CG1 Übungsblatt 2

Abgabe: Donnerstag, 24. November 2011

AUFGABE 1: **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:

a) Das bestehende Tutorial ist um ein zusätzliches GLUT Sub-Fenster zu erweitern, siehe `glutCreateSubWindow()` in der Datei `projection.c` und, als Vorlage, die Binärdatei (cg1_ex2.exe, cg1_ex2, cg1_ex2_mac). (10 Punkt)

b) 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. Hierzu müssen die callback Funktionen `clip_display`, `clip_reshape` und `clip_menu` erstellt und registriert werden. (20 Punkte)

   Hinweise:

   a) Die projektive Transformation in OpenGL invertiert die z-Achse.

   b) Die aktuellen Projektions- und Modelview-Matrizen des screen-space Views sind in den Arrays `modelview` und `projection` gespeichert (siehe `projection.c`).

   c) Das kanonische Sichtvolumen ist in OpenGL ein Würfel mit den Extremwerten (-1,-1,-1) und (1,1,1).

c) Die clip-space View soll durch Ziehen der Maus um den Ursprung rotieren. (10 Punkt)

d) Per Knopfdruck (und/oder dem Rechtsklick-Menü) sollen sechs zusätzliche OpenGL clip Planes ein- und ausgeschaltet werden können. Diese sollen ein Clipping des kanonischen Sichtvolumens simulieren. (10 Punkt).

e) **Bonuspunkt:** 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. Wie könnte eine korrekte Lösung dieses Problems aussehen? (10 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. (2 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. (2 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. (4 Punkte)

Technische Universität Berlin
Computer Graphics

Prof. Dr. Marc Alexa, Prof. Dr. Bernd Bickel, Christian Lessig
Ronald Richter

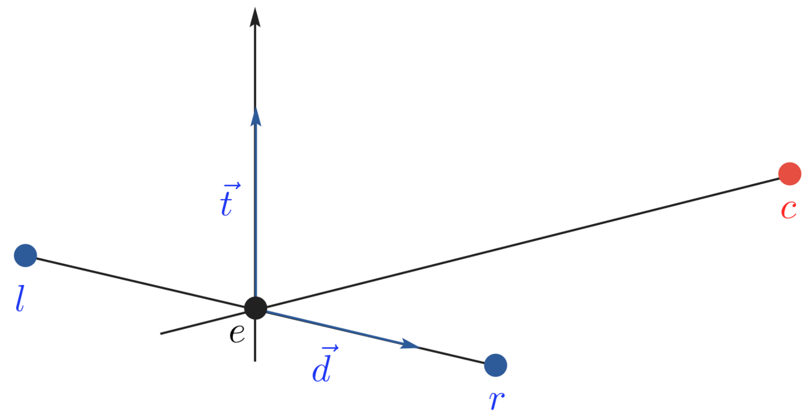

Abbildung 1. Schematische Darstellung einer Stereokamera. Der Punkt c ist das center-of-interest, l und r sind der linke und rechte Augenpunkt, Die Distanz zwischen l und r beträgt s, und t is ein Vektor zur Beschreibung des „tilt“ der Kamera.

2. Schnittpunkt zweier Linien in homogenenen 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 Geraden liegt? (5 Punkte)

   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. (10 Punkte)

3. Transformationsgesetz für einen Normalenvektor.
   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. (5 Punkte)
   b.) Mit dem Ergebnis der vorhergehenden Teilaufgabe, leiten Sie die Matrix $\mathbf{B}$ her welche die Transformation des Normalenvektor 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. (15 Punkte)
   c.) Warum ist das Transformationsgesetz für einen Normalenvektor anders als für einen „normalen“ Vektor? (2 Punkte)
   d.) Hält das Ergebnis von Teilaufgabe b.) für den Normalenvektor einer Ebene auch für beliebige, möglicherweise gekrümmte Objekte? (3 Punkte)

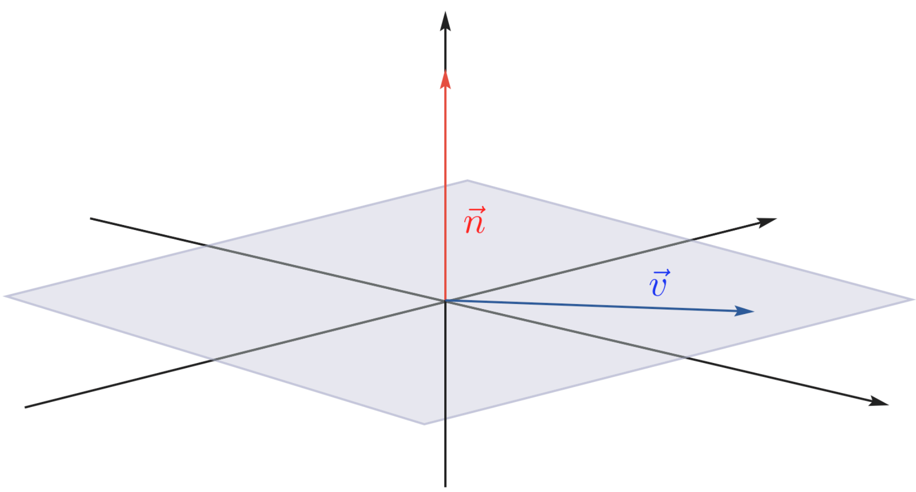

Abbildung 2.