



Automate.Now!
8005 Zürich
044/ 445 19 91
www.swissengineering-stz.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 23'500
Erscheinungsweise: jährlich

Themen-Nr.: 375.18
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 4
Fläche: 87'450 mm²

Keine Angst vor dem starken Arbeitskollegen

Eine direkte Mensch-Roboter-Kooperation ist vor allem auch eine Frage der Sicherheit. Wenn die Roboter ihre Sicherheitszellen verlassen und mit Menschen zusammenarbeiten, werden deshalb neue Sicherheitskonzepte nötig. Nur so ist es möglich, dass sich der Einsatz von Robotern auch für kleine Serien lohnt.



Mensch-Roboter-Kooperation bei der Rumpfmontage eines PC-12 – volles Vertrauen in die sichere Robotertechnologie.

Die meisten Industrieroboter verrichten ihre Arbeit abgesperrt hinter Gittern, damit sie die Menschen um sie herum nicht gefährden. Jeder, der mal einen grösseren Industrieroboter in voller Aktion gesehen hat, weiss, dass das auch gut ist so. Wenn der Roboter eine Last von ein paar Hundert Kilogramm innerhalb von wenigen Sekunden irgendwo in einem Radius von einigen Metern von einem Ort zum anderen bewegt, ist jeder Aufenthalt innerhalb dieses Arbeitsbereichs lebensgefährlich.

Warum eine Mensch-Roboter Kooperation?

Damit der Roboter seine Arbeit alleine verrichten kann, muss seine Umgebung entsprechend organisiert sein: Die Zu- und Wegführung der zu verarbeitenden Teile in die Roboterzelle muss gewährleistet sein, Werkzeuge und verschiedene Greifer müssen für den Roboter erreichbar und an seinem vorbestimmten Platz sein. Ausserdem muss der ganze Arbeitsablauf im Voraus detailliert programmiert sein. Eignet sich



Automate.Now!
8005 Zürich
044/ 445 19 91
www.swissengineering-stz.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 23'500
Erscheinungsweise: jährlich

Themen-Nr.: 375.18
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 4
Fläche: 87'450 mm²

während der Arbeit ein Fehler, sodass der Eingriff eines Werkers notwendig ist, muss der Werker die Roboteranlage herunterfahren, bevor er die Roboterzelle betreten darf. Meist ist das Wiederhochfahren der Anlage zeitaufwendig und generiert entsprechend Kosten. Eine Roboterzelle einzurichten und die nötigen Roboterprogramme zu schreiben, bedeutet einen enormen zeitlichen und finanziellen Aufwand. Darum lohnt sich ein Robotereinsatz meist erst bei grösseren Serien. Um einen Roboter schon bei kleineren Serien gewinnbringend einsetzen zu können, wurde ein Szenario entwickelt, bei dem der Werker und der Roboter zusammenarbeiten. Dabei nutzt jeder seine Vorteile: der Roboter Kraft, Ausdauer und Genauigkeit, der Werker seine menschlichen Fähigkeiten wie Kognition, Übersicht, Flexibilität, Geschicklichkeit und Prozesskenntnis.

Die sichere Robotersteuerung

Bis vor ein paar Jahren war eine solche Mensch-Roboter-Kooperation aus sicherheitstechnischen Gründen nicht realisierbar. Die Roboterhersteller haben diese Marktlücke erkannt und bieten in der Zwischenzeit sogenannte «sichere» Robotersteuerungen an. Bereits anfangs des Jahrtausends hat die Firma Reis Robotics eine sichere Robotersteuerung auf den Markt gebracht, ein paar Jahre später sind dann auch Kuka und ABB mit entsprechenden Produkten auf den Markt gekommen. Die sichere Steuerung erlaubt es, den Roboterarbeitsbereich im kartesisch definierten Raum sicher einzugrenzen und auch die Geschwindigkeit der Roboterachsen sowie die Geschwindigkeit am Roboterflansch sicher zu begrenzen. Damit ist die Grundvoraussetzung für die Mensch-Roboter-Kooperation geschaffen. Die Überwachung von Position und Geschwindigkeit am Roboterflansch lässt sich nicht durch passive Systeme realisieren. Um die Sicherheit einer derartigen Überwachung zu garantieren, ist deshalb Redundanz notwendig. Dass diese Technologie trotzdem gar nicht mal so teuer ist, verdankt sie der modernen Mehrkern-Prozessortechnologie und dem Umstand, dass die für die Robo-

tersteuerung notwendigen Resolversysteme für die Positionsbestimmung in den Roboter gelenken allein aufgrund ihres Aufbaus sichere Elemente sind: Eine Fehlfunktion ist immer und sofort eindeutig feststellbar. Die Mehrkern-Prozessortechnologie erlaubt es, die Roboterkinematik in Echtzeit auf zwei Prozessorkernen durchzurechnen, parallel zur auf einem anderen Prozessorkern laufenden Robotersteuerung. Bei einer Überschreitung einer vorher definierten Maximalgeschwindigkeit oder Position, oder wenn die zwei Kerne nicht dasselbe Resultat errechnen haben, wird sofort ein Not-Stopp ausgelöst. Die Redundanz, wie sie für aktiv funktionierende Sicherheitseinrichtungen erforderlich ist, kann auf diese Weise mit nur einem Mehrkern-Prozessor und nur wenig zusätzlichem Hardwareaufwand realisiert werden. Somit ist ein grösserer Industrieroboter mit sicherer Steuerung nur rund 3 bis 5 % teurer als konventionelle Modelle.

Anwendungen

Mittlerweile sind viele Roboter mit sicherer Steuerung im Einsatz. Meistens wird sie dazu verwendet, den Roboterarbeitsraum einzuschränken. Das erlaubt es, den Roboter in der Fabrikhalle aufzustellen und nur den eingeschränkten Arbeitsbereich einzuzäunen. Auf diese Weise kann viel teurer Produktionsraum eingespart werden. Häufig wird auch die Funktion «sicherer Stillstand» angewendet. In diesem Zustand darf sich der Werker im Roboterarbeitsraum aufhalten, ohne dass der Roboterautomatikbetrieb ausgeschaltet werden muss. So kann zum Beispiel eine Teileübergabe von Mensch zu Roboter oder umgekehrt stattfinden, ohne dass jedes Mal der Roboter zeitaufwendig runter- und nachher wieder hochgefahren werden muss.

Direkte Kooperation bisher kaum vorhanden

Warum finden sich aber in der Praxis kaum Anwendungen, bei welchen der Werker direkt neben dem laufenden Roboter steht und gemeinsam mit diesem Aufgaben erledigt?

Denkbar wäre beispielsweise, dass der Arbeiter den Roboter greifer via am Flansch an-



Automate.Now!
8005 Zürich
044/ 445 19 91
www.swissengineering-stz.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 23'500
Erscheinungsweise: jährlich

Themen-Nr.: 375.18
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 4
Fläche: 87'450 mm²

gebrachter Kraftsensorik direkt führt. Diese Art des Robotereinsatzes wird schon seit einigen Jahren an verschiedenen Hochschulen erforscht. Erst kürzlich wurde an der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften am Institut für Mechatronische Systeme im Rahmen des EU-Forschungsprojektes ECHORD (European Clearing House for Open Robotics Development) ein Experiment abgeschlossen, in welchem Flugzeugkomponenten in einer Mensch-Roboter-Kooperation assembliert werden (JILAS, Jigless Airplane Assembly = lehrenlose Flugzeugmontage). Das Experiment wurde zusammen mit der auf Mensch-Roboter-Kooperation (MRK) spezialisierten Firma MRK Systeme GmbH aus Augsburg und mit Unterstützung vom Schweizer Flugzeugbauer Pilatus Aircraft Ltd. durchgeführt. Am Beispiel der Komponentenmontage eines PC-12-Rumpfes wurde aufgezeigt, dass das handgeführte Bewegen von einer im Greifer des Roboters befindlichen Flugzeugkomponente und das folgende kraftgeregelte Montieren ohne grösseren, applikationsspezifischen Programmieraufwand machbar ist. Ein Arbeitsgang, der sonst von mehreren Arbeitern gemacht wird, kann so von einer Person in einer Mensch-Roboter-Kooperation erledigt werden.

Wer selber schon einmal neben einem grossen Industrieroboter gestanden hat, der gerade in Aktion ist, versteht sofort, warum der Gedanke an eine direkte Zusammenarbeit mit diesem «Maschinenkumpel» ein gutes Gefühl aufkommen lässt. Auch wenn man weiss, dass die Maschine eine sichere Steuerung hat, bleibt ein Rest Misstrauen. Einer der Gründe dafür ist, dass sich ein Roboter, im Unterschied zu anderen Maschinen, grundsätzlich zu jeder Zeit an jeden Ort bewegen kann. Es gibt keine sicheren Orte innerhalb des Arbeitsbereichs eines Roboters.

Neue Normen für Industrieroboter

Die frühere Norm für Industrieroboter ISO 10218 von 1992 (EN 775) wurde 2006 durch die neue Version ISO 10218 Teil 1 und Teil 2 (2011) ersetzt. Teil 1 betrifft den Roboter selbst und Teil 2 dessen Integration in eine

Anwendung. Neu werden darin nun auch Roboter mit sicherer Steuerung und kollaborierende Mensch-Roboter-Szenarios behandelt. Während in der alten Norm EN 775 die Abwesenheit von Menschen im Roboterarbeitsbereich im Automatikbetrieb vorgeschrieben war, erlaubt die neue Norm explizit eine Kollaboration Mensch-Roboter unter gewissen Bedingungen. Neben ISO 10218 ist eine neue Norm ISO TS 15066 in Arbeit, welche sich ausschliesslich dem Thema Mensch-Roboter-Kooperation widmet. Beispielsweise werden in ISO TS 15066 Kraft-Grenzwerte bestimmt, die auf den Menschen bei einer Kollision mit dem Roboter maximal einwirken dürfen. Auch wenn sicher ist, dass der Roboter dank der sicheren Steuerung keine unerwartet schnellen Bewegungen macht, bleibt ein gewisses Risiko für den Werker, vom Roboter verletzt zu werden. Deshalb schreiben die neuen Normen vor, dass für einen solchen Arbeitsplatz immer vorgängig eine Risikoanalyse durchgeführt werden muss.

Komplexe Sicherheitstechnik vs. einfacher Robotereinsatz

Beim vorher erwähnten JILAS-Experiment ist eine Roboterbewegung grundsätzlich nur bei der gleichzeitigen Betätigung eines Zustimmschalters möglich. Ausserdem garantiert die sichere Robotersteuerung, dass sich der Roboter im kartesischen Raum nie schneller als 25 cm/s bewegt. Das Layout des Szenarios wurde zudem so ausgelegt, dass der Werker den ganzen Arbeitsbereich übersehen kann und jederzeit Raum zum Ausweichen hat. Eine unabsehbare Gefährdung des Werkers liegt hier also nicht vor – die Situation ist vergleichbar mit der Montage von grösseren Teilen mittels Kran. Aber natürlich muss man, wie immer bei der Arbeit, mit dem Kopf bei der Sache sein, damit man sich nicht die Finger einklemmt. Zurzeit wird viel an der Anwendung von aktiven Sicherheitselementen geforscht – beispielsweise mit aktiver Roboter-Arbeitsraumüberwachung mittels Vision-Systemen und/oder Laserscannern. Auf diese Weise

Datum: 16.05.2013

AUTOMATE.NOW!

Das Jahrbuch der Automatisierungstechnik



Automate.Now!
8005 Zürich
044/ 445 19 91
www.swissengineering-stz.ch

Medienart: Print
Medientyp: Fachpresse
Auflage: 23'500
Erscheinungsweise: jährlich

Themen-Nr.: 375.18
Abo-Nr.: 1053061
Seite: 4
Fläche: 87'450 mm²

soll eine mögliche Kollision zwischen Mensch und Roboter erkannt werden, um die Roboterbewegung rechtzeitig zu stoppen. Nebst der grundsätzlichen Schwierigkeit, die Funktionalität der aktiven Sicherheitselemente zu garantieren, braucht es für derartige Konzepte applikationsspezifische Anpassungen, welche die allgemeine Anwendbarkeit, wie im JILAS Experiment gezeigt, verunmöglichen würden. Ein kostengünstiger Einsatz, vor allem für kleine und mittlere Serien, wäre somit zumindest fraglich. Die nahe Zukunft wird zeigen, in welchen Bereichen und in welcher Art sich Mensch-Roboter-Kooperation durchsetzt und gewinnbringend eingesetzt werden kann. 

Richard Hüppi, Senior Research Associate
IMS Institut für Mechatronische Systeme, ZHAW
www.ims.zhaw.ch