



CARL VON OSSIEZKY UNIVERSITÄT OLDENBURG

INFORMATIK
BACHELORARBEIT

Entwicklung einer Augmented Reality Anwendung zum Tracken und Erstellen von Markern für den Bildungsbereich

Autor:
Johannes Scheibe

Erstgutachter:
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Sauer

Zweitgutachter:
M. Sc. B. Eng. Nils Hartmann

Abteilung Systemanalyse und -optimierung
Department für Informatik

Oldenburg, 13. Juli 2020

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iv
Tabellenverzeichnis	v
Abkürzungsverzeichnis	vi
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Ziele der Arbeit	1
1.3. Aufbau der Arbeit	1
2. Grundlagen	2
2.1. Augmented Reality	2
2.2. OpenGL	2
3. Verwandte Arbeiten	3
4. Anforderungsanalyse und Konzept	4
4.1. Die Idee	4
4.2. Mögliche Anwendungsfälle	4
4.2.1. Der Professor	4
4.2.2. Die Studierenden	5
4.3. Der Prototyp	5
4.4. Anforderungsanalyse	5
4.4.1. Kontext des Prototyps	5
4.4.2. Anwendungsfälle des Prototyps	6
4.4.3. Anforderungen an den Prototyp	7
4.5. Konzept des Prototyps	7
5. Entwicklung	8
5.1. Anforderungen	8
5.2. Konzeptentwurf	8
5.3. Implementierung	8

5.4. Tests	8
5.4.1. Testdurchführung	8
5.4.2. Testfälle	9
5.4.3. Zusammenfassung	11
6. Evaluation	12
7. Fazit	13
7.1. Fazit	13
7.2. Ausblick	13
Literaturverzeichnis	14
A. Beispielanhang	15

Abbildungsverzeichnis

4.1. Use Cases des Prototyps	6
5.1. Testaufbau	9
5.2. Perspektiven eines Markers	10
5.3. Skalierungen eines Markers	10
5.4. Rotationen eines Markers	10
5.5. Belichtungen eines Markers	11

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

CPU Central Processing Unit

Kapitel 1

Einleitung

1.1. Motivation

1.2. Ziele der Arbeit

1.3. Aufbau der Arbeit

Kapitel 2

Grundlagen

2.1. Augmented Reality

2.2. OpenGL

Kapitel 3

Verwandte Arbeiten

Kapitel 4

Anforderungsanalyse und Konzept

Dieses Kapitel befasst sich mit der Konzeptentwicklung für die Anwendung und den zu entwickelnden Prototyp. Dazu wurden verschiedene Anwendungsfälle betrachtet und spezifische Anforderungen erhoben.

4.1. Die Idee

Die Hauptzielgruppe der Anwendung ist der Bildungsbereich. Sie soll Schülern, Studieren und auch Professoren die Möglichkeit bieten mit Hilfe von Augmented Reality das Lernen sowie Lehren zu bereichern.

Das Grundprinzip ist dabei folgendes: Die App soll dem Anwender die Möglichkeit geben 3D-Modelle hochzuladen, für die dann ein einzigartiger Marker generiert wird. Dieser kann dann ausgedruckt oder anderweitig angezeigt werden. Mit Hilfe der Kamera lässt sich dann das entsprechende 3D-Modell im Augmented Reality Bereich darstellen.

4.2. Mögliche Anwendungsfälle

Im folgenden werden ein paar mögliche Anwendungsfälle für verschiedene Personen definiert.

4.2.1. Der Professor

Das Anwendungsszenario, welches für einen Professor oder Lehrer denkbar wäre, orientiert sich an der bereits existierenden Webseite Socrative, welche bereits im Universitätsalltag häufig eingesetzt wird und Lehrenden die Möglichkeit gibt Umfragen zu erstellen, die von Studierenden über einen Raumcode beantwortet werden können.

Ein solches Raumsystem wäre auch für die AR Anwendung denkbar. Mit Hilfe der

ref socrative

Anwendung könnte dann ein Professor einen Raum erstellen, in welchem er verschiedene 3D-Modelle speichern könnte, die Marker könnten im Anschluss dann Online zur Verfügung gestellt, über Ausdrucke vervielfältigt oder in die Präsentation eingebunden werden.

Die Studierenden können dann über einen Zugangscode dem Raum beitreten und dann mit Hilfe der Kamera die entsprechenden Modelle des Raumes, in dem sie sich aktuell befinden, anzeigen lassen.

4.2.2. Die Studierenden

Den Studierenden soll neben der Möglichkeit öffentlichen Räumen beizutreten auch die Möglichkeit gegeben werden selbst Modelle hochzuladen und die entsprechenden Marker zum Beispiel auf Lernzettel zu drucken. Dazu könnte jeder einen privaten Raum besitzen. Die Modelle die der Anwender hier hochlädt, wären dann nur lokal gespeichert und nicht öffentlich über einen Code oder Ähnlichem zugänglich.

4.3. Der Prototyp

Der zu entwickelnde Prototyp fokussiert sich dabei auf die Umsetzung der Augmented Reality und das Erstellen der zu Trackenden Marker. Die Modelle die hochladen werden dabei lediglich lokal gespeichert.

Dadurch handelt es sich bei dem Prototyp um eine Umsetzung des „privaten Raumes“. Er bietet dem Anwender nicht die Möglichkeit die Modelle zuteilen.

Eine ansonsten notwendige Datenspeicherung auf einem Server, das Implementieren eines Raumsystems mit Zugangscode und weitere Funktionen fallen dadurch bei diesem ersten Prototyp weg.

4.4. Anforderungsanalyse

Im folgenden wird eine Anforderungsanalyse für den zu entwickelnden Prototyp durchgeführt.

4.4.1. Kontext des Prototyps

Die Anwendung besteht aus drei Unterfunktionen dem Generieren von Markern, dem Tracken von Markern und dem Rendern von Modellen.

Die generierten Marker benötigen dabei alle eine unterschiedliche ID, um im Anschluss beim Tracking unterschieden werden zu können. Außerdem müssen sie aus jeder Rotation eindeutig zu erkennen sein. Dafür müssen sich zwei Marker auch unterscheiden, wenn einer von ihnen beliebig rotiert wurde.

Um beim Rendern das Modell realistisch in Relation zum Marker zu platzieren, werden die Position, Rotation, Größe und Transformation des Markers benötigt. [überarbeiten](#)

4.4.2. Anwendungsfälle des Prototyps

Ein beispielhaftes Anwendungsszenario des Prototypen, das sich aus dem Anwendungsfall des Studierenden ableitet (siehe Abschnitt 4.2.2), ist die mit dem Prototyp generierten Marker auf einem Lernzettel einzufügen und ein vorlesungsrelevantes Modell zu verlinken. Dazu wird das Modell in dem Prototyp hochgeladen und der generierte Marker in ein Dokument eingefügt. Im Anschluss kann dann das Dokument mit der Kamera gefilmt werden, um das 3D-Modell anzeigen zu lassen. [Weiterer Anwendungsfall?](#)

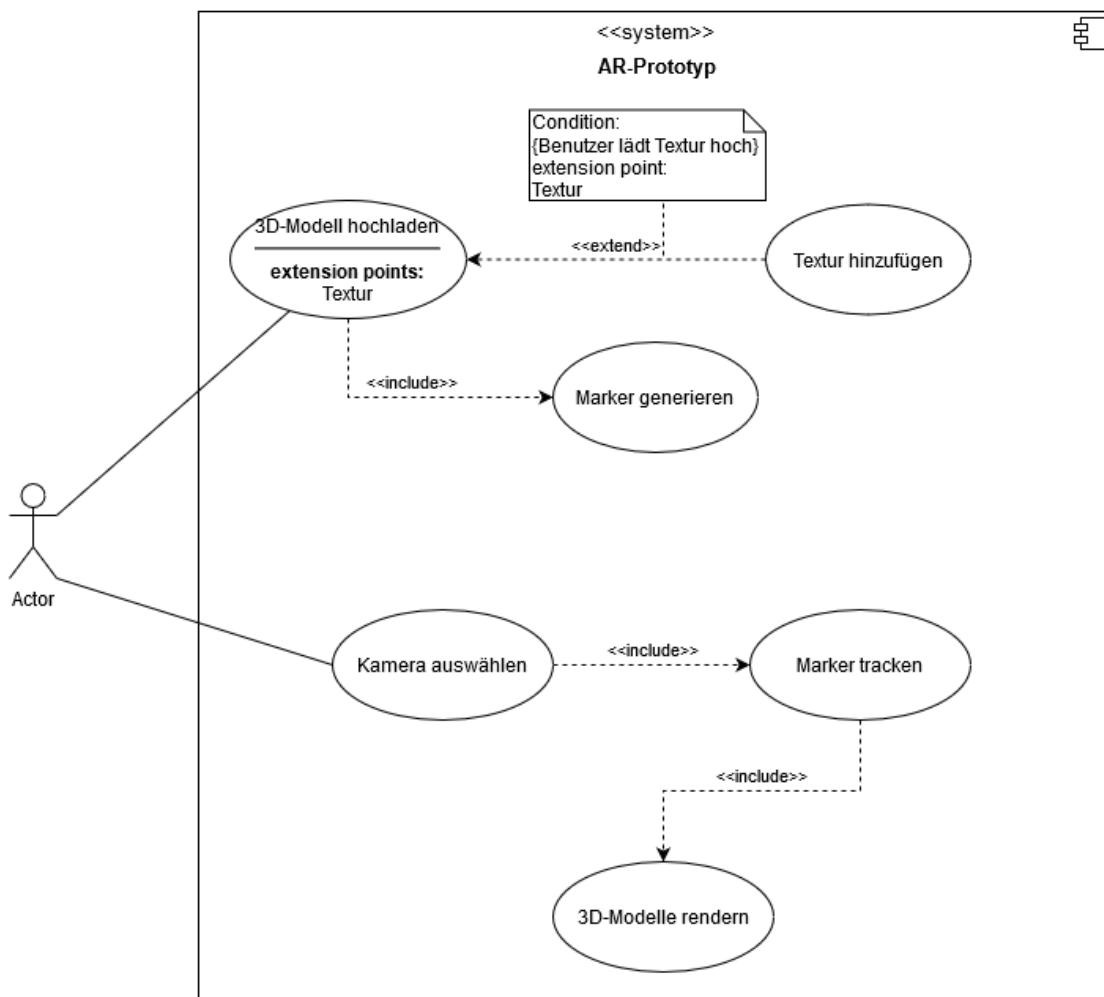


Abbildung 4.1.: Use Case Diagramm des Prototyps. (Quelle: Eigene Darstellung)

4.4.3. Anforderungen an den Prototyp

Im folgenden Abschnitt werden aus den Anwendungsfällen funktionale und nicht-funktionale Anforderungen abgeleitet.

Funktionale Anforderungen

- Das System soll auf einem Android Smartphone laufen.
- Der Benutzer soll eigene 3D-Modelle als OBJ-Dateien hochladen können.
- Die Anwendung soll 3D-Modelle im Kamerabild anzeigen können.

Nichtfunktionale Anforderungen

- Das Tracking soll mit 30FPS laufen.
- Das Tracking soll bei vollständig erkanntem Marker robust gegenüber Rotation, Skalierung, Perspektive und Belichtung sein.
- Die Anwendung soll in Android Studio entwickelt werden.
- Als Programmiersprache soll Java verwendet werden.
- Das Tracking soll mittels eines markerbasierten Verfahrens realisiert werden.
- Das System soll ein Set an Markern erkennen und unterscheiden können.
- Die Anwendung soll OBJ-Datei laden und verarbeiten können.
- Das System soll Textur-Dateien im Bildformat(jpeg, png) laden und verarbeiten können.

4.5. Konzept des Prototyps

Kapitel 5

Entwicklung

5.1. Anforderungen

5.2. Konzeptentwurf

5.3. Implementierung

5.4. Tests

Während der Entwicklung wurde mit Hilfe von ausführlichen Tests die Funktionalität neuer Features sichergestellt und eine ausführliche Testdokumentation angefertigt. Dadurch sollten Fehler, Probleme und mögliche Verbesserungen entdeckt und festgehalten werden.

Das Ziel war es für jedes neue Feature einen Test durchzuführen.

5.4.1. Testdurchführung

Bei der Testdurchführung wurde darauf Wert gelegt, dass die einzelnen Durchläufe in der selben Testumgebung und unter den gleichen Umständen stattfinden, um eine Vergleichbarkeit zwischen den verschiedenen Versionen herzustellen. So konnte nach jedem Test zusätzlich festgestellt werden, ob sich eventuell die bestehende Eigenchaften im Vergleich zur Vorgängerversion verschlechtert oder verbessert hatten.

Zu diesem Zweck wurde für jeden Durchlauf der in Abbildung 5.1 gezeigte Versuchsaufbau gewählt.

Da der Prototyp in Android Studio entwickelt wurde, war es zudem möglich die Anwendung direkt auf einem Androidendgerät zu testen. Dieses bot die Möglichkeit die Tests in einer realistischen, praxisnahen Umgebung durchzuführen und demzufolge noch bessere Erkenntnisse über die Alltagstauglichkeit der neuen Features zu erhalten.

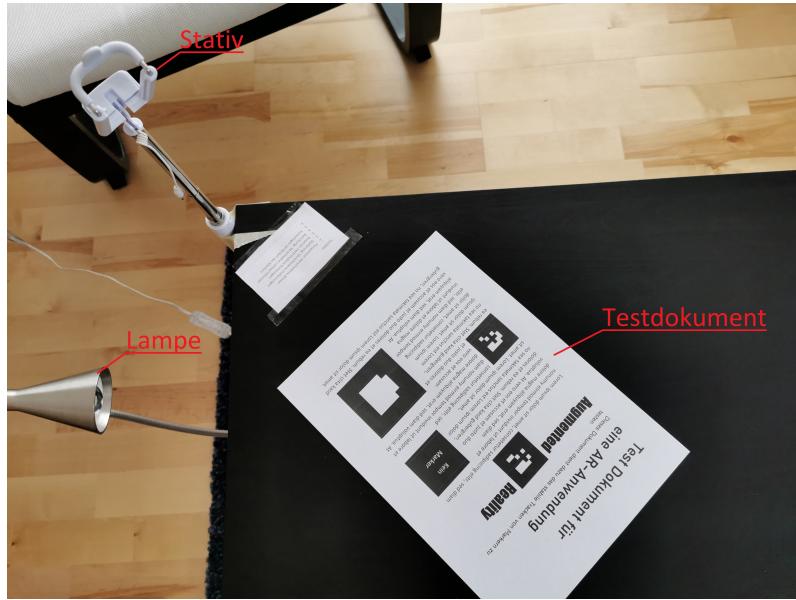


Abbildung 5.1.: Der Testaufbau für jeden Durchlauf. (Quelle: Eigene Darstellung)

Dafür wurde bei jedem Durchlauf ein Huawei P30 Pro genutzt und das Tracking wurde anhand eines dafür angefertigten Dokumentes getestet. Dieses Dokument wurde im Laufe der Entwicklung an die neuen Features angepasst und optimiert. Grundlegend bildet das Dokument einen oder mehrere Marker ab. Gegebenenfalls sind die Marker in Textpassagen eingebunden, um den Schwierigkeitsgrad für die Markererkennung zu erhöhen.

Verweis auf
Testdoku-
ment(Anhang)

Während des Testlaufs wurden jedes mal vier Testfälle durchlaufen, die in Abschnitt 5.4.2 beschrieben werden. Dabei wurden sowohl die Neuerungen getestet, als auch Veränderungen in den bereits bestehenden Features festgehalten.

Jeder Testfall wurde dabei mit Hilfe der in Android enthaltenen Funktion „Bildschirmrekorder“ aufgezeichnet und in dem entsprechenden Testbericht dokumentiert.

5.4.2. Testfälle

Die Testfälle wurden von den relevanten Eigenschaften des Feature Trackings abgeleitet und konnten auch auf das Marker Tracking angewendet werden. Insgesamt wurden die folgenden vier Testfälle herausgearbeitet:

Zitieren von
der Medien-
informatik-
vorlesung

- Perspektivische Invarianz: Dieser Testfall diente dazu das Tracking aus verschiedenen Perspektiven zu testen. Dazu wurde die Kamera auf das Testdokument gerichtet und anschließend der Winkel zum Dokument so verändert das verschiedenen, perspektivische Verzerrungen der Marker erzeugt wurden.

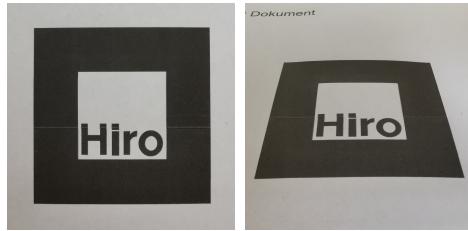


Abbildung 5.2.: Perspektivische Verzerrung eines Markers. (Quelle: Eigene Darstellung)

- Skalierungsinvarianz: Dieser Testfall diente dazu das Tracking aus verschiedenen Entfernungen zu testen. Dazu wurde die Kamera langsam auf das Testdokument zu- und weg bewegt, um verschiedenen Markergrößen bzw. -auflösungen zu erhalten.



Abbildung 5.3.: Verschiedene Skalierungen eines Markers. (Quelle: Eigene Darstellung)

- Rotationsinvarianz: Dieser Testfall diente dazu das Tracking von Markern mit unterschiedlichen Rotationen zu testen, dazu wurde die Kamera auf das Dokument gerichtet und anschließend wurde letzteres langsam rotiert, um zu evaluieren, ob die Marker auch mit unterschiedlichen Rotationen korrekt erkannt werden.

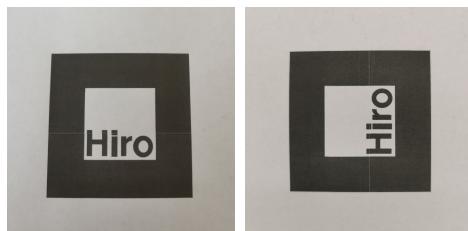


Abbildung 5.4.: Verschiedene Rotationen eines Markers. (Quelle: Eigene Darstellung)

- Belichtungsinvarianz: Dieser Testfall diente dazu das Tracking von Markern gegenüber unterschiedlichen Belichtungen zu testen. Dazu wurde mit Hilfe einer Lampe die Belichtung des Testdokumentes verändert.



Abbildung 5.5.: Verschiedene Belichtungen eines Markers. (Quelle: Eigene Darstellung)

- Trackinggeschwindigkeit: Dieser Testfall sollte die Geschwindigkeit des Trackings, sowie die Robustheit testen. Dazu wurden ein oder mehrere Marker kurzzeitig mit der Hand verdeckt, um zu testen, ob anschließend alle Marker wieder erfolgreich getrackt wurden und wie schnell dieses erfolgte.

Besserer Name

Eine weitere, aus dem Feature Tracking bekannte Eigenschaft wäre die Invarianz gegenüber partieller Verdeckung gewesen, diese wurde jedoch nicht getestet, da zu Beginn in den Anforderungen ein vollständig erkannter Marker voraus gesetzt wurde.

All diese Testfälle beziehen sich auf das Marker Tracking, während dessen konnten jedoch auch das Rendern des Modells und weitere Features die nicht direkt mit dem Tracking zusammenhängen getestet werden.

5.4.3. Zusammenfassung

- Belichtung nicht einfach zu testen - starke Belichtungswechsel teilweise kurze Aussetzer

Am Ende schreiben

Kapitel 6

Evaluation

Kapitel 7

Fazit

7.1. Fazit

7.2. Ausblick

Literaturverzeichnis

[Beispielfirma XY 2000] BEISPIELFIRMA XY: *Beispielquelle aus dem Internet.*

Webquelle. 2000. – URL www.beispiel.com/quelle. – letzter Abruf: 1. Januar 1970

[Hevner u. a. 2004] HEVNER, A. R. ; MARCH, S. T. ; PARK, J. ; RAM, S.: Design Science in Information Systems Research. In: *MIS Quarterly* 28 (2004), Nr. 1, S. 75–105

Anhang A

Beispielanhang

Beispiel für einen Anhang!

Erklärung

Hiermit versichere ich, Johannes Scheibe, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Außerdem versichere ich, dass ich die allgemeinen Prinzipien wissenschaftlicher Arbeit und Veröffentlichung, wie sie in den Leitlinien guter wissenschaftlicher Praxis der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg festgelegt sind, befolgt habe.

Johannes Scheibe