



1 Das IFA-Kraftmesssystem.

2 Untersuchung der Druckverteilung einer Faust.

KOLLISIONSUNTERSUCHUNGEN FÜR DIE MENSCH-ROBOTER-INTERAKTION

Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

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

Sandtorstraße 22
39106 Magdeburg

Ansprechpartner
Geschäftsfeld Robotersysteme
Dipl.-Ing. Roland Behrens
Telefon +49 391 4090-284
roland.behrens@iff.fraunhofer.de

Dr. techn. Norbert Elkmann
Geschäftsfeldleiter Robotersysteme
Telefon +49 391 4090-222
norbert.elkmann@iff.fraunhofer.de

www.iff.fraunhofer.de/rs

Ausgangssituation und Motivation

In naher Zukunft werden Menschen und Roboter in einem gemeinsamen Arbeitsraum zusammenarbeiten und interagieren. Der Schutz des Menschen vor Verletzungen wird dann nicht mehr durch trennende Zäune sichergestellt, sondern durch verschiedenste Technologien wie Sensorsysteme und sichere Manipulatoren. Berührt der Mensch einen Roboter, wird zwischen einem gewollten Kontakt und einer Kollision unterschieden. In beiden Fällen darf der Mensch keinem Verletzungsrisiko ausgesetzt sein.

Aktuelle Normungslage

Nach neuester Normenlage darf bei einer Kollision die mechanische Beanspruchung des menschlichen Körpers höchstens zu einer geringfügigen Verletzung der Haut in

Form einer leichten Schwellung oder maximal eines Hämatoms führen. Hierbei ist zu beachten, dass die zulässige Belastung an verschiedenen Körperstellen unterschiedlich ist.

Im Zuge des aktuellen Normungsprozesses wurde ein umfassender Körperatlas erarbeitet, der die maximalen mechanischen Beanspruchungen für alle Körperstellen zusammenfasst. Für den Kollisionsfall werden die maximale Stoßkraft und der maximale Partialdruck innerhalb der beanspruchten Fläche unterschieden. Für jede Körperstelle und beide Kollisionsgrößen sind entsprechende Grenzwerte hinterlegt. Mit Hilfe dieses Körperatlas können schon heute Arbeitsplätze mit Mensch-Roboter-Interaktion prozessoptimal eingerichtet werden, die darüber hinaus den Sicherheitsvorgaben genügen.



Untersuchung von Kollisionskräften und Belastungsgrenzen

Mit einer vom Fraunhofer IFF entwickelten Messvorrichtung ist es erstmalig möglich, Kollisionsversuche mit Probanden durchzuführen. Die zuständige Ethikkommission hat dem Fraunhofer IFF hierfür ihr zustimmendes Votum für die Untersuchungen mit Probanden erteilt. Im Auftrag des Instituts für Arbeitsschutz (IFA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) wird aktuell mit dieser Messvorrichtung eine Studie bearbeitet. Diese hat zum Ziel, das Verhältnis der Maximalkräfte bei einer klemmenden und freien Kollision durch eine Skalierungsfunktion zu beschreiben. Mit dieser Skalierungsfunktion lassen sich zukünftig die messbaren Maximalkräfte einer Kollision im klemmenden Fall auf eine Situation umrechnen, in der sich der Mensch frei im Raum befindet und die Verletzungsgefahr geringer ist.

Weiterhin werden am Fraunhofer IFF die physikalischen und biomechanischen Auswirkungen von Roboter-Kollisionen auf den Menschen untersucht, um Grundlagen über die gesundheitlichen Risiken und Verletzungsgrenzen zu identifizieren. Im Vordergrund steht aktuell die Erfassung der maximalen Beanspruchung des Menschen, die bei einer Kollision mit einem Roboter für die unterschiedlichsten Fälle noch zulässig ist.

Auf Grundlage der gewonnenen Untersuchungsergebnisse werden funktionelle und gestalterische Anforderungen zur Entwicklung neuer Technologien für die sichere

Mensch-Roboter-Interaktion abgeleitet, umgesetzt und evaluiert. Dabei geht es um die Gestaltung taktiler Sensoren und sicherer Manipulatoren sowie die Einrichtung optimalen Reaktionsverhaltens von Robotern im Kollisionsfall.

Unsere Leistungen

Das Fraunhofer IFF ist mit seiner einzigartigen Ausstattung in der Lage, alle relevanten physikalischen Größen (zeitliche Verläufe von Kraft, Druckverteilung, Impuls und Kompressionsweg) bei einer Mensch-Roboter-Kollision unabhängig vom jeweiligen Robotertyp zu messen. Hierbei sind wir auf kein bestimmtes Szenario oder eine bestimmte Anwendung beschränkt. Unsere flexiblen und mobilen Messsysteme erlauben Messungen im Labor des Fraunhofer IFF sowie beim Anwender direkt an der Roboterzelle oder am mobilen Roboter. Das gesamte Szenario mit Mensch-Roboter-Interaktion kann somit einer vollständigen und individuellen Prüfung gemäß der normativen Richtlinien unterzogen werden. Die Evaluierung von sicherheitsförderlichen Maßnahmen wie kollisionsdämpfenden Materialien und die Entwicklung zugeschnittener Messverfahren oder -systeme bieten wir gleichermaßen an.

Vorteile

Bei Neueinrichtung von modernen Arbeitsplätzen mit Mensch-Roboter-Interaktion können die Ergebnisse einer Kollisionsmessung bei der Risikoanalyse verwendet wer-

den. Weiterhin können Prozessabläufe und Robotergeschwindigkeiten in Arbeitsräumen mit Mensch-Roboter-Interaktion untersucht und bei Bedarf optimiert werden.

Ausstattung

Das Fraunhofer IFF verfügt über eine umfangreiche technische Ausstattung zur systematischen Untersuchung von Mensch-Roboter-Kollisionen. Dazu zählen ein System für die Impulsenergiemessung, ein hochauflösendes Tekscan-Druckmesssystem und eine Hochgeschwindigkeitskamera. Bei dem Impulsenergiemesssystem handelt es sich um ein mechanisches Pendel, mit dem die kollisionsrelevanten Größen am Probanden erfasst werden können. Für die Kalibrierung aller Messsysteme steht eine einzigartige und hochgenaue Kalibriervorrichtung zur Verfügung. Weiterhin verfügt das Fraunhofer IFF über das KOLROBOT-Messsystem des IFA. Mit diesem System können Stoß- und Klemmkkräfte direkt am Roboter gemessen werden, wobei eine Kombination aus Federn und Dämpfungsmaterialien verschiedene menschliche Körperregionen nachbildet.

1 Mechanisches Pendel für Kollisionsversuche.

2 Kollisionsuntersuchungen an Probanden.

Bilder: Fraunhofer IFF, Bernd Liebl