Good 2 Know - by EGS

Industrieroboter

Heiko Röhrig | Senior Business Development Manager | EGS Automation GmbH

EGS AUTOMATION

AMETEK®

Industrieroboter sind universell einsetzbare Bewegungsautomaten, deren Bewegungen hinsichtlich Bewegungsfolge und Wegen bzw. Winkeln frei (d. h. ohne mechanischen Eingriff) programmierbar und ggfs. sensorgeführt sind (nach VDI-Richtlinie 2860).

Industrieroboter sind mit Greifern, Werkzeugen und anderen Fertigungsmitteln ausrüstbar und können Handhabungs- und/oder Fertigungsaufgaben ausführen.

Nach europäischer Norm EN 775: Ein Roboter ist ein automatisch gesteuertes, wiederprogrammierbares, vielfach einsetzbares Handhabungsgerät mit mehreren Freiheitsgraden, das entweder ortsfest oder beweglich in automatisierten Fertigungssystemen eingesetzt wird.

Ein Industrieroboter ist in der Regel ein System, welches aus dem Manipulator (also dem eigentlichen Arm oder Roboter), der Steuerung sowie einem Programmierhandgerät bzw. Bedienhandgerät -oft auch Teachbox genannt- besteht.

Der Manipulator ist ein elektromechanisches Gebilde, welches aus mehreren rotatorischen Bewegungen der einzelnen Achsen über Getriebe und die einzelnen mechanischen Elemente eine Bahnbewegung des TCP (Tool-Center-Point) erzeugt. Dabei haben die Motoren der einzelnen Achsen in der Regel Haltebremsen (Ausnahme Scara-Kinematik, die nur Haltebremsen an der Hubachse der Spindel aufweisen).

In der Roboter Steuerung befinden sich die Servoverstärker für die einzelnen Roboterachsen, jeweils einer je Motor. Die Servoverstärker steuern die einzelnen Motoren nach Sollwerten an, die sie vom eigentlichen Achsrechner der Robotersteuerung erhalten. In diesem Achsrechner, dem Herzstück der Robotersteuerung, findet die eigentliche Bahnplanung und Interpolation der Achsen statt. Über Absolutwertencoder an den einzelnen Achsen kennt der Achsrechner die aktuellen Positionen der Achsen und gibt entsprechend den Erfordernissen aus dem aktuellen Programm Sollwerte vor.

Das Programmierhandgerät bzw. Bedienhandgerät, landläufig auch Teachbox genannt, dient dem Bediener oder Programmierer zur Handhabung bzw. Programmierung des Roboters. Es ist ausgerüstet mit einem Zustimmtaster (teilweise auch zwei für Links-/Rechtshänder), der während dem Programmieren bzw. Bewegen in Sicherheitsgeschwindigkeit aktiv in Mittelstellung gehalten werden muss. Landläufig wird der Zustimmtaster auch Totmannschalter genannt. Während des Bewegens im sogenannten Teachbetrieb (also mit in Mittelstellung gehaltenem Zustimmtaster und mit reduzierter Sicherheitsgeschwindigkeit) dürfen Türsicherheitskreise geöffnet sein.

Serielle Kinematiken (Achsen seriell angeordnet)

Scara-Roboter

Autor: Heiko Röhrig
Datum: 14.08.2023

Selective Compliance Assembly Robot Arm 3 Rotationsachsen + 1 Linearachse wegen der hohen Geschwindigkeiten und der genauen und kraftvollen Z-Hub-Bewegungen wird er sehr oft in Montage und Fügeaufgaben sowie für schnelle Pick and Place Aufgaben eingesetzt. Sie besitzen in der Regel nur Haltebremsen an der Z-Hub-Spindel, alle übrigen elektrischen Motoren sind ungebremst. Sie kommen in den unterschiedlichsten Branchen zum Einsatz und werden im Traglastbereich bis 20kg und Reichweite bis 1000mm angeboten. Es gibt sie in unterschiedlichen Bauformen als Bodengerät, Wandgerät sowie Deckengerät.

Knickarmroboter

5, 6 und 7Achs-Knickarmroboter sind einarmige serielle Anordnungen von Rotationsachsen.

5Achs-Knickarmroboter
Der 5Achs-Knickarmroboter erreicht kürzere Taktzeiten als 6Achs-Roboter. Gegenüber dem 6Achsroboter fehlt ihm die 4. Achse, somit ist keine Drehung des Oberarmes möglich. Teilweise wird eine solche Kinematik als Alternative zu Scara-Robotern eingesetzt, da aufgrund der reduzierten Achsenzahl gegenüber dem 6Achser eine schnellere Bewegung möglich ist und der Roboter in der Regel etwas günstiger ist.

6Achs-Knickarmroboter
Der 6Achs-Knickarmroboter ist die bekannteste und verbreitetste Bauform. Es ist ein weites Spektrum von 1kg bis aktuell 1700kg Traglast erhältlich. Den derzeit stärksten Roboter stellt Fanuc mit dem M-2000iA/1700L mit 1700kg Traglast und einer Reichweite von 4683mm. Die kleinsten Modelle bewegen sich im Traglastbereich von 3kg und einer Reichweite von rd. 500mm.

7Achs-Knickarmroboter
Der 7Achs-Knickarmroboter bietet mit seiner zusätzlichen Achse zwischen der zweiten und dritten Achse einer 6Achs-Kinematik die Möglichkeit „um die Ecke“ zu arbeiten.
15Achs-Zweiarm-Roboter: Dieser Industrieroboter besitzt zwei 7achsige Arme auf einer gemeinsamen Basis mit Drehachse. Er ist für die Automation komplexer Aufgaben geeignet, die zwei Arme erfordern.

Parallele Kinematiken (Achsen parallel angeordnet)

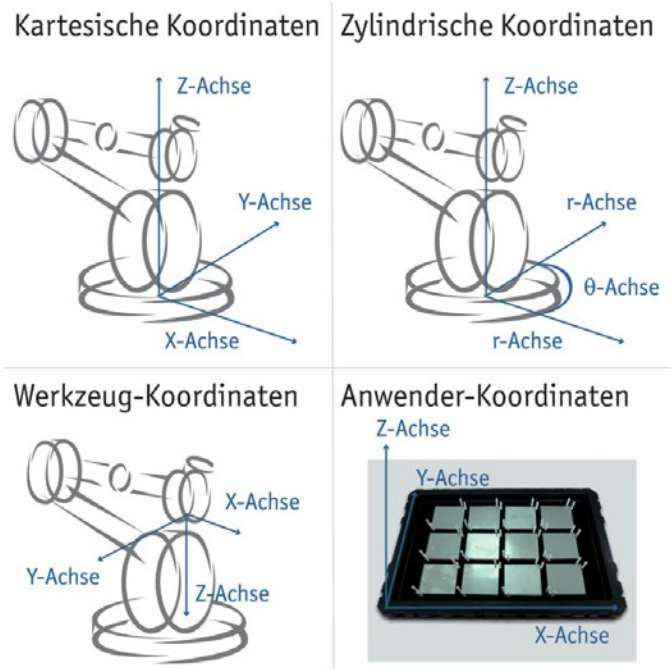
Hexapoden
Sechs Beine veränderlicher Länge wirken parallel.

Referenzpunkt am Werkzeug/Tool Center Point

Die Werkzeugposition eines Industrieroboters wird über einen Referenzpunkt am Werkzeug, den sogenannten TCP (Tool Center Point) definiert. Dieser wird entweder in einer Werkzeugdatei manuell eingegeben (wenn z.B. aus CAD-Daten bekannt) andernfalls bieten die Roboterhersteller in der Regel eine Möglichkeit ihn durch Anfahren in unterschiedlichen Positionen in einer entsprechenden Vermeßungsroutine zu bestimmen.

Autor: Heiko Röhrig
Datum: 14.08.2023

Koordinatensysteme bei Industrierobotern



Kartesische Koordinaten
Im Auslieferungszustand des Roboters ist in der Regel ein kartesisches Koordinatensystem festgelegt. In der Regel erhält man die Richtungen der drei Koordinatensystemachsen durch Anwenden der „Rechte-Hand-Regel“ wenn man hinter dem Roboter, also an dem Kabelanschlüssen steht.

Zylindrische Koordinaten
Das zylindrische Koordinatensystem heutzutage nahezu keine Rolle mehr und wird zur Auswahl nur noch bei älteren Robotern verfügbar sein.

Werkzeug-Koordinaten
Das Werkzeugkoordinatensystem hat seinen Ursprung im TCP des aktuellen Werkzeuges. Das Werkzeugkoordinatensystem wird benötigt, um den Roboter in eine Koordinate, die sich auf das Werkzeug bezieht, zu verfahren.

Anwender-Koordinaten
Anwender-Koordinaten dienen dazu, dem Programmierer bzw. Anwender die Arbeit zu erleichtern. Dabei handelt es sich um ein oder mehrere kartesische Koordinatensysteme, die frei im Bewegungsbereich des Roboters hinsichtlich Lage und Richtung definiert werden können. Damit lassen sich z.B. sehr einfach Palettieraufgaben auf schräg angeordneten Paletten berechnen.

Industrieroboter Bewegungsarten

Joint-Bewegung oder freie Raumbewegung
Bei der Joint-Bewegung oder freien Raumbewegnung steht lediglich die Zielposition des Roboters im Vordergrund, es werden alle Achsen auf ihren Ziel-Encoderwert gefahren. Die Geschwindigkeiten werden dabei so interpoliert, dass die Bewegung aller Achsen gleichzeitig endet. Hinsichtlich der Bewegung, die das Roboterwerkzeug bzw. der Tool-Center-Point dabei macht können keine Vorgaben getroffen werden. Die Geschwindigkeit für diese Bewegung wird in der Regel in % vom Maximum angegeben, da keine Bahngeschwindigkeit des TCP vorgegeben werden kann.

Linearbewegung
Bei der Linearbewegung werden die Achsen des Roboters so interpoliert, dass der aktuelle TCP eine lineare Bahn zur Zielposition beschreibt. Die Bahngeschwindigkeit wird in Länge/Zeit eingegeben. Die Achsgeschwindigkeiten werden dabei so interpoliert, dass einerseits die vorgegebene Bahn und andererseits die vorgegebenen Bahngeschwindigkeit eingehalten werden.

Zirkularbewegung
Bei der Zirkularbewegung werden die Achsen des Roboters so interpoliert, dass der aktuelle TCP über mehrere Punkte eine Kreisbahn oder einen Kreis beschreibt. Die Bahngeschwindigkeit wird in Länge/Zeit eingegeben. Die Achsgeschwindigkeiten werden dabei so interpoliert, dass einerseits die vorgegebene Bahn und andererseits die vorgegebenen Bahngeschwindigkeit eingehalten werden.

Spline-Interpolation
Bei der Splinebewegung werden die Achsen des Roboters so interpoliert, dass der aktuelle TCP mehrere Punkte über eine mathematische Funktion zu einer Bahn verbindet. Die Bahngeschwindigkeit wird in Länge/Zeit eingegeben. Die Achsgeschwindigkeiten werden dabei so interpoliert, dass einerseits die vorgegebene

Autor: Heiko Röhrig
Datum: 14.08.2023

Bahn und andererseits die vorgegebenen Bahngeschwindigkeit eingehalten werden.

Programmierung

Es gibt keine einheitliche Programmiersprache zur Roboterprogrammierung. Jeder Hersteller hat dabei seine eigene Syntax und seine eigenen Funktionalitäten. Eine Normierung oder Vereinheitlichung ist nicht erfolgt. In der Regel wird das Programm am Programmierhandgerät des Roboters oder auf einem PC in einem speziellen Editor erstellt oder in einer Mischung aus beidem. Ferner gibt es noch die Möglichkeit der Offline-Programmierung, bei der in einer virtuellen Installation das Roboterprogramm erstellt wird und dieses dann in die reale Installation übertragen wird.

Industrieroboter Auswahlkriterien

Die Auswahl des richtigen Robotertyps für die aktuelle Anwendung bedarf der Berücksichtigung einiger Randbedingungen. Neben den nachfolgenden technischen Werten spielt darüber hinaus noch eine entsprechend tiefgreifende Erfahrung im Robotereinsatz, gepaart mit der fundierter Kenntnis des zu automatisierenden Prozesses eine wichtige Rolle.

Arbeitsbereich

Der aktive Arbeitsbereich eines Roboters ergibt sich aus der maximalen Reichweite abzüglich dem inneren Störkreis. Alle zu erreichenden Positionen des Prozesses müssen im verfügbaren Arbeitsbereich liegen. Darüber hinaus muss der Roboter zum Prozess bestmöglich angeordnet werden. Dabei ist auch die Aufstellhöhe zu beachten. Die richtige Positionierung sorgt dafür, dass der Roboter in günstigen Achsstellungen sein Programm abarbeitet, damit die bestmögliche Zykluszeit erreicht und Singularitäten vermeidet. Die Reichweite wird in den Datenblättern der Hersteller als Abstand des am weitesten entferntesten Punktes des Arbeitsbereiches vom Zentrum des Robotersockels (auch der Ursprung des Roboter Koordinatensystems) angegeben. Der Arbeitsbereich des Industrieroboters ist die Summe aller Punkte, die mit dem Schnittpunkt der letzten beiden Achsen erreicht werden können. Ferner sind bei der Anordnung noch die Werkzeugdimensionen sowie die Werkzeugorientierung zu berücksichtigen.

Traglast

Zu berücksichtigen ist die angegebene maximale Traglast des Roboters. Diese bezieht sich auf die Gesamtlast am Werkzeugflansch und beinhalten Werkzeug und Werkstück(e). Darüber hinaus ist die Entfernung des Nutzlastschwerpunktes zum Werkzeugflansch des Roboters zu berücksichtigen. Diese Grenzen werden von den Roboterherstellern in entsprechenden Diagrammen angegeben. Insbesondere bei großen bzw. voluminösen Werkstücken bzw. Werkzeugen sind darüber hinaus noch die maximal zulässige Trägheitsmomente auf die Achsen zu berücksichtigen.

Aufstellvarianten

Bei der richtigen Positionierung des Roboters zum Prozess kann es neben der Standardmontage -stehend auf dem Boden oder einem Sockel- unter Umständen sinnvoller sein eine andere Orientierung zu wählen. Er kann z.B. auch: über Kopf hängend oder 90° geneigt an der Wand montiert werden. Dies muss jedoch vom Hersteller erlaubt sein, teilweise bieten die Hersteller dazu spezielle Modelle. Ferner gibt es die Möglichkeit den Arbeitsbereich zu vergrößern, indem man den Roboter auf einer separaten Bewegungsachse montiert -Linear- oder Drehachse- zur Vergrößerung des Arbeitsbereiches (integriert und interpoliert von der Robotersteuerung)

Taktzeit/Geschwindigkeit

Die Gesamt-Taktzeit setzt sich aus Bewegungszeiten und den einzelnen Prozesszeiten zusammen. Die Roboterbewegungszeit ist abhängig von den Einzelachsgeschwindigkeiten, den Beschleunigungen der einzelnen Motoren, den programmierten Wegen sowie der geschickten Programmierung und den gewählten Achsstellungen. Die Prozesszeiten sind abhängig von dem/den eigentlichen Prozess(en), den Signallaufzeiten sowie ggf. erforderlichen Wartezeiten. Im Datenblatt eines Roboters angegeben sind in der Regel jedoch immer nur die Maximalgeschwindigkeiten der einzelnen Achsen.

Autor: Heiko Röhrig
Datum: 14.08.2023

Genauigkeit von Industrierobotern
Die Wiederholgenauigkeit ist ein typbezoger Wert, der nach ISO9283 ermittelt wird, und in den Datenblättern angegeben ist. Sie besagt: Wie genau ein Punkt mindestens wieder erreicht wird, wenn alle Achsen auf die gespeicherten Positionen gefahren werden. Die Absolutgenauigkeit ist ein exemplarbezoger Wert. Sie beschreibt wie genau ein Raumpunkt erreicht wird, der z.B. von einer Offlineprogrammierung errechnet wird. Absolutgenauigkeit kann durch spezielle Kalibriermaßnahmen für ein Exemplar verbessert werden.

Medienversorgung
Je nach der Anwendung des Roboters und daraus resultierender Komplexität des Werkzeuges müssen elektrische Energie bzw. Signale, Pneumatik/Vakuum oder Flüssigkeiten zum Werkzeug geführt werden. Dazu gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten. Fast alle Roboter haben im Standard eine gewisse Anzahl elektrische Adern bzw. Luftschläuche im inneren des Manipulators verlegt. Bei 6Achsern meist vom Sockel bis zur dritten oder vierten Achse. Darüber hinaus gehende Versorgungsleitungen müssen mit entsprechenden Nachrüstlösungen zum Werkzeug geführt werden. Dabei muss die Leitungsführung die erforderlichen Bewegungen des Roboters erlauben.

Umgebungsbedingungen
Die Umgebungsbedingungen, in denen ein Industrieroboter arbeitet, müssen bei der Auswahl und Auslegung berücksichtigt werden. Die -in der Regel für den Manipulator- angegebene IP-Schutzart gibt einen ersten Aufschluss. IP klassifiziert den Schutz gegen mechanische und flüssige (nicht aggressive) Verunreinigungen. Dabei steht die erste Ziffer für den Schutz gegen Berührung bzw. Fremdkörper und die zweite Ziffer für den Schutz gegen Wasser bzw. nicht aggressive Flüssigkeiten. Falls die vorhandene Schutzart des Manipulators nicht ausreicht, kann diese durch Verwendung von Roboterschutzhüllen erhöht werden. Die zulässige Umgebungstemperatur für Roboter und Steuerung wird in der Regel ebenfalls auf dem Datenblatt angegeben.

Einsatzbereiche und Branchen
Die Einsatzmöglichkeiten des Industrieroboters sind sehr vielfältig. Er wird in den unterschiedlichsten Industrien und Branchen eingesetzt.

Typische Anwendungsbereiche sind:
- Handhabung
- Palettieren
- Bahnschweißen
- Punktschweißen
- Montieren
- Prüfen, Messen
- Reinigen
- Kennzeichnen, Beschriften
- Entgraten
- Oberflächenbehandlung
- Verbindungstechnologien
- Lackieren

AMETEK, Inc. is a leading global provider of industrial technology solutions serving a diverse set of attractive niche markets with annual sales over $6.0 billion.

Kontakt
EGS Automation GmbH
egs.info@ametek.com
www.egsgmbh.de

Autor: Heiko Röhrig
Datum: 14.08.2023