

Wheelchair Traffic Assistant - Ein Konzept für mehr Sicherheit durch Usability

Marvin Becker*

marvin.becker@studmail.w-hs.de
Westfälische Hochschule
Gelsenkirchen, Germany

Maike Ihmig

maike.ihmig@studmail.w-hs.de
Westfälische Hochschule
Gelsenkirchen, Germany

Florian Borsum

florian.borsum@studmail.w-hs.de
Westfälische Hochschule
Gelsenkirchen, Germany

Clara Terbeck

clara.terbeck@studmail.w-hs.de
Westfälische Hochschule
Gelsenkirchen, Germany

ZUSAMMENFASSUNG

Barrierefreiheit hat sich über die letzten Jahre zu einem wichtigen Prinzip in der Gesellschaft und im Bauwesen entwickelt. Trotzdem ist Barrierefreiheit in vielen Bereichen noch ungenügend umgesetzt. Gehbehinderungen oder Lähmungen (z. B. Tetraplegie) machen sogar das Überqueren der Straße zu einer gefährlichen Situation. Personen im Rollstuhl können aufgrund der sitzenden Position nur schlecht um parkende Autos herum oder über sie hinwegsehen, um die Gefahrensituation einzuschätzen. Dieses Paper stellt ein Konzept für ein Assistenzsystem zur sicheren Straßenüberquerung vor, das Personen, die einen Rollstuhl benutzen, insbesondere Tetraplegiker, dabei unterstützen soll, die Straße an schlecht einsehbaren Stellen zu überqueren und diese bei der Einschätzung der Situation zu unterstützen und vor Gefahren zu warnen. Das Konzept basiert auf der Idee, Daten von am Rollstuhl befestigten Sensoren und Kameras in Echtzeit auszuwerten und diese auf einem Bildschirm darzustellen. Der Nutzer soll durch ein barrierefreies Navigationskonzept zwischen drei Ansichten (Kamerasicht, Vogelperspektive, Rückspiegel) navigieren können.

CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **User studies; Graphical user interfaces; HCI theory, concepts and models; Accessibility systems and tools.**

* Alle Autoren sind zu gleichen Teilen an diesem Projekt beteiligt.

Permission to make digital or hard copies of part or all of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. Copyrights for third-party components of this work must be honored. For all other uses, contact the owner/author(s).

MuC'19 Usability Challenge, Hamburg, Deutschland

© Proceedings of the Mensch und Computer 2019 Usability Challenge. Copyright held by the owner/author(s).

<https://doi.org/10.18420/muc2019-ws-379>

KEYWORDS

Rollstuhl, Tetraplegie, Sicherheit, Barrierefreiheit, User Centered Design, Interaktion, Simulation

1 EINLEITUNG

Dieses Projekt im Bereich der Mensch-Roboter Interaktion ist angelehnt an die Usability Challenge 2019 mit dem Thema „Assistenzsysteme in kritischen Arbeitsfeldern durch Usability sicherer machen“ [10]. Denn technische Systeme werden immer mehr zur Unterstützung in Arbeitsumgebungen eingesetzt, in denen Fehler in der Anwendung keine fatalen Auswirkungen haben dürfen. Das Ziel ist es deshalb, durch die Methoden des Usability Engineering den Prototyp eines Assistenzsystems zu entwickeln, der eine sichere Nutzung durch einen hohen Grad an Usability und eine positive User Experience (UX) in kritischen Umgebungen gewährleistet.

Als Zielgruppe sollen vor allem Personen im Rollstuhl angesprochen und unterstützt werden. Sofern sie nicht dauerhaft auf die Hilfe anderer angewiesen sein und bis zu einem gewissen Grad selbstständig agieren wollen, sind Assistenzsysteme eine gute Möglichkeit, um ihnen eine partielle Unabhängigkeit zu bieten.

Dadurch werden jedoch auch besondere Anforderungen an das jeweilige Assistenzsystem gestellt, da die Interaktionsmöglichkeiten der Zielgruppe stark eingeschränkt sein können. Auch müssen bezüglich der sicheren Benutzung krankheitsbegleitende Aspekte, wie beispielsweise auftretende Spastiken [6], mitbedacht werden.

2 NUTZERFORSCHUNG

Um einen realistischen Einblick in die bestehenden Problematiken von Personen im Rollstuhl zu erlangen, wurde über verschiedene Behinderteneinrichtungen der Kontakt zur Zielgruppe gesucht. Im Rahmen des Contextual Inquiry konnten so zwei Interviewrunden mit insgesamt sieben Mitarbeitenden von lokalen diakonischen Werkstätten durchgeführt werden.

Die gestellten Fragen beziehen sich auf unterschiedliche Themenbereiche, u.a. den Grad der Einschränkung, Problemsituationen, Genutzte Hilfsmittel, den Umgang mit technischen Geräten und Ideen zur Unterstützung. Des Weiteren wurden in späteren Interviews erste konkrete Konzeptideen angesprochen, die in der Zwischenzeit ausgearbeitet wurden. Dadurch konnte ein Überblick geschaffen werden, welche Ideen überhaupt zum unabhängigen Alltagsleben beitragen könnten.

Zentrale Ergebnisse

Die befragten Personen leben alle nicht völlig selbstständig, sondern werden mehr oder weniger stark betreut. Je nach Bedarf und Einsatzgebieten stehen oft unterschiedliche Fortbewegungsmittel zur Verfügung. So gaben einige an, sowohl einen elektrischen Rollstuhl, als auch einen sog. Leichtbaurollstuhl für den Alltag zu besitzen. Ein System sollte deshalb möglichst flexibel montiert und demontiert werden können.

Eine von den Probanden oft beschriebene Problemsituation ist der Straßenverkehr. So blockieren oder verengen parkende Autos oder Baustellen den Bürgersteig teilweise so weit, dass Rollstuhlfahrer nicht daran vorbeifahren können. Zudem steht nur an ausgewählten Positionen ein abgesenkter Bordstein zur Verfügung, um die Straße zu überqueren. An vielen dieser Stellen wird die Sicht auf den Verkehr durch parkende Autos an vielen Stellen stark eingeschränkt. Rollstuhlfahrer können aufgrund ihrer geringen Größe, während sie im Rollstuhl sitzen, nicht über parkende Fahrzeuge hinweg oder an parkenden Fahrzeugen vorbei gucken. Durch die sitzende Position und die daraus resultierende Verlagerung des Kopfes nach hinten müsste die Person mit dem Rollstuhl über einen halben Meter auf die Straße fahren, um einen ausreichenden Blick auf den Verkehr zu bekommen.

Unsere Idee ist es deshalb, die Sicherheit im Straßenverkehr für Menschen im Rollstuhl zu verbessern.

3 PHYSISCHER AUFBAU

Unsere Inspiration stammt aus der Automobilindustrie von sog. „Intersection Assistants“ (vgl. [2, 3]), die bereits in aktuellen Fahrzeugen verbaut werden. Dabei wird der Fahrer beim Verlassen einer Ausfahrt durch Sensoren unterstützt, die eine Kollision des Fahrzeugs mit dem kreuzenden Verkehr verhindern sollen. Bei einer Adaption für die Zielgruppe würden Sensoren und Kameras möglichst weit vorne am Rollstuhl (z. B. am Fußbrett) montiert werden. Zur Auswertung dieser Sensordaten und zur Anzeige eines Interfaces wird ein Tablet Computer im Sichtfeld des Benutzers durch eine entsprechende Halterung montiert. So könnten dem Benutzer beim Überqueren einer Straße alle wichtigen Informationen und im Falle einer Gefahr entsprechende Warnungen angezeigt werden. Der Nutzen einer solchen technischen Adaption

soll durch die Konzeption eines Assistenten-Interfaces aufgezeigt und durch die Entwicklung einer Simulation evaluiert werden.

4 ZENTRALE ASPEKTE DES INTERFACES

Das Interface-Design ist äußerst simpel und übersichtlich gehalten, da der Fokus in der kritischen Situation nur auf die wichtigsten Informationen gezogen werden soll. Zur Förderung der Sicherheit des Nutzers soll dieser nicht von unnötigen Interaktionselementen oder Informationen abgelenkt werden. Dem Nutzer stehen insgesamt drei Views zur Auswahl, die im Folgenden genauer definiert werden.

Top-View

Hier werden in abstrakter Form die Straßen dargestellt, die den Nutzer in einem Umkreis von 30 Metern Radius umgeben (bis zu 3,6 Sek. mehr Reaktionszeit bei 50km/h). Als Grundlage sollen dazu Kartendaten von OpenStreetMap [4] dienen, über die ein Overlay mit weiteren Informationen generiert werden soll. Der Nutzer soll per GPS geortet und sein Standort mithilfe der Radardaten und Kameras trianguliert werden (vgl. [9, 11, 12]). Ein blauer Punkt kennzeichnet diese Position. Bereiche, die von den Sensoren nicht erfasst werden können und somit als unbekannte Gefahrenzone gelten, werden rot eingefärbt. Die erkannten Verkehrsteilnehmer auf der Straße werden eingezeichnet und anhand verschiedener Farben klassifiziert (siehe Abb. 1).

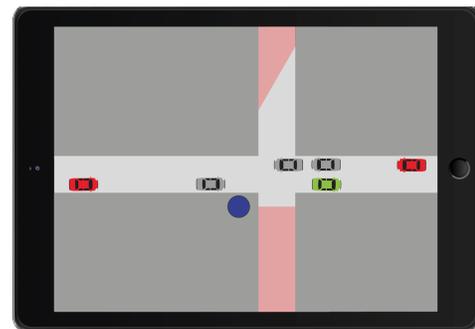


Abbildung 1: Template „Top-View“ [7]

Kamera-View

Die Kamera-View soll die Sicht zweier Kameras anzeigen, die so weit wie möglich vorne an dem Rollstuhl angebracht sind, z. B. am Trittbrett. Beide sind so ausgerichtet, dass sie jeweils eine Seite der Straße überblicken können. Dies ermöglicht es, die Straße auf den Kamerabildern einsehen zu können (siehe Abb. 2), bevor es mit bloßem Auge im Rollstuhl sitzend möglich wäre und bevor so weit auf die Straße gefahren werden muss, dass der Rollstuhl bereits von einem Auto

erfasst werden könnte. Entweder entscheidet sich der Nutzer anhand dieser Bilder selbstständig, die Verkehrssituation abzuschätzen oder er könnte die verbaute Sensorik zur Hilfe hinzuschalten. Die Videobilder könnten so beispielsweise durch eine mit Deep-Learning trainierte Objekterkennung ausgewertet und für den Nutzer augmentiert werden.



Abbildung 2: Mockup „Kamera-View“

Back-View

Diese View zeigt das Live-Bild einer Weitwinkel-Kamera an, die hinten am Rollstuhl angebracht ist. Dadurch wird dem Nutzer die Möglichkeit geboten, hinter sich zu schauen, was z. B. Tetraplegikern durch ihre körperlichen Einschränkungen sonst nicht möglich ist. So kann beispielsweise ein Schulterblick beim Rückwärtsfahren ermöglicht werden oder die persönlichen Gegenstände, die häufig in einem Rucksack oder einer Tasche hinten am Rollstuhl mitgeführt werden, besser im Blick behalten werden.

Interaktionsdesign

Dem Nutzer werden aufgrund eines ebenfalls sehr simplen Interaktionsdesigns nur zwei Möglichkeiten zur Interaktion geboten. Eine Eingabe wird benötigt, um zwischen den verschiedenen Views zu wechseln. Mit einer weiteren Eingabe könnte das Sensorensystem ein- oder ausgeschaltet werden. Da die Sensoren nur zum Überqueren der Straße benötigt werden, würde durch das Ausschalten nach der Benutzung die Batterie geschont werden. Die Art des Eingabegeräts wird nicht konkret festgelegt, denn diese soll sich nach den körperlichen Möglichkeiten des Nutzers richten. Wenn dieser in der Lage ist seine Hände zu bewegen, dann könnten zwei haptische Buttons oder auch Touch-Gesten zur Eingabe benutzt werden. Bei kompletter Lähmung der Gliedmaßen könnte beispielsweise ein Eingabegerät genutzt werden, dass mit dem Mund, dem Kinn oder dem Kopf bedient werden kann.

5 ENTWICKLUNG DER SIMULATION

Das Interfacekonzept wird durch eine Simulation mit der Unreal Engine [8] erweitert. Dies soll eine optimale Evaluation ermöglichen, ohne die Probanden an einer realen Straße durch einen nicht ausgereiften Prototyp zu gefährden. In dieser Simulation steuert der Proband das Blickfeld und den Rollstuhl des virtuellen Charakters. An diesem ist ein Tablet angebracht, das den Assistenten mit den drei Views abbildet. Zudem werden verschiedene Szenarien implementiert, die jeweils unterschiedliche Verkehrssituationen nachbilden (siehe Abb. 3). Zur grafischen Implementierung wurde weitestgehend mit gekauften Low-Polygon-Assets [5] gearbeitet.



Abbildung 3: Virtuelle Welt aus Low-Polygon-Assets

Die Szenarien sind zur Übung relativ einfach und übersichtlich gehalten. Es ist zunächst interessanter, ob die Probanden generell Vertrauen zu dem Assistenten fassen und sich vorstellen könnten, ihn im realen Straßenverkehr, also in komplexeren Situationen zu benutzen. Ergänzend stellt sich auch die Frage, ob und inwieweit kognitiv eingeschränkte Personen den Assistenten nutzen können. Ein zu komplexer Einstieg könnte dabei direkt zu Überforderung und Ablehnung der Technologie führen. Da der Prototyp wie eine Art Videospiel aufgebaut ist, muss der Proband sich in seinem Rollstuhl umzusehen und diesen frei bewegen können. Diese Interaktionen und die entsprechende Einschränkung der Freiheitsgrade sind letztendlich kein Teil des Assistenten, werden jedoch für eine realitätsnahe Evaluation benötigt. Einem Probanden stehen zum Zeitpunkt der Evaluation zwei verschiedene Varianten der Bedienung zur Verfügung: Tastatur und Maus, sowie ein Microsoft Xbox360 Controller.

Bei der Auswahl der Eingabegeräte wurden Artefakte aus dem Contextual Inquiry zu Hilfe gezogen. Zudem wird bei der Evaluation zusätzlich berücksichtigt, dass die Probanden möglichst eine der beiden Varianten bedienen können. Sollten sie sich unwohl damit fühlen, besteht zuletzt noch die

Möglichkeit, dass sie der Evaluationsleitung die Eingaben mündlich mitteilen und diese die Eingaben ausführt.

6 EVALUATION

Insgesamt nehmen elf Probanden an der Evaluation teil. Die erste Gruppe besteht aus vier Mitarbeitenden der diakonischen Werkstatt, die aufgrund körperlicher Einschränkungen auf den Rollstuhl angewiesen sind und somit die eigentliche Zielgruppe des Assistenten darstellen. Teilweise liegen bei den Probanden auch leichte, kognitive Einschränkungen vor. Die zweite Gruppe besteht aus sieben Studierenden, die weder körperliche noch kognitive Einschränkungen haben. Sie werden gebeten, sich in die Situation der Zielgruppe einzufühlen. Die Evaluation wird in folgenden Schritten durchgeführt:

- Kurze Einleitung
- Pre-Test Fragebogen
- Testen der Simulation
- AttrakDiff mini Fragebogen [1]
- Abschließendes Interview

Der Proband sitzt währenddessen an einem Tisch, zentriert vor einem 27 Zoll Monitor, auf dem die Simulation im Vollbild dargestellt wird. Vor dem Monitor steht die Tastatur, die Maus und der Controller befinden sich rechts neben der Tastatur. Der Evaluationsleiter sitzt rechts neben dem Probanden.

Insgesamt kamen alle elf Probanden mit der Simulation gut zurecht. Nur in der Gruppe der Studierenden wurden drei Probanden von Fahrzeugen minimal gestreift. Da die Fahrzeuge aber eine festgelegte Strecke in einer festgelegten Zeit abfahren und somit die Geschwindigkeit bei einer bevorstehenden Kollision auch nicht selbständig verringern oder dem Probanden ausweichen können, auch wenn diese bereits gut sichtbar sind, ist dies als eher unkritisch zu bewerten.

Drei Probanden haben sich vollkommen auf den Assistenten verlassen und haben sich gar nicht zusätzlich umgeschaut. Zwei andere Probanden wiederum haben diesen kaum genutzt und haben sich, wie in der Realität, langsam auf die Straße getastet. Die verbleibenden sechs haben sich sowohl umgeschaut, als auch die Ansicht des Assistenten überprüft. Bei konkreter Nachfrage zum Verhalten wiesen viele Probanden darauf hin, dass man sich nie ganz auf Technik verlassen sollte, beziehungsweise, dass zuerst Vertrauen in den Assistenten aufgebaut werden müsste.

Sechs Probanden präferieren die Top-View deutlich, fünf die Kamera-View. Besonders drei der vier Probanden aus der Zielgruppe empfanden die Kamera-View als zu undeutlich bzw. zu unübersichtlich. Jedoch vertrauten vier Probanden (inkl. der vierten Person der Zielgruppe) der Ansicht aufgrund der Realitätsnähe und der vermuteten geringeren

Latenz deutlich eher, als der synthetischen Top-View. Viele Probanden nutzten jedoch auch die Möglichkeit, zwischen den Views hin und her zu schalten, um sich zunächst mit der Top-View einen Überblick zu verschaffen und sich dann mit der Kamera-View abzusichern. Die Rück-View wurde von der Zielgruppe auch als äußerst hilfreiche Erweiterung hervorgehoben.

Abschließend kann darauf verwiesen werden, dass alle Probanden den Assistenten auch im realen Straßenverkehr einsetzen würden. Die Zielgruppe gibt an, sich mit dem Assistenten sicherer zu fühlen und hofft, durch ihn nicht dauerhaft auf eine Begleitperson angewiesen zu sein. Die Umsetzung in ein reales Produkt würde also zu mehr Selbstständigkeit im Alltag führen.

7 OPTIMIERUNG UND AUSBLICK

Aufgrund der Ergebnisse der Evaluation wurden bereits einige Änderungen an der Simulation und dem Konzept vorgenommen. So wurde die Simulation beispielsweise in sofern verbessert, dass es nun möglich ist, die Szenarien mit Hilfe einer VR-Brille in der virtuellen Realität zu erleben. Die dadurch gewonnene Immersion hilft besonders Probanden, die nicht im Rollstuhl sitzen, sich einfacher in den Alltag eines Rollstuhlfahrers hinein zu versetzen.

Statt einer ausschließlich schriftlichen Warnung wird nun ein zusätzliches Icon in Form eines Warndreiecks in der Mitte des Bildschirms hinzugefügt, damit auch Analphabeten ausreichend vor einer Gefahr gewarnt werden. Des Weiteren werden Labels den Ansichten beigelegt, damit die einzelnen Ansichten besser voneinander zu unterscheiden sind. Möglich wäre es zudem, in einem zukünftigen Build alle Texte durch Icons zu ersetzen. So könnte der Assistent ohne eine zusätzliche Lokalisation auch außerhalb der deutschsprachigen Länder eingesetzt werden. Eine alternative Farbgebung für farbfahlsichtige Menschen wäre ebenfalls denkbar.

Für die weitere Arbeit an dem Projekt müsste die Frage geklärt werden, ob die Anwendung aus technischer Sicht als kritische Echtzeitanwendung umgesetzt werden kann. Die Auswertung der entsprechenden Sensordaten, eine dynamisch erzeugte Kartenansicht der Verkehrssituation, eine dynamische Bilderkennung und die entsprechenden Live-Kameras alle latenzfrei in einer Anwendung zu vereinen, könnte eine große Herausforderung darstellen.

Das hier vorgestellte Konzept ist zudem nicht nur für Personen in Rollstühlen interessant. Der Assistent könnte auch von Personen mit einem Rollator, Eltern mit einem Kinderwagen oder Fahrradfahrern eingesetzt werden, um dadurch mehr Sicherheit im Straßenverkehr zu erlangen. Für eine Umsetzung müsste das Konzept aber gegebenenfalls noch in der jeweiligen Zielgruppe evaluiert und gegebenenfalls technisch angepasst werden.

LITERATUR

- [1] [n.d.]. AttrakDiff. <http://www.attrakdiff.de/>
- [2] [n.d.]. ENCOUNTER - Intersection Assistant. <https://audi-encounter.com/en/Kreuzungsassistent>
- [3] [n.d.]. Intersection Assistant. <https://www.volkswagen-newsroom.com:443/en/intersection-assistant-3940>
- [4] [n.d.]. OpenStreetMap Deutschland: Die freie Wiki-Weltkarte. <https://www.openstreetmap.de/>
- [5] [n.d.]. POLYGON - Town Pack by Synty Studios in Environments - UE4 Marketplace. <https://www.unrealengine.com/marketplace/en-US/polygon-town-pack>
- [6] [n.d.]. Spastische Lähmung: Definition, Ursachen, Behandlung und Therapie: Stiftung MyHandicap. <https://www.myhandicap.de/gesundheit/koerperliche-behinderung/laehmung/spastische-laehmung/>
- [7] [n.d.]. Street Parts and Car Vectors. <https://www.vecteezy.com/vector-art/88817-street-parts-and-car-vectors>
- [8] [n.d.]. Unreal Engine | Features. <http://www.unrealengine.com/features>
- [9] Ford Motor Company. [n.d.]. Lane keeping system | Vehicle Features | Official Ford Owner Site. <https://owner.ford.com/support.html>
- [10] Gesellschaft für Informatik. [n.d.]. Wettbewerb Usability Challenge 2019. <https://mci.mi.medien.hs-duesseldorf.de/mci-ausbildung/challenge.html>
- [11] Helge Andreas Lauterbach. 2013. Stereo-Optische Abstandsmessung für einen autonomen Quadrocopter. http://www8.informatik.uni-wuerzburg.de/fileadmin/10030800/user_upload/quadcopter/Abschlussarbeiten/Stereooptische_Abstandsmessung_Lauterbach_BA.pdf
- [12] Günther Retscher and Michael Kistenich. 2006. Vergleich von Systemen zur Positionsbestimmung und Navigation in Gebäuden. *ZfV - Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement* zfv 1/2006 (Feb. 2006). <https://geodaesie.info/zfv/heftbeitrag/710>