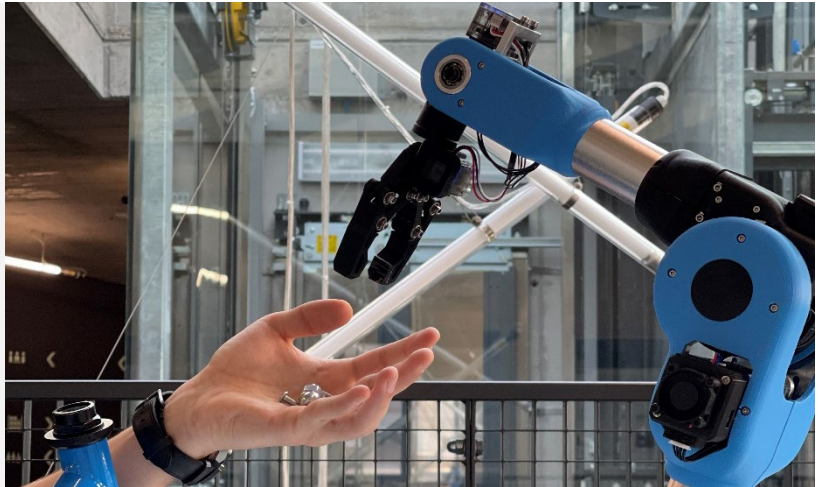


**Pro²Future :: Products and
Production Systems of the Future**

Programm: COMET – Competence
Centres for Excellent Technologies

Förderlinie: COMET-Centre K1

Type of project: CobotInsight
multi-firm / internship



ADAPTIVE ERKLÄRBARKEIT IN DER INDUSTRIELLEN ZUSAMMENARBEIT

NUTZERSTUDIE ZUR KONTEXTBEZOGENEN, NUTZERORIENTIERTEN UNTERSTÜTZUNG DURCH COBOTS IN DER FERTIGUNG

Die rasche Einführung kollaborativer Roboter (Cobots) in industriellen Umgebungen hat neue Möglichkeiten zur Steigerung von Effizienz, Präzision und Flexibilität der Belegschaft eröffnet. Gleichzeitig können jedoch ihre autonomen und adaptiven Verhaltensweisen zu Unsicherheit, Misstrauen und einer verminderten Interaktionsflüssigkeit zwischen Mensch und Roboter führen. Diese Herausforderungen unterstreichen die wachsende Bedeutung von Erklärbarkeit in Cobot-Systemen – insbesondere die Notwendigkeit klarer, zeitgerechter und leicht zugänglicher Erklärungen für das Verhalten von Cobots. Während sich frühere Forschung auf einzelne Aspekte der Erklärungsgestaltung wie Inhalt oder Zeitpunkt konzentriert hat, bleibt ein ganzheitliches Verständnis darüber, wann, was und wie erklärt werden sollte, bislang unerforscht.

Das Konzept der anpassungsfähigen Erklärbarkeit in der Mensch-Roboter-Interaktion innerhalb von Fertigungsumgebungen wurde im Rahmen einer

FemTech Initiative untersucht, welche von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) gefördert wurde. Während dieses Projektes leistete die beteiligte Forscherin grundlegende Vorarbeit, indem sie erforschte, wie kollaborative Roboter (Cobots) ihre Erklärungen an den situativen Kontext und die Bedürfnisse der Nutzer:innen anpassen können. Diese frühe Forschungsphase bildete die Grundlage für eine umfassendere Studie zur Entwicklung dynamischer und nutzerzentrierter Erklärstrategien, die Vertrauen, Verständnis und Teamarbeit in der Mensch-Cobot-Zusammenarbeit fördern.

Ziel dieser Arbeit war die Entwicklung eines Systems, in dem die Erklärungen von Cobots zu ihren Handlungen und den zugrunde liegenden Entscheidungsprozessen dynamisch an die spezifische Situation und den Kontext der Interaktion angepasst werden können. Dies umfasst die individuelle

Anpassung von Inhalt, Zeitpunkt und Kommunikationskanälen der Erklärungen, um das menschliche Verständnis, Vertrauen und die Aufgabenbewältigung bestmöglich zu unterstützen.

Als erster Schritt wurde eine qualitative Nutzerstudie durchgeführt, um systematisch die Erklärbedürfnisse von Nutzer:innen während der Zusammenarbeit mit einem Cobot zu untersuchen. Diese Studie diente als explorative Grundlage, um zu verstehen, wann Nutzer:innen Erklärungen erwarten, welche Informationen sie als besonders hilfreich empfinden und wie diese Informationen vermittelt werden sollten. Das Design der Benutzerstudie wurde von partizipativen Designansätzen inspiriert und beinhaltete ein vereinfachtes Szenario der industriellen Zusammenarbeit mit einem Cobot bei der sie gemeinsam mit einem kollaborativen Roboter arbeiteten, der gelegentlich unerwartete Verhaltensweisen zeigte – etwa Verzögerungen, falsche Teileausgabe oder mehrdeutige Bewegungen, die gezielt Momente der Unsicherheit hervorrufen sollten. Mithilfe einer Kombination aus Laut-Denken-Protokollen, strukturierten Interviews und physiologischen Messungen (einschließlich Pupillenerweiterung und Herzfrequenz) wurden die kognitiven und emotionalen Reaktionen der Teilnehmenden in Echtzeit erfasst. Ein Pupil Labs Neon Eyetracker wurde verwendet, um den

Pupillendurchmesser und die Pupillenerweiterung während der Ausführung der verschiedenen Aufgaben zu bestimmen. Zusätzlich wurde die Herzfrequenz der Teilnehmer mithilfe der E4 Empatica-Armbänder erfasst.

Die Analyse zeigte ein durchgängiges Nutzerbedürfnis nach transparenten Statusmeldungen des Cobots und situationsabhängiger Anleitung, wobei einfache und leicht zugängliche Erklärformate – wie Texthinweise und Lichtsignale – bevorzugt wurden. Diese erste Studie lieferte entscheidende Erkenntnisse über die Erwartungen der Nutzer:innen und schuf eine wichtige Grundlage für die Entwicklung adaptiver Erklärmechanismen in zukünftigen Cobot-Systemen.

Auswirkungen und Nutzen

Die Ergebnisse dieser Studie haben wichtige Implikationen für die Gestaltung zukünftiger Systeme der Mensch-Roboter-Zusammenarbeit. Indem sie die deutliche Präferenz der Nutzer:innen für zeitgerechte, kontextbezogene und leicht verständliche Erklärungen aufzeigt, unterstreicht die Forschung die Notwendigkeit, anpassungsfähige Erklärbarkeit in Cobot-Oberflächen zu integrieren. Solche Verbesserungen können das Vertrauen der Nutzer:innen, die Aufgabeneffizienz und die allgemeine Interaktionsflüssigkeit in industriellen Umgebungen deutlich steigern.

Pro2Future GmbH

Altenberger Straße 69
4040 Linz, Austria

T +43 (0) 732 2468 – 4783

office@pro2future.at

www.pro2future.at

Scientific Director

Univ.-Prof. Dr. Alois Ferscha

alois.ferscha@pro2future.at

Success Story by

DI Dr. Ouidane Guiza

Area Manager

ouidane.guiza@pro2future.at

Verena Szojak, BSc

verena.szojak@pro2future.at

Center Communications Manager

DI Dr. Markus Jäger, MLBT

markus.jaeger@pro2future.at



Pro²Future



Projektpartner

- JKU LIT Robopsychology Lab, Austria

Diese Success Story wurde von der Zentrumsleitung und den genannten Projektpartnern zur Veröffentlichung auf der FFG Website freigegeben. Das COMET-Zentrum Pro²Future wird im Rahmen von COMET – Competence Centres for Excellent Technologies durch BMIMI, BMWET, Oberösterreich und die Steiermark gefördert. Das Programm COMET wird durch die FFG abgewickelt. Weitere Informationen zu COMET: <http://www.ffg.at/comet> FFG Internship Fördernummer: 915105

 Federal Ministry
Innovation, Mobility
and Infrastructure
Republic of Austria

 Federal Ministry
Economy, Energy
and Tourism
Republic of Austria

Austrian Research Promotion Agency
Sensengasse 1, A-1090 Vienna
P +43 (0) 5 77 55 - 0
office@ffg.at
www.ffg.at