornehmen können. Sie müssen nur Änderungen an den markierten Stellen in den Dateien `raytracer.cc`, `triangle.cc` und `tetraeder.cc` vornehmen. Orientieren Sie sich für die Implementierung der Klassen `Tetraeder` und `Triangle` an den Klassen `Box` und `Parallelogram`. In der Datei `README` wird beschrieben, wie Sie das Rahmenprogramm compilieren können.

Zusätzlich zu den erläuterten Methoden, Objekten und Strukturen aus Aufgabe 34 benötigen Sie die Methoden

- `Object::getRefraction()`, die den Brechungsindex für das Medium des Objekts als `double` liefert, und
- `Object::getPigment()`, die einen `Vector3d` zurückgibt und die Durchlässigkeit des Objekts für die drei Farbkomponenten darstellt.

**Abgabe:** Do., 26.01.2023, 16:15 Uhr

Senden Sie Ihre Lösungen der Theorie-Aufgaben und Ihre Programme per E-Mail an [bildgen@studs.math.uni-wuppertal.de](mailto:bildgen@studs.math.uni-wuppertal.de).