

## Übungen zur Vorlesung "Einführung in die Robotik"

### Sommersemester 2011 Blatt 3

Ausgabe: 10.05.2011, Abgabe: 24.05.2011

**Aufgabe 3.1:** (4 Pkt.) Ein Zweizangengreifer soll einen Schraubverschluss lösen. Die Gewindehöhe des Schraubverschlusses ist  $h$ /Umdrehung.

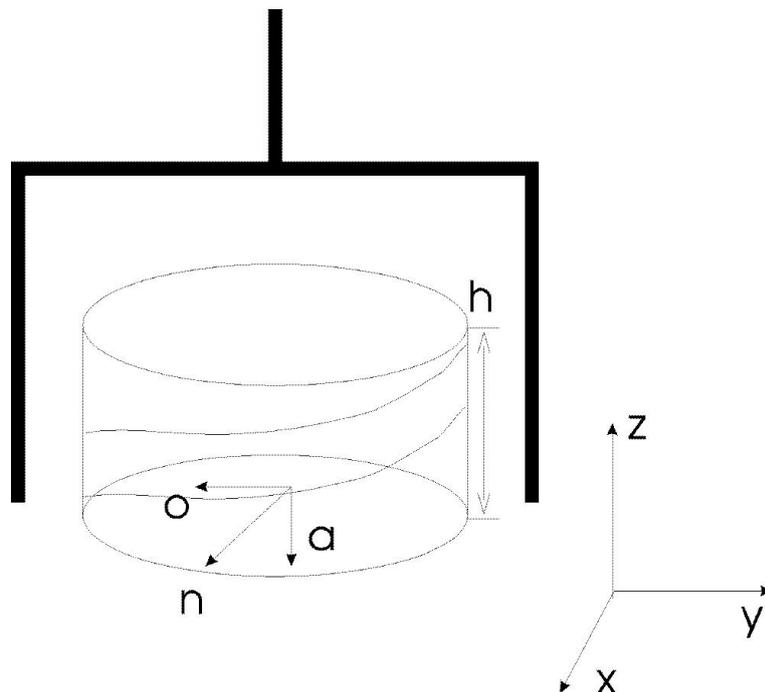


Abbildung 1: Schraubverschluss

Geben Sie eine geeignete zeitabhängige homogene Transformation

$$T(t) = \begin{bmatrix} n_1(t) & o_1(t) & a_1(t) & d_1(t) \\ n_2(t) & o_2(t) & a_2(t) & d_2(t) \\ n_3(t) & o_3(t) & a_3(t) & d_3(t) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

an, die die erforderliche Bewegung des Manipulators beschreibt. (Hinweis: Ignorieren Sie Beschleunigungs- und Bremsphasen und wählen Sie eine Bewegung, bei der die Drehachse mit der  $z$ -Achse zusammenfällt, und für die die Drehgeschwindigkeit  $\omega_z$  des Verschlusses um die  $z$ -Achse konstant ist).

**Aufgabe 3.2:** (2 Pkt.) Betrachten wir einen Manipulator mit drei Freiheitsgraden wie in Abbildung 2 und 3. Die Endposition des Manipulators ist mit

$$\mathbf{r} = [r_x, r_y, r_z]^T$$



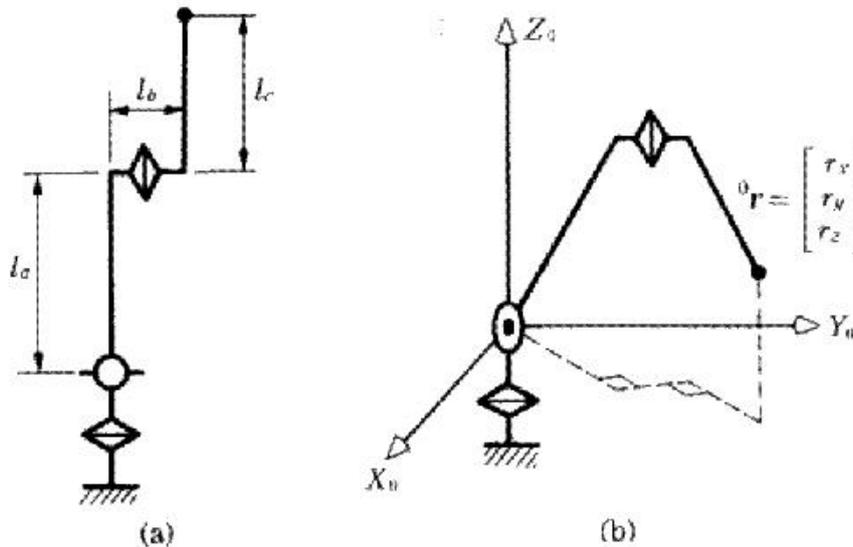


Abbildung 2: (a) Größe (b) Position des Endpunktes

gegeben. Dieser Positionsvektor ist bezüglich des Frames  $\Sigma_0$ .

**3.2.1** : Schreiben Sie die D-H-Parameter in einer Tabelle.

**Aufgabe 3.3:** (4 Pkt.) Das Bild 4 zeigt eine Roboter-Arbeitszelle. Ein Teil (hier ein Block) wird über ein Förderband transportiert. Er liegt dann im Sichtfeld einer Übersichtskamera. Das Sichtsystem prüft das Teil und informiert den Roboter-Controller, das Teil entweder in die *Pass*-Kiste oder in die *Reject*-Kiste zu legen.

Die Transformation vom Objekt-Frame zum Kamera-Frame ist durch eine Kalibrierung bekannt:

$$camera T_{part} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & -5 \\ 0 & 0 & -1 & 19 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Genau so sei die Transformation von der Roboterbasis zur Kamera bekannt:

$$camera T_{base} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 15 \\ -1 & 0 & 0 & 25 \\ 0 & 0 & -1 & 20 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

**3.3.1** : Berechnen Sie die Transformation  $base T_{part}$ .

**3.3.2** : Der Robotergreifer bewegt sich von oben nach unten und soll das Objekt auf der frontalen und hinteren Fläche greifen. Berechnen Sie dann  $base T_{tool}$ .

**3.3.3** : Wenn der Roboter ein PUMA 560 ist, berechnen Sie die zu dem korrekten Greifpunkt benötigten Gelenkwinkel  $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ .

**Aufgabe 3.4:** (2 Pkt.) Viele Roboterhersteller geben die Trajektoriengenauigkeit ihres Manipulators an, die eigentlich die *Wiederholungsgenauigkeit* einer aufgenommenen Reihe von Gelenkwinkeln ist. Aber für viele Anwendungen, wie z.B. in der letzten Aufgabe, ist die *Positionierungsgenauigkeit* des Manipulators wichtiger, wenn der Roboter, basierend auf der aus dem Sichtsystem gelieferten Information, zu einem Zielpunkt im kartesischen Arbeitsraum fahren muß. Von welcher Faktoren hängt die Positionierungsgenauigkeit ab? Was ist ihre Grenze?

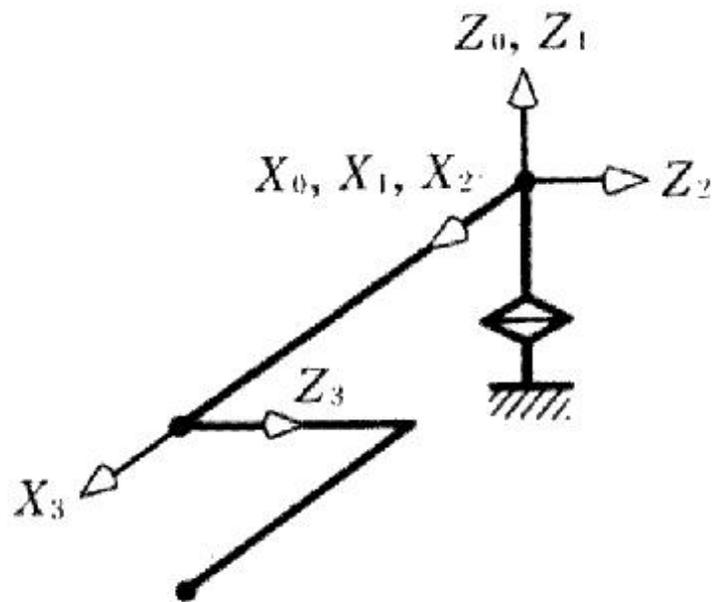


Abbildung 3: Frames der Gelenke

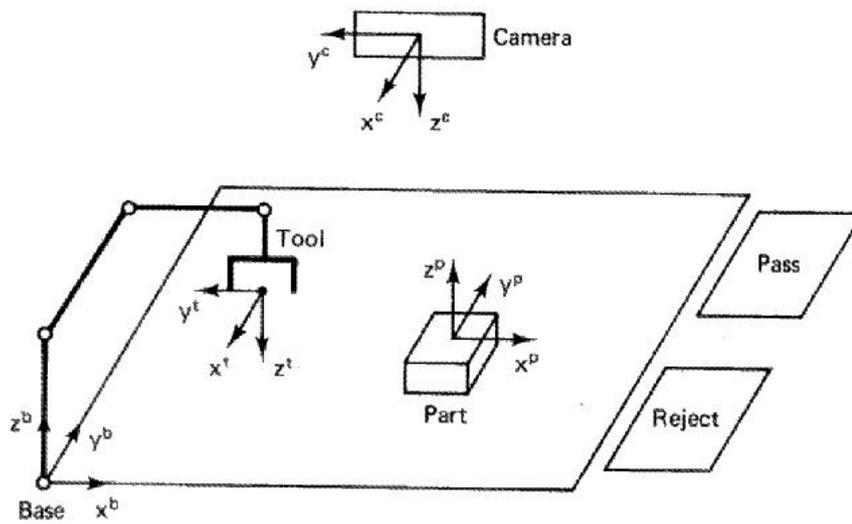


Abbildung 4: Roboter-Arbeitszelle