

CLUB APOLLO 13, 16. Wettbewerb Aufgabe 4

Berechnung von Robotern

Die vierte Aufgabe wird vom Institut für Mechatronische Systeme aus der Fakultät für Maschinenbau der Leibniz Universität Hannover gestellt.

Weitere Informationen zum Studiengang des Maschinenbaus findet ihr unter

www.maschinenbau.uni-hannover.de



Wenn man den Begriff Roboter hört, denkt man oft an berühmte Figuren wie C3PO und R2D2 aus Star Wars oder Wall-E aus dem gleichnamigen Film.

Auch wenn uns diese Figuren nur im Film begegnen, spielen Roboter eine große Rolle in der Wirtschaft. Sie erfüllen heutzutage schwierige Aufgaben, die früher von Menschen durchgeführt werden mussten. Zum Beispiel schweißen sie die Karosserie unserer Autos zusammen oder bestücken die Platine unserer Handys. Dies machen sie sehr präzise und effizient, so dass die Produkte damit deutlich günstiger produziert werden können.

Im Gegensatz zum Menschen ist ihre Einsatzfähigkeit meist auf wenige Aufgaben beschränkt. Daher gibt es für unterschiedliche Aufgaben in der Regel unterschiedliche Roboter. Ein Beispiel hierfür sind sogenannte SCARA (Selective Compliance Assembly Robot Arm) Roboter, die ihr auch im obigen Bild seht. Diese Roboter sind für Pick&Place-Aufgaben, z. B. das Bestücken von Platinen, optimiert. Meistens besitzt ein SCARA 3 bis 4 Antriebe, die nacheinander (seriell) angeordnet sind. Wie solch ein Roboter funktioniert, könnt ihr in diesem Video sehen:

<https://www.youtube.com/watch?v=bcgVeaXfMxg>.

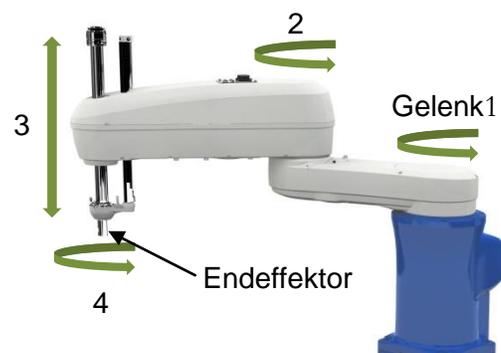
In den folgenden Aufgaben wollen wir untersuchen, wie sich so ein SCARA bewegt und wie man die Bewegungsbahnen berechnet.

Die Aufgaben

a) Grundlagenteil (10 Punkte):

Rechts seht ihr solch einen SCARA-Roboter.

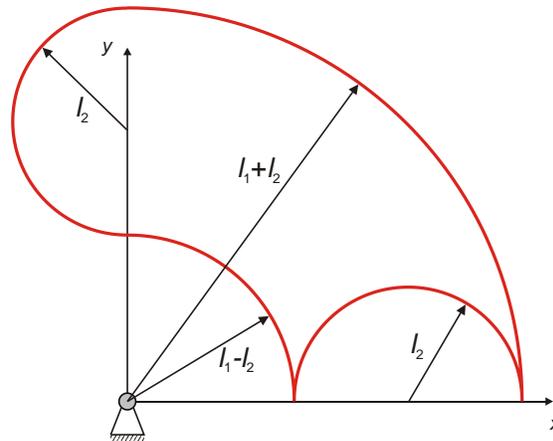
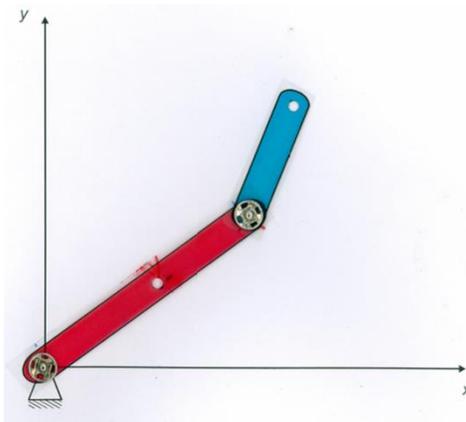
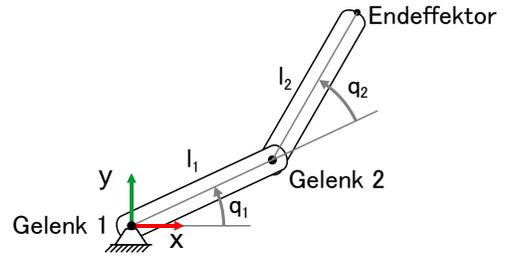
- Wie viele Antriebe braucht ein allgemeiner Roboter mindestens, um ein Objekt in alle Richtungen im Raum bewegen zu können? Wie viele benötigt er für eine ebene Bewegung? Vergesst dabei nicht, dass man das Objekt auch in alle Richtungen drehen möchte.
- Warum ist ein SCARA für Pick&Place-Aufgaben gut geeignet? In welche Richtungen kann er sich bewegen, in welche nicht?
- Der menschliche Arm (mit Schulter, ohne Finger) besitzt 7 „Antriebe“ bzw. Gelenke. Wo verstecken sich die „Antriebe“ im Arm?
Tipp: Bewegt nacheinander alle Gelenke einzeln in alle möglichen Richtungen. Das heißt, erst die Schulter, dann den Ellenbogen und die Hand. Zum Schluss zählt ihr die einzelnen Bewegungsmöglichkeiten zusammen.



4. Welcher Vorteil ergibt sich dadurch gegenüber einem SCARA mit 4 oder einem Roboter mit nur 6 Antrieben? Tipp: Haltet ein Objekt in eurer Hand. Könnt ihr den Arm bewegen, ohne die Lage des Objekts zu verändern? Wofür ist das gut?

b) Mittlerer Teil (10 Punkte)

Im Folgenden wollen wir den Arbeitsraum, das heißt den Raum, der mit der Spitze des Roboters (Endeffektor) erreicht werden kann, untersuchen. Um das Problem zu vereinfachen, betrachten wir nur Bewegungen in einer Ebene (horizontal). Rechts seht ihr eine Skizze für einen Roboter mit zwei Antrieben/Gelenken. Der eine Arm hat die Länge l_1 , der zweite die Länge l_2 . Die Gelenke können sich nicht um 360° drehen, sondern haben aufgrund der Konstruktion einen eingeschränkten Bewegungsradius. So darf sich zum Beispiel das erste Gelenk nur von 0° bis 90° bewegen (Winkel q_1), und das zweite nur von 0° bis 180° (Winkel q_2). Aus diesen Angaben wollen wir nun den Arbeitsraum konstruieren. Man kann sich dies selbst geometrisch überlegen. Einfacher ist es, wenn man sich dafür einen eigenen Roboter mit zwei Gelenken aus Folie oder Karton baut (siehe links unten). Mit einem Stift könnt ihr dann den Arbeitsraum abfahren. Für diesen Roboter mit zwei Gelenken ist die Arbeitsraumgrenze rechts unten dargestellt.



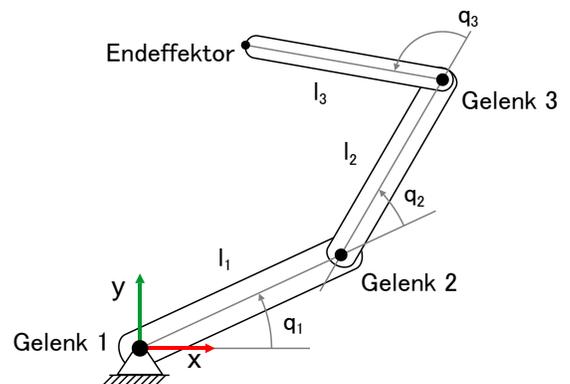
In der Praxis haben Roboter aber mehr Antriebe/Gelenke, meistens drei. Und solch einen Roboter wollen wir nun untersuchen.

1. Zeichnet den (ebenen) Arbeitsraum für einen Roboter mit drei Gelenken, siehe Skizze rechts. Die Gelenkwinkel dürfen dabei folgende Werte nicht unter- bzw. überschreiten:

- a. $0^\circ \leq q_1 \leq 90^\circ$
- b. $0^\circ \leq q_2 \leq 180^\circ$
- c. $0^\circ \leq q_3 \leq 180^\circ$

Nehmt für $l_1 = 8 \text{ cm}$, $l_2 = 4 \text{ cm}$ und $l_3 = 2 \text{ cm}$ an.

2. Zeichnet einen zweite Arbeitsraum mit $l_1 = 8 \text{ cm}$, $l_2 = 2 \text{ cm}$ und $l_3 = 4 \text{ cm}$.
3. Berechnet nun allgemein die Fläche des ebenen Arbeitsraums eines 3-Gelenk-Roboters in Abhängigkeit von l_1 , l_2 und l_3 ($l_1 > l_2 > l_3$).



c) Für Profis (10 Punkte)

1. Damit man weiß, wo sich der Endeffektor des Roboters befindet, werden im laufenden Betrieb die Gelenkwinkel gemessen. Berechnet für den Zwei-Gelenk-Roboter die Position des Endeffektors in der x-y-Ebene in Abhängigkeit von den Längen l_1 und l_2 sowie von den gemessenen Gelenkwinkeln q_1 und q_2 .
2. Will man nun eine Position des Endeffektors in x- und y-Richtung vorgeben, muss man die umgekehrte Beziehung (also die beiden Winkel q_1 und q_2) berechnen. Stellt dazu eine Gleichung für die Gelenkwinkel in Abhängigkeit der x- und y-Position des Endeffektors sowie den Längen für den Zwei-Gelenk-Roboter auf. Gibt es mehrere Lösungen?
Alternativ zum direkten Auflösen der Gleichungen aus dem vorherigen Aufgabenteil kann man das Problem auch geometrisch angehen (Stichwort: Kosinussatz).

Viel Erfolg!

Allgemeine Hinweise

Einsendeschluss: Sonntag, 22. Januar 2017, 19:59 Uhr.

Gebt eure Lösungen über das Portal von uniKIK ab: <http://www.unikik-portal.de/portal>

Zulässige Dateiformate sind: PDF für die zusammengeschriebene Lösung (mit eingebetteten Bildern), sowie unter Windows gängige Videoformate, die sich ohne Installation von zusätzlicher Software abspielen lassen, z. B. mp4.

Die Dateien sollten nicht größer als 7,5 MB sein (die Dateien können gezippt sein)! Bitte gebt auch euren Teamnamen, die Namen der Gruppenmitglieder sowie deren Schulen an. Bitte benennt eure hochgeladenen Dateien nach dem Gruppennamen.

ACHTUNG bei Zip-Dateien! Um sicher zu gehen, dass eure Dateien wirklich fehlerfrei und für die Korrektoren/-innen zu öffnen sind, solltet ihr eure Zip-Dateien etc. noch mal von eurem Account herunterladen und öffnen. Dateien, die sich nicht öffnen lassen, können nicht bewertet werden!

Ihr könnt und solltet eure Lösung auch dann abgeben, wenn ihr nicht alle Fragen beantworten konntet, insbesondere, wenn ihr die letzte Teilaufgabe (die Profi-Aufgabe) nicht gelöst habt!

Die Teilnahmebedingungen und weitere Informationen findet ihr unter: <http://www.unikik.de/apollo13>.
Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.