Ich brauche Unterstützung – Kontaktaufnahme über TPR-Anruffunktion

Francisco Hernandez[1], Danny Rüffert[1]

[1]TU Chemnitz – Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement

Zusammenfassung

Dieser Beitrag beschreibt die Entwicklung einer Anruf-Funktion für den Telepräsenzroboter (TPR) Double 3 von Double Robotics, die eine bidirektionale Kommunikation zwischen Personen vor Ort und dem TPR-Fahrenden ermöglicht. Während bisher nur der TPR-Fahrende die Kommunikation direkt über den TPR initiieren konnte, können nun auch Personen vor Ort den Kontakt starten, was Verzögerungen reduziert und die Effizienz der Zusammenarbeit steigert. Die technische Umsetzung umfasst eine grafische Benutzeroberfläche mit einem Call-Button sowie eine serverseitige Implementierung. Die modulare Architektur erleichtert zukünftige Anpassungen an andere TPR-Modelle. Die Funktionsfähigkeit wurde in Nutzertests (n = 10) geprüft. Die Arbeit bietet Potenziale für zukünftige Entwicklungen, darunter die Integration von Instant-Messaging-Diensten.

1 Einleitung

Telepräsenzroboter (TPR) haben sich als Werkzeuge etabliert, die eine Brücke zwischen physischer und digitaler Präsenz schlagen können [1]. Bislang war es allerdings nur TPR-Fahrenden möglich, die Kommunikation direkt über den TPR zu initiieren, was bei dringendem Unterstützungsbedarf vor Ort zu Verzögerungen führen kann. Die Person vor Ort konnte nur über zusätzliche Kommunikationswege (E-Mail, Telefon) Telepräsenz-Termine vereinbaren. Dies ist insbesondere in Situationen, in denen schnelle Entscheidungen und Anweisungen erforderlich sind, problematisch [2].

Der im Projekt PraeRI entwickelte Lösungsansatz ist die Implementierung einer Anruf-Funktion in der Benutzeroberfläche eines TPRs, die es Personen vor Ort ermöglicht den TPR-Fahrenden direkt vom TPR aus zu kontaktieren. Diese Funktion würde nicht nur die Benutzerfreundlichkeit des Systems verbessern, sondern trägt auch zur Optimierung von Kommunikationsprozessen bei, indem sie die Effizienz der Zusammenarbeit steigert. In Abbildung 1 ist das grundlegende Funktionsschema abgebildet.

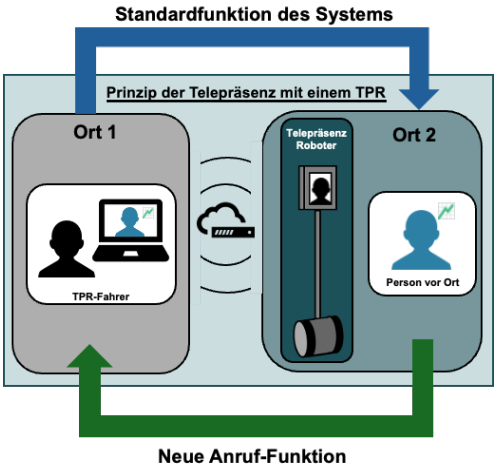

Abbildung 1: Neue Möglichkeit zur Kontaktaufnahme zwischen der Person vor Ort und dem TPR-Fahrer (in Anlehnung an [2])

2 Konzeption einer Anruf-Funktion für den TPR Double 3

Der Double 3 von Double Robotics zeichnet sich durch seine Mobilität, sein autonomes Navigationssystem und seine einfache Steuerung aus. Mit Funktionen wie der „Click-to-Drive“-Navigation und einer Pan-Tilt-Zoom-Kamera bietet der TPR viele Vorteile. Fehlend ist jedoch auch beim Double 3 die Möglichkeit, Anrufe direkt vom TPR zu initiieren.

Für die Entwicklung eines Konzepts einer Anruf-Funktion erfolgte eine Literaturrecherche, bei der bestehende Lösungen zur Mensch-Roboter-Kommunikation analysiert wurden. Ziel war es, die technischen und nutzerzentrierten Anforderungen für eine Anruf-Funktion, insbesondere für den Nutzenden vor Ort, besser zu verstehen. Zu den wichtigsten

Anforderungen gehören eine einfache Bedienbarkeit, die Möglichkeit zur asynchronen Kommunikation sowie ein klares und intuitives Nutzungserlebnis [3], [4], [5].

Kern der Anruf-Funktion ist ein klar sichtbarer und intuitiv nutzbarer Call-Button auf der Nutzeroberfläche vom TPR. Nach dem Drücken des Call-Buttons werden Nutzende durch eine Schritt-für-Schritt-Navigation geführt, bei der relevante Informationen wie der Name des TPR, der Standort und die Dringlichkeitsstufe abgefragt werden. Diese Informationen werden an den Server übermittelt, der eine E-Mail-Benachrichtigung an den TPR-Fahrenden sendet. Diese E-Mail enthält alle notwendigen Details zur Anrufanfrage sowie zwei interaktive Links, über die der TPR-Fahrende den Anruf annehmen oder ablehnen kann [6].

Um eine kontinuierliche Rückmeldung an den Nutzenden zu gewährleisten, wurde ein Echtzeit-Abfrageverfahren vorgesehen. Dieses überprüft den Status der Anfrage in regelmäßigen Intervallen und informiert Nutzende, ob der Anruf angenommen oder abgelehnt wurde. Abbildung 2 zeigt die Netzwerkarchitektur der entwickelten Anruf-Funktion.

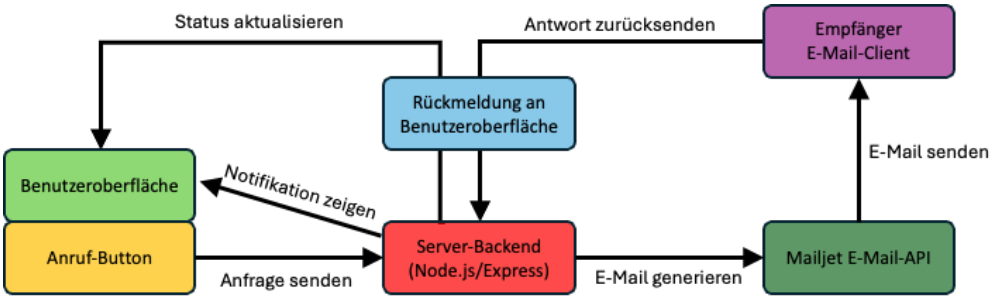

Abbildung 2: Netzwerkarchitektur für die Anruf-Funktion Interface

3 Implementierung eines Demonstrators

Das Konzept wurde als funktionsfähiger Demonstrator umgesetzt. Zur Strukturierung und Gestaltung bzw. der Formatierung der Benutzeroberfläche wurden HTML als Markup Language und CSS als Stylesheet Language verwendet [7]. JavaScript ermöglicht Interaktivität und Benutzeraktionen wie das Drücken eines Call-Buttons oder das Auswählen eines Empfängers. Parallel dazu wurde die serverseitige E-Mail-Funktionalität mit Node.js und der Mailjet-API entwickelt. Node.js besitzt eine asynchrone Architektur und

unterstützt die Verarbeitung von Anfragen in Echtzeit. Mailjet-API ermöglicht eine einfache und zuverlässige E-Mail-Kommunikation und erleichtert die Integration mit serverseitigen Anwendungen [6],[8]. Damit wurde der Mechanismus geschaffen, der automatisierte E-Mail-Anfragen an den TPR-Fahrenden sendet.

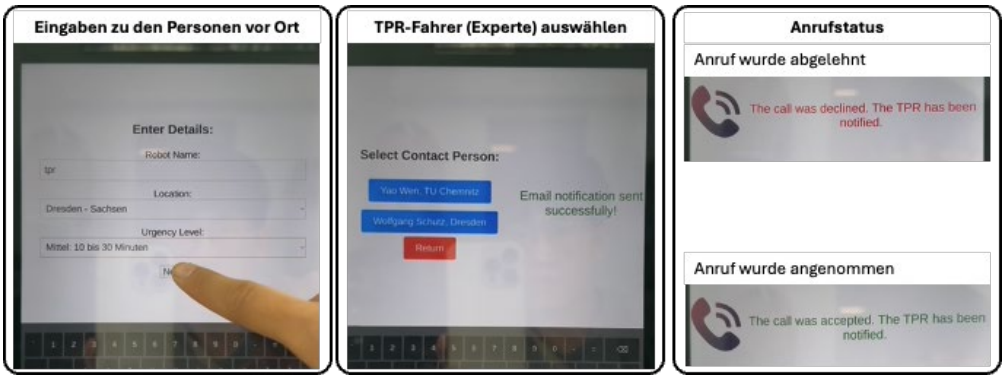

Abbildung 3: Eingabe- und Anrufstatus auf dem Bildschirm des TPR

Im Gegensatz zu einer direkten Anrufverbindung ermöglicht die E-Mail-basierte Lösung dem TPR-Fahrenden, flexibel auf Anfragen zu reagieren, auch wenn er nicht sofort verfügbar ist (siehe Abbildung 4). Parallel dazu erhalten Nutzende auf dem TPR-Bildschirm Rückmeldungen in Echtzeit, ob die E-Mail erfolgreich gesendet wurde und ob die Anfrage vom TPR-Fahrenden akzeptiert oder abgelehnt wurde. Dies wird durch ein kontinuierliches Statusabfragesystem realisiert.

Abbildung 4: E-Mail-Anfrage von der Person vor Ort an den TPR-Fahrer

4 Erprobung des Demonstrators

Der Demonstrator der Anruf-Funktion wurde abschließend in einem Nutzertest (n=10) erprobt. Bewertet wurde über den INTUI-Fragebogen [9]. Ziel dieser Erprobung war es, die Benutzerfreundlichkeit der Anruf-Funktion zu erheben und die intuitiven Aspekte der Benutzeroberfläche zu untersuchen. Die Dimensionen "Mühelosigkeit", "Bauchgefühl", "Vertrautheit" und "Magische Erfahrung" standen hierbei im Fokus. Das Feedback der Testpersonen wurde genutzt, um Verbesserungspotenziale zu identifizieren und die Lösung weiter zu optimieren.

Die Ergebnisse der Nutzertests verdeutlichen die hohe Benutzerfreundlichkeit der Lösung. Die Tester gaben besonders positive Bewertungen in den Dimensionen "Mühelosigkeit", "Vertrautheit" und "Bauchgefühl" ab, was darauf hindeutet, dass die Bedienung als einfach, vertraut und angenehm empfunden wurde. Die Dimension "Magische Erfahrung" erhielt ebenfalls gute Bewertungen, da die Nutzenden das innovative und reibungslose Funktionieren der Anruf-Funktion positiv bewerteten. Die Ergebnisse der Tests wurden genutzt, um kleinere Optimierungen an der Benutzeroberfläche vorzunehmen, darunter die Klarheit der Navigationsschritte und die Darstellung der Rückmeldungen.

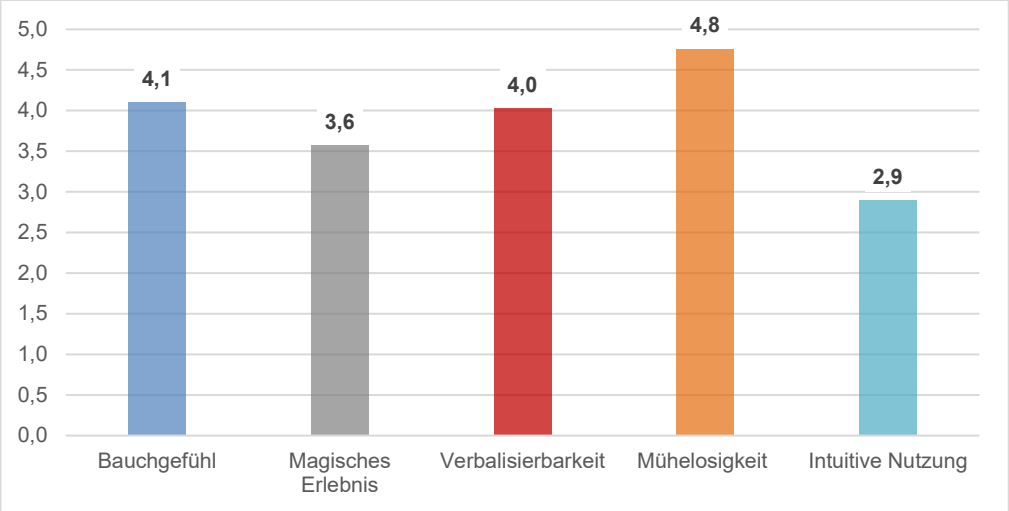

Abbildung 5: Ergebnisse der Nutzertest

5 Diskussion und Ausblick

Insgesamt deuten die Ergebnisse auf eine deutliche Verbesserung der Kommunikationsfähigkeit zwischen TPR-Fahrenden und den Nutzenden vor Ort hin. Letztere haben nun die Möglichkeit, ohne zusätzliche Endgeräte direkt über den TPR den TPR-Fahrenden zu kontaktieren.

Durch die E-Mail-basierte Lösung anstatt einer Echtzeit-Anruffunktion ist eine asynchrone Kommunikation möglich. Das heißt, die Kommunikation kann in den Fällen, in denen der TPR-Fahrende gerade nicht erreichbar ist, zeitversetzt stattfinden. Dabei kann auch die Dringlichkeit berücksichtigt werden. Im Hinblick auf die Skalierbarkeit bietet die modulare Architektur der Lösung klare Vorteile. Durch die Trennung der Benutzeroberfläche, der Serverlogik und der E-Mail-Kommunikation kann die Lösung leicht an neue Anforderungen angepasst oder auf andere TPR-Modelle übertragen werden.

Dennoch besteht Potenzial zur Verbesserung. Die größte Herausforderung ist die vollständige Integration der Anruf-Funktion in die proprietäre Benutzeroberfläche des Double 3. Aktuell läuft die Funktion als separate, zusätzliche Webanwendung. Eine direkte Integration in die bestehende Benutzeroberfläche könnte die Bedienfreundlichkeit weiter erhöhen und den Anlernaufwand für Nutzende verringern. Ein weiteres Verbesserungspotenzial besteht in der Diversifizierung der Kommunikationskanäle. Neben der E-Mail-Funktion könnte eine zukünftige Erweiterung mit einem Instant-Messaging-Dienst ergänzt werden. Die Einbindung vertrauter Messaging-Dienste ermöglicht es Personen vor Ort, Anfragen in Echtzeit zu stellen und visuelle Informationen wie Bilder oder Videos zu übermitteln, wodurch die Effizienz der Problemlösung erhöht werden kann.

Zukünftige Arbeiten könnten auch die Integration von Künstlicher Intelligenz (KI) erwägen. Eine KI könnte zum Beispiel die Dringlichkeit von Anfragen automatisch bewerten und die Anrufe entsprechend priorisieren.

6 Fazit

Die als Demonstrator entwickelte Anruf-Funktion ermöglicht es Personen vor Ort, ohne zusätzliche Endgeräte direkt über den TPR Kontakt mit dem TPR-Fahrenden aufzunehmen. Diese Funktion kann erhebliche Vorteile bieten in industriellen Umgebungen, in denen schnelle Reaktionen erforderlich sind und nicht alle Akteure in jeder Situation Zugang zu allen Kommunikationsmöglichkeiten haben.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeit wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Fachprogramm „Zukunft der Wertschöpfung“ und der Fördermaßnahme „Innovative Arbeitswelten im Mittelstand“ im Projekt PraeRI (Förderkennzeichen 02L21B000-4) gefördert und vom Projektträger Karlsruhe (PTKA) betreut. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

7 Literaturverzeichnis

[1] Hernandez, F., Waechter, M., Bullinger, A.C. (2021). A First Approach for Implementing a Telepresence Robot in an Industrial Environment. In: Nunes, I.L. (eds) Advances in Human Factors and System Interactions. AHFE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 265. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79816-1_18

[2] Hernandez, F., Rueffert, D., Hoffmann, H., Bullinger, A.C. (2024). Vom Pixel zur Präsenz - Ferninteraktion mit Telepräsenzrobotern. Industry 4.0 Science, Bd. 2024, Nr. 5, Sep. 2024, doi: 10.30844/I4SD.24.5.18.

[3] Naumann, A.B., Pohlmeyer, A.E., Husslein, S., Kindsmüller, M.C., Mohs, C., Israel, J.H. (2008). Design for intuitive use: beyond usability. In CHI ’08 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, Florence Italy: ACM, Apr. 2008, S. 2375–2378. doi: 10.1145/1358628.1358688.

[4] Bader, F., Schön, E. M., Thomaschewski, J. (2917). Heuristics Considering UX and Quality Criteria for Heuristics. In: IJIMAI, Bd. 4, Nr. 6, S. 48, doi: 10.9781/ijimai.2017.05.001.

[5] Jacobsen J., Meyer, L. (o. J.). Praxisbuch Usability und UX: Was jeder wissen sollte, der Websites und Apps entwickelt. https://www.medimops.de/undefined/jens-jacobsen-praxisbuch-usability-und-ux-was-jeder-wissen-sollte-der-websites-und-apps-entwickelt-bewaehrte-methoden-praxisnah-erklaert-gebundene-ausgabe-M03836244233.html (letzter Zugriff: 11. Dezember 2024)

[6] Mailjet. E-Mail-Zustelldienst für Marketing- und Entwicklerteams. https://www.mailjet.com/de/ (letzter Zugriff: 11. Dezember 2024)

[7] Duckett, J., Ruppert, G., Moore, J., Duckett, J. (2025). JavaScript & jQuery: interaktive Websites entwickeln, 1. Aufl. Weinheim: Wiley-VCH

[8] Prediger R., Winzinger, R. (2015). Node.js: Professionell hochperformante Software entwickeln. München: Hanser, 2015. doi: 10.3139/9783446437586.

[9] Ullrich D., Diefenbach, S. (2011). Erlebnis intuitive Interaktion — ein phänomenlogischer Ansatz. i-com, Bd. 10, Nr. 3, S. 63–68, Nov. 2011, doi: 10.1524/icom.2011.0036.

Autoren

Hernandez, Francisco

Francisco Hernandez studierte Fahrzeugtechnik in Bogotá (Kolumbien) bevor er sein Masterstudium in Automobilproduktion und -technik an der TU Chemnitz absolvierte. Seit Mai 2019 arbeitet er an der Professur unter dem Cluster Industrial Engineering mit dem Schwerpunkt Industrie 4.0 im Bereich kollaborierende Roboter, Augmented Reality und Tele-Präsenz-Roboter.

Rüffert, Danny

Danny Rüffert studierte Sports Engineering an der Technischen Universität Chemnitz. Seit 2014 arbeitet er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement im Cluster Industrial Engineering. Seine Aufgaben umfassen die Themenfelder Alterssimulation und Ergonomie sowie die Forschung an Mensch-Maschine-Schnittstellen.