



Grundlagen der Robotik

Wintersemester 2015/2016

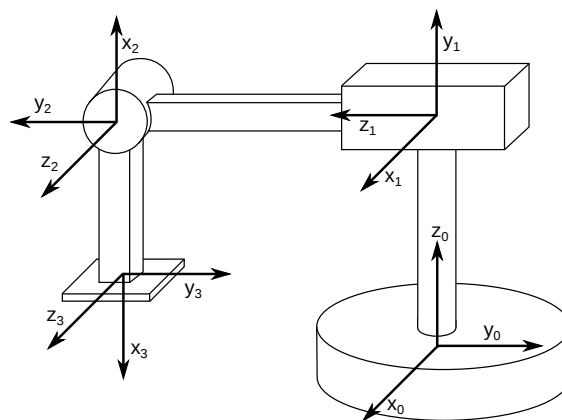
Übungsblatt 13

Betreuer: Sebastian Buck und Julian Jordan

Besprechung: 08.02.2016

Aufgabe 1 (8 Punkte)

Wir bestimmen die Jacobi-Matrix für folgenden Manipulator:



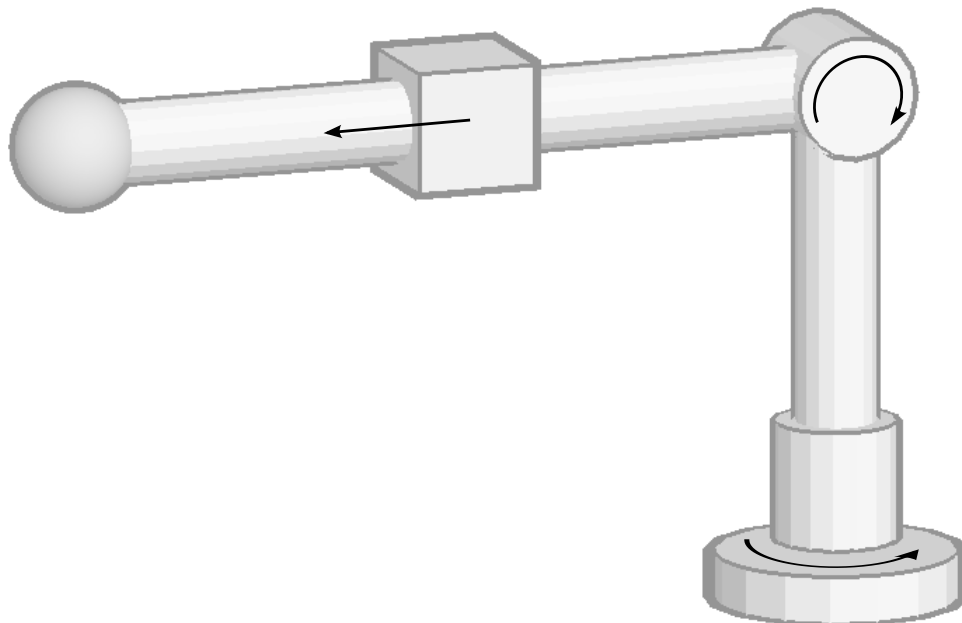
Die Geschwindigkeiten seines Endeffektors sind:

$${}^R\mathbf{v}_H = \begin{pmatrix} d_2 C_1 + l_3 C_1 S_3 \\ d_2 S_1 + l_3 S_1 S_3 \\ 0 \end{pmatrix} d\theta_1 + \begin{pmatrix} S_1 \\ -C_1 \\ 0 \end{pmatrix} dd_2 + \begin{pmatrix} l_3 S_1 C_3 \\ -l_3 C_1 C_3 \\ -l_3 S_3 \end{pmatrix} d\theta_3 \quad {}^R\boldsymbol{\omega}_H = \begin{pmatrix} C_1 d\theta_3 \\ S_1 d\theta_3 \\ d\theta_1 \end{pmatrix}$$

- Welche Dimension hat der Vektor \mathbf{D} und welche Bedeutung genau haben seine Einträge? (1 Punkt)
- Welche Dimension hat der Vektor \mathbf{D}_q für diesen Manipulator und welchen Größen entsprechen seine Einträge? (1 Punkt)
- Geben Sie die vollständige Jacobi-Matrix \mathbf{J} dieses Manipulators an. Hinweis: Sie ist relativ einfach aus den o.g. Gleichungen abzulesen. (2 Punkte)
- Betrachten Sie nur jenen Teil der Jacobi-Matrix, der den Translationsgeschwindigkeiten des Endeffektors entspricht: Mit Ausnahme mehrerer Singularitäten hat diese Matrix vollen Rang, ist also invertierbar. Finden Sie alle Singularitäten. (2 Punkte)
- Skizzieren Sie für jede der Singularitäten den Manipulator in der jeweiligen Konfiguration und erklären Sie in maximal je einem Satz, warum ein Freiheitsgrad verloren geht. (2 Punkte)

Aufgabe 2 (12 Punkte)

Gegeben ist der folgende Manipulator:



Bestimmen Sie die Kinematik und Dynamik mit Hilfe der DH-Konvention. Beachten Sie die eingezeichneten Translations- und Rotationsrichtungen. Vereinfachen Sie ihre Ergebnisse so weit wie möglich.

- (a) Weisen Sie den Gelenken Koordinatenframes nach der DH-Konvention und zeichnen Sie diese in die Skizze ein. Bestimmen Sie außerdem die Gelenkparametertabelle. (2 Punkte)
- (b) Bestimmen Sie die drei A-Matrizen A_1 , A_2 , A_3 und ${}^R T_H$. (2 Punkte)
- (c) Bestimmen Sie die Lineargeschwindigkeit ${}^R v_H$ des Endeffektors. (2 Punkte)
- (d) Bestimmen Sie die Winkelgeschwindigkeit ${}^R \omega_H$ des Endeffektors. (2 Punkte)
- (e) Bestimmen Sie die Linearbeschleunigung ${}^R a_H$ des Endeffektors. (2 Punkte)
- (f) Bestimmen Sie die Winkelbeschleunigung ${}^R \alpha_H$ des Endeffektors. (2 Punkte)