

Virtuelle Bühnenbilder mit der HoloLens

Tobias Berthold
Hochschule Darmstadt
Haardtring 100, 64295 Darmstadt
Email: tobias.berthold@stud.h-da.de

Kin Liu
Hochschule Darmstadt
Haardtring 100, 64295 Darmstadt
Email: kin.liu@stud.h-da.de

Peter Enenkel
Hochschule Darmstadt
Haardtring 100, 64295 Darmstadt
Email: peter.enenkel@stud.h-da.de

Mario Miosga
Hochschule Darmstadt
Haardtring 100, 64295 Darmstadt
Email: mario.miosga@stud.h-da.de

I. EINFÜHRUNG

In der Industrie wird virtuelle Produktentwicklung schon lange genutzt. Eine Adaption dieser Technik für die Theaterwelt würde einige Vorteile bieten. Die Herstellung der teilweise riesigen Leinwände der Bühnenbilder ist aufwendig und teuer. Auf der realen Bühne finden häufig Proben statt. Licht- und Ton-technik, die Schauspieler und/oder Musiker müssen alle zeitlich miteinander koordiniert werden. Auch kann der Aufbau von einem zum anderen Stück nicht immer einfach bewerkstelligt werden. Mit einer Fertigstellung des Bühnenbilds als virtueller Prototyp auf der realen Bühne, könnte man beispielsweise die Wirkung vorher testen, ohne wie bisher auf reine Computersimulationen und physikalische Modelle zurückgreifen zu müssen.

Eine komplett virtuelle Simulation lässt die Einbindung der tatsächlichen Bühne und Schauspieler nicht zu. Mit Augmented/Mixed Reality, also der Kombination von Realität und virtuellen Elementen – wie bei der Microsoft HoloLens - hingegen, ist dies möglich. Auch sicherheitstechnisch ist die Verwendung von virtuellen Objekten auf einer Bühne, solange die Realität nicht komplett überdeckt wird, vorstellbar. Statt auf Displays schauen zu müssen, kann der Bediener die Maschinerie der Bühne jederzeit im Auge behalten und sich gleichzeitig holographisch Informationen dazu einblenden lassen.

Im Wintersemester 2016/17 wurde im Fachbereich Informatik an der Hochschule Darmstadt ein Master Projektseminar in Zusammenarbeit und Unterstützung der Firma Bosch

Rexroth AG mit dem Titel „Virtuelle Bühnenbilder mit der HoloLens“ begonnen. Die Zielsetzung dieses Projektes war und ist es einen Prototyp zu entwickeln, der Augmented Reality in einer Theaterumgebung nutzbar macht. Das folgende Paper zeigt die Ergebnisse des Wintersemester 2016/17 dieses Projektes, die vornehmlich eine Evaluation der Technik für den Theaterbereich beinhalten und gibt einen Ausblick für die Zukunft.

II. TECHNIK DER HOLOLENS

Die verwendete Entwickler-Version der HoloLens besitzt eine Time-of-Flight-Tiefenkamera, eine konventionelle 2 Megapixel Kamera mit einer Auflösung bis zu 720p zur Aufnahme von Bildern und Videos (inklusive der projizierten Hologramme). Sie verwendet ein Windows 10 Betriebssystem und kann per W-Lan angesprochen werden. Weiterhin hat sie vier Kameras um die Umgebung zu erkennen (environment understanding cameras), ebenfalls vier Mikrofone, einen Umgebungslichtsensor sowie einen Lagesensor (IMU - Inertial measurement unit) [Mied]. Mit Hilfe dieser Sensoren erkennt sie den Raum in dem man sich befindet mit seinen Objekten und erstellt eine räumliche Zuordnung (spatial mapping). Außerdem kann sie Handgesten, die in ihrem Blickfeld ausgeführt werden, Sprachbefehle und die Blickrichtung des Benutzers identifizieren. Ausgelegt ist diese Technik für kleinere Räume, wie etwa ein Wohnzimmer. Die optimale Entfernung für

die Anzeige von Hologrammen liegt zwischen 1,25 und 5m [Mica].

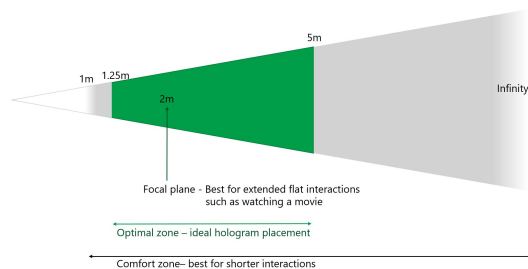


Abbildung 1. Optimale Distanz für die Platzierung von Hologrammen. Abbildung aus [Mica].

Die Umgebungs- und Objekterkennung funktioniert in einem 70 Grad Kegel mit einem Minimalabstand von 0,8 und einen Maximalabstand von 3,1m [Micc]. Abgescannte Räume und Bereiche werden abgespeichert, wiedererkannt und fortlaufend aktualisiert [Micb].

Versuche während dem Projektseminar zeigten, dass die zu erkennenden Gegenstände nicht zu klein sein sollten (größer als faustgroß) und auch die Lichtverhältnisse eine Rolle spielen - z.B. beeinflussen reflektierende Oberflächen und Dunkelheit die Ergebnisse negativ.

Außerdem ist das Sichtfeld der HoloLens, also die Anzeige der Hologramme in der Horizontalen und Vertikalen, geringer als das Sichtfeld des Menschen. Gerade dieser Punkt wird bei der HoloLens häufig kritisiert. Microsoft gibt keine Werte an, verschiedene Messungen (siehe z.B. [Kni]) ergaben alle ein relativ geringes Sichtfeld für die eingeblendeten Hologramme. Dieses liegt auf jeden Fall deutlich unter dem der Sensorik der HoloLens. Beispielsweise wird in [Sea] von einem Sichtbereich von 30x17 Grad (Breite mal Höhe) gesprochen. Auch die persönlichen Eindrücke während dem Projekt passen in diesen Rahmen. Für die Zukunft ist davon auszugehen, dass in diesem Feld Verbesserungen gemacht werden (siehe [Sur]).

Hologramme können mit der HoloLens fest verknüpft an bestimmten Punkten des Raumes platziert werden. Sie werden dabei an Wänden, Böden, Decken oder Objekten angeheftet. Dies geschieht anhand des Plans, der zuvor mit Hilfe der Umgebungserkennung erstellt wurde. Auch wenn der Nutzer sich weiter-

bewegt und das holographische Element aus den Augen verliert, bleibt das Hologramm an Ort und Stelle und kann bei der Rückkehr wieder betrachtet werden. Hologramme können animiert sein, bestimmte Funktionen besitzen (z.B. beim „Antippen“ per Gestensteuerung) und sich bewegen. Es gibt 2d- und 3d-Hologramme, welche man aus allen Richtungen betrachten kann.

III. DIE HOLOLENS IM THEATERUMFELD

Grundsätzlich können die beschriebenen Technik-Parameter der HoloLens in einer Theaterumgebung Schwierigkeiten verursachen. Insbesondere führen die Maße der Bühne und Bühnenbilder zusammen mit dem eingeschränkten Sichtfeld dazu, dass man sich in einem Abstand von der Bühne befinden muss, bei dem die automatische Erkennung des Bühnenbereichs definitiv nicht mehr funktioniert, wenn man den Überblick über ein Bühnenbild mit virtuellen Elementen bekommen möchte. Für den eingeschränkten Anwendungsrahmen des Projektes ist dies jedoch nicht unbedingt relevant. Die Theaterumgebung ist abgesehen von den Bühnenelementen relativ statisch und kann zuvor abgescannt und/oder in der HoloLens hinterlegt sein. Weiterhin sind auch die Positionsdaten der mobilen Bühnenelemente bekannt und über externe Sensoren auslesbar. Essentiell ist bei der Verwendung der HoloLens nur die Anzeige holographischer Elemente. Umgebungs- und Positionsinformationen können aus externen Quellen zugespielt werden.

Mit der HoloLens können Hologramme aus allen Richtungen betrachtet werden. So kann man vor der eigentlichen Fertigung des Bühnenbilds – anders als bei einem Modell - mit der Augmented Reality-Darstellung die Wirkung und Sichtbarkeit von jeder Stelle des Theaters aus überprüfen.

Soll die HoloLens zum Beispiel während einer Theateraufführung unterstützend für die Bedienung der Theatermaschinerie eingesetzt werden, kommt aber auch der Aspekt der Akkulaufzeit zum Tragen. Unter Last liegt die Begrenzung bei 2,5 Stunden. Eine Verlängerung dieser Zeitspanne durch extern angeschlossene Speicher ist jedoch grundsätzlich möglich.



Abbildung 2. Virtuelles Laststangenmodell mit Leinwand. Informationsfeld mit Bezeichner, Position und Bewegungsgeschwindigkeit rechts daneben.

IV. BESCHREIBUNG DES ANWENDUNGS-PROTOTYP

Für den Prototyp der Anwendung wurde die Bühne modellhaft verkleinert und auf eine einzige Laststange mit ca. 110cm Länge beschränkt. Die Applikation bildet die Laststange und eine daran befestigte Leinwand holographisch nach (siehe Abbildung 2). Dieses virtuelle Laststangenmodell kann mit Sprachbefehlen durch den Benutzer in Stufen in der Höhe verstellt werden. Zusätzlich zeigt die Anwendung passende Informationen dazu an: Einen Bezeichner des virtuellen Objekts (die Laststange), die momentane Position und die Bewegungsgeschwindigkeit. Die räumliche Platzierung erfolgt über bekannte/festgelegte Koordinaten. Dafür wird ein im realen Raum liegender Markierungspunkt (QR-Code) verwendet und das virtuelle Modell daran verankert (siehe Abbildung 3). Es wird davon ausgegangen, dass der Abstandsvektor zwischen Markierung und Laststange bzw. den Aufhängungen aus einer externen Quelle zugespielt wird. In diesem Fall ist der Abstand konstant und im Voraus bekannt.

Entwickelt wurde der Prototyp mit der Game Engine Unity for HoloLens (v5.4.0f3), einem Cross-Plattform-System [Uni] und Visual Studio 2015. Weiterhin verwendet das Projekt das Microsoft HoloToolkit [Mice], eine Sammlung von Skripten und vorgefertigten Komponenten für die Entwicklung von holographischen Applikationen mit der HoloLens. Für die Marker/QR-Code Erkennung wurde Vuforia für HoloLens (v6.1) benutzt [Vuf].

Gesteuert wird das System vollständig über Sprachbefehle. Der Benutzer bekommt von

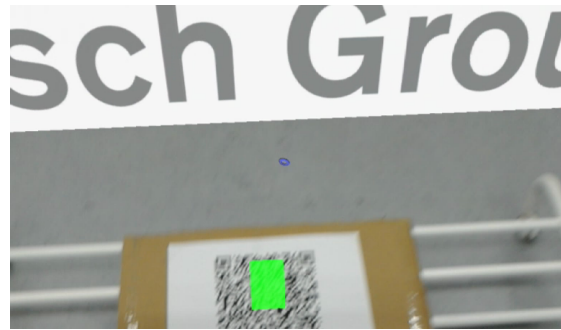


Abbildung 3. QR-Code der zur Kalibrierung verwendet wird mit darüber liegender virtueller Leinwand. Der auf dem QR-Code sitzende grüne Würfel wird zur Überprüfung der korrekten Kalibrierung und Verankerung des Modells eingeblendet.

der Applikation Rückmeldungen via TextTo-Speech geliefert.

V. FAZIT UND AUSBLICK

Die holographische Darstellung von Bühnenelementen in Verknüpfung mit der tatsächlichen Theaterbühne ist zumindest im verkleinerten Modell gelungen. Eine Vergrößerung der angezeigten Elemente und die Übertragung auf die reale Theaterbühne erscheint möglich. Dabei ist aber das relativ kleine Sichtfeld der HoloLens zu beachten. Hier ist erwähnenswert, dass die Markierungs-Erkennung nur in einem sehr geringen Abstand funktioniert. Bei den verwendeten QR-Codes mit einer Größe von 15x15cm war ein Maximalabstand von ca. 0,5-1m möglich. Vergrößert man den Marker, steigt vermutlich auch der maximal mögliche Abstand. Vorstellbar ist zum Beispiel die Kalibrierung mit Markierungen in der Nähe der jeweiligen Bühnenelemente mit einer anschließenden Gesamtbetrachtung aus der Entfernung. Die Umsetzung mit Vuforia erlaubt problemlos mehrere verschiedene Marker für unterschiedliche Objekte zu verwenden. Da die Positionsdaten der Bühnenelemente bekannt sind, ist prinzipiell aber auch eine Kalibrierung mit einem einzigen, weit entfernten Marker vorstellbar. Hier müsste aber noch die Ungenauigkeit, die bei größerem Abstand der Platzierung steigt, in der realen Theaterumgebung überprüft werden. Weiterhin wurde im Projekt bisher nicht ausprobiert, ob die HoloLens bei der Anzeige von vielen und großen holographischen Objekten irgendwann an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit stößt.

Für die holographische Einblendung von Informationen im Umfeld realer Bühnenelemente, wie etwa Lastzüge, ist ebenfalls eine genaue Positionierung nötig. Die Schwierigkeiten und Ansatzmöglichkeiten entsprechen den beschriebenen bei anderen virtuellen Elementen. Interessant ist, dass die Informationen unabhängig von der Position und dem Winkel des Betrachters angezeigt werden können. Es besteht die Möglichkeit Hologramme immer an der Blickrichtung des Benutzers auszurichten. Das Hologramm bewegt sich dann bei Kopfbewegungen mit. Dies ist sicherlich ein großer Vorteil, wenn die Bühne aus Sicherheitsgründen nicht aus den Augen gelassen werden sollte, gleichzeitig aber Informationen abgerufen werden müssen.

Im weiteren Verlauf des Projektes (Sommersemester 2017) ist geplant Objektinformationen (also z.B. Position der Antriebe) über Netzwerk aus dem Steuerungssystem der Bühne (bzw. einer entsprechenden Simulation) zu empfangen und danach virtuelle Objekte anhand der Objektinformationen positionieren. Für die weitere Zukunft sollen mehrere Objekte bis zum kompletten Bühnenmodell angezeigt werden können und abschließend eine Integration mit bestehender Bühnentechnik erzielt werden.

LITERATUR

- [Kni] Kip Kniskern. Field of view: Here's what you'll see when you put on a hololens. (zuletzt abgerufen am: 27.02.2017). URL: <https://www.onmsft.com/news/field-of-view-heres-what-youll-see-when-you-put-on-a-hololens>.
- [Mica] Microsoft. Hololens - hologram stability. (zuletzt abgerufen am: 26.02.2017). URL: https://developer.microsoft.com/en-us/windows/holographic/hologram_stability.
- [Micb] Microsoft. Hololens - spatial mapping. (zuletzt abgerufen am: 26.02.2017). URL: https://developer.microsoft.com/en-us/windows/holographic/spatial_mapping.
- [Micc] Microsoft. Hololens - spatial mapping design. (zuletzt abgerufen am: 26.02.2017). URL: https://developer.microsoft.com/en-us/windows/holographic/spatial_mapping_design.
- [Micd] Microsoft. Hololens hardware details. (zuletzt abgerufen am: 26.02.2017). URL: https://developer.microsoft.com/en-us/windows/holographic/hololens_hardware_details.
- [Mice] Microsoft. Microsoft hololens toolkit for unity. (zuletzt abgerufen am: 28.02.2017). URL: <https://github.com/Microsoft/HoloToolkit-Unity>.
- [Sea] SeanL@WCC. Analyzing hololens field of view (fov) – updated. verfasst am 02.04.2015 mit Update vom 17.05.2015 (zuletzt abgerufen am:

27.02.2017). URL: <http://windowscomments.com/?p=660>.

- [Sur] Surur@mspoweruser. Microsoft aims to solve hololens field of view issue by combining wave guide and lightfield displays (patent). verfasst am 23.12.2016 (zuletzt abgerufen am: 27.02.2017). URL: <https://mspoweruser.com/microsoft-aims-solve-hololens-field-view-issue-combining-wave-guide-lightfield-displays-patent/>.
- [Uni] Unity. Unity for hololens. (zuletzt abgerufen am: 26.02.2017). URL: <https://unity3d.com/de/partners/microsoft/hololens>.
- [Vuf] Vuforia. Developing vuforia apps for hololens. (zuletzt abgerufen am: 26.02.2017). URL: <https://library.vuforia.com/articles/Training/Developing-Vuforia-Apps-for-HoloLens>.