Lehrstuhl für Steuerungs- und Regelungstechnik / Lehrstuhl für Informationstechnische Regelung Technische Universität München	**Einführung in die Roboterregelung (ERR)** 1. Übung

Aufgabe 1:

1.1 Vorgelegt sei die <u>homogene Transformation</u>sbeziehung

$$^aT_b = \mathsf{Trans}(r_x,\ r_y,\ r_z) \cdot \mathsf{Rot}(y,\ \Theta_y) \cdot \mathsf{Rot}(z,\ \Theta_z)$$

Bestimmen Sie allgemein die Matrix ^aT_b.

1.2 Nehmen Sie nun folgende Werte an:

$$\underline{r} = [\,4,\ -3,\ 7\,]^T,\ \underline{\Theta} = [\,0,\ 90^0,\ 90^0\,]^T$$

Wie lautet ^aT_b bzw. ^aR_b ?

1.3 Skizzieren Sie, wie sich die Lage von S_b aus S_a entwickelt, wenn Sie die rechte Seite der Transformationsbeziehung schrittweise von links nach rechts und von rechts nach links ausführen.

1.4 Gegeben seien ferner die Objektpunkte

$$_b\underline{p}_1 = [\,0,\ 0,\ 0\,]^T, \quad _b\underline{p}_2 = [\,1,\ 2,\ 3\,]^T.$$

Berechnen Sie die Werte für $_a\underline{p}_1$ und $_a\underline{p}_2$.

1.5 Zeigen Sie, daß gilt:

$$_a\underline{p}_2 = {}_a\underline{r} + R(y\ ,\ \Theta_y) \cdot R(z\ ,\ \Theta_z) \cdot {}_b\underline{p}_2$$

Aufgabe 2:

2.1 Zeigen Sie, daß die <u>inverse Transformation</u> zu ^aT_b allgemein lautet:

$$(^aT_b)^{-1} = \begin{bmatrix} ^aR_b & _a\underline{r} \\ \underline{0}^T & 1 \end{bmatrix}^{-1}$$

$$(^aT_b)^{-1} = \left[\begin{array}{ccc|c} n_x & s_x & a_x & r_x \\ n_y & s_y & a_y & r_y \\ n_z & s_z & a_z & r_z \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right]^{-1} = \left[\begin{array}{ccc|c} & & & -\underline{n}^T \cdot {}_a\underline{r} \\ & ^aR_b^T & & -\underline{s}^T \cdot {}_a\underline{r} \\ & & & -\underline{a}^T \cdot {}_a\underline{r} \\ \hline 0 & 0 & 0 & 1 \end{array}\right]$$

2.2 Berechnen Sie die Inverse zu ^aT_b aus 1.2 und interpretieren Sie das Ergebnis.

2.3 Berechnen Sie für $_a\underline{p}_1$ und $_a\underline{p}_2$ aus 1.4 die Werte von $_b\underline{p}_1$ und $_b\underline{p}_2$.

Aufgabe 3:

Ein mobiler Roboter bewegt sich auf einer ebenen Fläche von einem Standort i zum nächsten $i+1$. Er kann sich um die Hochachse (z-Achse) drehen und in x-Richtung fahren. Durch welche Fahroperationen gelangt das Fahrzeug von S_i nach S_{i+1}?

3.1 Wie lautet allgemein die homogene Transformationsmatrix ${}^{i}T_{i+1}$?

Reduzieren Sie dann die Transformationsmatrix auf die in diesem Fall ausreichende Dimension.

3.2 Stellen Sie in einem Transformationsgraphen die Übergänge von $i = 0,\ 1,\ 2,\ \ldots\ ,\ n$ dar und geben Sie ${}^{0}T_n$ formelmäßig als Verknüpfung der Teiltransformationen an.

3.3 Gegeben seien die Transformationen ${}^{0}T_3$ und ${}^{0}T_2$. Wie lautet die relative Transformation ${}^{2}T_3$ und was bedeutet sie?

3.4 Geben Sie für ${}^{2}T_3 = \left[\begin{array}{cc|c} c_{xx} & c_{xy} & r_x \\ c_{yx} & c_{yy} & r_y \\ \hline 0 & 0 & 1 \end{array}\right]$ die Fahrkommandos Θ_2, r_2 an.