OPUS-HSO

Repositorium der Hochschule Offenburg
https://opus.hs-offenburg.de

Forschungsgruppe Prof. Dr. Thomas Wendt

Thomas Wendt, Nikolai Hangst, Philipp Gawron, Alexander Gehringer, Urban Himmelsbach, Anke Fischer, Manuel Dorner, Matthias Lai, Taimur Aftab, Paul Gavrikov

Zitiervorschlag im APA Stil:

Wendt, T., Hangst, N., Gawron, P., Gehringer, A., Himmelsbach, U., Fischer, A., Dorner, M., Lai, M., Aftab, T., & Gavrikov, P. (2020). *Forschungsgruppe Prof. Dr. Thomas Wendt* (Issue 23, pp. 94–98). Hochschule Offenburg. https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:ofb1-opus4-41337

Abstract

In der Forschungsgruppe um Prof. Dr. Thomas Wendt werden Themen in unterschiedlichsten Bereichen von Automatisierungstechnik über funktionale Sicherheit bis hin zur 3D-gedruckten Elektronik / Sensorik behandelt. Insgesamt arbeiten vier Doktoranden und vier Mitarbeiter an der Weiterentwicklung der verschiedenen Technologien, die in diesem Artikel zusammengefasst dargestellt sind.

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument wird unter diesen Bedinungen zur Verfügung gestellt:
Urheberrechtlich geschützt
Für weitere Informationen siehe:
https://rightsstatements.org/page/InC/1.0/

Kontakt

Hochschule Offenburg | Bibliothek
Badstraße 24
77652 Offenburg
Telefon: (0781) 205-240
E-Mail: bibliothek@hs-offenburg.de
www.hs-offenburg.de/bibliothek

Forschungsgruppe Prof. Dr. Thomas Wendt

Nikolai Hangst M.Eng., Philipp Gawron M.Eng., Urban Himmelsbach M.Sc., Manuel Dorner M.Sc., Alexander Gehringer B.Eng., Paul Gavrikov M.Sc., Matthias Lai M.Sc., Taimur Aftab M.Sc., Prof. Dr.-Ing. Thomas Wendt

In der Forschungsgruppe um Prof. Dr. Thomas Wendt werden Themen in unterschiedlichsten Bereichen von Automatisierungstechnik über funktionale Sicherheit bis hin zur 3D-gedruckten Elektronik / Sensorik behandelt. Insgesamt arbeiten vier Doktoranden und vier Mitarbeiter an der Weiterentwicklung der verschiedenen Technologien, die in diesem Artikel zusammengefasst dargestellt sind.

The research group headed by Prof. Dr. Thomas Wendt deals with topics in a wide range of areas, especially in automation technology, functional safety and 3D-printed electronics / sensors. In total, four Ph.D. students and four employees are working on the further development of the various technologies, which are summarized in this article.

Fahrerlose Transportsysteme: Flitzmo und Barroboter O'Barro

Das Projekt „Flitzmo" (= flexibler, interaktiver Transportroboter zur mobilen Produktionsunterstützung) wurde im November 2018 mit einer Kick-Off-Veranstaltung unter der Leitung des Labors Work-Life Robotics durch Herrn Prof. Dr. Wendt gestartet.

Im Rahmen der Kooperation zwischen zahlreichen Studierenden sowie Professorinnen und Professoren der Hochschule und Unternehmen unterschiedlicher Branchen wird ein innovatives autonomes Fertigungs- und Transportsystem entwickelt, das für verschiedene Tätigkeiten im Unternehmen eingesetzt werden kann: Sowohl in der Produktion als auch in der Lagerlogistik oder beim Picken und Verpacken ist der mobile selbstfahrende Roboter angedacht. Ein erster Entwurf zeigt Abbildung 1.

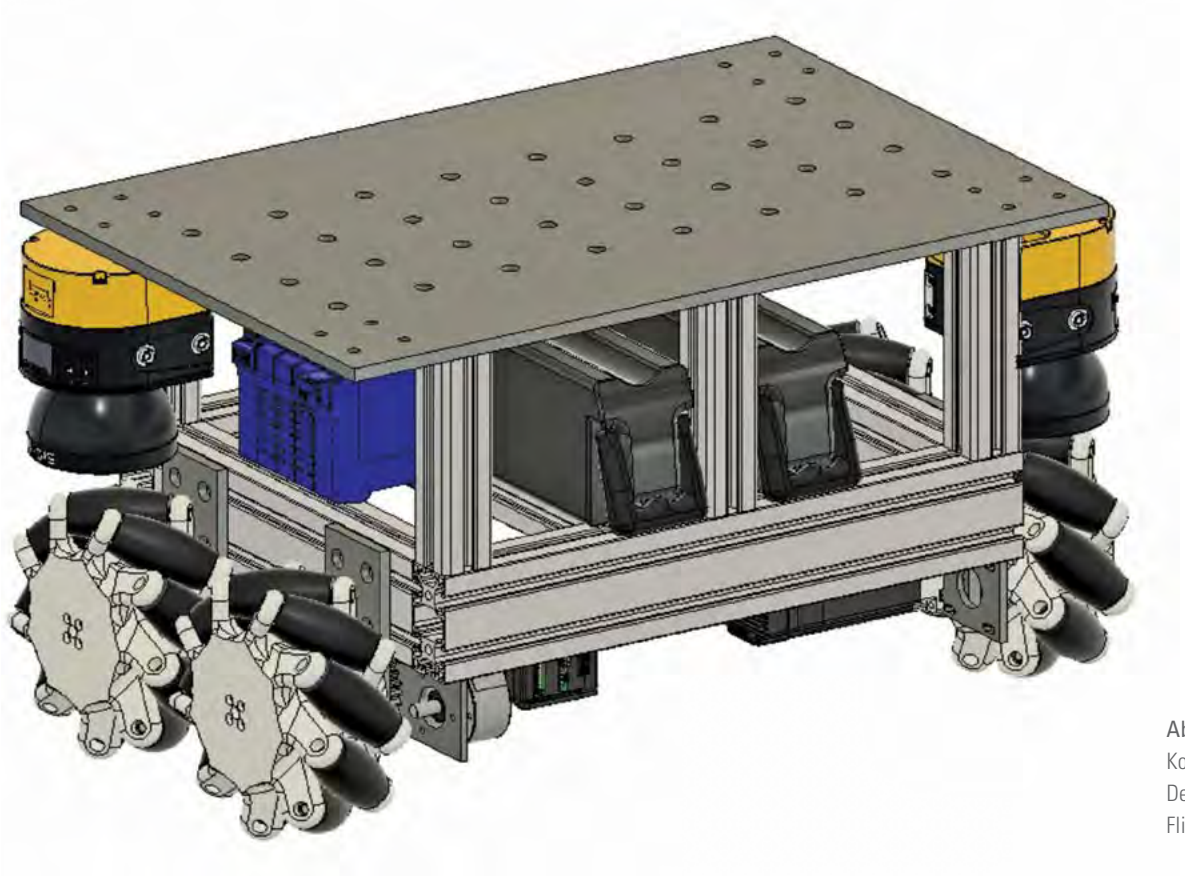

Abb. 1:
Konstruktionsmodell Demonstrator-Modul Flitzmo

In einer Konzeptphase Anfang 2019 wurden Anforderungen aus dem mittelständischen Unternehmensumfeld der Hochschule für das Flitzmo gesammelt und mit den im Kick-Off bereits abgestimmten Features in ein erstes Designkonzept überführt. Vorrangige Zielsetzung des Projekts ist ein modulares System, das am Baukastenprinzip orientiert an verschiedene Anwendungsszenarien angepasst werden kann. Einzelne „Flitzmo-Module" lassen sich mechanisch verbinden und bilden unterschiedliche Konfigurationen. Hierbei soll am low-cost-Ansatz ausgerichtet, vorrangig dem in der Region ansässigen Mittelstand, die Tür zur digitalen Fabrik geöffnet werden. Aus diesem Designkonzept wird im nächsten Schritt ein Demonstrator abgeleitet, anhand dessen in Zukunft Schritt für Schritt weitere Features eingebunden werden.

Der Demonstrator beinhaltet ein modulares Plattformkonzept, bestehend aus vier Grundkörpern, die sich je nach Kundenanforderung und Einsatzzweck zusammenschließen lassen. In maximaler Konfiguration entsteht hierbei eine Grundfläche nach den von den Industriepartnern geforderten Paletten-Maßen. Die Umsetzung des Demonstrators erfolgt auch unter Einbindung aktueller Rapid-Prototyping-Ansätze wie der additiven Fertigung, die an der Fakultät vertreten sind. So sind die Mecanum-Räder und diverse Halterungselemente mit der FDM-Technologie gedruckt. Dem low-cost-Ansatz folgend, werden auch möglichst viele Normteile eingesetzt, um Austauschbarkeit sowie Kostenvorteile zu realisieren.

Gegenwärtig wird der Demonstrator durch die Studierenden fertiggestellt. Des Weiteren wird das Projektbranding in den Hauptfokus wandern, um hier neben den technischen Gesichtspunkten auch Websiteentwicklung, Controlling sowie Marketing umsetzen zu können.

Abschließend lässt sich sagen, dass das Projekt für die Studierenden die Möglichkeit bietet, im Rahmen von Forschung und Lehre Kontakt zu praxisnahen Industrie-4.0-Themen zu erhalten. Beispielsweise ist hier das Ziel, das System mit dem ebenfalls im Labor Work-Life Robotics entwickelten Barroboter „O´Barro" zu vernetzen (siehe Abbildung 2).

O'Barro ist ein Getränkeroboter der besonderen Art. Durch einen Sechs-Achs-Industrieroboter können innerhalb kürzester Zeit verschiedene Getränke wie Bier und Cocktails individuell ausgeschenkt werden. Es werden zwar keine Flaschen durch die Luft geworfen, ansonsten ist der Zubereitungsprozess aber realitätsgetreu. Aufgrund der Verwendung verschiedenster Sensoren wie Kamerasysteme, Abstandssensoren etc. wird zusätzlich eine hohe Prozesssicherheit erreicht, die besonders bei Veranstaltungen mit vielen Gästen von enormer Bedeutung ist. Denn wer will am Ende schon ohne Getränk dastehen. Durch „Flitzmo" wird es zukünftig möglich sein, sich die Getränke direkt an seinen Bestimmungsort liefern zu lassen. Weitere Informationen unter: leuchtturm.hs-offenburg.de und obarro.hs-offenburg.de.

Abb. 2:
Offenburger Barroboter „O'Barro"

Abstands- und Geschwindigkeits-überwachung mit einzelnen Time-of-Flight-Sensoren

Roboter hatten lange den Ruf, einfach nur die menschliche Arbeit zu ersetzten. Heutzutage ist der Anspruch vielmehr, dass sie in vielen Anwendungsbereichen die menschliche Arbeit gezielt unterstützen sollen. Hierzu sind eine größere Anzahl an Sensoren im Robotiksystem einzusetzen, um das Miteinander von Mensch und Roboter in einer sicheren Art zu ermöglichen.

Es gibt bereits verschiedene Systeme, um die Sicherheit in Mensch-Roboter-Applikationen zu gewährleisten. Grob können diese in zwei Arten aufgeteilt werden. Systeme, die im Arbeitsraum angebracht werden, beispielsweise an der Decke oder am Tischrand, und Systeme, die direkt am Roboterarm integriert sind wie beispielsweise eine sichere Sensorhaut.

Beide Arten haben ihre anwendungsspezifischen Vor- und Nachteile. Systeme, die an Decke, Wand oder Tischrand installiert sind, sind häufig unflexibel und benötigen einen hohen Installations- und Wartungsaufwand. Sie sind für Anwendungen geeignet, die sich für längere Zeit in ihrem Ablauf nicht ändern. In mittelständischen Unternehmen ändern sich allerdings die Anwendungen häufiger. Hier sind flexible Systeme, die direkt am Roboter integriert sind, effizienter.

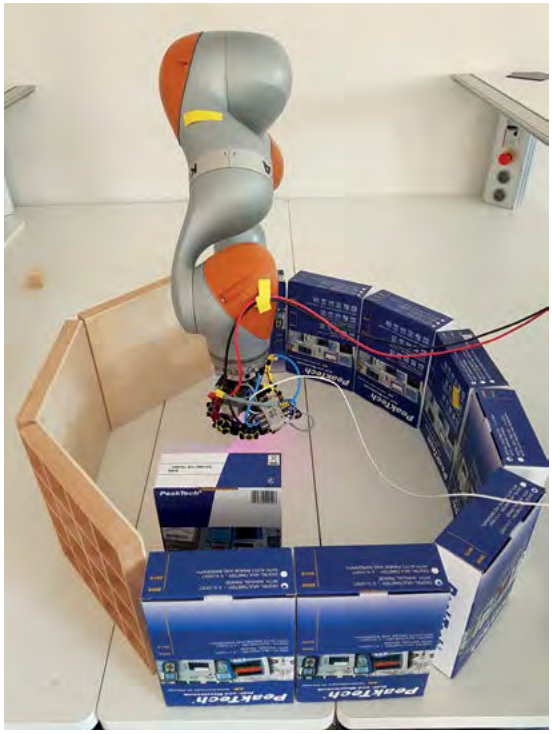

Abb. 3:
Prototypenaufbau mit kuka iiwa 7 und TeraRanger Tower

Diese Systeme haben jedoch verschiedene andere Nachteile. Zum einen ist die Reichweite der Systeme meist auf zwei bis drei Zentimeter beschränkt, zum anderen gibt es oft Probleme mit der Eigendetektion der Roboterarm-Segmente. In unserem Forschungsvorhaben soll ein Roboterarm mit mehreren Time-of-Flight-(ToF-)Sensoren ausgestattet werden. Für die einzelnen Sensoren werden die Denavit-Hartenberg-Parameter sowie die homogene Transformationsmatrix bestimmt. Anhand dieser Parameter und der Messergebnisse der Sensoren soll dann eine verbesserte Abstands- und Geschwindigkeitsüberwachung am Roboterarm erzielt werden. Aktuell wird bei den detektierten Objekten in der Abstands- und Geschwindigkeitsüberwachung nicht zwischen menschlichen und nicht-menschlichen Objekten unterschieden. Wir denken, dass diese Unterscheidung in Zukunft maßgeblich zu einem effizienteren Einsatz dieser Systeme beitragen. Deshalb wird in diesem Forschungsvorhaben ebenfalls ermittelt, inwieweit man mit diesen Sensoren eine sichere Unterscheidung zwischen Mensch und Maschine realisieren kann.

3D-gedruckte Elektronik und Sensorik

3D-Druck mit Kunststoffen und Metallen hat sich in den vergangenen Jahren immer weiter verbreitet und wird teilweise bereits in der Produktion fest eingesetzt. Die freie Erstellung von Geometrien durch additive Fertigung erlaubt einerseits die schnelle Realisierung von Prototypen, andererseits die Generierung von Werkstücken, die klassisch (z. B. mit Drehen und Fräsen) nicht realisierbar wären.

Die additive Fertigung von Elektronik ist ein neues Feld. Durch die Freiheiten des 3D-Drucks sind hier ebenfalls schnelle Prototypen möglich, aber auch vollkommen neue 3D-Geometrien für bspw. Schaltungen, Kleinstadapter, Sensorik oder Leitungen. Es gibt Druckverfahren für Elektronik in verschiedensten Varianten. So kommen Tinten, Pasten oder auch Filamente mit leitfähigen Partikeln zum Einsatz. Innerhalb der Forschungsgruppe laufen aktuell Projekte zu Kleinstadaptern, Energy Harvesting und Sensorik. Abbildung 4 zeigt eine mit Inkjet hergestellte Struktur einer frühen Version eines Adapters.

Abb. 4:
Mit Inkjet hergestellte Geometrie

3D-gedruckte Mensch-Roboter-Kollaborationsgreifsysteme

„Die fühlende Hand durch 3D-Druck." Forschungseinrichtungen und Technologieunternehmen arbeiten an der Entwicklung von intelligenten und multifunktional aufgebauten Mensch-Roboter-Kollaborations-Greifsystemen. Für die Gewährleistung einer fehler- und gefahrenfreien Mensch-Roboter-Kollaboration ist es notwendig, dass sowohl der Roboter als auch das Greifsystem im Sinn der IEC 61508 sicher sind. Das bedeutet, dass zu den Robotern entsprechend sichere Greifer benötigt werden. Derzeit existiert eine Vielzahl an Greifern, die erkennbare Schwächen im Hinblick auf Flexibilität, Gewicht und Preis aufzeigen [1-2].

Mit Additive Manufacturing, auch 3D-Druck genannt, können Greifsysteme entwickelt werden, die multifunktional eingesetzt, schnell hergestellt und auch kundenspezifisch angepasst werden können. Ein Beispiel dafür zeigt das an der Hochschule entwickelte Drei-Finger-Greifsystem in Abbildung 5. Zudem kann der nachfolgende Montageaufwand aufgrund neuer Gestaltungsfreiheiten, basierend auf der Zusammenfassung mehrerer Bauteile, zu einem komplexen Bauteil reduziert werden. Ein weiterer Vorteil des Additive Manufacturing sind neue Freiheiten bei der Gestaltung von Produkten. Damit können Bauteile hergestellt werden, die in konventioneller Weise nicht wirtschaftlich oder gar nicht möglich wären. Besonders hinsichtlich des Leichtbaus spielt das eine große Rolle. Es ist möglich, mit organischen und bionischen Formen das Bauteil auf die Belastung hin zu optimieren und damit eine Gewichtsreduzierung von bis zu 50 % zu erreichen. Eine weitere Besonderheit bei der Anwendung des 3D-Multimaterialdrucks, ein Verfahren des Additive Manufacturing, ist die beliebige Konfiguration verschiedener Materialien untereinander. Damit kann ein Bauteil mit unterschiedlichen Materialeigenschaften realisiert werden [1].

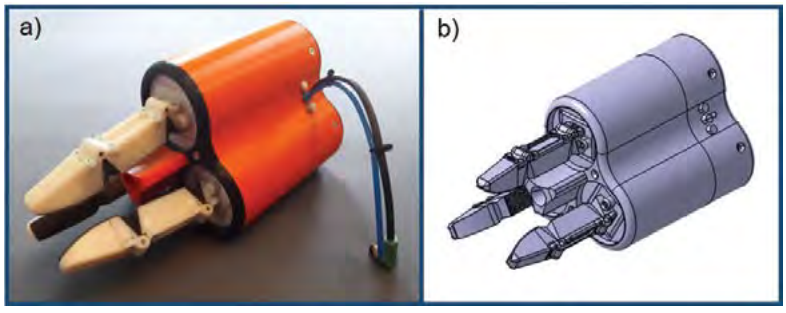

Abb. 5:
3D-gedrucktes 3-Finger-Greifsystem für die Mensch-Roboter-Kollaboration: a) physischer Greifer, b) virtueller Greifer

Ein wichtiger Bestandteil bei MRK-Greifern liegt an der Überwachung der Greiftechnik sowie im Sicherheitskonzept zur Unterscheidung von Mensch und Bauteil. Darüber hinaus benötigen Greifer das notwendige Gefühl, filigrane und zerbrechliche Bauteile, wie ein Hühnerei, ohne die Gefahr einer Beschädigung mit einer zuvor definierten Kraft zu greifen und zu halten. Durch die Kombination der beiden Faktoren „Sicherheit" und „Feinfühligkeit" werden Greifsysteme für Mensch-Roboter-Kollaborations-Anwendungen erst interessant [2]. Für die Realisierung dieser Anforderungen wird entsprechende Sensorik benötigt. Mit Funktionswerkstoffen in Form von leitfähigen Materialien im 3D-Druck-Bereich wird es zukünftig möglich sein, Sensorik direkt in den 3D-Multimaterialdruck mit einzubetten [2].

Auch in der klassischen Greiftechnik wird die integrierte Sensorik immer wichtiger. Aus diesem Grund wird im nächsten Schritt erforscht, wie 3D-gedruckte Greifbacken mit unterschiedlichster Sensorik, z. B. durch Kraftmesstechnik anhand von gedruckten Dehnungsmessstreifen realisiert und in ein Greifsystem integriert werden können. Das kann dann zeitgleich in Mensch-Roboter-Kollaborations-Greifsysteme übertragen werden.

Intelligenter Spritzguss

Für viele Anwendungen im Spritzgussbereich wird eine extrem konsistente Formteilqualität auch solcher Kleinteile gefordert, die aufgrund wirtschaftlicher Faktoren in Werkzeugen mit hoher Kavitätenzahl und bei extrem kurzen Zykluszeiten zu fertigen sind. Zudem ist eine steigende Prozesskomplexität, z. B. für Mehrkomponenten-Formteile, Umspritzung von Einlegern bzw. In-Mould-Labeling, geometrisch komplexe oder funktionsintegrierte Teile und dergleichen festzustellen. Für die oben genannten Anforderungskontexte wird eine differenzierte Erfassung und Regelung von Prozesszuständen erforderlich. Dies auf Ebene der einzelnen Kavität, da die dortigen Prozesszustände entscheidend für das Endprodukt sind. Vor diesem Hintergrund zielt das Projekt auf eine neue Technologie zur Prozessüberwachung und Regelung durch ein flexibel anwendbares, skalierbares und energieautarkes System aus digitaler Sensorik, lokaler Datenaufbereitung und -speicherung („Kavitätsintelligenz"), zentralem Informations- und Energiemanagement (Multiswitch) und Gateway zur Anlagensteuerung ab. In Abstimmung auf die neuen Möglichkeiten werden Regelstrategien und Prozessführungsmechanismen für typische Praxisanforderungen erforscht.

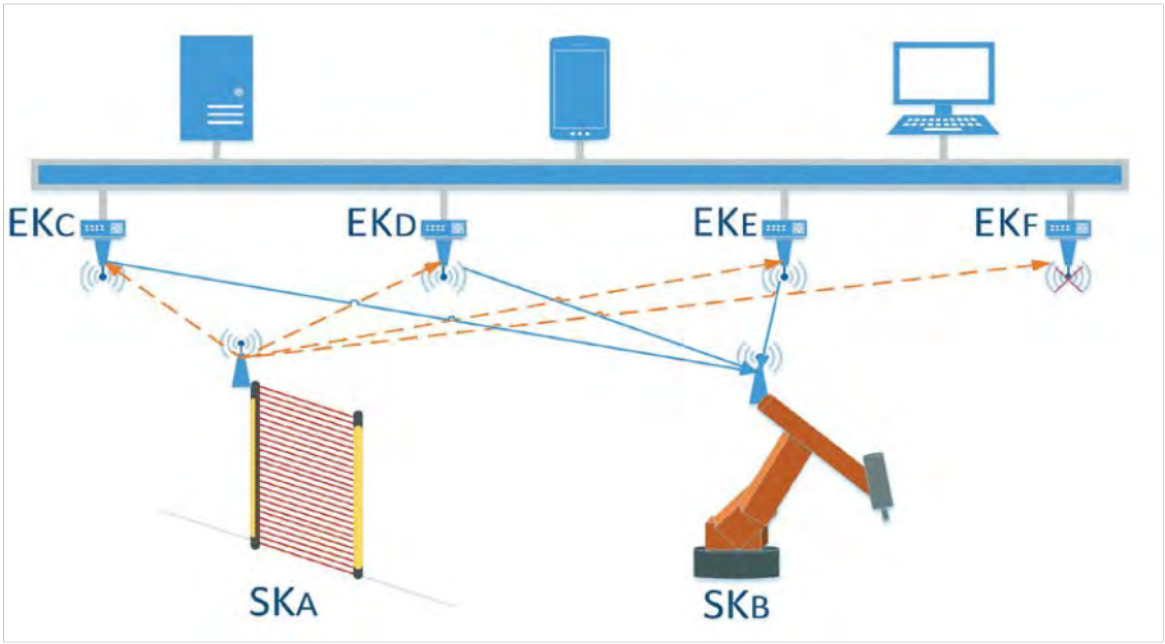

Abb. 6:
Beispielhafte Kommunikation eines Laserschutzgitters (SKA) mit einem Industrieroboter (SKB) über die zuverlässige Technologie

Sichere Funktechnologien Echoknoten und Sterntopologie

Um in der industriellen Fertigung aktuellen und zukünftigen Marktanforderungen entsprechen zu können, kommt wandlungsfähigen, flexiblen Produktionssystemen eine immer größere Bedeutung zu. Die kabelgebundene Signalübertragung ist dabei eine zunehmend kritische Beschränkung. Während Techniken zur drahtlosen Kommunikation bereits Einsatz in verschiedensten Anwendungen finden, sind diese in Systemen, die funktional sicher sein müssen, bisher mangels technologischer Grundlagen zur Gewährleistung der hohen Anforderungen an Latenz und Zuverlässigkeit nicht verbreitet. Vor diesem Hintergrund zielt das vorliegende Projekt auf die Entwicklung einer innovativen Wireless-Technologie, die sowohl erstmals diese Anforderungen erfüllt, als auch deren individuelle Abstimmung unter Berücksichtigung der erforderlichen Energieeffizienz ermöglicht.

Das ZIM-Projekt „Sterntopologie und Echoknoten" zielt auf die Entwicklung einer neuen Wireless-Technologie für sicherheitskritische Kontexte wie Industrieautomation oder Medizintechnik, die durch minimale Latenz, robuste Kommunikation und variable Optimierbarkeit von Leistungsfähigkeit und Energieeffizienz erstmals für ein weites Spektrum von Anwendungen geeignet ist. Zur Umsetzung dieses überlegenen Eigenschaftsprofils wird als neuer technologischer Ansatz eine innovative Netzwerkcharakteristik angestrebt, die durch den Einsatz von speziellen kooperierenden Echoknoten in Kombination mit einem flexiblen Kommunikationsprotokoll eine bedarfsgerechte Abstimmung von Latenz, Redundanz und Energieverbrauch für jeden einzelnen Teilnehmer (Slave-Knoten) innerhalb des Wireless-Netzwerks ermöglicht. Eine beispielhafte Kommunikation ist in Abbildung 6 dargestellt.

AUTOREN

Prof. Dr.-Ing. Thomas Wendt
Fakultät B + W, Ltg. Labor Work Life Robotics und 3D-gedruckte Elektronik, Forschung im Bereich Robotik, 3D-gedruckte Elektronik und Funktechnologien
thomas.wendt@hs-offenburg.de

Nikolai Hangst M.Eng.
Akad. MA., Lab. Work Life Robotics, Lab. 3D-gedruckte Elektronik, PL Fingergreifsystem, techn. PL O'Barro
nikolai.hangst@hs-offenburg.de

Taimur Aftab M.Sc.: Akad. MA., PL Intelligenter Spritzguss
Taimur.aftab@hs-offenburg.de
Manuel Dorner M.Eng.: Akad. MA., Verantwortg.: Lab. Work Life Robotics u. Lab. 3D-gedruckte Elektronik, PM Flitzmo
manuel.dorner@hs-offenburg.de
Paul Gavrikov M.Sc.: Akad. MA., PL Echoknoten-/topologie
paul.gavrikov@hs-offenburg.de
Philipp Gawron M.Eng.: Akad. MA., Lab. Work Life Robotics, Lab. 3D-gedruckte Elektronik, PL Energy Harvesting
philipp.gawron@hs-offenburg.de
Alexander Gehringer B.Eng.: Akad. MA., Verantwortg.: Lab. Work Life Robotics u. Lab. 3D-gedruckte Elektronik, PL Flitzmo
alexander.gehringer@hs-offenburg.de
Urban Himmelsbach M.Sc.: Akad. MA., PL Sichere Geschwindigkeits- und Abstandskontrolle in der Mensch-Roboter-Kollaboration
urban.himmelsbach@hs-offenburg.de
Matthias Lai M.Sc.: Externer MA. Fakultät B+W, PL Echoknoten/ -topologie
matthias.lai@hs-offenburg.de
Michael Stopfkuchen M.A.: Akad. MA., kaufmännischer Projektleiter O'Barro
michael.stopfkuchen@hs-offenburg.de

Referenzen/References:
[1] Junk, S., Hangst, N. (2018): Einsatz von 3D-Multimaterialdruck zur schnellen Herstellung von multifunktionalen Mensch-Roboter-Kollaborations-Greifsystemen. In: Werkstoffe und Additive Fertigung, pp. 115-120, ISBN: 978-3-88355-418-1
[2] Wendt, T.M., Hangst, N., Gawron, P., Junk, S. (2018): 3D-Druck von leitfähigen Materialien bei gedruckter Sensorik in intelligenten und multifunktional aufgebauten Mensch-Roboter-Kollaborations-Greifsystemen. In: Sensoren und Messsysteme 2018, pp. 135-138, ISBN: 978-3-8007-4683-5