



**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

Entwurf und Implementierung eines Augmented Reality Systems
für Produkt-Design-Feedback durch den Endkunden

Abschlussarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Science (B.Sc.)

an der

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

Fachbereich IV (Informatik, Kommunikation und Wirtschaft)

Studiengang Angewandte Informatik

1. Prüfer: Prof. Dr. Thomas Jung
2. Prüfer: Dipl.-Sporting. Andreas Geiger

Eingereicht von: Ali Bektas
Immatrikulationsnummer: s0559003
Eingereicht am: 11.08.2019

Vorwort

TODO

Kurzbeschreibung

TODO

Schlagworte: Mixed Reality, Gemischte Realität, Augmented Reality, Ergänzte Realität, Microsoft Hololens, Open Innovation, Design Feedback

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung	1
1.3	Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	1
2	Grundlagen	2
2.1	Virtual Reality	2
2.2	Augmented Reality	2
2.3	Mixed Reality	4
2.4	Objekterkennung und- Verfolgung	4
2.4.1	Markerbasiertes Tracking	4
2.4.2	Markerloses Tracking	4
2.5	Usability	4
2.5.1	Was ist Usability?	4
2.5.2	Usability Methoden	6
2.5.3	Usability Tests und Evaluierung	7
2.6	Open Innovation	7
3	Analyse	8
3.1	Stand der Technik	8
3.1.1	Objekterkennung in Augmented Reality Frameworks	8
3.1.2	Mixed Reality Headsets	8
3.1.3	3D Benutzeroberflächen	8
3.1.4	Ähnliche Arbeiten	8
4	Konzeption	9
4.1	Nutzungskontextanalyse	9
4.2	Kreativ Workshop	10
4.2.1	Vorbereitung auf den Workshop	10

4.2.2	Identifikation von Nutzern und Anwendungsfällen	10
4.2.3	Qualitätskriterien und Priorisierung der Anforderungen	10
4.3	Low-Fidelity-Prototypen	10
4.3.1	Ergebnis der Prototypen	10
4.3.2	Vorstellung eines Prototypen	10
5	Implementierung	11
5.1	Entwicklungsumgebung	11
5.2	Mixed Reality Toolkit	11
6	Nutzerzentrierte Evaluation	12
6.1	Vorbereitung	13
6.1.1	Charakteristika der Evaluierung von 3D Benutzeroberflächen	13
6.1.2	Häufig auftretende Probleme	13
6.1.3	Maßnahmen	13
6.2	Durchführung	13
6.2.1	Einleitung	13
6.2.2	Aufgaben	13
6.2.3	Erheben der Evaluationsdaten	13
6.3	Ergebnis	13
6.3.1	Beobachtung des Nutzerverhaltens	13
6.3.2	Interview	13
6.3.3	Fragebogen	13
6.4	Folgerung	13
6.4.1	Beobachtung des Nutzerverhaltens	13
6.4.2	Interview	13
6.4.3	Fragebogen	13
7	Fazit	14
7.1	Zusammenfassung	14
7.2	Kritischer Rückblick	14
7.3	Ausblick	14
	Abbildungsverzeichnis	15
	Tabellenverzeichnis	16
	Source Code Content	17

Anhang A	18
A.1 Beispiel	18
Eigenständigkeitserklärung	19

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Motivation

1.2 Zielsetzung

Das Ziel dieser Arbeit ist es ein System zu konzipieren und zu implementieren welches den Anwender ermöglicht Änderungswünsche an Produkten zu kommunizieren.

1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

TODO

Kapitel 2

Grundlagen

Dieses Kapitel gibt eine

2.1 Virtual Reality

Als Virtual Reality (z. dt. virtuelle Realität) werden

2.2 Augmented Reality

Abzugrenzen von VR ist Augmented Reality (AR). [SchmalstiegHöllerer16] Im Gegensatz zu virtueller Realität wo Benutzer vollständig in virtuelle Umgebungen eintauchen, ist das Ziel bei AR, Informationen direkt in die physische Umgebung des Benutzers einzufügen. So soll der Eindruck erweckt werden, dass diese Informationen Teil der wirklichen Welt sind. [Azuma 1997] Während in VR, Benutzer von der Äußerer Umgebung nichts mitbekommen, wird mit AR Systeme die wirkliche Umgebung des Benutzers, mit virtuellen Objekten überlagert. Azuma beschreibt folgende Charakteristiken welche AR Systeme aufweisen sollten:

1. Kombinieren Digitale und Reale Welt.
2. Ermöglichen Interaktionen in Echtzeit.
3. Informationen müssen sich 3D Raum befinden.

Diese Charakteristiken helfen dabei den Begriff Augmented Reality besser einzugrenzen zu können. [Azuma97] Filme wie z. Bsp. "Jurassic Park" in welchen virtuelle Objekte in die reale 3D Szene eingefügt werden, erwecken den Eindruck dass diese Objekte Teil der realen Szene sind, jedoch kann mit diesen Objekten nicht in Echtzeit interagiert werden.

Ein anderes Beispiel ist im Vorschauenfenster von Digitalkameras zu sehen. Oft blenden Digitalkameras im Vorschaubild, Informationen zum Ladezustand der Batterie, Aktivierung des Blitzes und weitere Informationen bezüglich den aktuellen Einstellungen der Kameras ein. Diese Informationen überlagern zwar die realen Objekte in der Szene, befinden sich jedoch nicht im drei dimensionalen Raum. Der elektronische Sucher hingegen welches Objekte (z. Bsp. Gesichter) erkennt und einrahmt befindet sich im 3D raum, und es sind Interaktionen in Echtzeit möglich. Indem sich das vom virtuellen Object eingerahmte, real existierende Objekt oder die Kamera selbst sich bewegt, verändert sich auch die Position des virtuellen Objektes.

[Füge hier Bild von Kamera mit Sucher und Einstellungen etc. ein]

[Azuma97] Durch das kombinieren von virtueller und physischer Welt erweitert Augmented Reality die Wahrnehmung des Menschen. Die Motivation von AR ist, den Menschen durch das Einfügen von virtuellen Objekten in die physische Welt, Hinweise zu geben und Details zu zeigen die er mit seinen Sinnen sonst nicht unmittelbar wahrnehmen könnte. Die Informationen die in die physische Welt hinzugefügt werden sollen den Menschen bei der Verrichtung von Aufgaben in der physischen Welt unterstützen.

Azuma fasst in [Azuma97] Forschungen zu AR in sechs Anwendungsgebiete zusammen. Zur Visualisierung von Medizindaten, in der Wartung und Instandsetzung, Annotationen, für die Wegfindung für Roboter und für die Navigation von Militärflugzeugen.

Beispielsweise können Annotationen verwendet werden um Informationen über den Inhalt von Regalen einzublenden während ein Nutzer durch eine Bibliothek läuft. Auch können Annotationen in AR verwendet werden um einzelne Bauelemente an komplexen Bauteilen zu identifizieren und Informationen über diese zu geben.

In der Wartung und Instandsetzung können Augmented Reality Anwendungen dabei helfen Instruktionen an komplexen Maschinen und Anlagen zu visualisieren welche sonst in Form von Text und Bildern vorliegen. So können virtuelle Repliken über die physischen Modelle gelegt und so Schritt für Schritt Anleitungen erstellt werden. Durch Animationen können bei diesen Anleitungen mit zusätzlichen Informationen wie Richtung bereichert werden. In diesem Bereich gibt es bereits auch Systeme

- Probleme

2.3 Mixed Reality

2.4 Objekterkennung und- Verfolgung

2.4.1 Markerbasiertes Tracking

2.4.2 Markerloses Tracking

2.5 Usability

Einen besonderen Fokus soll diese Arbeit auf die Usability legen. Daher ist es wichtig zu verstehen was unter diesem Begriff zu verstehen ist und einen Überblick über einige Aspekte zu gewinnen.

2.5.1 Was ist Usability?

In der Normreihe ISO 9241 welches als ein internationaler Standard, Richtlinien für die Gestaltung von Mensch-Computer-Interaktionen beschreibt, wird im ISO Norm 9241-11, Usability wie folgt definiert:

"das Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen."

[MichaelRichterMarkusFlückiger16; MaryBethRosson02] Usability wird oft als ein Qualitätskriterium für die Gestaltung der Benutzerschnittstelle verstanden. Dies ist jedoch nicht ganz richtig.

Dass die Usability eines Systems nach dessen Nutzungskontext zu beurteilen ist verdeutlichen Michael Richter und Markus Flückiger an einem konkreten Beispiel. Die Erfassung von Kurznachrichten (SMS) mit dem Aufkommen von Mobiltelefonen. Bevor Smartphones mit Touchdisplays verbreitet waren, hatten Mobiltelefone oft rein numerische Tastaturen.

Das Erfassen von Textnachrichten erfolgte über die Nutzung der numerischen Tasten. Indem zum Beispiel in kurzen Zeitabständen zwei mal in kurzen auf die Taste "2" gedrückt wurde, wurde zu Beispiel der Buchstabe "B" eingegeben. Diese Eingabemethode wurde oftmals von vielen Nutzern als umständlich empfunden. Jedoch konnte mit dieser Eingabemethode effizient und zufriedenstellend die Aufgabe, eine Kurznachricht zu erfassen erfüllt werden. Zudem war diese Methode einfach zu erlernen und einprägsam. Somit wies diese Methode eine hohe Usability auf.

[Nielsen94; Rex HartsonPardhaSPyla12] Oft wird Usability auf die Eigenschaft eines Systems reduziert besonders benutzerfreundlich (en. User- friendly) zu sein. Der Begriff Usability umfasst jedoch mehr Aspekte.

[Nielsen94] Mit dem Begriff User- friendly als Synonym für Usability würde impliziert werden dass die Bedürfnisse von Benutzern mit einer einzigen Eigenschaft eines Systems beschrieben werden kann. In der Realität haben jedoch unterschiedliche Nutzer, unterschiedliche Bedürfnisse. Ein System welches zu einem Nutzer freundlich erscheint, könnte unter Umständen von einem anderen Nutzer als eher lästig empfunden werden.

Nielsen Unterteilt Akzeptanzkriterien für ein Systems in soziale und praktische Kriterien.

Soziale bzw. ethische Akzeptanzkriterien sind solche, welche die Nutzer von der Nutzung eines Systems abhalten, selbst wenn praktische Akzeptanzkriterien eventuell sehr gut erfüllt werden. Spiekermann [vgl. Spiekermann 2016: 285] führt ein gutes Beispiel für ein solches Kriterium. Sie beschreibt am Beispiel eines Körperscanners in Flughäfen, dass trotz Berücksichtigung vieler praktischer Aspekte wie Ergonomie und trotz der effizienten und effektiven Aufgabenerfüllung ein solches System wenig Akzeptanz von den Nutzern haben kann. Beispielsweise fühlten sich Passagiere unangenehm wenn der Bildschirm auf welchem die nackten Umrisse ihrer Körper zu sehen war so platziert war dass andere Passagiere es auch sehen konnten.

Als praktische Kriterien führt er Eigenschaften wie Kosten, Kompatibilität, Zuverlässigkeit sowie Nutzbarkeit auf. Die Eigenschaft Nutzbarkeit teilt er in die Eigenschaften Nützlichkeit (en. Utility) und Gebrauchstauglichkeit (en. Usability) auf. Unter Utility ist zu verstehen ob die Funktionalitäten eines Systems prinzipiell dazu in der Lage sind, die Aufgabe zu erfüllen wozu sie konzipiert wurden.

Die Eigenschaft Usability gliedert er in folgende fünf Teileigenschaften auf:

- Einfach zu erlernen.

- Effizient in der Nutzung.
- Leicht zu merken. (Ein Nutzer welcher das System einmal verwendet hat, sollte in der Lage sein nach einer längeren Pause das System zu nutzen ohne es erneut erlernen zu müssen.)
- Wenig Fehler. (Das System sollte wenig Fehler während der Nutzung zulassen. Im Falle das Fehler auftreten, im Falle das Fehler auftreten sollte es möglich sein dass sich das System von diesem Fehler erholt und die Nutzung fortgeführt wird.)
- Subjektive Zufriedenstellung(Das System sollte angenehm zu nutzen sein. So dass Nutzer auch subjektiv zufriedengesellt werden während sie das System nutzen.)

Diese Kriterien sind im ISO Norm 9241-110 als Grundsätze zur Dialoggestaltung wie folgt aufgeführt:

- Aufgabenangemessenheit
- Selbstbeschreibungsfähigkeit
- Steuerbarkeit
- Erwartungskonformität
- Fehlertoleranz
- Individualisierbarkeit
- Lernförderlichkeit

2.5.2 Usability Methoden

[MichaelRichterMarkusFlückiger16] Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Fachrichtungen (wie z. Bsp: Human Computer Interaction (HCI), Human Factors, Interaction Design, Usability Engineering, User centered Design (UCD), User Experience (UX) und Design Thinking) entwickelt welche nutzerorientierte Methoden für die Entwicklung von Technologien und neuen Anwendungen verfolgen.

(MaryBethRosson et, al. 2002) Als eine dieser Fachrichtungen wurde die Fachrichtung Usability Engineering von Usability Fachleuten bei Equipment Corporation ins Leben gerufen. Der Begriff Usability Engineering steht für die Konzeption und Techniken für die

Planung, Verifizierung und Abdeckung von Usability Zielen an ein System. Das Ziel von Usability Engineering ist, messbare Usability Ziele in den frühen Phasen des Softwareentwicklungsprozesses zu definieren und einen Rahmen zu schaffen diese Ziele im Laufe der Entwicklung ständig überprüfen zu können um sicherstellen zu können dass diese Ziele erreicht werden.

Nielsen beschreibt in [Nielsen94] folgende Usability Engineering Phasen:

Tabelle 2.1: Usability Engineering Phasen

Kenne deine Nutzer	Individual User Characteristics, Task Analysis
Analyse bestehender Produkte	Beschreibung
Usability Ziele setzen	Beschreibung
Parallele Gestaltung	Beschreibung
Koordinierte Gestaltung der gesamten Benutzeroberfläche	Beschreibung
Erstellung von Prototypen	Beschreibung
Empirisches testen	Beschreibung
Iterative Gestaltung	Beschreibung ^{LaTeX}
Erhalte Rückmeldung von Nutzern	Beschreibung

2.5.3 Usability Tests und Evaluierung

2.6 Open Innovation

Kapitel 3

Analyse

3.1 Stand der Technik

3.1.1 Objecterkennung in Augmented Reality Frameworks

3.1.2 Mixed Reality Headsets

3.1.3 3D Benutzeroberflächen

3.1.4 Ähnliche Arbeiten

<http://pages.cs.wisc.edu/~dyer/cs534/papers/SAR.pdf>

Kapitel 4

Konzeption

TODO

4.1 Nutzungskontetanalyse

TODO

4.2 Kreativ Workshop

4.2.1 Vorbereitung auf den Workshop

4.2.2 Identifikation von Nutzern und Anwendungsfällen

Personas

Szenarien

Use Cases

User Stories

4.2.3 Qualitätskriterien und Priorisierung der Anforderungen

4.3 Low-Fidelity-Prototypen

4.3.1 Ergebnis der Prototypen

(Wizard of Oz Methode)

4.3.2 Vorstellung eines Prototypen

Kapitel 5

Implementierung

5.1 Entwicklungsumgebung

TODO

5.2 Mixed Reality Toolkit

TODO

Kapitel 6

Nutzerzentrierte Evaluation

6.1 Vorbereitung

6.1.1 Charakteristika der Evaluierung von 3D Benutzeroberflächen

6.1.2 Häufig auftretende Probleme

6.1.3 Maßnahmen

6.2 Durchführung

6.2.1 Einleitung

6.2.2 Aufgaben

6.2.3 Erheben der Evaluationsdaten

6.3 Ergebnis

6.3.1 Beobachtung des Nutzerverhaltens

6.3.2 Interview

6.3.3 Fragebogen

6.4 Folgerung

6.4.1 Beobachtung des Nutzerverhaltens

6.4.2 Interview

Kapitel 7

Fazit

TODO

7.1 Zusammenfassung

TODO

7.2 Kritischer Rückblick

TODO (Reflexion und Bewertung der Zielsetzung gegenüber erreichtem Ergebnis)

7.3 Ausblick

TODO

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

2.1	Usablity Engineering Phasen	7
-----	---------------------------------------	---

Source Code Content

Anhang A

A.1 Beispiel

TODO

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Berlin, den XX.XX.2018

Vorname Nachname