KIT-Fakultät für Informatik
Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR)
Hochperformante Humanoide Technologien (H^2T)

Robotik I im WS 2016/17

3. Übungsblatt

Termin: 10. November 2016

Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
Prof. Dr.-Ing. Rüdiger Dillmann
Dr.-Ing. Nikolaus Vahrenkamp
Dipl.-Inform. Manfred Kröhnert
Dipl.-Inform. Peter Kaiser
M.Sc. Fabian Paus
M.Sc. Jonas Beil
Adenauerring 2, Geb. 50.20
Web: http://h2t.anthropomatik.kit.edu

Aufgabe 1 (Differentielle Inverse Kinematik)

Für einen SCARA Roboter mit einem Translationsgelenk d_1 und zwei Rotationsgelenken θ_2 und θ_3 sei die Funktion zur Bestimmung der Vorwärtskinematik gegeben als

$$f(\boldsymbol{q}) = \begin{pmatrix} -500sin(\theta_2)cos(\theta_3) - 500cos(\theta_2)sin(\theta_3) - 500sin(\theta_2) \\ 500cos(\theta_2)cos(\theta_3) - 500sin(\theta_2)sin(\theta_3) + 100 + 500cos(\theta_2) \\ d_1 \end{pmatrix}.$$

Die Konfiguration des Roboters wird beschrieben durch $\boldsymbol{q} = (d_1, \theta_2, \theta_3)^T$.

Die Vorschrift zur Ermittlung des Gelenkwinkelfehlers für die differentielle inverse Kinematik hat folgende Form:

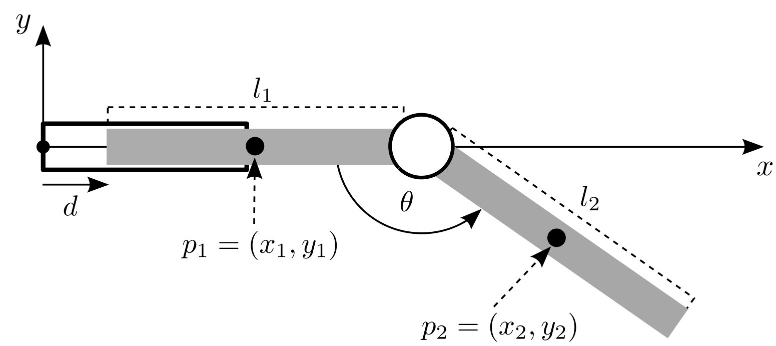
$$J^{-1}(\boldsymbol{q})\Delta\boldsymbol{x} = \Delta\boldsymbol{q}$$

1. Bestimmen Sie die inverse Jacobi-Matrix $J^{-1}(\boldsymbol{q})$ für den gegebenen SCARA Roboter. Die Orientierung des Endeffektors wird in dieser Aufgabe vernachlässigt.

2. In welchen Stellungen treten Singularitäten auf?

Aufgabe 2 (Dynamikmodellierung nach Lagrange)

Gegeben ist das abgebildete Robotersystem mit zwei Segmenten. Das erste Segment s_1 hat die Länge l_1 und die Masse m_1 und ist mit einem Translationsgelenk mit der Basis verbunden. Das zweite Segment s_2 hat die Länge l_2 und die Masse m_2 und ist mit s_1 mittels eines Rotationsgelenkes verbunden. Der Einfachheit halber wird angenommen, dass der Masseschwerpunkt $p_1 = (x_1, y_1)$ von s_1 sich in der Mitte von dem Segment befindet. Analog gilt dies Annahme für s_2 mit dem Masseschwerpunkt $p_2 = (x_2, y_2)$. Weiterhin gilt, dass es sich bei s_2 um ein dünnes Armsegment mit einem vernachlässigbaren Radius handelt. Die Konfiguration des Roboters ist beschrieben durch $\boldsymbol{q} = (d, \theta)^T$.



Mit l_1, l_2 und q können die Positionen von p_1 und p_2 wie folgt beschrieben werden:

$$\begin{aligned} x_1 &= \frac{1}{2} l_1 + d \\ y_1 &= 0 \\ x_2 &= l_1 + d + \frac{1}{2} l_2 cos(\theta) \\ y_2 &= \frac{1}{2} l_2 sin(\theta) \end{aligned}$$

Modellieren Sie die Dynamik des gegebenen Robotersystems nach der Methode nach Lagrange.

Gehen Sie dabei wie folgt vor und bestimmen Sie zunächst im Einzelnen:

1. die kinetische Energie für beide Gelenke,
2. die potentielle Energie für beide Gelenke,
3. die Lagrange-Funktion.

Führen Sie die Ergebnisse der einzelnen Rechenschritte in die Bewegungsgleichung zusammen.

Aufgabe 3 (Laplace-Transformation mittels Integral)

Berechnen sie die Laplace-Transformierte von $f(t) = sin(\omega t)$ für $t \geq 0$ ($f(t) = 0$ für $t < 0$) mittels Integral.