

# Übungsblatt 4

(29. November 2010)

**Aufgabe 1** Schreiben Sie in C++ eine Klasse für Vektoren im dreidimensionalen Raum. Die Koordinaten sollen dabei vom Typ `float` sein. Schreiben Sie sinnvolle Konstruktoren. Schreiben Sie Methoden zum Rechnen mit Vektoren, als da wären: Addition, Kreuzprodukt, Punktprodukt, Multiplikation mit Skalar. Schreiben Sie weitere Methoden zur Berechnung der Länge eines Vektors, zur Berechnung eines Winkels zwischen zwei Vektoren und eine Methode, die den Vektor auf die Länge 1 normiert.

Arbeiten Sie dabei nicht mit der aus Java gewohnten Referenzsemantik sondern mit der aus C bekannten Value-Semantik.

**Aufgabe 2** Schreiben Sie in C++ eine Klasse zur Darstellung von 4x4 Matrizen. Sehen Sie auch hier passende Konstruktoren vor. Schreiben Sie auch für Matrizen die gängigen Operationen wie die Multiplikation.

Schreiben Sie insbesondere eine Methode, die eine 4x4 Matrix mit einem 3-dimensionalen Vektor multipliziert. Die fehlende vierte Komponente des Vektors soll dabei mit dem Wert 1 belegt sein.

Da das Ergebnis der Multiplikation wieder ein Vektor  $(x,y,z,w)$  mit 4 Komponenten ist, müssen die Komponenten  $x$ ,  $y$ ,  $z$  noch jeweils durch  $w$  dividiert werden. Das Ergebnis ist also  $(x/w, y/w, z/w)$ . Für die zunächst vorgesehenen Matrizen wird bei entsprechender Multiplikation mit einem Vektor die  $w$ -Komponente stets 1 sein, sodass die sogenannte perspektivische Division erstmal nichts bewirkt.

**Aufgabe 3** Schreiben Sie Matrizen, die gängige Transformationen auf Vektoren durchführen, wie das Drehen um eine der drei Achsen, oder das Verschieben entlang einer Achse, sowie das Verschieben vom Ursprung weg.

Dabei sind gängige Transformationsmatrizen:

- **Identität:**

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- **Skalierung:**

$$\begin{pmatrix} sx & 0 & 0 & 0 \\ 0 & sy & 0 & 0 \\ 0 & 0 & sz & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- **Translation:**

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & tx \\ 0 & 1 & 0 & ty \\ 0 & 0 & 1 & tz \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- **Rotation um X-Achse:**

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(a) & -\sin(a) & 0 \\ 0 & \sin(a) & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- **Rotation um Y-Achse:**

$$\begin{pmatrix} \cos(a) & 0 & \sin(a) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(a) & 0 & \cos(a) & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- **Rotation um Z-Achse:**

$$\begin{pmatrix} \cos(a) & -\sin(a) & 0 & 0 \\ \sin(a) & \cos(a) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$