Die Aufgaben 7 - 10 dienen zur Vorbereitung auf die Klausur und müssen nicht abgegeben werden!

Aufgabe 7.1

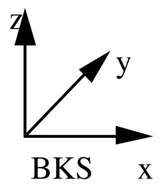
Thema: Grundlagen der Robotik

Unterlagen: Vorlesungsunterlagen

Aufgabenstellung

a) Gegeben sei der sechsdimensionale Beschreibungsvektor (x, y, z, -90, -90, 90). Die Winkel sind als Eulerwinkel mit der Rotationsreihenfolge z, x', z''-Achse zu interpretieren. Zeichnen Sie die resultierenden Koordinatensysteme für die drei Rotationen.

	nach Rotation um z	nach Rotation um x'	nach Rotation um z'' (Ziel)



Wie sieht für dieselbe Zielstellung der sechsdimensionale Beschreibungsvektor mit Yaw-Pitch-Roll-Winkeln aus?

b) Stellen Sie die Zielstellung aus (a) in Form einer homogenen 4x4 Matrix dar.

$$\begin{pmatrix} & & & \\ & & & \\ & & & \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Aufgabe 7.2

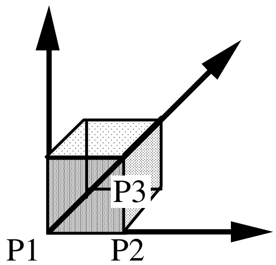
Thema: Beschreibung von Objektstellungen

Unterlagen: Vorlesungsunterlagen

Aufgabenstellung

Ein Sensorsystem liefert die Position in Weltkoordinaten, von drei auf einem Würfel A befindlichen Punkten. Berechnen Sie aus den gegebenen Punkten eine homogene 4x4 Matrix **T** = (**n, o, a, p**), wenn folgendes über die Punkte bekannt ist.

P1 liegt im Ursprung von A
P2 liegt irgendwo auf der positiven x-Achse von A
P3 liegt innerhalb der xy-Ebene und in der Nähe der positiven y-Achse von A



n =

o =

a =

p =

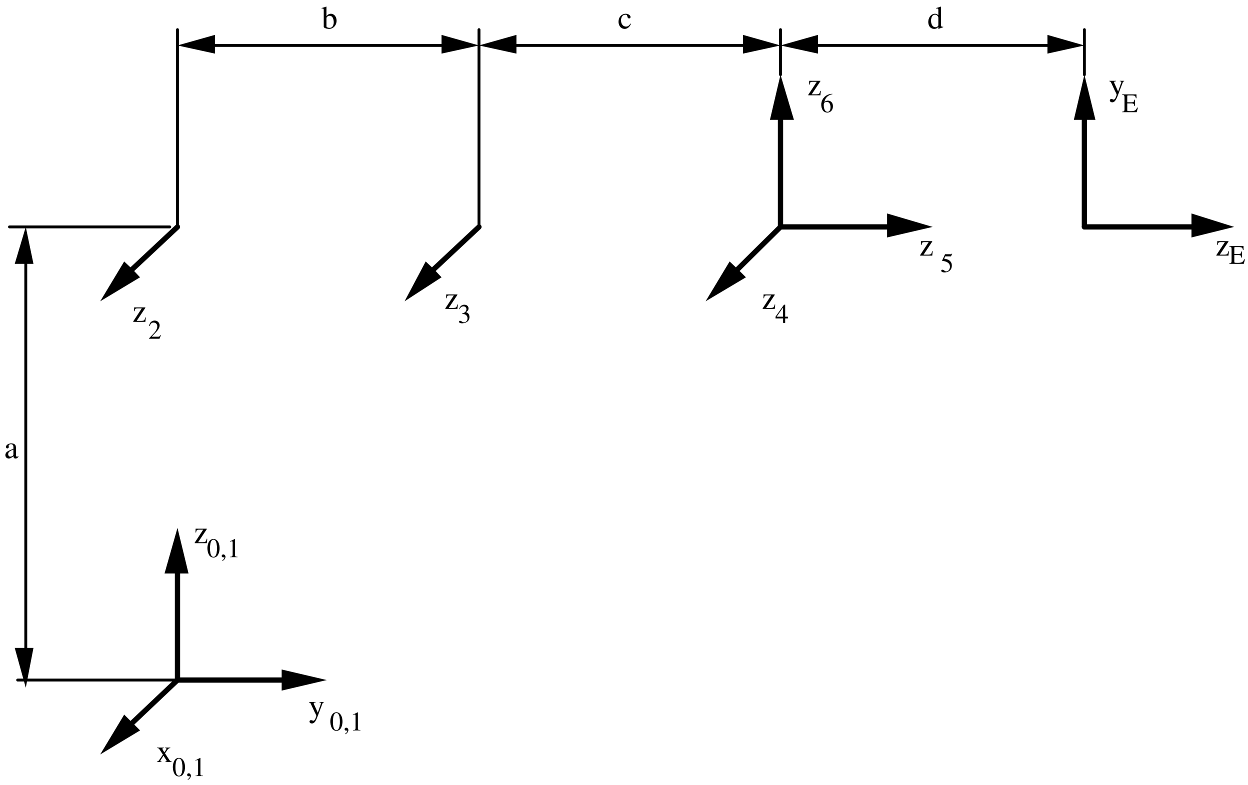
Aufgabe 8

Thema: Roboterkinematik

Unterlagen: Vorlesungsunterlagen

Aufgabenstellung

Gegeben sind die folgenden unvollständigen Koordinatensysteme eines Roboters mit 6 Rotationsgelenken.



a) Vervollständigen Sie die Koordinatensysteme in der obigen Zeichnung, indem Sie Koordinatenachsen und Beschriftungen eintragen. Versuchen Sie dabei, die Koordinatenachsen so zu legen, daß bei der Aufstellung der DH-Quadrupel möglichst wenig Konstanten auftauchen (die eingezeichneten Achsen dürfen nicht verändert werden).

b) Stellen Sie für den dargestellten Roboter die DH-Quadrupel auf.

c) Befindet sich der Roboter in der obigen Zeichnung in seiner optimalen Nullstellung? Begründen Sie Ihre Antwort.

d) Wie lautet die Standardgleichung für die Rückwärtsrechnung dieses Roboters (Integration der Randoperatoren)? Es werden hier keine ausgerechneten Matrizen, sondern lediglich die Darstellung der Standardform mit DH-Elementarmatrizen erwartet.

e) Mit welcher Konstruktionsbetrachtung lassen sich die Gelenke 1 beziehungsweise 3 berechnen? Begründen Sie, warum die von Ihnen vorgeschlagene Betrachtungsart eine Lösung für die entsprechende Gelenkvariable garantiert.

f) Notieren Sie den von Ihnen gewählten Ansatz zur Lösung des ersten beziehungsweise dritten Gelenks (ebenfalls in Matrixschreibweise).

Aufgabe 9

Thema: Roboterkinematik

Unterlagen Vorlesungsunterlagen

Aufgabenstellung

Betrachten Sie den 6-achsigen Puma-Roboter im Robotiklabor FR2062. Dieser Roboter wird durch die folgenden charakteristischen Größen beschrieben:

$(0, h_0, 0, 0\ \ )$
$(d_1, 0, 0, -90\ \ )$
$(d_2, h_2, l_2, 0\ \ )$
$(d_3, h_3, l_3, 90\ \ )$
$(d_4, h_4, 0, -90\ \ )$
$(d_5, 0, 0, 90\ \ )$
$(d_6, h_6, 0, 0\ \ )$.

a) Zeichnen Sie die Stellung des Roboters entsprechend der angegebenen DH-Quadrupel.

b) Entspricht diese Stellung der optimalen Nullstellung? Begründen Sie Ihre Antwort.

c) Durch multiplizieren der ensprechenden DH-Matrizen ergibt sich:

M (1,1) = $- \sin(d_1) * \sin(d_4) * \cos(d_5) * \cos(d_6) - \sin(d_1) * \sin(d_6) * \cos(d_4) - \sin(d_2 + d_3) * \sin(d_5) * \cos(d_1) * \cos(d_6) - \sin(d_4) * \sin(d_6) * \cos(d_1) * \cos(d_2 + d_3) + \cos(d_1) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_4) * \cos(d_5) * \cos(d_6)$

M (1,2) = $\sin(d_1) * \sin(d_4) * \sin(d_6) * \cos(d_5) - \sin(d_1) * \cos(d_4) * \cos(d_6) + \sin(d_2 + d_3) * \sin(d_5) * \sin(d_6) * \cos(d_1) - \sin(d_4) * \cos(d_1) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_6) - \sin(d_6) * \cos(d_1) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_4) * \cos(d_5)$

M (1,3) = $- \sin(d_1) * \sin(d_4) * \sin(d_5) + \sin(d_2 + d_3) * \cos(d_1) * \cos(d_5) + \sin(d_5) * \cos(d_1) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_4)$

M (1,4) = $- h_2 * \sin(d_1) - h_3 * \sin(d_1) + h_4 * \sin(d_2 + d_3) * \cos(d_1) - h_6 * \sin(d_1) * \sin(d_4) * \sin(d_5) + h_6 * \sin(d_2 + d_3) * \cos(d_1) * \cos(d_5) + h_6 * \sin(d_5) * \cos(d_1) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_4) + l_2 * \cos(d_1) * \cos(d_2) + l_3 * \cos(d_1) * \cos(d_2 + d_3)$

M (2,1) = $- \sin(d_1) * \sin(d_2 + d_3) * \sin(d_5) * \cos(d_6) - \sin(d_1) * \sin(d_4) * \sin(d_6) * \cos(d_2 + d_3) + \sin(d_1) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_4) * \cos(d_5) * \cos(d_6) + \sin(d_4) * \cos(d_1) * \cos(d_5) * \cos(d_6) + \sin(d_6) * \cos(d_1) * \cos(d_4)$

M (2,2) = $\sin(d_1) * \sin(d_2 + d_3) * \sin(d_5) * \sin(d_6) - \sin(d_1) * \sin(d_4) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_6) - \sin(d_1) * \sin(d_6) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_4) * \cos(d_5) - \sin(d_4) * \sin(d_6) * \cos(d_1) * \cos(d_5) + \cos(d_1) * \cos(d_4) * \cos(d_6)$

M (2,3) = $\sin(d_1) * \sin(d_2 + d_3) * \cos(d_5) + \sin(d_1) * \sin(d_5) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_4) + \sin(d_4) * \sin(d_5) * \cos(d_1)$

M (2,4) = $h_2 * \cos(d_1) + h_3 * \cos(d_1) + h_4 * \sin(d_1) * \sin(d_2 + d_3) + h_6 * \sin(d_1) * \sin(d_2 + d_3) * \cos(d_5) + h_6 * \sin(d_1) * \sin(d_5) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_4) + h_6 * \sin(d_4) * \sin(d_5) * \cos(d_1) + l_2 * \sin(d_1) * \cos(d_2) + l_3 * \sin(d_1) * \cos(d_2 + d_3)$

M (3,1) = $\sin(d_2 + d_3) * \sin(d_4) * \sin(d_6) - \sin(d_2 + d_3) * \cos(d_4) * \cos(d_5) * \cos(d_6) - \sin(d_5) * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_6)$

M (3,2) = $\sin(d_2 + d_3) * \sin(d_4) * \cos(d_6) + \sin(d_2 + d_3) * \sin(d_6) * \cos(d_4) * \cos(d_5) + \sin(d_5) * \sin(d_6) * \cos(d_2 + d_3)$

M (3,3) = $- \sin(d_2 + d_3) * \sin(d_5) * \cos(d_4) + \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_5)$

M (3,4) = $h_0 + h_4 * \cos(d_2 + d_3) - h_6 * \sin(d_2 + d_3) * \sin(d_5) * \cos(d_4) + h_6 * \cos(d_2 + d_3) * \cos(d_5) - l_2 * \sin(d_2) - l_3 * \sin(d_2 + d_3)$

Diese Matrix beschreibt die Stellung des Effektors bezogen auf das Basiskoordinatensystem. Der Ursprung des Basiskoordinatensystems liegt in der Tischebene.

Führen Sie eine Konstruktionsbetrachtung durch, mit der das dritte Gelenk in Abhängigkeit von einer Zielmatrix bestimmt werden kann. (Gelenkvariable des dritten Gelenks ist die Variable d_3.) Beschreiben Sie kurz den gewählten Ansatz. (Warum führt dieser Ansatz zur Lösung?) Geben Sie eine explizite Formel zur Berechnung von d_3 an.

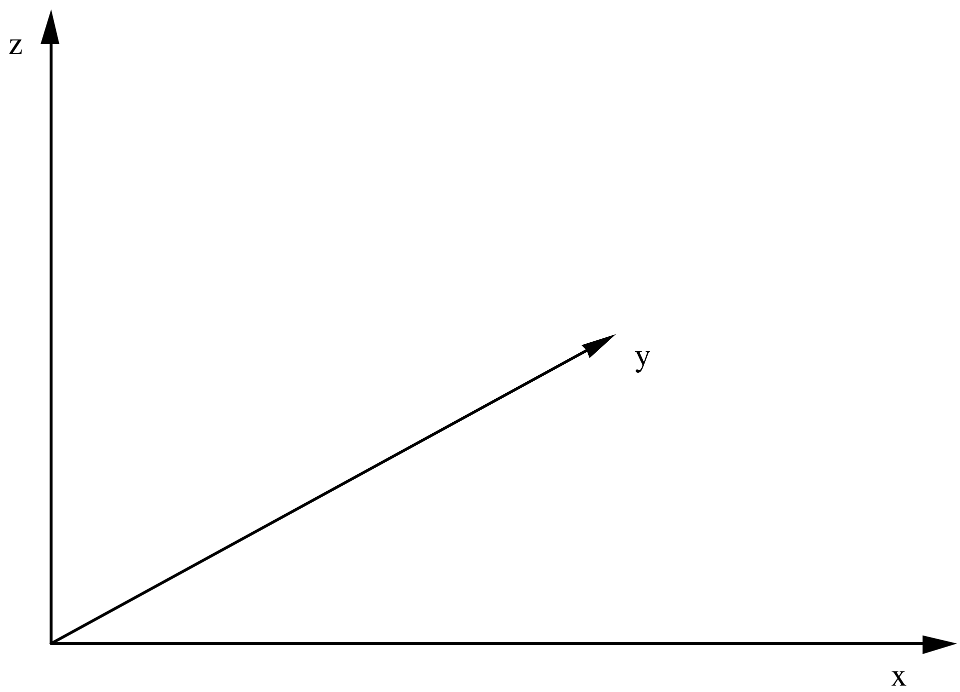
Aufgabe 10

Thema: Kollisionsvermeidung

Unterlagen: Vorlesungsunterlagen

Aufgabenstellung

a) Gegeben sei ein Quader im Raum, dessen Eckpunkte folgende Koordinaten haben: [1,1,1], [3,1,1], [3,2,1], [1,2,1], [1,1,3], [3,1,3], [3,2,3], [1,2,3]. Skizzieren Sie den Körper im folgenden Koordinatensystem! Geben Sie außerdem die sechs Einheitsnormalenvektoren der Außenflächen in Vektorschreibweise an. Dabei muß erkennbar sein, welcher Vektor zu welcher Fläche gehört.



b) Geben Sie die Gleichungen der sechs Seitenebenen an.

c) Überprüfen Sie mit Hilfe der unter e) aufgestellten Ebenengleichungen, ob sich der Punkt [2, 1.5, 1.5] innerhalb des Quaders befindet. Der Rechenweg muß erkennbar sein.

d) Der Roboter „Knabberfix“ soll die sich in einem Zimmer aufhaltenden Personen mit Kartoffelchips beliefern. Er kann sich nicht drehen, und die Zimmerwände (Bildrand) sind ebenfalls als Hindernisse zu berücksichtigen. Legen Sie zunächst einen geeigneten Referenzpunkt R fest und markieren Sie ihn im Bild. Zeichnen Sie dann die Konfigurationshindernisse und den Sichtbarkeitsgraphen in den folgenden Lageplan ein. Die Gitterlinien sind lediglich zur Orientierung gedacht.