

Individuelle Sicherheit

Mensch-Roboter-Kollaborationen verlangen besondere Aufmerksamkeit



Bild 1: Die Effizienz von Roboterapplikationen steigt, je enger Mensch und Maschine zusammenarbeiten können. Gleichzeitig stellt dies auch höhere Anforderungen an die Sicherheit. Dabei erfordert jede Applikation eine eigene sicherheitstechnische Betrachtung

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 Prin-

zipien 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“-Appli-



Bild 2: Für MRK werden intelligente Sicherheitssysteme benötigt, wie beispielsweise das 3D-Kamerasystem SafetyEYE, mit dem sich Arbeitsbereiche, in denen Mensch und Maschine kollaborieren, auch ohne trennende Schutzeinrichtungen sicher überwachen lassen

Autor:

Jochen Vetter, Manager
Consulting Services,
Pilz GmbH & Co. KG,
Ostfildern

kationen, 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“, umhausten, 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 Sicherheitsstandards 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 Krafterwirkungen und Geschwindigkeiten für den Prozess benötigt werden.

Körperzonenmodell

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 Schwellenwerte werden in der Praxis zur Validierung einer sicheren MRK herangezogen. Zur Messung von Kräften und Geschwindigkeiten hat das Unternehmen Pilz ein Kraftmessgerät 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 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.

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 Roboter-Applikation alle erforderlichen Sicherheits- und



Bild 3: Erst durch die Umsetzung des Sicherheitskonzepts mit der richtigen Auswahl von Roboter mit seinen Sicherheitsfunktionen sowie die Kombination mit intelligenten Sicherheitskomponenten führt dies zur sicheren Roboterapplikation

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.

Fazit

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: Letztlich ist die sichere MRK-Applikation das Ergebnis des Zusammenspiels normativer Rahmenbedingungen, einer darauf aufbauenden komplexen Risikoanalyse, der Auswahl eines Roboters mit den entsprechenden Sicherheitsfunktionen, der Auswahl der passenden, zusätzlichen Sicherheitskomponenten und schließlich der Validierung.

■ Pilz GmbH & Co. KG
www.pilz.de