EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

MATH. - NATURWISS. FAKULTÄT
FACHBEREICH INFORMATIK
KOGNITIVE SYSTEME · PROF. A. ZELL

Grundlagen der Robotik

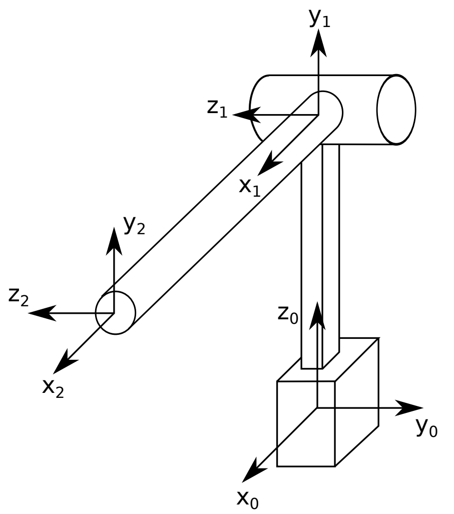
Wintersemester 2015/2016
Übungsblatt 11

Betreuer: Sebastian Buck und Julian Jordan
Abgabe: 25.01.2016, Besprechung: 01.02.2016

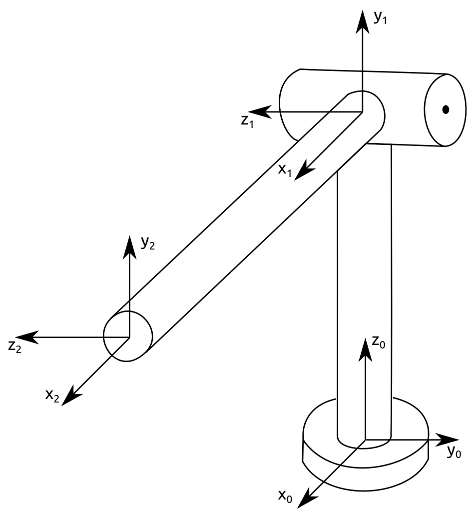
Aufgabe 1 (10 Punkte)

Gegeben sind nun wieder die beiden Manipulatoren vom Typ 2 und Typ 4 aus Aufgabenblatt 10.

Berechnen Sie jeweils die Linearbeschleunigung des Endeffektor-Frames bezüglich des Referenzkoordinatensystems mit Hilfe der aus der Vorlesung bekannten rekursiven Formeln. Führen Sie die Berechnung jeweils in Abhängigkeit von den Link-Parametern und den Winkel- und Linearbeschleunigungen bzw. den Winkel- und Lineargeschwindigkeiten der Gelenke durch. (5+5 Punkte)



(Typ 4)

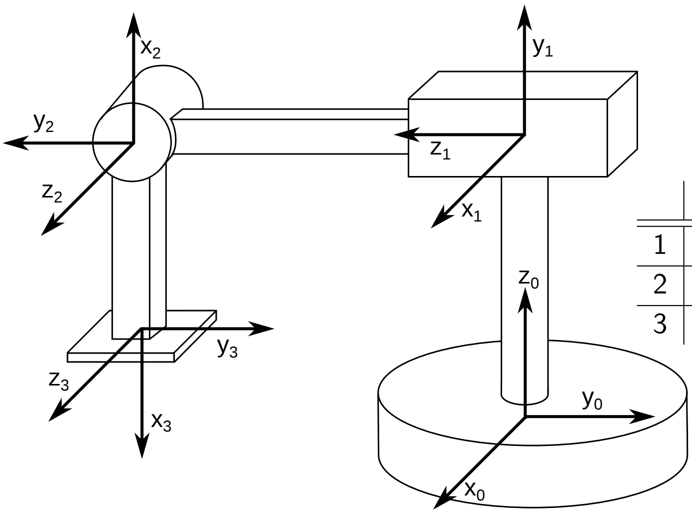


(Typ 2)

$$^{R}T_{H} = \begin{pmatrix} C_2 & -S_2 & 0 & l_2C_2 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ S_2 & C_2 & 0 & l_2S_2 + d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad {}^{R}T_{H} = \begin{pmatrix} C_1C_2 & -C_1S_2 & S_1 & l_2C_1C_2 \\ S_1C_2 & -S_1S_2 & -C_1 & l_2S_1C_2 \\ S_2 & C_2 & 0 & l_2S_2 + d_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 2 (10 Punkte)

Gegeben sei folgender Manipulator inklusive Parametertabelle.



	var	θ	d	α	l
1	θ_1	θ_1	d_1	$90°$	0
2	d_2	$90°$	d_2	$90°$	0
3	θ_3	θ_3	0	0	l_3

Die Geschwindigkeiten des Endeffektorframes können durch analytisches Ableiten der ${}^{R}\boldsymbol{T}_H$-Matrix nach der Zeit t berechnet werden. Dabei ist zu beachten, dass alle Gelenkvariablen selbst von der Zeit abhängen.

(a) Berechnen Sie ${}^{R}\boldsymbol{Rot}_H$ und ${}^{R}\boldsymbol{p}_H$ aus der Parametertabelle. (4 Punkte)

(b) Berechnen Sie die Ableitung der Endeffektorposition des Manipulators durch Differentiation des Positionsvektors: (2 Punkte)

$$ {}^{R}\boldsymbol{v}_H = \frac{d}{dt}\left({}^{R}\boldsymbol{p}_H\right) $$

(c) Auch die Rotationsgeschwindigkeit kann auf diese Weise berechnet werden. Berechnen Sie zuerst die Ableitung der Endeffektororientierungsmatrix nach der Zeit: (2 Punkte)

$$ \frac{d}{dt}\left({}^{R}\boldsymbol{Rot}_H\right) $$

(d) Die Rotationsgeschwindigkeit ${}^{R}\omega_H = (\omega_x, \omega_y, \omega_z)^T$ ist über folgende Formel mit der Ableitung der Rotationsmatrix verknüpft:

$$ \frac{d}{dt}\left({}^{R}\boldsymbol{Rot}_H\right) = \begin{pmatrix} 0 & -\omega_z & \omega_y \\ \omega_z & 0 & -\omega_x \\ -\omega_y & \omega_x & 0 \end{pmatrix} \cdot {}^{R}\boldsymbol{Rot}_H $$

Berechnen Sie damit ${}^{R}\omega_H$. (2 Punkte)