

Abgabemodalitäten

Abgabetermin: 19.12.2017 9:50

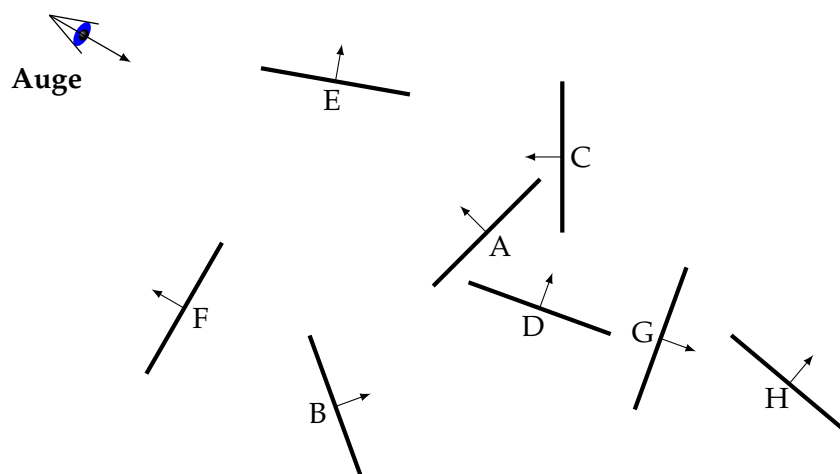
Es wird eine Lösung pro Gruppe abgegeben. Die Lösung kann auf Moodle hochgeladen werden oder sie kann handschriftlich in der Übung abgegeben werden. Bitte die **Gruppennummer** auf allen Blättern angeben.

Aufgabe 1 Räumliche Datenstrukturen (2 Punkte)

a) Im folgenden ist eine Szene dargestellt, in der die Liniensegmente Objekte darstellen, die den Raum jeweils in Halbräume unterteilen. Die Pfeile auf den Liniensegmenten stellen die Normalen dar. Sie unterteilen den Raum in Vorne (in Normalenrichtung) und Hinten. Erstellen Sie den BSP-Baum dieser Szene. Beachten sie dabei folgendes:

- Wählen Sie Liniensegment A als Wurzel des Baumes.
- Wählen Sie eine sinnvolle Reihenfolge für die weiteren Unterteilungen. Konkret soll folgendes erfüllt werden:
 - Außer der anfänglichen Unterteilung von B und C durch A, dürfen keine weiteren Unterteilungen von Liniensegmenten stattfinden.
 - Die Raumunterteilungen durch die Liniensegmente lassen jeweils zwei neue Halbräume entstehen. Die Größe der zwei Halbräume sollte bei jeder Unterteilung so ähnlich wie möglich sein und die Anzahl der verbleibenden Liniensegmente in den beiden entstehenden Halbräumen sollte ebenfalls so ähnlich wie möglich sein.

Bemerkung: Die Kriterien für eine sinnvolle Unterteilung die in dieser Aufgabe angegeben sind, entsprechen echten Kriterien die man bei der Erstellung eines BSP-Baums beachten sollte.



1 Punkt

- b) Traversieren Sie den BSP-Baum aus Aufgabenteil a) gemäß des eingezeichneten Augpunktes und geben Sie die resultierende Zeichenreihenfolge an.

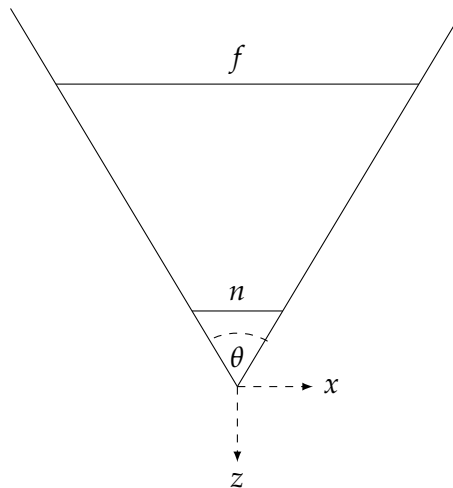
1 Punkt

Aufgabe 2 Projektionen (5 Punkte)

- a) Bei der Projektion wird das 3D View Frustum (Pyramidenstumpf) immer in das Kanonische Sichtvolumen (Würfel) transformiert. In dieser Aufgabe wollen wir diese transformation nachvollziehen. Wir betrachten hier den 2D-Fall, da dieser auf 3D übertragbar ist.

Wir betrachten also ein 2D View Frustum in der x, z -Ebene an. Der z -Wert der near-plane sei n , der z -Wert der far-plane sei f . Der Öffnungswinkel des Frustums sei θ .

Bemerkung: In dieser Aufgabe gehen wir von negativen Werten für f und n aus, also $0 > n > f$. Die Projektionsmatrix P_0 auf Folie 26 der Vorlesung 06-projection geht ebenfalls von dieser Annahme aus. Nach OpenGL Konvention ist f und n jedoch positiv, also $0 < n < f$. Die Matrizen P_0 und R auf den Folien 35 und 39 der Vorlesung 06-projection basieren auf der OpenGL Konvention. Um diese zu verwenden müssen diese also angepasst werden indem für jedes n und f in der Matrix jeweils $-n$ und $-f$ eingesetzt wird.



- Berechnen Sie die 4 Eckpunkte des Vierecks, welches den sichtbaren Bereich darstellt.
- Führen Sie anschließend die perspektivische Transformation dieser 4 Punkte durch. Das bedeutet Sie müssen die 4 Eckpunkte mit der perspektivischen Transformationsmatrix R multiplizieren (Vorlesung 06-projection, Folie 35 und 39).
- Vollziehen Sie schließlich die Transformation des Sichtbarkeitsbereiches in den Einheitswürfel (auch "Kanonisches Sichtvolumen" genannt). Das bedeutet, Sie müssen die 4 perspektivisch transformierten Eckpunkte des "sichtbaren" Rechtecks mit der Projektionsmatrix P_0 multiplizieren (Vorlesung 06-projection, Folie 26 und 39).

Hinweis: Unser Beispiel befindet sich in 2D. Das heißt, Sie müssen auch die 4D Punkt-Koordinaten und die 4x4 Transformationsmatrizen um eine Dimension reduzieren (die y -Koordinate wird weggelassen).

2 Punkte

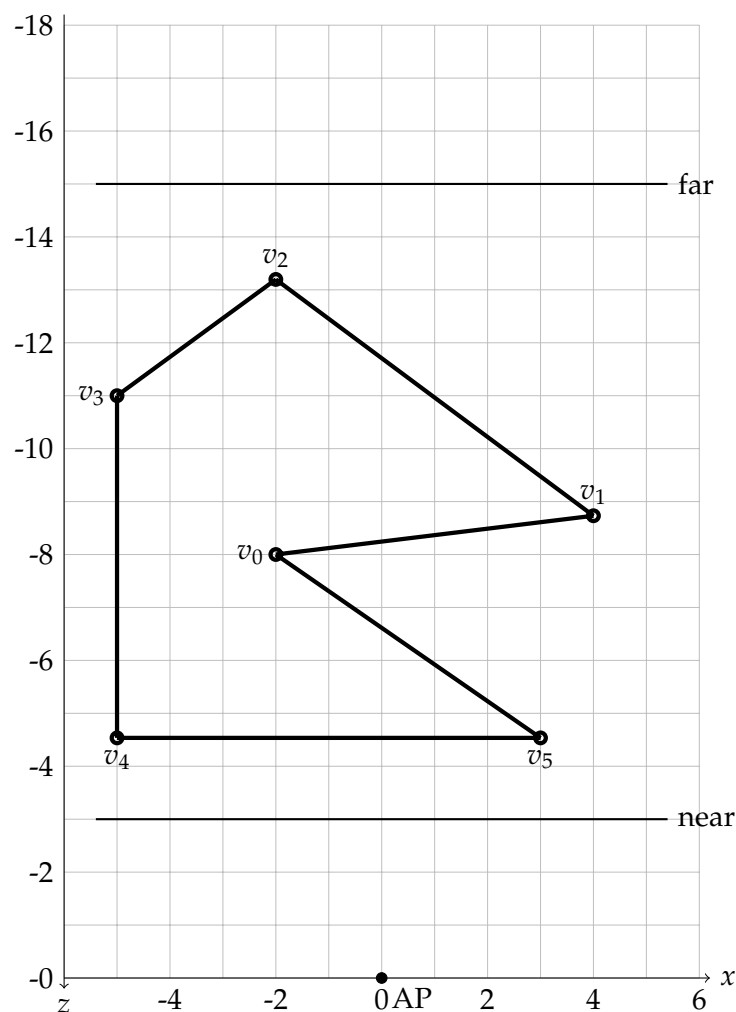
b) Gegeben seien die Eckpunktkoordinaten eines Objektes:

$$\mathbf{v}_0 = \begin{pmatrix} -2 \\ -8 \end{pmatrix} \quad \mathbf{v}_1 = \begin{pmatrix} 4 \\ -8.73 \end{pmatrix} \quad \mathbf{v}_2 = \begin{pmatrix} -2 \\ -13.2 \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{v}_3 = \begin{pmatrix} -5 \\ -11 \end{pmatrix} \quad \mathbf{v}_4 = \begin{pmatrix} -5 \\ -4.54 \end{pmatrix} \quad \mathbf{v}_5 = \begin{pmatrix} 3 \\ -4.54 \end{pmatrix}$$

Der Augpunkt liegt im Ursprung und die Blickrichtung ist entlang der negativen z-Achse. Die near-plane liegt bei $z = -3$ und die far-plane bei $z = -15$. Fertigen Sie eine 2D-Skizze dieser Szene an (oder verwenden Sie die vorgegebene Skizze) und zeichnen Sie den Fluchtpunkt ein. Ermitteln Sie zeichnerisch das perspektivisch transformierte Polygon (siehe Vorlesung 06-projection, Folie 38).

1 Punkt



c) Gegeben sei ein Tiefenpuffer mit einer 3Bit-Auflösung (8 Tiefenwerte $\{0, \dots, 7\}$). Die Tiefenwerte werden gleichmäßig über das perspektivisch transformierte Sichtvolumen verteilt. Entnehmen Sie aus der Zeichnung von Aufgabenteil b) die Tiefenwerte der Eckpunkte des transformierten Objektes. Fertigen Sie eine neue Skizze mit dem transformierten Objekt an und zeichnen Sie die Grenzen der einzelnen Tiefenwerte im Sichtvolumen ein.

1 Punkt

- d) Bei der perspektivischen Transformation von Aufgabenteil c) werden Punkte mit einem z -Wert $\in [n, f]$ auf Punkte mit einem z' -Wert $\in [n, f]$ abgebildet. Allerdings tendenziell näher zur far plane. Stellen Sie die Gleichung $z' = f(z)$ auf und lösen Sie anschließend die Gleichung nach z auf, also bestimmen Sie $z = g(z')$.

Jeder Tiefenwert $\{0, \dots, 7\}$ umfasst einen gewissen Teilraum. Bestimmen Sie den Teilraum $z \in [a, b]$, der *nach* der perspektivischen Transformation den Tiefenwert 1 zugewiesen bekommt. Bestimmen Sie ebenfalls den Teilraum, der *nach* der perspektivischen Transformation den Tiefenwert 6 zugewiesen bekommt.

Bemerkung: Um alle z -Werte $\in [n, f]$ eindeutig einem Tiefenwert $\{0, \dots, 7\}$ zuordnen zu können, müssten die Intervalle eigentlich teilweise halboffen $[a, b)$ oder $(a, b]$ sein. Hier müssen die Intervalle nur als abgeschlossene Intervalle $[a, b]$ angegeben werden.

Hinweis: Wie Aufgabenteil b) zu entnehmen ist: $n = -3$ und $f = -15$.

1 Punkt

Aufgabe 3 Clipping (3 Punkt)

Clippen Sie das Dreieck $A = (0, 0)^T, B = (6, 8)^T, C = (16, 5)^T$ am Fenster $Q_{\min} = (1, 1)^T$ und $Q_{\max} = (12, 6)^T$ mit SHA. Hierfür wird in jedem Clipping-Schritt CSA angewendet, wodurch neue Schnittpunkte mit dem Liang-Barsky-Algorithmus berechnet werden.

Halten Sie sich dabei an folgende Konventionen:

- Die 4 bit der CSA-Codierung sind in der Reihenfolge Oben | Unten | Rechts | Links angeordnet.
- Die Reihenfolge der Clipping-Schritte des SHA soll wie folgt durchgeführt werden: Rechts, Oben, Unten, Links.

3 Punkte

