

Sensorauswahl für die sichere Arbeitsraumüberwachung von Robotern durch integrierte Umfelderkennung

Sensor Selection for Safe Workspace Monitoring of Robots through Integrated Environmental Sensing

Sophie Charlotte Keunecke, Mathias Hüsing, Burkhard Corves

*RWTH Aachen University, Institut für Getriebetechnik, Maschinendynamik und Robotik, Eilfschornsteinstraße 18, 52062 Aachen, Deutschland, {keunecke, husing, corves}@igmr.rwth-aachen.de

Kurzfassung

Die fortschreitende Automatisierung in der industriellen Fertigung und der verstärkte Einsatz kollaborationsfähiger Roboter stellen Unternehmen vor neue Herausforderungen im Bereich der Sicherheits- und Umfeldüberwachung [1]. Insbesondere in kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMUs) wird nach flexiblen, kostengünstigen und leicht integrierbaren Lösungen gesucht, die sich an die dynamischen Produktionsumgebungen anpassen können. Bestehende Sicherheitskonzepte, wie sie in der DIN EN ISO 10218-1 definiert sind, basieren im Allgemeinen auf einer starren Zoneneinteilung und Roboter verlangsamen oder stoppen, wenn sich Menschen oder Objekte in kritischen Bereichen befinden oder gar berührt werden [2]. Diese bieten Schutz, erfordern jedoch hohe Investitionen und schränken die Bewegungsfreiheit der Roboter stark ein [3].

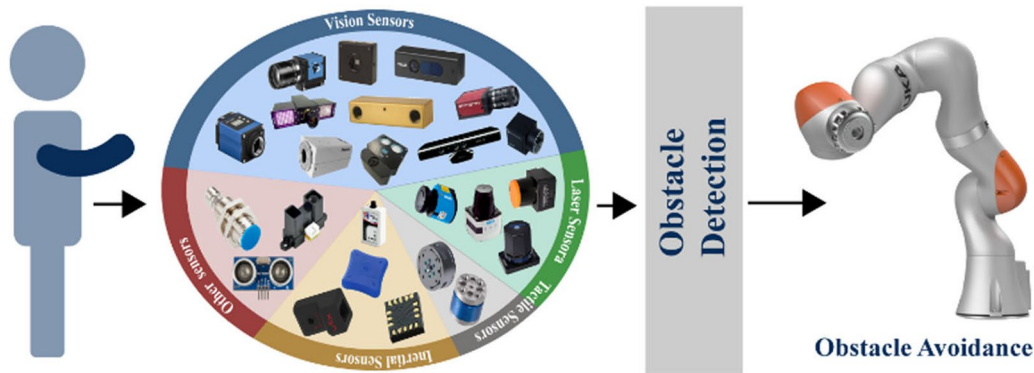


Bild 1 Beispiele für Sensoren zur Hinderniserkennung in einer kollaborationsfähigen Mensch-Roboter-Umgebung [4]

Um diese Einschränkungen zu überwinden, konzentriert sich diese Arbeit auf die Auswahl geeigneter low-cost und low-size Sensoren zur intrinsischen Überwachung des Arbeitsraums aus der Perspektive des Roboters selbst, wie Bild 1 exemplarisch darstellt. Durch den Einsatz der am Roboter angebrachten Sensoren sollen externe Schutzmaßnahmen reduziert, Variabilität erhöht und die Sicherheit in der Mensch-Roboter-Interaktion (MRK) verbessert werden. Die Vielfalt der Sensoren ist groß. Ziel ist es, Sensoren zu identifizieren, die eine präzise und zuverlässige Erfassung des Arbeitsbereichs ermöglichen und gleichzeitig robust gegenüber Störungen wie Licht, Staub und unvorhergesehenen Hindernissen sind.

Für die Auswahl geeigneter Sensoren wurden mehrere Sensortechnologien sowohl im Stillstand als auch unter Bewegung untersucht, ebenso wurden Störeinflüsse provoziert und verschiedene Oberflächenstrukturen und -materialien detektiert; der Fokus hierbei lag auf optischer Sensorik, da der Messbereich bis zu 2 Metern Größe besitzen und Berührungen ausgeschlossen sind. Die Sensorauswahl basierte auf Kriterien wie Größe, Reichweite, Auflösung, Störfestigkeit und Kosten. Ultraschallsensoren bieten eine robuste Abstandsmessung in staubigen oder nebligen Umgebungen, sind jedoch durch ihre geringe Winkelauflösung und Schwierigkeiten bei der Erkennung weicher Materialien eingeschränkt. Infrarotsensoren zeichnen sich durch ihre kostengünstige Integration und schnelle Reaktionszeit aus, reagieren jedoch empfindlich auf Umgebungslicht und reflektierende Oberflächen. Aufgrund der spezifischen Anforderungen an Präzision, Reaktionsgeschwindigkeit und Störfestigkeit wurden optische Time-of-Flight (ToF)-Sensoren als die am besten geeignete Technologie identifiziert. Diese Sensoren bieten eine hohe Messgenauigkeit, eine schnelle Abtaststrategie und eine Widerstandsfähigkeit gegenüber externen Störungen, mit Ausnahme von direkter Sonneneinstrahlung, aufgrund der identischen Wellenlängen. Besonders in Umgebungen mit komplexen Oberflächen bewiesen ToF-Sensoren eine überlegene Leistung im Vergleich zu den anderen geprüften Technologien.

Die in dieser Arbeit durchgeführte Untersuchung bildet die Grundlage für zukünftige Entwicklungen im Bereich der sensorbasierten Arbeitsplatzüberwachung für kollaborative Robotersysteme.

Diese Arbeit wurde erstellt im Rahmen des Projekts *IIDEA - Inklusion und Integration durch Cobots auf dem ersten Arbeitsmarkt*, das vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales aus Mitteln des Ausgleichsfonds gefördert wird.

Literatur

- [1] Kluy, L. *et al.*: *Mensch-Roboter-Kollaboration in KMU – Potenziale identifizieren, analysieren und realisieren*. In: *Digitalisierung der Arbeitswelt im Mittelstand* (2022) 1. Springer Vieweg, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-64803-2_3, S. 55-99
- [2] DIN Deutsches Institut für Normung e. V.: *DIN EN ISO 10218-1. Industrieroboter - Sicherheitsanforderungen - Teil 1: Roboter*, Berlin: Beuth-Verlag, 2021.
- [3] Gleirscher, M., Johnson, N., Karachristou, P. *et al.*: *Challenges in the Safety-Security Co-Assurance of Collaborative Industrial Robots*. In: *The 21st Century Industrial Robot: When Tools Become Collaborators*. Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering (2022), vol 81. Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-030-78513-0_11
- [4] Saleem, Z., Gustafsson, F., Furey, E. *et al.*: *A review of external sensors for human detection in a human robot collaborative environment*. In: *Journal of Intelligent Manufacturing* (2024), DOI: 10.1007/s10845-024-02341-2, S. 1-25, Fig. 3
- [5] Projekt *IIDEA - Inklusion und Integration durch Cobots auf dem ersten Arbeitsmarkt*, gefördert aus Mitteln des Ausgleichsfonds des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, Website: www.idea.rwth-aachen.de

DuEPublico

Duisburg-Essen Publications online

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN

Offen im Denken

ub | universitäts
bibliothek

In: 11. IFToMM D-A-CH Konferenz 2025

Dieser Text wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt. Die hier veröffentlichte Version der E-Publikation kann von einer eventuell ebenfalls veröffentlichten Verlagsversion abweichen.

DOI: 10.17185/duepublico/82920

URN: urn:nbn:de:hbz:465-20250219-141414-2



Dieses Werk kann unter einer Creative Commons Namensnennung - Nicht kommerziell - Keine Bearbeitungen 4.0 Lizenz (CC BY-NC-ND 4.0) genutzt werden.