

Mensch-Roboter-Kollaborationen verlangen besondere Aufmerksamkeit beim Thema Sicherheit

Seite 1 von 9

Auf dem Weg zur Robot Safety

Ostfildern, November 2017 – **Jahrelang gingen Mensch und Roboter aus Gründen der Sicherheit räumlich getrennte Wege. Heute sind Produktivitätssteigerungen sowie der demografische Wandel mit zunehmend älteren Erwerbstätigen Antrieb, um das Potenzial von Mensch-Roboter-Kollaborationen zu heben. Wenn sich jedoch Mensch und Roboter einen Arbeitsraum teilen, dann spielt das Thema Sicherheit eine zentrale Rolle. In der Praxis bedeutet das eine individuelle sicherheitstechnische Betrachtung jeder Applikation.**

In den 50er Jahren läutete der Amerikaner George Devol mit seinem Patententwurf für „eine programmierte Übergabe von Artikeln“ die Ära der Industrieroboter ein. 1961 kam mit dem Unimate erstmals ein Roboter in der Fertigung bei General Motors zum Einsatz. Um den Schutz des Werkers zu gewährleisten, setzte man damals auf eine strikte Trennung von Mensch und Maschine. Der Roboter sollte die menschliche Arbeitskraft ersetzen und blieb für die Erledigung seiner Aufgaben eingehaust in einer Zelle. Getrennte Arbeitsräume und keine unmittelbare Interaktion zwischen Mensch und Maschine: Diese Prinzipien blieben für über 50 Jahren unverändert. Den Wunsch, dass Mensch und Roboter sich wie in der Science-Fiction den Arbeits- oder Lebensraum teilen, erfüllten diese Roboterapplikationen nicht.

Eine neue Ära der Robotik

Mit einer neuen Art von Robotern, den sogenannten Cobots, soll sich das nun ändern. Der Name Cobots stammt aus der Verbindung der Worte „Collaboration“ und „Robot“. Im Unterschied zur Kooperation teilen sich bei der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) Mensch und Roboter einen Arbeitsraum. So werden die Stärken bzw. Vorteile der Maschine wie Zuverlässigkeit, Ausdauer und Wiederholgenauigkeit mit den Stärken des Menschen, also Geschicklichkeit, Flexibilität und Entscheidungsvermögen kombiniert. Bei solchen Mensch-Roboter-Kollaborationen überschneiden sich die Arbeitsräume von Mensch und Roboter räumlich und zeitlich. Für MRK werden Leichtbauroboter eingesetzt, die Lasten von etwa 10 kg bewegen können. Als Serviceroboter sollen sie Menschen bei körperlich belastenden oder monotonen Arbeiten „zur Hand gehen“. Typische Einsatzgebiete sind „Pick and Place“-Applikationen, das Handling zwischen verschiedenen Produktionsschritten oder „Follow-the-Line“-Anwendungen, bei denen der Roboter eine vorgeschriebene Bewegungsbahn exakt ausführen muss (z.B. beim Nachfahren einer Kontur oder Klebearbeiten).

Kollision nicht (mehr) ausgeschlossen

MRK-Applikationen stellen an die Sicherheit neue Anforderungen. Wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen „klassischen“, umhauerten Roboterapplikationen und MRK ist, dass Kollisionen zwischen Maschine und Mensch ein reales Szenario sein können. Sie dürfen jedoch zu keinen Verletzungen führen.

Voraussetzungen für ein verletzungsfreies Miteinander sind zum einen zuverlässigere Steuerungen und intelligente, dynamische Sensoren am Roboter selbst. Der Roboter fühlt also, wenn es zu einer Kollision kommt. Zum anderen müssen durch normative Grundlagen verlässliche Sicherheits-Standards gesetzt sein. Eine

zentrale Bedeutung spielt dabei die in diesem Frühjahr veröffentlichte Technische Spezifikation ISO/TS 15066 „Robots and Robotic Devices - Collaborative industrial robots“. Mit dieser Technischen Spezifikation können nach entsprechender Validierung sichere Mensch-Roboter-Kollaborationen umgesetzt werden.

In der ISO/TS15066 sind vier Kollaborationsarten als Schutzprinzipien genauer beschrieben:

- Sicherheitsgerichteter überwachter Stillstand
- Handführung
- Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung
- Leistungs- und Kraftbegrenzung

Bei der Umsetzung einer sicheren Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) kann der Systemintegrator eine oder eine Kombination aus diesen „Kollaborationsarten“ für seine Applikation auswählen.

Die Technische Spezifikation ist zudem die erste Norm die in ihrem Anhang A detaillierte Angaben zu Schmerzschwellen für verschiedene Körperregionen macht. Diese Werte bilden die Basis, um die Applikation mit einer „Leistungs- und Kraftbegrenzung“ umsetzen zu können.

In der Praxis zeigt sich, dass sich mit der ISO/TS15066 Mensch-Roboter-Kollaborationen oft durch eine Kombination einer „Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung“ und einer „Leistungs- und Kraftbegrenzung“ umsetzen lassen. Allerdings gibt es durchaus Roboter-Applikation, die auch weiterhin nicht ohne einen Schutzzaun auskommen werden. Gründe sind zum Beispiel sehr spitze oder scharfkantige Werkzeuge oder Werkstücke oder wenn hohe Krafteinwirkungen und Geschwindigkeiten für den Prozess benötigt werden.

Im Anhang der Technischen Spezifikation ISO/TS 15066 wird ein Körperzonenmodell aufgeführt. Es macht zu jedem Körperteil (z.B. am Kopf, an der Hand, am Arm oder am Bein) eine Angabe zu den jeweiligen Kollisionsgrenzwerten. Bleibt die Anwendung während einer Begegnung zwischen Mensch und Roboter innerhalb dieser Grenzen, so ist sie normenkonform. Diese Schmerzschwellenwerte werden in der Praxis zur Validierung einer sicheren MRK herangezogen. Zur Messung von Kräften und Geschwindigkeiten hat Pilz ein Kollisionsmessgerät entwickelt und im Automobilbau bereits erfolgreich erprobt. Ausgestattet mit Federn und entsprechenden Sensoren können die einwirkenden Kräfte bei einer Kollision mit einem Roboter exakt erfasst, per Software ausgewertet und mit den Vorgaben aus der ISO/TS 15066 verglichen werden.

Als Mitglied in diesem Internationalen Normengremium hat Pilz mit Roboterherstellern, Integratoren, Prüfstellen (notified bodies, wie BG) und anderen Automatisierungsunternehmen aktiv an der Ausgestaltung dieser wegweisenden Norm für die Mensch-Maschine-Kollaboration im industriellen Umfeld mitgearbeitet.

Sensorik-Baukasten für sichere Roboter

Bei der technischen Umsetzung von Roboterapplikationen kommt der sicheren Sensorik eine Schlüsselrolle zu: Um allen Anwendungen in Punkto Sicherheit gerecht zu werden, ist ein Baukasten an Sensoren notwendig.

Wenn das Eingreifen des Menschen in den Produktionsprozess prinzipiell nicht notwendig oder unerwünscht ist, werden Maschinen und Anlagen mit mechanischen räumlich trennenden Schutzeinrichtungen umgeben. Für solche Roboterzellen gilt, dass

sie in der Regel nur für Service-Zwecke betreten werden muss. Für diesen Zugang sind Schutztüren geeignet, die ihrerseits jedoch mit Schutztürsensoren abgesichert werden müssen: Wird eine Schutztür geöffnet, erkennt der Sensor dies und erzeugt ein Abschaltsignal für die sichere Maschinensteuerung.

Je nach Anforderung, Einbausituation und applikativen Randbedingungen kommen verschiedene Betätigungsprinzipien und Bauarten zum Einsatz: Berührungslos sichere magnetische Sensoren stellen bei verdecktem Einbau eine sehr wirtschaftliche Lösung dar, während sichere RFID-basierte Sensoren, z.B. der Sicherheitsschalter PSENcode, eine maximale Freiheit bei der Montage ermöglichen und höchsten Manipulationsschutz gewährleisten.

Wenn Schutzeinrichtungen zum Beispiel bei engen Platzverhältnissen nah an einer gefährlichen Bewegung platziert werden müssen, besteht die Gefahr des gefährlichen Nachlaufs. Hier ist die Verwendung einer sicheren Zuhaltung unbedingt notwendig. Mechanische Zuhaltungen mit Federkraftverriegelung wie beispielsweise PSENmech oder integrierte sichere Schutztürsysteme wie PSENsgate, PSENmlock und PSENslock übernehmen diese Aufgaben. Zu all diesen technischen Sensorprinzipien gibt es eine Vielzahl von Gerätevarianten, so dass beinahe alle denkbaren Überwachungsszenarien realisiert werden können.

In Bereichen des Roboter-unterstützten Automobilrohbaus kommen beispielsweise codierte Sicherheitsschalter PSENcode von Pilz zum Einsatz, die mit nur einem Sensor bis zu drei Positionen überwachen können. Einsatzgebiete sind hier die Schnittstellen zwischen Mensch und Roboter, wo auch manuelle

Eingriffe notwendig sind, etwa zur Beschickung und Entnahme von Blechteilen der mit Schutzgittern umhausten Roboterzellen.

Bei Roboterapplikationen, bei denen beispielsweise eine menschliche Kontrolle, ein Einlegen von Teilen oder eine Nacharbeit erforderlich ist, werden ebenfalls oft berührungslos wirkende Schutzeinrichtungen wie Sicherheitslichtvorhänge als Zutrittsschutz eingesetzt.

Zusätzlich kann es erforderlich sein, einen Hintertretschutz in Form von waagrecht installierten Sicherheitslichtvorhängen oder einem Sicherheitslaserscanner anzubringen, in manchen Fällen sind auch Sicherheitsschaltmatten die bevorzugte Wahl, wenn zum Beispiel die optischen Systeme aufgrund von prozessualen Randbedingungen wie z.B. Staub, Rauch, Nebel, Dampf Verfügbarkeitsprobleme haben.

Wenn sich Mensch und Roboter einen gemeinsamen Arbeitsraum teilen, dann wird versucht, die Sicherheit der Applikation durch Sicherheitskomponenten und -funktionen im oder am Roboter unterstützend zu realisieren. Beispielsweise werden sichere Bewegungsfunktionen im Roboter mit Nahfeldsensoren, mit integrierter Momentenüberwachung im Roboter oder mit einer den Roboter umhüllenden taktilen Sensorik kombiniert. Die Bewegungen bei dieser Art von Roboterapplikation sind dabei im Allgemeinen deutlich langsamer als in vollautomatisierten Anwendungen. Solche Sicherheitsphilosophien sind Stand heute im Bereich Service-Robotik in Verbindung mit Mensch-Roboter-Kollaboration realisiert, es können unter Berücksichtigung anderer Sicherheitsanforderungen damit auch Applikationen umgesetzt werden.

Gefahrenfreier Raum – dynamisch abgesichert

Bei Mensch-Roboter-Kollaborationen mit Robotern größerer Traglast stoßen die erwähnten Sicherheitskonzepte an ihre Grenzen – es sind andere gefordert. Bei diesen ist eine deutlich abgestufte Betrachtung von Ereignissen notwendig. So muss beispielsweise unterschieden werden, ob sich ein Mensch im potentiellen Aktionsraum einer Gefahr bringenden Bewegung aufhält (Warnraum) oder bereits eine Zone mit erhöhter Sicherheitsanforderung betreten hat (Schutzraum). Idealerweise müssen sich diese Räume dynamisch anpassen lassen und beispielsweise den sicher überwachten Bewegungen der Maschine oder eines Roboters nachgeführt werden. So können in diesem Umfeld Mensch-Roboter-Kollaborationen realisiert werden, bei denen statische Schutzeinrichtungen an ihre Grenzen stoßen.

Neue kamerabasierte Verfahren sind in der Lage, Schutzfelder und -räume mehrdimensional sicher zu überwachen, wie es zum Beispiel das 3D-Kamerasystem SafetyEYE für die sichere Raumüberwachung leistet. Solche Sensorsysteme eröffnen durch ihr 3D-Funktionsprinzip neue Möglichkeiten in der Applikationsgestaltung. Zudem lassen sich Schutzraum-Anordnungen bei jedem Prozessschritt erneut anpassen.

Weiterentwicklungen in diesem Bereich sind bedingt durch die Anforderungen der kommenden Applikationen: eine Kombination eines sicheren Roboters mit einem sicheren 3D-Kamerasystem mit einer intensiveren Kommunikation kann verschiedene, strikt voneinander getrennte Prozessschritte miteinander verschmelzen und optimieren. Der sichere Roboter kennt seine sichere Position, seine sichere Geschwindigkeit und seine sichere Bewegungsrichtung, das sichere Kamerasystem kennt die Position von Objekten (Menschen) im Umfeld des Aktionsradius des Roboters. Statt starrem Abschalten kann das Gesamtsystem

zukünftig deutlich flexibler reagieren, unnötige Stillstandzeiten vermeiden und so die Produktivität der Anlage erhöhen.

Am Ende steht die CE-Kennzeichnung

Der Gesetzgeber verpflichtet, wie in anderen Bereichen auch, den Hersteller einer Roboterapplikation zur Durchführung eines Konformitätsbewertungsverfahrens mit CE-Kennzeichnung. Die Anbringung der CE-Kennzeichnung bestätigt, dass die Roboterapplikation alle erforderlichen Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt. Die Herausforderung der zu Grunde liegenden „Risikobeurteilung“ bei Roboterapplikationen besteht darin, dass sich die Grenzen der beiden Arbeitsbereiche von Mensch und Maschine auflösen. Zusätzlich zu den Gefahren, die vom Roboter ausgehen, müssen die Bewegungen des Menschen berücksichtigt werden. Diese sind jedoch nicht immer kalkulierbar mit Blick auf Geschwindigkeit, Reflexe oder plötzlichen Zutritt zusätzlicher Personen.

Es folgen die Schritte „Sicherheitskonzept“ und „Sicherheitsdesign“ inklusive Auswahl der Komponenten. Diese sind meist eine Kombination aus intelligenten Sensoren, die miteinander verknüpft sind, und Steuerungen, die die notwendigen dynamischen Arbeitsprozesse überhaupt erst möglich machen. Anschließend werden die ausgewählten Sicherheitsmaßnahmen in der Risikobeurteilung dokumentiert und im Schritt „Systemintegration“ umgesetzt. Es folgt die „Validierung“, in der die vorangegangenen Schritte nochmals reflektiert werden.

Den einen sicheren Roboter oder die eine sichere Sensorik, die alle möglichen Fälle aus den Anwendungen hinsichtlich der Sicherheit abdeckt, gibt es zumindest bislang nicht. Die Anforderungen an die Sicherheitstechnik hängen stets von der jeweiligen Applikation ab. Erst in der Gesamtbetrachtung von

Roboter, Werkzeug und Werkstück sowie dazugehörigen Maschinen wie etwa Fördertechnik entstehen sichere Roboterzellen. Das bedeutet in der Praxis, dass jede Applikation eine eigene sicherheitstechnische Betrachtung erfordert.

Zeichen: 13.092

Pilz GmbH & Co. KG

Pilz ist mit weltweit 2.200 Mitarbeitern international agierender Technologieführer in der Automatisierungstechnik. In diesem Bereich entwickelt sich Pilz konsequent zum Komplettanbieter mit Lösungen für die Sicherheits- und Steuerungstechnik. Neben dem Stammhaus in Deutschland ist Pilz mit 40 Tochtergesellschaften und Niederlassungen auf allen Kontinenten vertreten.

Zu den Produkten zählen Sensorik, elektronische Überwachungsgeräte, Automatisierungslösungen mit Motion Control, Sicherheitsschaltgeräte, programmierbare Steuerungssysteme sowie der Bereich Bedienen und Beobachten. Für die industrielle Vernetzung stehen sichere Bussysteme, Ethernetssysteme sowie industrielle Funksysteme zur Verfügung.

Lösungen von Pilz kommen in allen Bereichen des Maschinen- und Anlagenbaus zum Einsatz, darunter auch in der Verpackungs- und Automobilindustrie sowie in den Branchen Windenergie, Transport und Pressen. Die Lösungen sorgen außerdem dafür, dass Gepäckförderanlagen in Flughäfen gefahrlos laufen, Theaterkulissen sich reibungslos bewegen und Seil- oder Achterbahnen sicher unterwegs sind. Pilz bietet darüber hinaus ein umfassendes Dienstleistungsprogramm mit vielfältigem Schulungsangebot. Mit Sicherheitsberatung und Engineering steht zudem ein durchgängiger und kompetenter Service zur Verfügung.

Kontakt für Journalisten:

Martin Kurth

Unternehmens- und Fachpresse
Telefon: +49 711 3409-158
E-Mail: m.kurth@pilz.de

Sabine Karrer

Fach- und Unternehmenspresse
Telefon: +49 711 3409-7009
E-Mail: s.skaletz-karrer@pilz.de