

Robotergestützte Assistenzsysteme: Methodenentwicklung zur Messung von Situation Awareness mittels Full-Scope Simulation

Sumona SEN¹, Lisanne KREMER², Hans BUXBAUM¹

¹ *Hochschule Niederrhein, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen
Reinarzstraße 49, D-47805 Krefeld*

² *Hochschule Niederrhein, Fachbereich Gesundheitswesen
Reinarzstraße 49, D-47805 Krefeld*

Kurzfassung: Robotergestützte Assistenzsysteme sind in der industriellen Produktion heute bereits weit verbreitet und werden in naher Zukunft auch in privaten Haushalten sowie in Bereichen des Pflege- und Gesundheitswesens vermehrt Einsatz finden. Dazu müssen diese Systeme in der Lage sein, autonom zu agieren und zu reagieren, mit Menschen zu kooperieren. Eine Experimentierplattform soll arbeitswissenschaftliche Untersuchungen in der Assistenzsituation zwischen Mensch und Roboter ermöglichen. Dazu wird das in der Kraftwerkstechnik bewährte Konzept eines Full-Scope Simulators aufgegriffen und auf das neue Anwendungsfeld robotergestützter Assistenzsysteme übertragen. Dort können Experimente mit Probanden unter konstanten Umweltbedingungen durchgeführt werden, um Erkenntnisse z. B. zu Situationsbewusstsein (Situation Awareness) und gefühlter Sicherheit zu erlangen.

Schlüsselwörter: Full-Scope Simulator, Situation Awareness, Situationsbewusstsein, Mensch-Roboter-Kollaboration

1. Einleitung

Beim Einsatz robotergestützter Assistenzsysteme im Pflege- und Gesundheitswesen wird – wie bei Anwendungen der Mensch-Roboter-Kollaboration in industriellen Anwendungen – auf eine räumliche Trennung zwischen Mensch und Roboter bewusst verzichtet (Thiemermann 2004). Dadurch treten Sicherheitsaspekte in den Vordergrund (Huelke et. al. 2010). In industriellen Anwendungen wird objektive Sicherheit gefordert und umgesetzt. In den neuen Anwendungsfeldern ist dies besonders herausfordernd, da z.B. bei Zielpersonen im Pflegebereich kaum Erfahrung im Umgang mit einer solchen Maschine vorausgesetzt werden kann. Das Assistenzsystem muss auch bei Bedienfehlern des Menschen objektiv sicher sein.

Im Pflege- und Gesundheitswesen ist neben der Umsetzung objektiver Sicherheit insbesondere ein subjektives Sicherheitsgefühl beim Umgang mit solchen Systemen wichtig (Buxbaum&Sen 2018a). Erkenntnisse über das Situationsbewusstsein in dem jeweiligen Assistenzszenario sind dafür von großer Bedeutung (Sen&Kunz 2017).

2. Robotergestützte Assistenzsysteme

In vielen Lebensbereichen ist eine zunehmende Verbindung zwischen Mensch und Technik zu beobachten. Beispiele sind elektronische Geräte der Kommunikationstechnik, technische Unterstützungssysteme im Haushalt und vieles mehr. Dabei kann ein stetiger Veränderungsprozess beobachtet werden: Mensch und Technik verbinden sich immer mehr, technische Systeme werden im Umfeld des Menschen immer bedeutsamer.

Bei robotischen Systemen in der Pflege (Hülken-Giesler&Daxberger 2018) ist ein solcher Veränderungsprozess ebenfalls zu erkennen und kann wie folgt dargestellt werden:

- Die Mitarbeiter führen ihre Arbeit eigenständig durch, unter Zuhilfenahme von Assistenzsystemen.
- Die Mitarbeiter werden durch den Einsatz von vollautomatisierten Robotersystemen entlastet, die fest programmierte Aufgaben verrichten.
- Eine Weiterentwicklung der Robotersysteme und zusätzliche Ausrüstung mit Sensorik führt zu höherer Flexibilität.

3. Situationsbewusstsein und dessen Erfassung

3.1 Situationsbewusstsein (Situation Awareness)

Situationsbewusstsein wird von Endsley (1988) als ein dreistufiges Konstrukt, entsprechend Abbildung 1, wie folgt definiert: „*The perception of the elements in the environment within a volume of time and space, the comprehension of their meaning and the projection of their status in the near future*“.

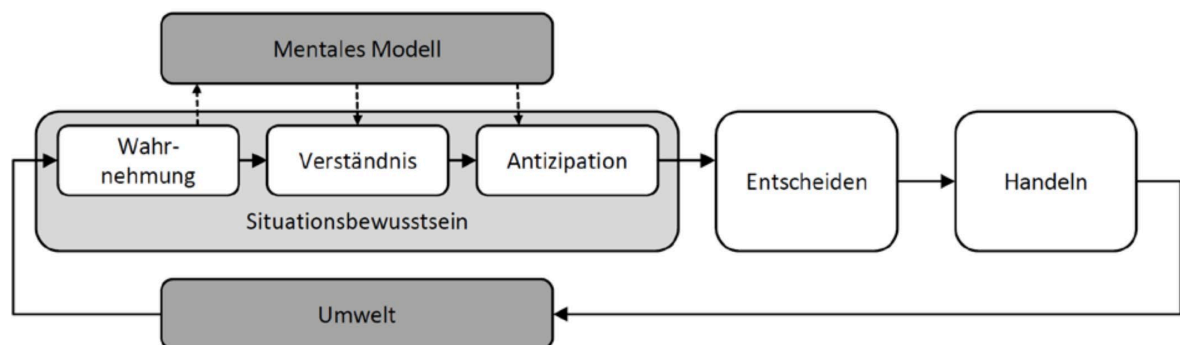


Abbildung 1: Modell des Situationsbewusstseins nach Endsley (1995), Abbildung in Anlehnung an Jones & Endsley (2012)

Stufe 1 beschreibt die „Wahrnehmung“ der „Umwelt“. Hier kann es aufgrund unzureichender Darstellung und kognitiven Abkürzungen zu Fehlwahrnehmungen und somit falschem Situationsverständnis kommen. Stufe 2 „Verständnis“ befasst sich mit Fehlern bei der korrekten Integration der Informationsaufnahme. Ein Mangel an mentalen Modellen oder blindes Vertrauen kann zu falschen Prognosen und somit einer falschen Entscheidung führen. Stufe 3 „Antizipation“ bezieht sich auf die Vorhersage der zukünftigen Ereignisse. Dies ist abhängig vom Expertenstatus der Personen.

Das Situationsbewusstsein beeinflusst daher über das „Entscheiden“ und das „Handeln“ und somit – durch die Interaktion des Menschen – auch die „Umwelt“. Somit schließt sich ein Kreis.

3.2 SAGAT-Methode

Zur Erfassung des Situationsbewusstseins stellen Endsley und Kiris (1995) die Methode *Situation Awareness Global Assessment Technique* (SAGAT) vor. Voraussetzung für die SAGAT-Methode ist eine realitätsgetreue Simulationsumgebung, die zu zufällig ausgewählten Zeitpunkten eingefroren wird (Freezing). Dann werden die Probanden zu ihrer Wahrnehmung der aktuellen Situation befragt, wobei sämtliche Informationsquellen ausgeschaltet werden. Bei dieser Befragung ist nicht das statische Wissen abzufragen, wie Prozeduren oder Regeln, sondern es sollen rein dynamische Informationen erfragt werden. Auch ist zu beachten, dass alle 3 Stufen des Situationsbewusstseins abgefragt werden. Dies bedeutet, dass sowohl Fragen gestellt werden, die sich auf die Wahrnehmung der relevanten Elemente der Situation beziehen, als auch solche Fragen, die das aktuelle Situationsverständnis und die Vorhersage der weiteren Situationsentwicklung aufzeigen können.

4. Full-Scope Simulation

Als realitätsgetreue Simulationsumgebung im Sinne der Anforderungen der SAGAT-Methode wird eine Kombination aus realer Testumgebung und einem Simulator verwendet, der als Full-Scope Simulator (FSS) in der Mensch-Roboter-Kollaboration (MRK) bezeichnet wird (Buxbaum&Sen 2018b). Full-Scope Simulatoren sind, außerhalb der MRK, im wesentlichen durch Einsätze in der Kraftwerkstechnik bekannt (Bradley 2012). Eine Definition aus der einschlägigen Literatur lautet wie folgt:

„A full scope simulator is a simulator incorporating detailed modeling of systems of Unit One, with which the operator interfaces with the control room environment. The control room operating consoles are included. Such a simulator demonstrates expected plant response to normal and abnormal conditions“. (National Nuclear Regulator 2006).

Unter einem FSS wird demnach ein Simulator verstanden, der das Verhalten des modellierten Bezugssystems simuliert (Terminus Kraftwerkstechnik: *Unit One*), um die Wechselwirkungen des Bedieners mit dem System zu untersuchen. Die Steuerelemente des Bezugssystems sind Teil der Simulation. Der FSS wird verwendet, um die Bediener im Umgang mit den regulären und unregelmäßigen Betriebsbedingungen des Referenzsystems zu schulen. Durch die Verwendung verschiedener Mensch-Maschine-Schnittstellen ist der Mensch direkt an den Simulationsprozessen beteiligt. Es gibt eine kausale Beziehung zwischen menschlichem Handeln und den daraus resultierenden Systemzuständen.

Die Idee des FSS wird von Buxbaum et. al. (2018) auf Robotik-Anwendungen übertragen. Die verschiedenen Mensch-Maschine-Schnittstellen sollen bedient und der Mensch damit in die Simulationsprozesse eingebunden werden. Als geschlossener Simulationsraum wird ein modularer Kleinraum genutzt, wobei die Abmessungen des Kleinraum je nach Simulationsaufgabe variieren. Der FSS realisiert damit ein räumlich enges Zusammenspiel in der Kollaboration zwischen Mensch und Roboter.

5. Experimentaldesign

Abbildung 2 zeigt das Experimentaldesign, eine exemplarische Anwendung eines robotergestützten Assistenzsystems im Pflegewesen, aufgebaut im FSS. Als Assistenzsystem kommt ein Roboter vom Typ Sawyer des Herstellers Rethink Robotics zum Einsatz (Rethink 2018). Das Assistenzsystem führt typische Anreicherungs- und Hebetätigkeiten aus, z.B. das Anreichen von Getränken und Speisen. Die Probanden legen sich nach einer Unterweisung sowie einer kurzen Coverstory zur Einführung in das Szenario in das Krankenbett. Jeder Versuchsdurchlauf dauert 25 Minuten. An den vorher bestimmten Schlüsselstellen wird das Freezing durchgeführt und der Proband befragt. Insgesamt nehmen 35 Probanden an diesem Experiment teil.



Abbildung 2: Exemplarische Anwendung eines robotergestützten Assistenzsystems im Pflegewesen, aufgebaut im Full-Scope Simulator (Quelle: eigenes Foto)

6. Ausblick

Die Experimentalphase ist bereits angelaufen. Erste belastbare Ergebnisse sollten in einigen Wochen vorliegen. Weiterhin ist geplant, weitere Messmethoden des Situationsbewusstseins, wie das Eye-Tracking, zu implementieren. Die SAGAT-Methode wird experimentell angepasst und inhaltlich für die Messung von Situationsbewusstsein beim Umgang mit robotergestützten Assistenzsystemen weiterentwickelt. Diese Methodenentwicklung ist ebenfalls ein noch laufender Prozess. Durch dieses erste Experiment soll die Möglichkeit und die Relevanz der Messung von Situationsbewusstsein gezeigt und der Grundstein für folgende Projekte gelegt werden.

7. Literatur

- Bradley S (2012) High Fidelity Power Plant Simulators – Product Overview. Accessed Dec 10, 2018. https://nuclearstreet.com/nuclear-power-suppliers-companies-equipment-parts/l-3_mapps/w/wiki
- Buxbaum H, Kleutges M, Sen S (2018) Full-Scope Simulation of Human-Robot-Interaction in Manufacturing Systems. Proceedings of the 2018 INFORMS/IEEE Winter Simulation Conference, Gothenburg, Sweden
- Buxbaum H, Sen S (2018a) Kollaborierende Roboter in der Pflege – Sicherheit in der Mensch-Maschine-Schnittstelle. In: Bendel O (Hrsg.): Pflegeroboter. Springer-Gabler Verlag, 1-22
- Buxbaum H, Sen S (2018b) Full-Scope Simulator for Ergonomics Studies in Human-Robot-Collaboration. In: Int J Industry 4.0, Vol 3, 3-6
- Endsley MR (1988) Design and evaluation for situation awareness enhancement. Proceedings of the Human Factors Society, 32nd Annual Meeting 32, 97–101
- Endsley MR (1995) Measurement of situation awareness in dynamic systems. Human Factors 37, 65–84
- Endsley MR, Kiris EO (1995) Situation awareness global assessment technique (SAGAT) TRACON user's guide. Texas Tech University Press, Lubbock
- Endsley, MR, Jones, D.G. (2012). Designing for situation awareness an approach to user-centered design. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Huelke M, Umbreit M, Ottersbach HJ (2010) Sichere Zusammenarbeit von Mensch und Industrieroboter. In: Maschinenmarkt 33, 32–34
- Hülsken-Giesler M, Daxberger S (2018) Robotik in der Pflege aus pflegewissenschaftlicher Perspektive. In: Bendel O (Hrsg.) Pflegeroboter. Springer-Gabler Verlag, 125-139
- National Nuclear Regulator (2006) Requirements for the full scope operator training simulator at Koeberg nuclear power station. Licence-Document-1093
- Rethink Robotics (2018) Sawyer Hardware. Accessed Dec 13, 2018. http://mfg.rethinkrobotics.com/intera/Sawyer_Hardware
- Sen S, Kunz S (2017) Human Factor in der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit. Posterpräsentation 3. Workshop: Mensch-Roboter-Zusammenarbeit - Gestaltung sicherer, gesunder und wettbewerbsfähiger Arbeit. Dortmund: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin
- Thiemermann S (2004) Direkte Mensch-Roboter-Kooperation in der Kleinteilemontage mit einem SCARA-Roboter. Jost Jetter Verlag, Heimsheim



Gesellschaft für
Arbeitswissenschaft e.V.

Arbeit interdisziplinär analysieren – bewerten – gestalten

65. Kongress der
Gesellschaft für Arbeitswissenschaft

Professur Arbeitswissenschaft
Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme
Technische Universität Dresden

Institut für Arbeit und Gesundheit
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung

27. Februar – 1. März 2019

GfA-Press

Bericht zum 65. Arbeitswissenschaftlichen Kongress vom 27. Februar – 1. März 2019

**Professur Arbeitswissenschaft, Institut für Technische Logistik und Arbeitssysteme,
Technische Universität Dresden;
Institut für Arbeit und Gesundheit, Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, Dresden**

Herausgegeben von der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.
Dortmund: GfA-Press, 2019
ISBN 978-3-936804-25-6

NE: Gesellschaft für Arbeitswissenschaft: Jahresdokumentation

Als Manuskript zusammengestellt. Diese Jahresdokumentation ist nur in der Geschäftsstelle erhältlich.

Alle Rechte vorbehalten.

© **GfA-Press, Dortmund**

Schriftleitung: Matthias Jäger

im Auftrag der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V.

Ohne ausdrückliche Genehmigung der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft e.V. ist es nicht gestattet:

- den Konferenzband oder Teile daraus in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) zu vervielfältigen,
- den Konferenzband oder Teile daraus in Print- und/oder Nonprint-Medien (Webseiten, Blog, Social Media) zu verbreiten.

Die Verantwortung für die Inhalte der Beiträge tragen alleine die jeweiligen Verfasser; die GfA haftet nicht für die weitere Verwendung der darin enthaltenen Angaben.

Screen design und Umsetzung

© 2019 fröse multimedia, Frank Fröse

office@internetkundenservice.de · www.internetkundenservice.de