



MODUL: GESCHWINDIGKEITS- UND ABSTANDSÜBERWACHUNG

In der Betriebsart »Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung« ist der physische Kontakt zwischen Mensch und Roboter ausgeschlossen. Risikominderung wird erreicht, indem der Roboter einen Mindestabstand zum Menschen einhält. Unterschreitet er diesen, muss der Roboter stoppen und kann erst wieder anlaufen, sobald der Abstand wiederhergestellt ist. Der notwendige Sicherheitsabstand berechnet sich nach einer Formel, die ISO/TS 15066 vorgibt. Sie beinhaltet folgende Parameter:

- Bremsverhalten des Roboters
- Annäherungsgeschwindigkeit des Menschen
- Auflösungsvermögen der Sicherheitssensoren

Gemäß den Vorgaben aus ISO/TS 15066 ist die Formel auf jeden Oberflächenpunkt des Roboters und zu jedem Zeitpunkt der Roboterbewegung anzuwenden. Daraus ergibt sich ein Hüllvolumen, das die Sicherheitssensoren erfassen müssen. Herkömmliche Methoden scheitern an der genauen Berechnung des Abstands bei der Roboterbewegung, sodass Systemintegratoren bisher auf konservative Schätzungen vertrauen. Sie resultieren oftmals in Abstandswerten, die mit einem hohen Bedarf an kostbarer Aufstandsfläche einhergehen.

Mit dem Modul Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung steht eine Funktion zur Verfügung, die den Sicherheitsabstand für die Roboterbewegung in Echtzeit berechnet, an das angeschlossene Planungsprogramm weiterleitet und dort darstellt. Der Planer erhält damit ein sehr genaues Abbild der Bereiche, die er mit sicherheitszertifizierten Sensoren überwachen muss. Weiterhin enthält das Modul verschiedene Sensor- und Robotermodelle, die auf Basis von experimentellen Messdaten deren Funktionen und Verhalten realitätsgetreu nachbilden. Mit dem Modul ist es auch möglich, die Betriebsart »Sicherheitsbewerter überwachter Halt« zu planen.

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR FABRIKBETRIEB UND -AUTOMATISIERUNG IFF

Institutsleiter
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h. Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Telefon 0391 4090-0
Fax 0391 4090-596
ideen@iff.fraunhofer.de
www.iff.fraunhofer.de

Ansprechpartner

Geschäftsfeld Robotersysteme
Prof. Dr. techn. Norbert Elkmann
Telefon +49 391 4090-222
Fax +49 391 4090-250
norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Roland Behrens
Telefon +49 391 4090-284
Fax +49 391 4090-250
roland.behrens@iff.fraunhofer.de

www.iff.fraunhofer.de/rs

SICHERE MENSCH-ROBOTER- KOLLABORATION ZUVERLÄS- SIG UND EFFIZIENT PLANEN





MRK HEUTE PLANEN

Seit Veröffentlichung der Norm ISO/TS 15066 steht Anwendern und Systemintegratoren ein Regelwerk zur Verfügung, das sie bei der Vermeidung von Verletzungsgefahren an kollaborativen Robotersystemen unterstützt. Es besteht die Wahl zwischen vier Betriebsarten, die sich in puncto Interaktionstiefe, Platzbedarf und Automatisierungsgrad unterscheiden. Aktuell genießen die folgenden zwei einen hohen Stellenwert bei Anwendern:

- Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung
- Leistungs- und Kraftbegrenzung

Beide verleihen dem kollaborativen Robotersystem eine nahezu uneingeschränkte Zugänglichkeit und erfüllen damit die Grundvoraussetzung einer flexiblen Produktion.

Nach derzeitiger Sachlage ist die Einhaltung ihrer Sicherheitsanforderungen am realen Robotersystem belastbar nachzuweisen. Für beide Betriebsarten stehen dem Anwender oder Systemintegrator verschiedene Messmittel zur Verfügung (Messgeräte zur Erfassung von Bremswegen oder Kollisionskräften). Ein gravierendes Problem der messtechnischen Wirkungskontrolle ist, dass sie immer am vollständig aufgebauten und programmierten Robotersystem erfolgt. Zu diesem Zeitpunkt hat der Anwender bereits eine sehr genaue Kenntnis von den Robotergeschwindigkeiten und der Anlagentaktzeit. Am Ende entscheidet aber die Messung am Roboter darüber, ob die Geschwindigkeiten und Sicherheitsanforderungen der gewählten Betriebsart miteinander harmonisieren. Im schlimmsten Fall kann es erforderlich sein, die Robotergeschwindigkeit drastisch zu reduzieren. Um diese Situation zu vermeiden, hat das Fraunhofer IFF neue Methoden und Werkzeuge entwickelt, die kritische Sicherheitsanforderungen bereits in den Planungsprozess einer MRK-Applikation komplett einbeziehen. Sie unterstützen den Planer dabei, die erreichbare Taktzeit und den Platzbedarf frühzeitig abzuschätzen und verhindern, dass die nachgelagerte Wirkungskontrolle eine Verfehlung der Schutzziele aufzeigt.



MODUL: LEISTUNGS- UND KRAFTBEGRENZUNG

In der Betriebsart Leistungs- und Kraftbegrenzung ist der physische Kontakt zwischen Mensch und Roboter erlaubt. Verletzungsgefahren durch Kollisionen werden durch die Einhaltung der biomechanischen Belastungsgrenzen aus ISO/TS 15066 vermieden. Ob ein kollaborierender Roboter sie erfüllt, ist mit einem geeigneten Messgerät nachzuweisen. Mit diesem Messgerät muss am realen Robotersystem jede gefahrbringende Klemmung und Quetschung untersucht werden. Erst wenn die Messergebnisse unterhalb der Grenzwerte liegen, ist der Sicherheitsnachweis erbracht. Andernfalls ist es notwendig, die Robotergeschwindigkeit zu reduzieren.

Derzeit steht dem Systemintegrator kein Hilfsmittel zur Verfügung, um im Vorfeld eine sichere Geschwindigkeit abzuschätzen. Dieser Mangel stellt einen großen Unsicherheitsfaktor dar. Es ist über den Zeitraum von der Planung bis zur Kollisionsuntersuchung nicht klar, ob das kollaborative Robotersystem seine wirtschaftlichen Ziele später erreicht oder aus Sicherheitsgründen verfehlt.

Für diese Situation stellt das Modul »Leistungs- und Kraftbegrenzung« eine Funktion bereit, die jede Bewegung des Roboters hinsichtlich ihres Gefahrenpotentials bewertet. Der Planer gibt hierzu an, welche Körperteile des Menschen gefährdet sind. Daraufhin ermittelt die Funktion eine Geschwindigkeit, mit welcher der Roboter in der jeweils betrachteten Situation die Grenzwerte nach ISO/TS 15066 einhält. So ist es dem Planer möglich, den gesamten Bewegungsablauf zu bewerten und ggf. zu optimieren. Technologisch baut das Modul auf verschiedenen Modellen und einer exklusiven Datenbank auf, die aus den Studien des Fraunhofer IFF hervorging und mehr als 20.000 Belastungsversuche an Probanden speichert.



COMPUTER-AIDED-SAFETY

Mit Computer-Aided-Safety definiert das Fraunhofer IFF eine neue Generation von Werkzeugen und -methoden, die speziell auf die Planung von MRK-Applikationen zugeschnitten sind. Sie lassen sich nahtlos in Expertenprogramme Dritter integrieren und für den Planungsprozess bereitstellen. In Form einer Programmiererweiterung ergänzen sie dort nützliche Funktionen, die besondere Merkmale und Eigenschaften der normativen Sicherheitsanforderungen direkt in den traditionellen Ablauf eines Planungsvorhabens einbeziehen. Durch visuelle und interaktive Elemente zeigen sie dem Planer an, wo die Grenzen seiner Applikation gemäß der gewählten kollaborativen Betriebsart und deren Sicherheitsanforderungen liegen. Zukünftige Assistenten geleiten ihn durch komplexe Sachverhalte zum optimalen und sicheren Entwurf vom Anlagenlayout bis zum Roboterprogramm.

Ein Cloud-Dienst bildet die funktionelle Ebene von Computer-Aided-Safety. Er kann wahlweise im geschützten Firmennetz oder auch im Internet betrieben werden. Seine Aufgabe ist es, die teils sehr rechenintensiven Funktionen an das bevorzugte Planungsprogramm zu vermitteln. Neben verschiedenen Algorithmen zählen auch Datenbanken zum Grundgerüst des Dienstes. Aktuell unterteilt er sich in die Module Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung und Leistungs- und Kraftbegrenzung. Für beide Betriebsarten stellen die Module spezifische Funktionen bereit, die ihre Integration in eine wirtschaftliche und sichere MRK-Applikation stark erleichtern. Sie bauen Komplexität ab und eröffnen dem Planer neue Freiräume für neue Anlagenkonzepte.

2 Modul »Leistungs- und Kraftbegrenzung« zur Planung sicherer Roboter-Geschwindigkeiten.

3 Modul »Geschwindigkeits- und Abstandsüberwachung« zur effizienten Auslegung von Sicherheitskonzepten