

Leseprobe

Christiani

seit 1931

Bernhard Plagemann

Crashkurs Industrieroboter



Dr.-Ing. Paul Christiani GmbH & Co. KG
www.christiani.de

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	9
1 Roboter	11
2 Typen der Industrieroboter	13
2.1 Knickarm-Roboter	14
2.2 Portalroboter	15
2.3 Scara-Roboter	15
2.4 Delta-Roboter	16
2.5 Kombinationen	16
2.6 Der kollaborative Roboter	18
3 Grundlagen der Industrieroboter	19
3.1 Die Bestandteile eines IR	19
3.2 Die Achsen	20
3.3 Koordinatensysteme	24
3.4 Der Arbeitsraum	30
3.5 Die Bewegung des Roboters	33
3.6 HOME – Die Grundstellung des Roboters	34
3.7 Die Genauigkeit der Bewegung des Roboters	34
3.8 Der Roboter ist präzise	35
3.9 Der Roboter ist schnell	36
3.10 Programmiermethoden	38
Teachen	38
Textuelle Programmierung	40
3.11 Sicherheit	41
4 Übungen	43
4.1 Übung 1: Teachen und Speichern	43
Aufgabe	43
Theorie	43
Ausführung	43
Hinweise	44
Weiterführende Aufgabe zu Übung 1	45
4.2 Übung 2: Bewegungsarten	46
Aufgabe	46
Theorie	46
Ausführung	46
Teil 1: Die 4 Ecken	46
Teil 2: Der Weg	47
Teil 3: Die Ecken	47
Weiterführende Aufgabe zu Übung 2	48
4.3 Übung 3: Den Greifer nutzen	49
Aufgabe	49
Theorie	49
Ausführung	49

Teil 1: Greifen.....	49
Teil 2: 4 Felgen.....	49
Teil 3: Greifen.....	49
Weiterführende Aufgabe zu Übung 3.....	51
4.4 Übung 4: Einführung in das Textuelle Programmieren.....	52
Aufgabe.....	52
Theorie.....	52
Ausführung.....	52
Weiterführende Aufgabe zu Übung 4.....	54
4.5 Übung 5: Pick and Place.....	55
Aufgabe.....	55
Theorie.....	55
Ausführung.....	56
Teil 1: Test mit gelben Werkstücken.....	56
Teil 2: Alle Werkstücke.....	57
Teil 3: Richtig greifen.....	58
Weiterführende Aufgabe zu Übung 5.....	58
4.6 Übung 6: Kreisabschnitte programmieren.....	59
Aufgabe.....	59
Theorie.....	59
Kreisförmige Bewegung programmieren.....	59
Binäre Signale benutzen.....	59
Weiterführende Aufgabe zu Übung 6.....	64
4.7 Übung 7: Den Roboter bedienen.....	65
Aufgabe.....	65
Theorie.....	65
Ausführung.....	65
Weiterführende Aufgabe zu Übung 7.....	67
4.8 Übung 8: Punkte berechnen.....	68
Aufgabe.....	68
Theorie.....	68
Ausführung.....	68
Teil 1: Die Schleife.....	68
Teil 2: Bedienung.....	69
Teil 3: Berechnen.....	70
Weiterführende Aufgabe zu Übung 8.....	72
4.9 Übung 9: Unterprogramme und relative Bewegung.....	73
Aufgabe.....	73
Theorie.....	73
Ausführung.....	73
Teil 1: Wiederholung.....	73
Teil 2: Relative Bewegung.....	76
Teil 3: Unterprogramm.....	77
Weiterführende Aufgabe zu Übung 9.....	78
4.10 Übung 10: WENN – DANN – SONST.....	80
Aufgabe.....	80
Theorie.....	81

Ausführung.....	81
Teil 1: Das Interface-Panel.....	81
Teil 2: Teachen.....	82
Teil 3: Unterprogramm Holen.....	82
Teil 4: Unterprogramm Prüfen.....	82
Teil 5: Das Hauptprogramm mit der Signalauswertung.....	83
Weiterführende Aufgabe zu Übung 10.....	84
5 Konkret: Der Knickarm-Roboter praktisch.....	85
5.1 Vorbereitung: Die Simulation mit K-ROSET.....	85
K-ROSET nutzen.....	85
Roboterzelle und Robotersteuerung.....	86
Das erste K-ROSET Projekt.....	87
Speichern des Projektes.....	97
Ein gespeichertes Programm wieder laden.....	99
Hinweise zum Speichern und Laden.....	100
Die Bewegungen sichtbar machen.....	100
Die Bewegungsart während des Teachens ändern.....	104
Die Position des TCP sichtbar machen.....	104
Die Bewegungsart der gespeicherten Bewegung einstellen.....	105
Die Genauigkeit der Bewegung einstellen.....	105
Eine geteachte Programmzeile ändern.....	106
HOME.....	108
HOME in einem geteachten Programm nutzen.....	113
Einen Greifer nutzen.....	114
Das erste Textprogramm.....	116
Die Nutzung des Touchscreens im Bedienpult.....	126
5.2 Die in diesem Kurs benutzten Programmbefehle.....	131
Bewegungsbefehle.....	131
Geschwindigkeit und Genauigkeit.....	133
Greifer- und Signalbefehle.....	134
Programmsteuerung und Programmstrukturweisungen.....	135
Das Interface-Panel.....	136
Befehle im Terminalmode.....	137
5.3 Typische Fehlermeldungen.....	139
Fehlermeldungen im Terminal-Mode.....	139
Cannot find file.....	139
Cannot execute because program already in use.....	140
Cannot kill program that is running.....	140
Syntax Error.....	141
Fehlermeldungen auf dem Bedienpult.....	141
Speed of tool center point exceeded safety point.....	141
End Point for JtX beyond motion range.....	142
Program not selected.....	142
Program does not exist.....	142
6 Abbildungsverzeichnis.....	143
7 Stichwortverzeichnis.....	149

Vorwort

Roboter sind ein unglaubliches faszinierendes Thema der Technik. Ob es die künstliche Intelligenz ist, der autonome Soldat, der Minensuchroboter, der Pflegeassistent oder der Industrieroboter, der die menschenleere Fabrik verspricht. Dabei dient der Roboter als Projektionsfläche unserer Ängste ebenso wie als Hoffnungsträger für das bessere Morgen, als Verheißung der Glückseligkeit ebenso wie als Unterhaltungsmedium.

Im Unterricht mit MechatronikerInnen ebenso wie mit SchülerInnen der Höheren Berufsfachschule ist der Industrieroboter ein spannendes Thema. Was steckt hinter der „fremdgesteuerten Maschine“, was hinter dem „Wunderwerkzeug“?

Wenn wir uns den Industrieroboter genau ansehen, dann verliert er einerseits einen Teil seiner Faszination, er wird andererseits aber auch beherrschbar. Wir sind in der Lage, mit den Kenntnissen von Mechatronik, Mathematik und Informatik den Roboter zu bewegen. Das geht erstaunlich einfach, wenn wir uns trauen.

Dieses kleine Buch zeigt einen möglichen Weg, sich dem Thema Industrieroboter zu nähern. Es soll eine Anleitung sein, sich anhand praktischer Übungen selbst eine Vorstellung vom Industrieroboter zu machen.

Die Firma Kawasaki Robotics, Neuss, (www.kawasakirobot.de) hat die Entstehung dieses Buches mit Ideen, Erklärungen, Bildmaterial und der Bereitstellung der Simulationssoftware aktiv unterstützt. Ebenfalls möchten wir uns an dieser Stelle bei der Firma AKON Robotics aus Bremen, der Parker Hannifin GmbH aus Kaast sowie der Technik und Medien GmbH aus Berlin für die Erlaubnis zur Bildnutzung bedanken.

Zweifelsohne gibt es andere Möglichkeiten, sich dem Roboter anzunähern. Das Buch erhebt nicht den Anspruch, den einzig richtigen Weg zu zeigen. Aber es ermöglicht einen Weg, der im Unterricht erprobt ist und viel Spaß machen kann.

Für Kommentare, Kritik oder Anregungen bin ich jederzeit offen. Sie erreichen mich unter robotik@bplagemann.de.

Bergisch Gladbach, 2022

1 Roboter

Roboter sind allgegenwärtig und gelten als fortschrittlich. Vom Rasenmäherroboter aus dem Baumarkt bis zum Kanalroboter, der den Abwasserkanal erforscht, vom Erkundungsroboter auf dem Mars bis zur Tötungsmaschine des Militärs – alles gilt als „Roboter“.

In diesem Band soll es aber ausschließlich um eine Sparte der Robotik gehen: um den Industrieroboter.

In der DIN 8373 ist der „Industrieroboter“ so definiert:

„automatisch gesteuerter, frei programmierbarer Mehrzweck-Manipulator, der in drei oder mehr Achsen programmierbar ist und zur Verwendung in der Automatisierungstechnik entweder an einem festen Ort oder beweglich angeordnet sein kann.“¹

In der DIN ISO 8373 aus dem Jahr 2021 heißt es:

„industrial robot

automatically controlled, reprogrammable multipurpose manipulator (4.14), programmable in three or more axes, which can be either fixed in place or fixed to a mobile platform (4.16) for use in automation applications in an industrial environment Note 1 to entry: The industrial robot includes:

- the manipulator, including robot actuators (4.1) controlled by the robot controller;*
- the robot controller;*
- the means by which to teach and/or program the robot, including any communications interface (hardware and software).*

Note 2 to entry: Industrial robots include any auxiliary axes that are integrated into the kinematic solution.

Note 3 to entry: Industrial robots include the manipulating portion(s) of mobile robots, where a mobile robot consists of a mobile platform with an integrated manipulator or robot.“²

Der Industrieroboter unterscheidet sich folglich von anderen Robotern durch die folgenden Eigenschaften:

- Der Industrieroboter ist ein „Manipulator“, d. h. ein Gerät mit mehreren Gelenken, das bewegen und/oder greifen kann.
- Der Industrieroboter hat mindestens 3 Achsen.
- Der Industrieroboter ist frei programmierbar.
- Der Industrieroboter ist fest oder beweglich stationiert (aber er kann sich nicht frei im Raum bewegen wie etwa ein Rettungs- oder Serviceroboter).
- Der Industrieroboter ist Teil der Automatisierungstechnik.

¹ DIN EN ISO 8373:2010-11 Entwurf, Absatz 2.9

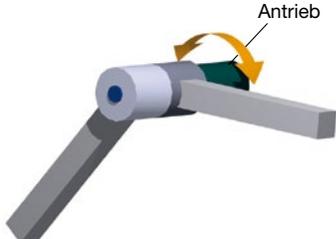
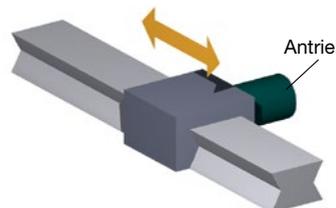
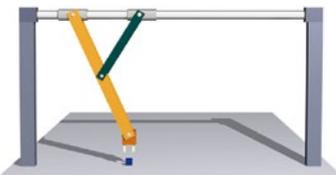
² Zitiert nach <https://www.robots.com/education>, abgefragt am 20.12.2015

Typen der Industrieroboter

2 Typen der Industrieroboter

In der Praxis haben sich, abhängig von der jeweiligen Anwendung, bestimmte Typen von Industrierobotern herausgebildet. Sie unterscheiden sich nicht in den prinzipiellen Eigenschaften – frei programmierbar, mindestens 3 Achsen – sondern in der Art der Bewegung und der Optimierung für bestimmte Anwendung.

Um Bewegung zu ermöglichen, werden Achsen benötigt, die angetrieben sind. Heutige Roboter verwenden nahezu ausschließlich elektrische Antriebe. Es werden im Wesentlichen drei Antriebsarten unterschieden:

<p>Die „rotatorische“ – also Drehbewegung – entspricht der üblichen Vorstellung vom Elektromotor, der meist ein Drehantrieb ist.</p>	 <p><i>Bild 1: Rotatorische Achse</i> (Quelle: Technik und Medien GmbH, Berlin)</p>
<p>Die „translatorische“ – also lineare – Bewegung entspricht der üblichen Vorstellung eines Pneumatik- oder Hydraulikzylinders. Wird mithilfe eines elektrischen Antriebs eine translatorische Bewegung erzeugt, so muss entweder eine Zahnstange oder ein Riementrieb für die Umsetzung sorgen, oder ein Linearmotor kommt zum Einsatz.</p>	 <p><i>Bild 2: Lineare Achse</i> (Quelle: Technik und Medien GmbH, Berlin)</p>
<p>Gekoppelte Antriebe erzeugen mithilfe mechanischer Konstruktionen und mehrerer Gelenke aus rotatorischen Antrieben einzelne Bewegungen, die meist in ihrer räumlichen Ausrichtung konstant bleiben.</p>	 <p><i>Bild 3: Gekoppelte Achse</i> (Quelle: Technik und Medien GmbH, Berlin)</p>

Auf der Basis dieser Antriebe haben sich 4 wesentliche Typen von Industrierobotern herausgebildet:

Grundlagen der Industrieroboter

3 Grundlagen der Industrieroboter

Es ist nahezu unmöglich, sich mit dem Industrieroboter zu beschäftigen, ohne grundlegende Begriffe und damit einhergehende Konzepte zu kennen. In diesem Kapitel sollen diese „Vokabeln“ des Industrieroboters erläutert werden.

3.1 Die Bestandteile eines IR

Ein Industrieroboter ist grundsätzlich aus 3 wesentlichen Bestandteilen aufgebaut, die untrennbar zusammen gehören. Das sind

Der eigentliche Roboterarm	 <p><i>Bild 10: Der Roboterarm (Quelle: Kawasaki)</i></p>
Die Robotersteuerung...	 <p><i>Bild 11: Die Robotersteuerung (Quelle: Kawasaki)</i></p>

Übungen

4 Übungen

Alle Übungen in diesem Buch können mit der Simulationssoftware K-ROSET bearbeitet und gelöst werden. Dafür ist lediglich die „Lite“-Version von K-ROSET notwendig, die auf der beiliegenden DVD zu finden ist. Das Kapitel „Vorbereitung: Die Simulation mit K-ROSET“ bietet eine detaillierte Einführung in die Bedienung von K-ROSET, soweit es für dieses Buch erforderlich ist. Insofern ist dieses Buch kein Ersatz für die Original-Handbücher und Bedienungsanleitungen, sondern soll lediglich die Möglichkeit geben, einen begrenzten Lehr-/Lernumfang praktisch zu bearbeiten.

Zu jeder Übung wird darauf hingewiesen, welche Aspekte der Robotertechnik behandelt werden. Grundsätzlich ist es möglich, alle Übungen ohne die Frage nach dem „Warum“ zu bearbeiten. Die Idee ist aber, passend zur praktischen Übung sich auch mit der dazugehörigen Theorie auseinander zu setzen.

4.1 Übung 1: Teachen und Speichern

Aufgabe

Aufgabe dieser ersten Übung ist es, mithilfe der Simulationssoftware K-ROSET eine Roboterzelle mit einem 6-Achs-Knickarm-Roboter zu erstellen und den Arm des Roboters so zu programmieren, dass er mindestens 10 Punkte nacheinander abfährt.

Theorie

Wenn Sie diese Übung bearbeiten, setzen Sie sich mit den folgenden Themen der Robotik auseinander:

- Der Knickarm-Roboter.
- Die Achsen des Knickarm-Roboters.
- Die Programmiermethode des Teachens.

Ausführung

- Starten Sie K-ROSET,
- legen Sie ein neues Projekt an,
- platzieren Sie einen Roboter in der Arbeitszelle,
- stellen Sie ein, dass die Roboterbewegung beim Teachen „animiert“ wird,
- starten Sie die Robotersteuerung, indem Sie das Bedienpult aufrufen,
- legen Sie mithilfe des Bedienpults ein neues Programm an,
- schalten Sie in den Teach-Mode, schalten den Motor an und erhöhen Sie die Teach-Geschwindigkeit auf 4 oder 5,
- teachen Sie 10 Poses und testen Sie Ihr Programm.

Speichern Sie die Zelle sowie das Roboterprogramm. Beachten Sie dabei, dass die Roboterzelle mit dem Roboterprojekt gespeichert wird, das Roboterprogramm aber mit dem SAVE-Befehl aus der Robotersteuerung auf dem PC gespeichert wird.

Übungen

Hinweise

Um Ihre erste Roboterzelle einzurichten und die ersten Zeilen zu programmieren, nutzen Sie die **Einführung** im Kapitel „Die Simulation mit K-ROSET“ (ab Seite 85).

Wenn Sie mit dem Bedienpult die gewünschten „Poses“⁸ programmieren, können Sie die Achsen des Knickarm-Roboters den Achsnummern auf dem Bedienpult zuordnen. Die Achsen werden ausgehend vom Sockel des Roboters durchgehend nummeriert.

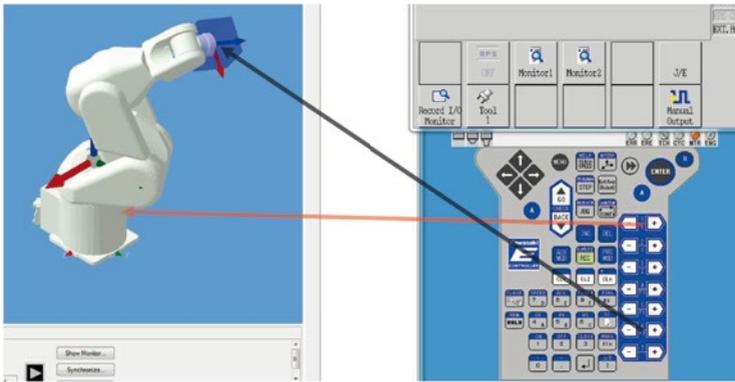


Bild 42: Zuordnung von Achsen und Tasten beim Teachin

Die Nummern auf dem Bedienpult entsprechen den Achsnummern des Knickarm-Roboters.

Wenn Sie die Achsen bis an ihre Grenzen fahren (keine Angst, der Roboter stoppt einfach, wenn es nicht mehr weitergeht), dann erkennen Sie die Grenzen des Arbeitsraums des Roboters.

8 Nach DIN 8373 ist „Pose“ der Begriff für die Kombination aus Position im X-Y-Z-Raum sowie der Orientierung im Raum, also der Drehung um die X-, Y- und Z-Achse.

Übungen

Im nebenstehenden Bild ist erkennbar, dass Achsen 2 und 3 nicht mehr weiter eingeklappt werden können. Der Roboter stoppt automatisch.



Bild 43: Mechanische Grenzen der Bewegung

Weiterführende Aufgabe zu Übung 1

Gönnen Sie „Ihrem“ Roboter Bewegungsfreiheit. Zeichnen Sie Figuren in die Luft. Erforschen Sie, wo Plus- und Minus-Richtung der Achsen sind. Experimentieren Sie mit unterschiedlichen Robotertypen.