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

Robotik I im WS 2017/18

# 4. Übungsblatt

Termin: 27. November 2016

Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour
M.Sc. Fabian Paus
M.Sc. Jonas Beil
Dipl.-Inform. Peter Kaiser
B.Sc. Shingarey, Dmitriy
Adenauerring 2, Geb. 50.20
Web: http://h2t.anthropomatik.kit.edu

## Aufgabe 1 (Puma 560 aus der Robotics Toolbox verwenden)

In dieser Aufgabe sollen Sie sich mit der Robotics Toolbox vertraut machen, die wir in der letzten Übung vorgestellt haben. Falls Sie Matlab und die Robotics Toolbox noch nicht installiert haben, folgen Sie den Anweisungen aus dem vorhergehenden Übungsblatt. In der Robotics Toolbox sind einige Roboter bereits modelliert. Ihre Aufgabe wird es sein für den Roboterarm Puma 560 die Vorwärts- und inverse Kinematik zu berechnen sowie eine Trajektorie zwischen zwei Konfigurationen abzufahren.

Eine Dokumentation der einzelnen Funktionen in der Robotics Toolbox finden Sie unter folgendem Link:

`http://www.petercorke.com/RTB/r9/html/index.html`

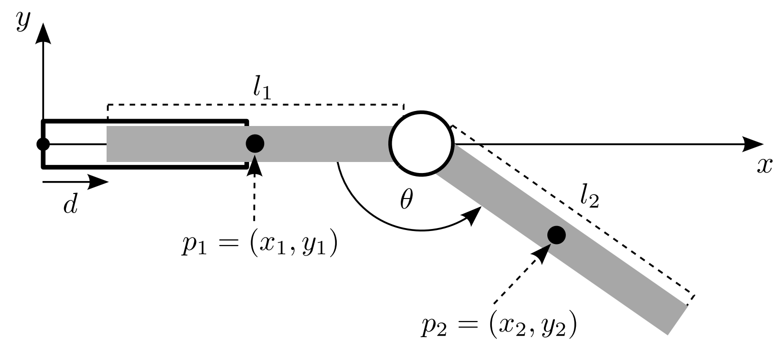
Teilaufgaben:

1. Laden Sie das Modell des Roboters (Befehl: `mdl_puma560`).
2. Lassen Sie sich die Informationen über den Roboter und insbesondere seine DH-Parameter anzeigen (Befehl: `p560`).
3. Verwenden Sie die Funktion `p560.plot(q)`, um sich den Roboter in einem bestimmten Zustand $\boldsymbol{q} \in \mathbb{R}^6$ anzuzeigen.
4. Machen Sie sich mit der Kinematik des Roboters vertraut, indem Sie die Funktion `p560.teach(q)` verwenden.
5. Berechnen Sie mithilfe der Vorwärtskinematik (Funktion: `p560.fkine(q)`) die Position des Endeffektors in der Konfiguration $\boldsymbol{q}_0 = (0, 0, 0, 0, 0, 0)$.
6. Berechnen Sie mithilfe der inversen Kinematik (Funktion: `p560.ikine(p)`) eine Konfiguration $\boldsymbol{q}_p$, die die Endeffektorpose $p$ erreicht. Die Pose $p$ setzt sich aus einer Translation von $\boldsymbol{t}_p = (0.7, 0.3, 0)^T$ und einer Rotation von $90\,\text{deg}$ um die $y$-Achse zusammen.

7. Bestimmen Sie eine Trajektorie zwischen der Konfiguration $\boldsymbol{q}_0$ und $\boldsymbol{q}_p$. Die Trajektorie soll in zwei Sekunden abgefahren werden. Hinweis: Verwenden Sie die Funktion `mtraj` zur Erzeugung der Trajektorie mit `lspb` als skalarer Trajektorienfunktion.

Aufgabe 2 (Roboter mit zwei Gelenken modellieren)

Gegeben ist das abgebildete Robotersystem bestehend aus zwei Segmenten und zwei Freiheitsgraden. Der Roboter besteht aus einem Linear- und einem Drehgelenk.




Um diesen Roboter in der Robotics Toolbox zu modellieren, gehen Sie wie folgt vor:

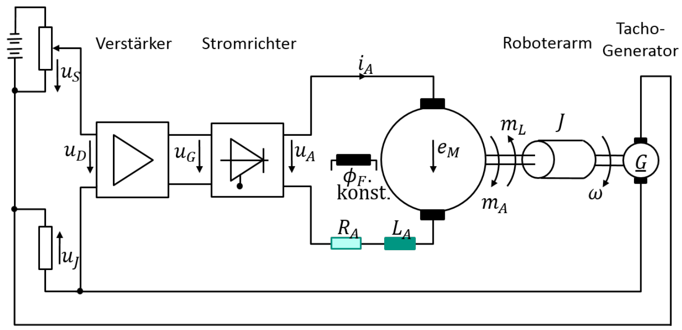
1. Bestimmen Sie die DH-Parameter für die beiden Gelenke des Roboters.
2. Erstellen Sie mithilfe der DH-Parameter einen `SerialLink`, der diesen Roboter als Verkettung eines `Prismatic`- und eines `Revolute`-Gelenks modelliert.
3. Testen Sie die Vorwärts- und inverse Kinematik sowie die Trajektoriengenerierung. Orientieren Sie sich dabei an dem Vorgehen in Aufgabe 1.

Hinweis: Diese Aufgabe ist offen gestellt und es wird nicht erwartet, dass Sie diese vollständig lösen. Die Dokumentation der `SerialLink`-Klasse finden Sie unter:

`http://www.petercorke.com/RTB/r9/html/SerialLink.html`

Aufgabe 3 (Kaskadierte Regler)

In dieser Aufgabe sollen Sie vorbereitende Schritte zum Entwurf einer kaskadierten Regelung für einen Roboterarm durchführen. Der Roboterarm wird von einem Elektromotor wie in der folgenden Abbildung angetrieben.




Nach: **Regelungstechnik; O. Föllinger**

Der kaskadierte Regler soll für eine gewünschte Winkelgeschwindigkeit $\omega(t)$ (Regelgröße) die notwendige Eingangsspannung $u_A(t)$ (Stellgröße) bestimmen. Zur Implementierung sollen zwei Regler gekoppelt werden:

1. Motor:
   Stellgröße $u_A(t)$ (Spannung), Regelgröße $i_A(t)$ (Strom)
2. Mechanik:
   Stellgröße $m_A(t)$ (Drehmoment), Regelgröße $\omega(t) = \dot{\theta}(t)$ (Winkelgeschwindigkeit)

Unter der Annahme, dass das vom Moter erzeugte Drehmoment $m_A(t)$ proportional zum Motorstrom $i_A(t)$ ist, können beide Regler kaskadiert werden.

Bearbeiten Sie folgende Teilaufgaben:

1. Zeichnen Sie ein Blockdiagram des kaskadierten Reglers.
2. Berechnen Sie die Laplace-Transformationen für folgende Gleichungen, welche den Zusammenhang von Regel- und Stellgröße in beiden Reglern beschreiben.

$$u_A(t) = R_A \cdot i_A(t) + L_A \cdot \frac{d}{dt} i_A(t) \tag{1}$$

$$m_A(t) = J \cdot \frac{d}{dt}\omega(t) + K_v \cdot \omega(t) \tag{2}$$

3. Stellen Sie die Übertragungsfunktionen für beide Regler auf.