

Nutzen von AR bei Servicearbeiten an Diagnostik Instrumenten

Friedrich Christoph Wernli

Requirements- und Test-Engineering, Noser Engineering AG, 6039 Root D4, Schweiz

Zusammenfassung

Diese Masterarbeit untersuchte den Nutzen von Augmented Reality (AR) für Wartungen und Reparaturen von Diagnostik-Instrumenten der Roche Diagnostics International AG im Hinblick auf Effizienz. Um den Menschen von Anfang an in den Mittelpunkt dieser Nachforschungen zu setzen, ist die Methode *Design Thinking* im HCD (Mensch zentriertem Prozess) angewendet worden. Betrachtet wurde zuerst die Erschliessung der Zielgruppe und der Use Cases, welche sich bei den System Technikern am deutlichsten abzeichnete. Die durchgeführte qualitative Benutzerforschung wie auch die darauf aufbauenden formativen Benutzertests mit einem Low-Fidelity User-Interface-Prototypen gaben deutliche Hinweise darauf, dass AR die Effizienz bei neuen Technikern verbessern könnte.

1 Einleitung

Durch die immer kompakter und leistungsfähiger werdenden Hardware Technologien und Fortschritten im Gebiet der Objekterkennung, der 3D Computergrafik und der Optik gewinnt Augmented Reality (AR) an Aufmerksamkeit. Mit der Zunahme von Einsatzmöglichkeiten für AR tritt aber auch die Frage nach der *Nützlichkeit* dieser Technologie in den Vordergrund. Vorliegende Studie ging dieser Frage nach und fokussierte sich dabei auf die *Effizienz* als einen wichtigen Aspekt des Nutzens. Dabei ist mit Effizienz die Reduktion der Downtime gemeint, d.h. das Herabsetzen der Ausfallzeit von Instrumenten während des produktiven Laborbetriebs. Die Reduktion der Downtime ist insbesondere bei dringenden Patientenproben wichtig, wo es unter Umständen um das Leben von Patienten geht.

2 Grundlagen und Stand der Forschung

Nachfolgend werden HCI Grundlagen mit Bezug auf AR und Methoden für das Rapid Prototyping von AR User Interfaces vorgestellt.

2.1 Studien von Mensch zentrierten Faktoren für AR im Wartungs- und Reparaturkontext

In der Studie von Neumann und Majoros (1998) wurden kognitive Faktoren im Bereich von Wartungen und Produktion untersucht. Eine wichtige Erkenntnis zeigte, dass AR die kognitive Aktivität von Technikern reduzieren und somit die *Ausführungszeit* von Wartungsaufgaben *verkürzen* könnte. Im Weiteren unterstreichen sie das Potential von AR für wenig erfahrene Einsteiger. Bei dieser Gruppe soll die Fehlerrate in Stresssituation grösser sein als bei Experten (Miller & Swain, 1986). AR könnte somit durch Beschleunigung der Einarbeitungszeit bis zum Erlangen des Expertenniveaus zusätzlich dazu beitragen die *Fehlerrate* zu reduzieren.

2.2 Interaktionsmodalitäten für AR Head Attached Systeme

Weil mit AR virtuelle Objekte „in der Realität greifbar“ sind, spielen natürliche Formen der Interaktion bei AR Systemen eine wichtige Rolle. Zu den bekanntesten Modalitäten in diesem Bereich zählen Sprache und Gestik, welche nachfolgend erklärt werden. Eine weitere, noch nicht so verbreitete aber potenziell sehr effiziente Interaktionsart ist die Blicksteuerung.

2.2.1 Interaktion mit Sprache

Entscheidend ist bei dieser Art der Interaktion, dass der Anwender in kurzen, leicht zu merkenden Worten mit dem System kommunizieren kann. Lee und Grice (2006) zeigen in diesem Zusammenhang eine Auswahl an grundlegenden Sprachbefehlen: „Yes“, „No“, „Next“, „Call/Dial“, „Go Back“, „Help“, „End/Cancel“, „Check Status“, „Exit“.

2.2.2 Interaktion mit Handgesten



Abbildung 1: Auswahl an Handgesten (Bildauschnitt aus Piumsomboon et al. 2013)

Grandhi et al. (2011, 3) suchten bei 16 Probanden in 912 Videoclips nach den Merkmalen für natürliche Gestenkommunikation. Sie fanden heraus, dass Pantomime Handzeichen intuitiver und natürlicher verstanden werden als das Anzeigen von statischen Symbolen mit den Händen. Des Weiteren studierten Piumsomboon et al. (2013) 800 unterschiedliche Varianten von Handgesten für 40 Arten von Aufgaben mit 20 Probanden. Daraus konnten sie ein Set an Handgesten identifizieren welche für die Probanden als besonders Intuitiv bewertet wurden (siehe Abbildung 1).

2.3 Rapid Prototyping von AR User Interfaces

Keating beschreibt die Herausforderungen bei der Entwicklung eines No-Tech AR UI Prototypen im Vergleich zu klassischen Desktop- oder Mobile Applikationen so: Kontextuelle virtuelle Informationen werden abhängig von den im realen 3D Raum registrierten Daten in *unterschiedlichen Perspektiven* dargestellt. AR Grafiken sind *an realen Objekten aligniert* (ausgerichtet). So dass sie erscheinen als wären sie Teil des realen Objektes. AR Grafiken werden in *3D* dargestellt (Keating et al. 2011). Für das Prototyping gibt es folgende Ansätze:

Lo-Fi

- PapAR von Lauber et al. (2014), ein einfaches Konzept für das Testen eines AR UI's mit Papierprototypen
- Prototyping mit modellierten 3D Objekten (Blogbeitrag¹ 3D Modell eines Leap Motion Widgets)

Hi-Fi

- Vuforia und Unity mit Google Cardboard
- Immersive Virtual AR oder kurz IVAR (Alce et al. 2015)

3 Die Forschungs-Nische

Im medizinischen Laborbetrieb müssen die Diagnostik Instrumente rund um die Uhr funktionieren. Neben dem zeitlichen Druck gibt es diese Herausforderungen: *Sehr hohe Komplexität* der Geräte auf *engstem Raum*, *breite Palette* an Geräten, *Kontaminationsgefahr* (abhängig von den Analysen) und eingeschränkter oder gar *kein Online Zugang*.

4 Der Prozess

Aufgrund der Ausgangslage ging es in der Phase der Benutzerforschung darum, Use Cases für AR im Kontext von Wartungsarbeiten im Labor zu finden. Deshalb wurde die kreative Lösungsfindungsmethode *Design Thinking* nach Hasso Plattner wie beschrieben in Ueberrickel et al. (2015) eingesetzt. Das Vorgehen teilte sich dabei in drei Makroprozessphasen (exklusive Planung). Wobei bei jeder dieser Phasen wiederum eine oder mehrere Iterationen des gesamten Design Thinking durchlaufen worden sind (siehe Abbildung 2). Entscheidendes Kriterium beim Wechsel zur nächsten Makroprozessphase war jeweils der Punkt, bei dem mit der aktuellen Reife des Prototyps keine zusätzlichen Informationen in Bezug auf die wichtigen Fragestellungen mehr gemacht werden konnten.

¹ <http://blog.leapmotion.com/break-scissors-secret-rapid-3d-prototyping-arvr-iot/>

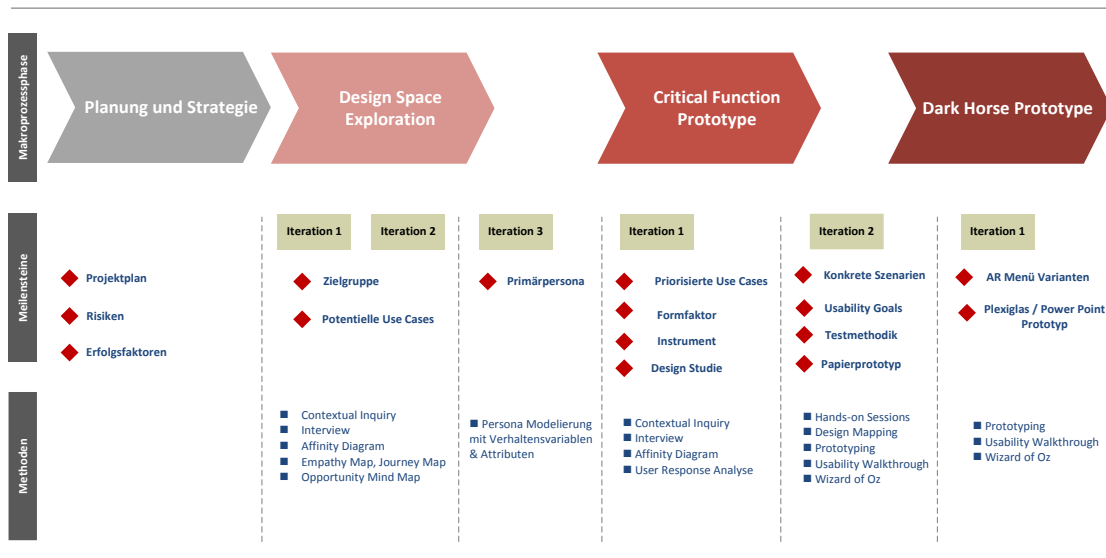


Abbildung 2: Die Phasen im Gesamtprozess

5 Ergebnisse

5.1 Das Szenario: Troubleshooting Expertensystem



Abbildung 3: Tim probiert das neue Troubleshooting Expertensystem aus

Das validierte Testszenario baute auf einem Troubleshooting Expertensystem Use Case auf (siehe Abbildung 3). Es handelt von der Primär Persona Tim, dem neuen System Techniker, der an einem Pilotversuch mit einer AR Datenbrille teilnimmt. Im Labor navigiert ihn die AR Brille zuerst zum defekten Gerät und führt ihn danach durch den gesamten Reparaturprozess. Er kann ferngesteuert Hardware Befehle am Instrument auslösen, eine automatische Fehlerdiagnose starten und Ersatzteile direkt mit dem AR System bestellen lassen.

5.2 Bedienkonzept

Praktisch alle Probanden zogen eine nicht obstruktive Datenbrille vor, um zeitgleich mit den Händen zu arbeiten. Eine Datenlinse wurde von den wenigsten gewünscht. Das AR Menü muss vor dem Sichtfeld der Techniker im Raum positioniert sein, und nicht etwa auf einer Smartwatch. Als Interaktionsform wurde Sprache und Gestik als intuitivste Interaktionsform beurteilt (Abbildung 4 – Rechts). Blicksteuerung ist für die Augen auf Dauer ermüdend. Überraschenderweise wollten die meisten Testpersonen beim Selektieren eines virtuellen Objektes im Raum ein haptisches Feedback haben (Abbildung 4 – Links). Heute wäre dies nur über Ultraschall Wellen Technologie² möglich.

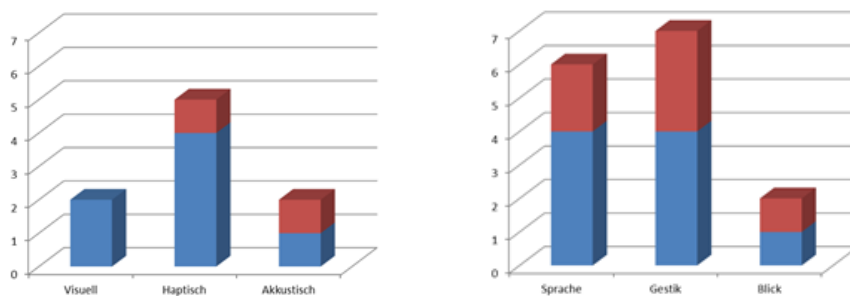


Abbildung 4: So wollen Techniker (Blau) und Elektroniklehrlinge (Rot) mit dem AR System interagieren

6 Fazit

Die durchgeführten qualitativen Benutzertests zeigten, dass AR die Effizienz für neue Techniker tatsächlich verbessern könnte. Auch die Sicherheit bei Entscheidungen während der Reparatur wäre höher, weil ein AR Assistent bei Unsicherheiten wie ein Peer zu Rate gezogen werden kann. Die Einarbeitungsphase von Neulingen könnte so verkürzt werden. Der hauptsächliche Use Case ist dabei das Lokalisieren von Teilen. Zudem ist die Anzeige von Aus- und Einbauanleitungen sowie der Verlauf von Kabelverbindungen nützlich. Bei den durchgeführten Benutzertests handelte es sich um qualitative Tests. Somit konnte keine statistische Gültigkeit bewiesen werden. Dafür bräuchte es weiterführende, quantitative Studien. Im Weiteren ist der Bereich der effizienten Mensch-Maschine Interaktion für AR Systeme ein interessantes Gebiet, wo weitere Forschung Nutzen bringen könnte.

Danksagung

Ich danke Christoph Kunz, Markus Stolze, Peter Nedic, Bernhard Von Allmen, Martin Weiss, Reto Zurbuchen und Dominique Portmann für ihre wertvolle Unterstützung.

² <http://spectrum.ieee.org/tech-talk/consumer-electronics/gadgets/ces-2015-hands-on-with-ultrahaptics-ultrasonic-tactile-display>

Literaturverzeichnis

- Alce, G., Hermodsson, K., Wallergard, M., Thern, L. & Hadzovic, T. (2015). *A Prototyping Method to Simulate Wearable Augmented Reality Interaction in a Virtual Environment - A Pilot Study*, International Journal of Virtual Worlds and Human Computer Interaction. Avestia Publishing.
- Grandhi, S. A., Joue, G. & Mittelberg, I. (2011). Understanding Naturalness and Intuitiveness in Gesture Production: Insights for Touchless Gestural Interfaces. *Human factors in computing systems*, 1; 821-824
- Keating, G., Guest, D., Konertz, A., Padovani, N. & Villa, A. (2001). *Designing the AR Experience: Tools and Tips for Mobile Augmented Reality UX Design*. Heidelberg: Springer
- Lauber, F., Böttcher, C. & Butz, A. (2014). *PapAR: Paper Prototyping for Augmented Reality*. ACM.
- Lee, K.B & Grice, R.A. (2006). *The Design and Development of User Interfaces for Voice Application in Mobile Devices*. IEEE. 5
- Miller, D., & Swain, A. (1986). Human error and human reliability. In G. Salvendy (Ed.), *Handbook of Human Factors*, 219-252. NY: John Wiley.
- Neumann, U. & Majoros, A. (1998). *Cognitive, Performance, and Systems Issues for Augmented Reality Applications in Manufacturing and Maintenance*. Virtual Reality Annual International Symposium, 2-3
- Piumsomboon, T., Clark, A., Billingham, M. & Cockburn, A. (2013). *User-Defined Gestures for Augmented Reality*. HIT Lab NZ, Department of Computer Science and Software Engineering, University of Canterbury.
- Uebernicketel, F., Brenner, W., Pukall, B., Naef, T. & Schindlholzer, B. (2015). *Design Thinking, Das Handbuch*. Frankfurt am Main: Frankfurter Societäts-Medien GmbH.

Autor



Wernli, Friedrich Christoph

Friedrich Wernli studierte Informatik und begann nach langjähriger Tätigkeit als Software und Test-Ingenieur ein Master Studium im Bereich Human Computer Interaction Design an der Hochschule für Technik in Rapperswil (Schweiz). Heute ist er bei der Noser Engineering AG im Bereich Requirements- und Test-Engineering tätig. Zu seinen Hauptaufgaben gehören die Erhebung von Business- und Nutzungsanforderungen, Verbesserungen von Prozessen- und Bedienabläufen, Software Qualitätssicherung sowie Expertise an der Schnittstelle zwischen UX und Software-Engineering.