

Augmented-Reality-Indoornavigation mit Datenbrillen

Elisa Maria Klose, Andrea Eis, Jens Hegenberg, Ludger Schmidt

Fachgebiet Mensch-Maschine-Systemtechnik, Universität Kassel

Zusammenfassung

In diesem Beitrag wird die Realisierung einer Versuchsumgebung beschrieben, die bei einem guten Verhältnis von Kosten, Aufwand und Genauigkeit eine Indoorlokalisierung mit Bluetooth-Low-Energy-Beacons ermöglicht. Es wird eine prototypische Indoornavigation mit einer Durchsichtdatenbrille vorgestellt, die dem Nutzer kontaktanaloge Navigationsanweisungen in 3-D entlang seines Zielpfades einblendet. Eine Nutzerevaluation zeigt, dass insbesondere die händefreie Interaktion als nützlich angesehen wird und die Gestaltung einer Augmented-Reality-Indoornavigation Ungenauigkeiten bei der Lokalisierung besonders berücksichtigen sollte, wenn relativ enge Wege genutzt werden.

1 Einleitung

Während Navigationssysteme für Outdoor-Umgebungen weit verbreitet sind, steckt die Forschung und Entwicklung von Indoornavigationssystemen noch in den Anfängen. Insbesondere in komplexen Gebäuden, wie Flughäfen oder Krankenhäusern, ist es für Besucher oft schwierig, sich zu orientieren und den richtigen Weg zu finden. Da es für die Lokalisierung in geschlossenen Räumen noch keine Technologie gibt, die bei niedrigen Kosten und geringem Aufwand eine hohe Genauigkeit erreicht, widmet sich ein Großteil der Forschung den technischen Aspekten (Fallah et al., 2013). Die Gestaltung von Interfaces, die dem Nutzer eine effiziente, effektive und zufriedenstellende Navigation ermöglichen, wird bislang hingegen eher selten thematisiert, weshalb es kaum Gestaltungsempfehlungen für die Indoornavigation gibt und hierzu erhöhter Forschungsbedarf besteht (Huang & Gartner, 2010).

Dieser Beitrag stellt eine Lösung für die Indoorlokalisierung vor, die einen Mittelweg zwischen einer kostenintensiven kommerziellen Gesamtlösung und einer zeitintensiven Eigenimplementierung darstellt. Diese ebnet als Versuchsumgebung den Weg für Forschung, die sich der benutzerzentrierten Gestaltung innovativer Lösungen für die Indoornavigation widmet. Der vorgestellte Prototyp setzt eine Indoornavigation auf Basis von Augmented Reality (AR), dem Erweitern der Realität um virtuelle Elemente, die in 3-D in der Umgebung des Nutzers eingeblendet werden (Azuma, 1997), um. Bisherige Arbeiten implementieren eine

AR-Indoornavigation zumeist auf 2-D-Displays, wie bei Smartphones oder monokularen Datenbrillen, indem ein Live-Video um virtuelle Navigationshinweise erweitert wird (z.B. Mulloni et al., 2011; Rehman & Cao, 2016; Walther-Franks & Malaka, 2008), oder nutzen binokulare Datenbrillen als einfaches Head-Up-Display ohne AR, um Inhalte relativ zur Anzeige positioniert anzuzeigen (z.B. Funk et al., 2014). In diesem Beitrag wird hingegen eine AR-Navigation mit einer binokularen Durchsichtdatenbrille umgesetzt, bei der Navigationshinweise in 3-D in der realen Umgebung registriert, also kontaktanalog z.B. auf dem Boden oder an Türen auf der Teststrecke, angezeigt werden.

2 Umsetzung und Evaluation der AR-Indoornavigation

Um die Lokalisierung im Gebäude zu ermöglichen, wurde eine Strecke von knapp 100 m auf zwei Etagen derart mit 34 Bluetooth-Low-Energy-(BLE-)Beacons des Herstellers Kontakt.io ausgestattet (Abbildung 1 links), dass entlang der gesamten Strecke Signale von mindestens 3 Beacons empfangen werden. Damit kann das kommerziell verfügbare GoIndoor SDK für Android von OnYourMap mittels Trilateration eine Ortung auf bis zu 2 m Abweichung genau durchführen. Da die verwendete Durchsichtdatenbrille Epson Moverio BT-200 (Abbildung 1 mittig) BLE nicht unterstützt, werden die Positionsinformationen von einem Smartphone ermittelt und an die Datenbrille gesendet. Für Hard- und Software entstanden insgesamt Kosten von etwa 4.500 €, Installation und Einrichtung dauerten gut zwei Wochen.



Abbildung 1: Position der Beacons im 1. OG der Versuchsumgebung in Grün, Pfad vom Aufzug zum Sekretariat in Rot (links), verwendete Durchsichtdatenbrille Epson Moverio BT-200 (mittig), prototypische AR-Navigation mit kontaktanalogen Navigationshinweisen aus der Sicht durch die Datenbrille (rechts)

Für die AR-Indoornavigation wurde mit der freien Innenarchitektur-Software Sweet Home 3D ein virtuelles 3-D-Modell der beschriebenen Versuchsumgebung erstellt und anschließend mit der freien 3-D-Software Blender um Navigationshinweise erweitert. Das virtuelle und das reale Gebäude werden in der Datenbrille maßstabsgetreu überlagert, sodass sich der Nutzer beim Bewegen durch das reale Gebäude gleichzeitig durch das virtuelle Gebäude bewegt. Wände und Böden des Gebäudemodells sind schwarz eingefärbt, da Schwarz auf einem optischen Durchsichtdisplay transparent erscheint (Gabbard et al., 2005) und somit nur die Navigationsanweisungen sichtbar sind. Die Standortinformationen werden verwendet, um das virtuelle Modell orts- und lagerichtig anzuzeigen. Die Navigationsanweisungen

markieren ähnlich wie bei Walther-Franks & Malaka (2008) durchgängig den Zielpfad. Da Informationen direkt in das Sichtfeld des Nutzers eingeblendet werden und so potenziell reale Gegenstände oder Menschen auf dem Weg verdecken, wurden jedoch anstelle einer durchgängigen Schnur einzelne Pfeile mit größeren Abständen hintereinander gereiht, um weniger von der Umgebung zu verdecken und so die Sicherheit zu erhöhen (Abbildung 1 rechts). Ziele, Treppen und Aufzüge wurden zusätzlich mit Symbolen markiert. Als Farbe wurde ein helles Grün gewählt, da dieses in einer Studie von Gabbard et al. (2005) zur Textdarstellung auf Durchsichtdatenbrillen im Vergleich zu Rot oder einer adaptiven Farbe über verschiedene Hintergründe hinweg zu den schnellsten Reaktionszeiten führte.

Der Prototyp wurde mit sechs potenziellen Nutzern (2 w, 4 m) im Alter von durchschnittlich 30 Jahren ($SD=3,1$ Jahre) evaluiert. Drei Teilnehmer hatten bereits etwas Erfahrung mit AR-Anwendungen und Datenbrillen, die anderen drei hatten keinerlei Vorerfahrung. Ebenso kannte die Hälfte der Teilnehmer das Gebäude gut, während die andere Hälfte es vorher gar nicht oder kaum kannte. Der Versuch startete vor dem Eingang des Gebäudes. Die Probanden hatten die Aufgabe, insgesamt vier Räume des Gebäudes mithilfe der AR-Navigation aufzusuchen. Hierfür waren zwei Stockwerkwechsel nötig. Der Versuchsleiter las die Aufgaben, z. B. „Gehen Sie zum Sekretariat im Raum 1906“, einzeln vor und lief während der Navigation jeweils mit einigen Metern Abstand hinter den Probanden her. Abschließend bewerteten die Probanden die Gebrauchstauglichkeit mittels System-Usability-Scale (SUS). Zusätzlich hatten sie in zwei offenen Fragen Gelegenheit, sich zu positiven und negativen Aspekten zu äußern.

Der Prototyp wurde im Durchschnitt mit einem SUS-Wert von 76,7 ($SD=11,8$) bewertet, was in etwa dem Adjektiv „gut“ entspricht. Es war die Tendenz zu erkennen, dass diejenigen, die keine Vorerfahrung mit AR hatten und das Gebäude nicht kannten, bessere Bewertungen vergaben. Wegen der kleinen Stichprobe wurde auf Inferenzstatistik verzichtet. Positiv angemerkt wurden die einfache Darstellung der Navigationshinweise sowie die Tatsache, dass man im Vergleich zur gewohnten Smartphone-Navigation die Hände frei hat. Negativ wurde die teilweise ungenaue Positionierung der Pfeile beurteilt, die dazu führt, dass diese in einem engen Flur oft nicht auf dem Weg, sondern in oder hinter Wänden zu liegen scheinen.

3 Diskussion und Ausblick

In diesem Beitrag wurde der Aufbau einer Versuchsumgebung für die Indoornavigation beschrieben sowie die Umsetzung und Evaluation einer prototypischen AR-Indoornavigation für eine Durchsichtdatenbrille vorgestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Grundgedanke einer AR-Navigation und insbesondere die einfache Darstellung sowie die händefreie Interaktion positiv bewertet werden. Das größte Hindernis für eine höhere Gebrauchstauglichkeit stellen Ungenauigkeiten bei der Positionierung der kontaktanalogen Einblendungen dar, die u. a. der Instabilität der BLE-Beacon-Signale, z. B. durch Störquellen, (Huang & Gartner, 2010) oder Ungenauigkeiten in der Transformation der Koordinaten von Beacons zu Datenbrille geschuldet sein können. Es zeigt sich, dass bereits relativ kleine Abweichungen, die bei einer symbolischen oder kartenbasierten 2-D-Navigation kaum stören, für eine AR-

Navigation problematisch sind, da Nutzer hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Platzierung der AR-Inhalte zu stellen scheinen. Die Kombination verschiedener Lokalisierungsverfahren sowie der Einsatz aktuellerer Datenbrillen mit einem breiteren Spektrum an integrierter Sensorik können zu einer Verbesserung der Genauigkeit beitragen. Da Ungenauigkeiten bei der Indoornavigation jedoch in absehbarer Zeit nicht vollständig behoben sein werden, sollten diese bei der Gestaltung einer AR-Benutzungsschnittstelle explizit berücksichtigt werden. So ist ein adaptives Interface, das sich der Genauigkeit der Lokalisierung anpasst (Mulloni et al., 2011), sinnvoll. Ebenso vorstellbar ist ein Interface, das den Nutzerzustand berücksichtigt, sodass z.B. beim Gehen andere Informationen eingeblendet werden als im Stehen, oder eines, das die Darstellung an die Komplexität der Umgebung anpasst. Die Form- und Farbgestaltung der AR-Inhalte, die Adaption an den Nutzungskontext sowie der Vergleich verschiedener Endgeräte werden Themen weiterer Forschungsarbeiten sein.

Das Vorhaben wurde vom BMBF unter dem Förderkennzeichen 16SV7282 gefördert.

Literaturverzeichnis

- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Fallah, N., Apostolopoulos, I., Bekris, K. & Folmer, E. (2013). Indoor Human Navigation Systems: A Survey. *Interacting with Computers*, 25(1), 21–33.
- Funk, M., Boldt, R., Pflöging, B., Pfeiffer, M., Henze, N. & Schmidt, A. (2014). Representing indoor location of objects on wearable computers with head-mounted displays. In Teraada, T., Inami, M., Kunze, K. & Nojima, T. (Hrsg.): *Proceedings of the 5th Augmented Human International Conference - AH '14*. New York, NY: ACM Press, S. 1-4.
- Gabbard, J. L., Swan II, J. E., Hix, D., Schulman, R., Luces, J. & Gupta, D. (2005). An Empirical User-based Study of Text Drawing Styles and Outdoor Background Textures for Augmented Reality. In Fröhlich, B., Julier, S. & Takemura, H. (Hrsg.): *IEEE Virtual Reality 2005 proceedings Bonn, Germany, March 12-16, 2005*. Piscataway N.J.: IEEE.
- Huang, H. & Gartner, G. (2010). A Survey of Mobile Indoor Navigation Systems. In Gartner, G. & Ortog, F. (Hrsg.): *Cartography in Central and Eastern Europe*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 305-319.
- Mulloni, A., Seichter, H. & Schmalstieg, D. (2011). Handheld Augmented Reality Indoor Navigation With Activity-Based Instructions. In Bylund, M. (Hrsg.): *Proceedings of the 13th International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*. New York, NY: ACM.
- Rehman, U. & Cao, S. (2016). Augmented-Reality-Based Indoor Navigation: A Comparative Analysis of Handheld Devices Versus Google Glass. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 1-12.
- Walther-Franks, B. & Malaka, R. (2008). Evaluation of an Augmented Photograph-Based Pedestrian Navigation System. In Butz, A., Fisher, B., Krüger, A., Olivier, P. & Christie, M. (Hrsg.): *Smart Graphics*. Berlin, Heidelberg: Springer, S. 94-105.