

2023-09-30

Interpolation zwischen Punkten in der Ebene mittels eines Roboterarmes (3R, Gerade)

Justus John Michael Seeck

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung	3
1.1. Ziel dieser Arbeit (WORK IN PROGRESS)	3
2. Allgemeines	3
3. Trajektorienplanung	3
3.1. Gültigkeit von Koordinaten	3
3.1.1. Koordinatengültigkeitsprüfung für einen 2R-Arm	3
4. Zeichnen einer Strecke durch den Koordinatenursprung O_U mit einem 2R-Arm	3
5. Abbildungen	5
Bibliographie	6

1. Einführung

1.1. Ziel dieser Arbeit (WORK IN PROGRESS)

Das Ziel der Arbeit ist die mathematische Beschreibung der Interpolation zwischen zwei Punkten mittels eines 3R-Roboterarmes.

Hierzu wird zunächst die Kinematik des Roboters beschrieben und mittels Analogien zum menschlichen Körper erläutert. Anschließend wird die Interpolation zwischen zwei Punkten mittels der Inversen Kinematik beschrieben. Im Anschluss werden Beispiele für die Anwendung von geradliniger Interpolation in der Industrie gegeben.

2. Allgemeines

Ziel der in dieser Arbeit beschriebenen Interpolation ist es, einen 3R-Roboterarm zwischen zwei Punkten A und B geradlinig in Form einer Strecke zu bewegen.

Um eine geradlinige Interpolation auszuführen, wird die Aufgabe in mehrere Teilaufgaben zerlegt, die anschließend sequenziell ausgeführt werden. Zuerst wird die Bewegung vom Startpunkt A zum Zielpunkt B geplant. Diese Aufgabe nennt sich Trajektorienplanung. Eine Referenztrajektorie oder Referenzpfad wird generiert [1], an dem sich der Roboter in den anschließenden Phasen orientiert.

In der Navigations- und Steuerungsphase muss der Roboter anschließend seine eigene Position mittels der Lösung des direkten kinematischen Problems finden und im Anschluss so gesteuert werden, dass die Referenztrajektorie bestmöglich eingehalten wird.

Diese Arbeit geht jedoch nicht weiter auf Navigation und Ansteuerung ein.

3. Trajektorienplanung

3.1. Gültigkeit von Koordinaten

Um einen Pfad für die Bewegung des Roboters zu planen, ist zuvor, insbesondere in praktischen Anwendungen, eine Überprüfung der Erreichbarkeit von Koordinaten nötig. Durch den Aufbau eines Roboterarms kann es passieren, dass gewisse Punkte aufgrund der Armlängen für den Roboter nicht erreichbar sind.

3.1.1. Koordinatengültigkeitsprüfung für einen 2R-Arm

Für einen 2R-Arm mit den Armlängen l_1 und l_2 lassen sich kreisförmig ausgehend vom Koordinatenursprung O_U Grenzbereiche der Erreichbarkeit eines Punktes durch einen Roboter bestimmen. Für die Länge l – erreichbar gilt:

$$|l_1 - l_2| \leq l_{\text{erreichbar}} \leq l_1 + l_2$$

4. Zeichnen einer Strecke durch den Koordinatenursprung O_U mit einem 2R-Arm

Um eine Strecke zu zeichnen, welche dem Koordinatenursprung zuläufig ist, kann als einfachste Methode, mit elementargeometrischen Mitteln, ein 2R-Roboterarm mit gleichlangen Armen ($l_1 = l_2$), wie in Abbildung 1 und Abbildung 2 dargestellt, verwendet werden.

Der Winkel β gibt den Winkel zwischen x-Achse und dem Oberarm des Roboters (hier: \mathbf{f}) an. Der Winkel δ gibt den Winkel zwischen dem Oberarm \mathbf{f} und dem Unterarm \mathbf{g} an.

Für den Winkel δ bei bekanntem β gilt:

$$\delta = 180^\circ - 2\beta$$

Beziehungsweise für den Winkel β bei bekanntem δ gilt:

$$\beta = \frac{180^\circ - \delta}{2}$$

Die Winkel können jedoch nicht nur durch ihre gegenseitigen Abhängigkeiten, sondern auch mit Hilfe eines Kontrollwinkels α und eines Rotationswinkels γ beschrieben werden. Diese Kontroll- und Rotationswinkel ermöglichen eine Darstellung der Winkel, welche ähnlich der Darstellung von Funktionen ist. Diese Funktionsartige Darstellung kann verwendet werden, um das Voranschreiten der Bewegung mit einem Computerprogramm zu steuern und wird später noch genauer anhand eines komplexeren Roboterarmes weiter spezifiziert und erläutert.

Es gelten die folgenden Einschränkungen, um eine Strecke der größtmöglichen Länge ausgehend von einem beliebigen Ausgangswinkel γ zu zeichnen:

$$0 \leq \alpha \leq 180^\circ$$

$$0 \leq \gamma \leq 180^\circ$$

Für die Interpolation zum Zeichnen einer Strecke ergeben sich nun die folgenden Formeln:

$$\beta(\alpha) = \alpha + \gamma$$

$$\delta(\alpha) = 180^\circ - 2\alpha$$

α wird dabei kontinuierlich erhöht oder vermindert, um die Bewegung des Roboters zu steuern. γ bleibt dabei konstant.

5. Abbildungen

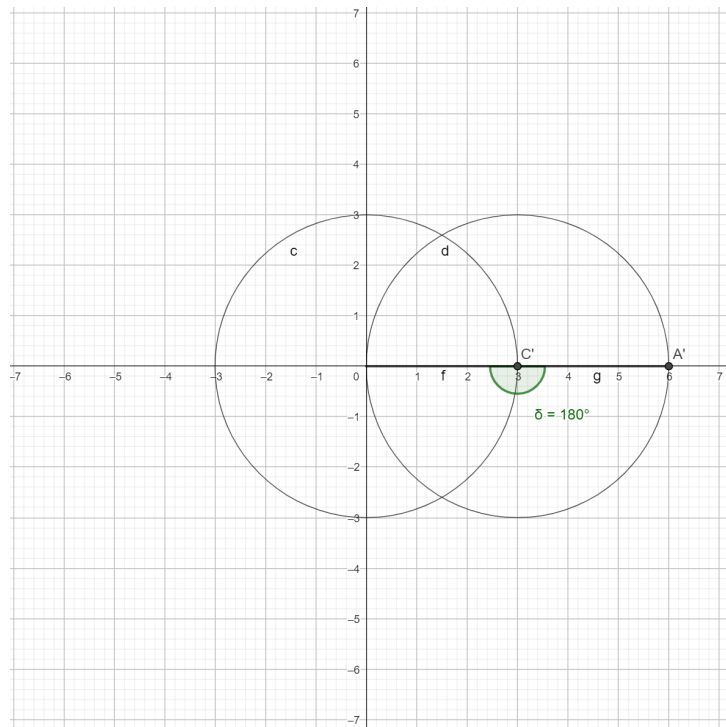


Abbildung 1: Ein 2R-Roboterarm mit gleichlangen Armen l_1 und l_2 .

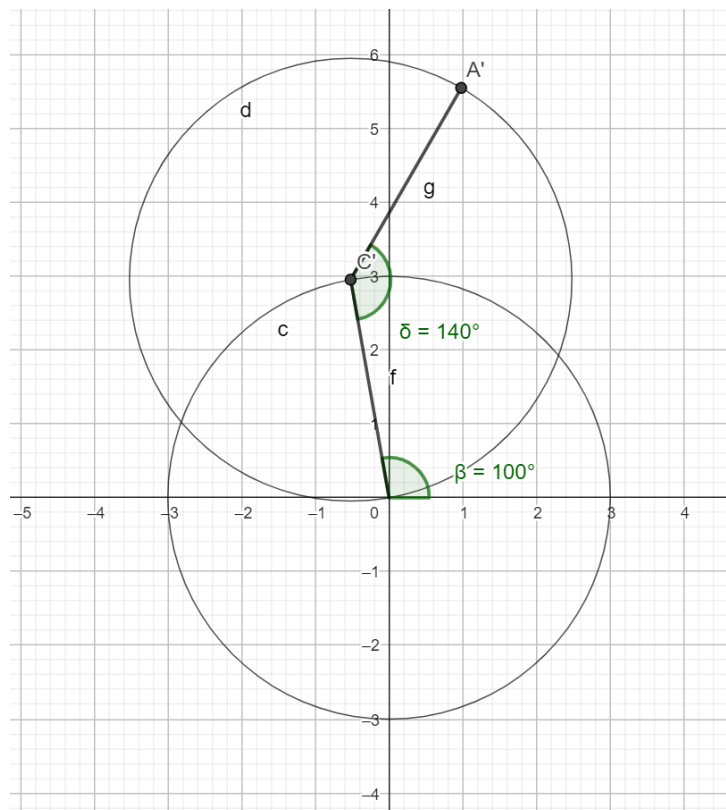


Abbildung 2: Ein 2R-Roboterarm mit gleichlangen Armen l_1 und l_2 sowie den Winkeln β und γ .

Bibliographie

- [1] Martin Seyr, "Autonomous mobile robot motion control," Thesis, 2006. [Online]. Available: <http://media.obvsg.at/AC05033038-2001>