



CG1 WS14/15 - Übungsblatt 2

Technische Universität Berlin - Computer Graphics
Ausgabe 07. November 2014, **Abgabe** 28. November 2014
Prof. Dr. Marc Alexa, Katrin Lang, Xi Wang.

AUFGABE 1 : Perspektivische Transformationen / Kanonisches Sichtvolumen

Nate Robins' OpenGL Projektions-Tutorial, welches von der Kurs-Webseite verfügbar ist, ist im Rahmen dieser Übung um eine Visualisierung des kanonischen Sichtvolumens (clip-space view) zu erweitern (im zip-Archiv ist hierzu eine Binärdatei als Beispiel enthalten). Die Aufgaben im Einzelnen sind:

1. Das bestehende Tutorial ist um ein zusätzliches GLUT Sub-Fenster zu erweitern, siehe Datei `Context.cpp` und, als Vorlage, die Binärdatei (`cg1_ex2.exe`, `cg1_ex2`, `cg1_ex2_mac`). **Achtung:** Es wird dabei von euch nicht nur verlangt, die Klasse `Window` zu benutzen, ihr müsst in der Präsentation auch zeigen, dass ihr die Funktionsweise verstanden habt. (1 Punkt)
2. Analog zu den world-space und screen-space Views ist eine clip-space View zu implementieren, in der das kanonische Sichtvolumen und das projektiv-transformierte Modell dargestellt werden. Achtet darauf, dass sich das Subfenster bei Änderung der Hauptfenstergröße korrekt verhält! Das Modell soll mittels Menü ein- und ausgeblendet werden können! Hierzu müssen die Callback-Funktionen `Clip::display`, `Clip::reshape` und `Clip::menu` (`Projection.hpp/Projection.cpp`) erstellt und registriert werden. (2 Punkte)

Hinweise:

- Die projektive Transformation in OpenGL invertiert die z-Achse.
 - Die aktuellen Projektions- und Modelview-Matrizen des screen-space Views sind in den `glm`-Matrizen `modelview` und `projection` gespeichert (siehe `Projection.cpp`).
 - Das kanonische Sichtvolumen ist in OpenGL ein Würfel mit den Extremwerten $(-1,-1,-1)$ und $(1,1,1)$.
3. Die clip-space View soll durch Ziehen der Maus um die Oben-Achse rotieren. (1 Punkt)
 4. Per Rechtsklick-Menü sollen sechs zusätzliche OpenGL Clip-Planes ein- und ausgeschaltet werden können. Diese sollen ein Clipping des kanonischen Sichtvolumens simulieren. (1 Punkt).
 5. **Hinweis:** Die Beleuchtung des Modells in der clip-space View wird durch die projektive Transformation nicht korrekt dargestellt, da die Normalenvektoren ebenfalls projektiv transformiert werden. Um dies zumindest teilweise zu beheben soll `glEnable(GL_NORMALIZE)` verwendet werden.

Zusatzpunkt (freiwillig):

6. Wie müsste eine korrekte Lösung des im Hinweis genannten Problems aussehen? (1 Punkt)

AUFGABE 2 : Theoriefragen

1. Stereo-Rendering

Zahlreiche neue Kinofilme erscheinen im Moment in 3D. Dies erfordert die Aufnahme beziehungsweise das Rendern des Films mit einer Stereokamera, bei welcher zwei Bilder von leicht unterschiedlichen Blickpunkten erzeugt werden. Eine schematische Darstellung einer Stereokamera finden Sie in Abbildung 1, und alle Lösungen in dieser Aufgabe sollte mit Hilfe von in der Abbildung spezifizierten Größen gegeben werden.

- (a) Geben Sie den Vektor \vec{d} an, welcher normal zu \vec{t} und $c - e$ ist, so dass die drei Vektoren ein rechtwinkliges Koordinatensystem formen. (0.5 Punkte)
- (b) Geben Sie eine Formel für den linken und rechten Augenpunkt l und r mit Hilfe von \vec{d} , \vec{t} und $c - e$ an. (0.5 Punkte)
- (c) Geben Sie die beiden lokalen Koordinatensysteme für die linke und rechte Kamera an. (2 Punkte)
- (d) Geben Sie die homogene Transformationsmatrix an, welche einen Punkt vom linken in das rechte Koordinatensystem überführt. (2 Punkte)

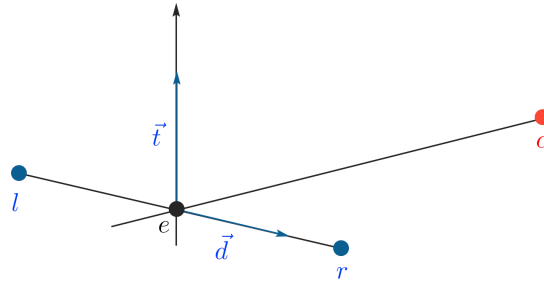


Abbildung 0.1: Schematische Darstellung einer Stereokamera. Der Punkt c ist das center-of-interest, l und r sind der linke und rechte Augenpunkt, Die Distanz zwischen l und r beträgt s , und t ist ein Vektor zur Beschreibung des „tilt“ der Kamera.

2. Schnittpunkt zweier Linien in homogenen Koordinaten für \mathbb{R}^2 .

Die implizite Repräsentation eines geometrischen Objektes stellt dieses als eine Bedingung dar, welche alle Punkte des geometrischen Objektes erfüllen müssen. Zum Beispiel, die implizite Repräsentation eines Einheitskreises ist $x^2 + y^2 - 1 = 0$

- (a) Leiten Sie von der impliziten Gleichung einer Geraden $ax + by + c = 0$ deren homogene Repräsentation ab. Wie kann man in homogenen Koordinaten effektiv bestimmen, ob ein Punkt auf einer gegebenen Gerade liegt? (1 Punkt)
- (b) Seien zwei beliebige Geraden in ihrer homogenen Repräsentation gegeben. Bestimmen Sie den Schnittpunkt der Geraden. Welche Bedingung muss der Schnittpunkt erfüllen? Das Ergebnis ist eine wohlbekannte mathematische Operation. (1 Punkt)

3. Transformation von Normalenvektoren.

- (a) Betrachten sie eine Ebene wie in Abbildung 2. Charakterisieren Sie den Normalenvektor \vec{n} mit Hilfe des beliebigen Vektors \vec{v} in der Ebene. (0.5 Punkte)
- (b) Mit dem Ergebnis der vorhergehenden Teilaufgabe leiten Sie die Matrix \mathbf{B} her, welche die Transformation des Normalenvektors \vec{n} beschreibt, wenn \vec{v} mit einer beliebigen affinen Transformationsmatrix \mathbf{A} transformiert wird. Betrachten Sie dazu zunächst eine unbekannte affine Transformation \mathbf{B} , welche das Verhalten der Normale beschreibt, und bestimmen Sie dann, in welcher Beziehung die Transformation \mathbf{B} zur Transformation \mathbf{A} steht. (3 Punkte)
- (c) Hält das Ergebnis von Teilaufgabe b.) für den Normalenvektor einer Ebene auch für beliebige, möglicherweise gekrümmte Objekte? (0.5 Punkte)

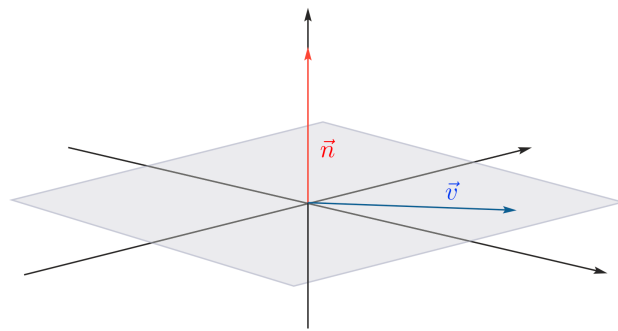


Abbildung 0.2: Ebene mit Normalenvektor \vec{n} . \vec{v} ist ein Vektor in der Ebene.