



## Bildgenerierung

Wintersemester 2022 / 2023

### Übungsblatt 4

#### Aufgabe 10 (Perspektivische Projektion)

Programmieren Sie die perspektivische Projektion, die Überführung in normalisierte Koordinaten sowie die Umwandlung in Gerätekoordinaten. Ergänzen Sie hierzu im Rahmenprogramm `proj1.cc` im Verzeichnis `/home/bildgen/Aufgaben/projektion-1` die entsprechenden Teile der Funktionen

```
Matrix4x4 berechneTransformation(const Vec3D& cop, const Vec3D& vrp,  
                                const Vec3D& vup, int w, int h,  
                                double& un, double& vn)
```

und

```
void maleLinien(Drawing& pic, const vector<Kante>& kanten,  
               const Matrix4x4& t, double un, double vn)
```

Alle für die Berechnung benötigten Operationen sind bereits vorgegeben, Sie können also z. B. die Matrix-Multiplikation direkt mittels `*`-Operator verwenden. Unterstützt werden ausschließlich  $4 \times 4$ -Matrizen, geben Sie deshalb bei der Projektion und den nachfolgenden Transformationen für die  $n$ -Koordinate eine Nullzeile in der Matrix an.

Gehen Sie für die Berechnung der Transformation in `berechneTransformation()` in den folgenden Schritten vor und erzeugen Sie zunächst jeweils einzelne Matrizen mit dem gewünschten Effekt. `vpn`, `umin`, `umax`, `vmin` und `vmax` sind bereits vorgegeben.

1. Verschiebung des Aufpunktes der Projektionsebene (`vrp`) in den Ursprung.
2. Überführung in das  $(u, v, n)$ -Koordinatensystem.
  - a) Bestimmung des  $(u, v, n)$ -Koordinatensystems aus der Normalen der Projektionsebene, `vpn`, und der Aufwärtsrichtung, `vup`.
  - b) Rotation  $z \mapsto n$ ,  $x \mapsto u$ ,  $y \mapsto v$ .
3. Verschieben der transformierten Augenposition (`cop` überführt in das  $(u, v, n)$ -Koordinatensystem) in den Koordinatenursprung.
4. Standard perspektivische Projektion auf die  $(u, v)$ -Ebene.
5. Normalisierung der Koordinaten.

- a) Translation der unteren linken Ecke des Projektionsfensters in den Ursprung.
- b) Skalierung des Projektionsfensters, so dass es in das Einheitsquadrat passt.
- c) Speichern der Ausdehnung des Bildes im Einheitsquadrat,  $u_n$  und  $v_n$  (der entsprechende Code-Abschnitt ist vorgegeben).

Berechnen Sie nun die Gesamttransformation durch Matrix-Multiplikation in der richtigen Reihenfolge. Die Skalierung auf Gerätekoordinaten ist nicht Teil der Matrix, sie wird im Folgenden separat durchgeführt. Praktischer Grund hierfür ist das einfache 3D-Clipping in normalisierten Koordinaten.

Zum Zeichnen des Bildes ist dann noch Folgendes in `maleLinien()` zu tun:

1. Anwenden der Transformationsmatrix auf Anfangs- und Endpunkt der einzelnen Linien (der entsprechende Code-Abschnitt ist vorgegeben).
2. Umwandlung der homogenen Koordinaten in 2D-Koordinaten.
3. Skalierung auf Fenstergröße (Gerätekoordinaten) unter Verwendung von  $u_n$  und  $v_n$ .

Testen Sie Ihre Transformation mit den \*.in-Dateien, z. B. „proj1 < Colosseum.in“.

### Aufgabe 11 (*Strecken-Clipping nach Cohen und Sutherland*)

Sei das Kappungsfenster gegeben durch das achsenparallele Rechteck  $[2; 8] \times [1; 5]$  sowie Linien mit Anfangspunkt  $P_1$  und Endpunkt  $P_2$ .

a)  $P_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} 10 \\ 4 \end{pmatrix}$     b)  $P_1 = \begin{pmatrix} 3 \\ 3 \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} 6 \\ 0 \end{pmatrix}$

c)  $P_1 = \begin{pmatrix} 7 \\ 0 \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} 10 \\ 2 \end{pmatrix}$     d)  $P_1 = \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix}, P_2 = \begin{pmatrix} 11 \\ 4 \end{pmatrix}$

Bestimmen Sie mit dem Cohen-Sutherland-Verfahren jeweils Anfangs- und Endpunkt der gekappten Linie von Hand.

### Aufgabe 12 (*Strecken-Clipping nach Cyrus, Beck, Liang und Barsky*)

Gegeben seien das gleiche achsenparallele Rechteck und die gleichen Punkte wie in Aufgabe 11. Bestimmen Sie mit dem Cyrus-Beck-Liang-Barsky-Verfahren jeweils Anfangs- und Endpunkt der gekappten Linie. Sie können die Lösung wahlweise von Hand berechnen oder ein kleines Hilfsprogramm schreiben.

**Abgabe:** Do., 18.11.2022, 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).