

Seminararbeit

Ein- und Ausgabegeräte für AR-Systeme

Karin Leichtenstern

Abstract

Als Augmented Reality (AR) bezeichnet man die Technik der Überlagerung von realen Bildinformationen mit virtuellen Zusatzinformationen. Anwendung findet die AR vor allem in Gebieten des Militärs, der Medizin, der Architektur und Städteplanung, sowie in der Unterhaltungsbranche und für Ausstellungen und Führungen. In den nachfolgenden Ausführungen soll darauf eingegangen werden, welche Möglichkeiten es in der Augmented Reality (AR) gibt Daten ein- und auszugeben. Verschiedene Geräte sollen auf ihre Nutzbarkeit für die unterschiedlichen Anwendungen in der AR untersucht werden. Des weiteren sollen einige Beispiele aus der Forschung aufgeführt werden, die Möglichkeiten bieten auch AR in anderen Bereichen einzusetzen.

1.Einführung

Vor eine Betrachtung der einzelnen Geräte, die in der Augmented Reality verwendet werden, macht es Sinn, dass festgehalten wird, welche Besonderheiten es für diese Geräte in der AR überhaupt gibt. Es gibt im Normalfall Eingabedaten in der Form der realen Bildinformation. Weitere Eingabeinformationen sind in vielen Anwendungsfällen der Augmented Reality Daten über Aktionen von Benutzern in irgendeiner Form. Die Aktionen der Benutzer werden oft auch durch das Trackingsystem realisiert, das den Benutzer der Augmented Reality mittels Kameras beobachtet und Informationen über diesen sammelt. All diese Daten inklusiver der virtuellen Informationen müssen innerhalb eines Computersystems in einen Berechnungsprozess einfließen. Ziel dieses Berechnungsprozesses ist eine Bildüberlagerung, des realen Bildes mit virtuellen Informationen. Die Information der Bildüberlagerung wird an ein Ausgabesystem weitergeleitet und in irgendeiner Form dem Nutzer der AR dargestellt.

Damit dieser Plan exakt ablaufen kann, werden eine Vielzahl von Anforderungen an das AR-System inklusive seiner Ein- und Ausgabegeräte gestellt. Die Geräte müssen in irgendeiner Form eine Kommunikation mit dem Computersystem zulassen, damit die Datenübertragung der Ein- und Ausgabedaten möglich ist. Des weiteren muss die Datenerfassung, -übermittlung und -ausgabe in Echtzeit durchgeführt werden. Die reale Welt lässt sich nicht stoppen oder verlangsamen, also muss die Augmented Reality ebenfalls in Echtzeit ablaufen. Ein- und Ausgabegeräte sollen außerdem zielgerichtet und

intuitiv arbeiten. Die Geräte sollen den natürlichen Vorgehensweisen des Menschen entsprechen und keine untypischen Handhabungen voraussetzen. So soll zum Beispiel eine Handbewegung mit einem Datenhandschuh nach rechts auch direkt ohne Umwege eine Rechtsbewegung innerhalb der Augmented Reality bedeuten und nicht anderes. Die Geräte sollten außerdem einfach handhabbar sein. Jeder Nichtinformatiker sollte in der Lage sein sich schnell und einfach an das Gerät zu gewöhnen um damit umgehen zu können. Natürlich ist in vielen Anwendungen die Genauigkeit der Ein- und Ausgabegeräte der Augmented Reality absolut unverzichtbar. Die Fehlertoleranz für diese Geräte sollte also relativ niedrig sein. Für viele Anwendungen in der AR ist es außerdem wichtig, dass man jederzeit seinen Blick auf die realen Objekte halten kann und nicht ständig seine Blickrichtung wechseln muss um die überlagerte Bildinformation betrachten zu können. Man kann also sagen, dass man grundsätzlich an Ein- und Ausgabegeräten in der AR interessiert ist, die die aufgeführten Anforderungen erfüllen und in erster Linie eine Unterstützung der realen Welt mit virtuellen Informationen in irgendwelchen Situationen erlauben und dabei wenig bis gar keine Ansprüche an die äußeren Bedingungen der realen Welt stellen. Diese zuletzt genannten Ansprüche sollten im Idealfall die Ein- und Ausgabegeräte in der AR erfüllen. [18]

2. Eingabegeräte in der Augmented Reality

Im Folgenden werden Eingabegeräte auf ihre Tauglichkeit für Augmented Reality untersucht und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile aufgeführt. Es soll für jedes Gerät gezeigt werden für welche Anwendungen es in der AR geeignet ist.

2.1. Klassische Eingabegeräte in der Augmented Reality

Unter dem Begriff „klassische Eingabegeräte“ werden im Folgenden die am weitesten verbreiteten Eingabegeräte in Zusammenhang mit Aktionen am Computer behandelt. Die gebräuchlichste Form sind 2D-Eingabegeräte wie die Tastatur und die 2D-Computermaus. Diese Eingabegeräte sind auf den ersten Blick für Augmented Reality-Anwendungen eher ungeeignet. So werden Ansprüche an die reale Umgebung der AR gestellt. Diese Eingabegeräte benötigen eine feste Unterlage und können deshalb nicht überall eingesetzt werden und sind teilweise schlecht erreichbar. Ein weiterer Nachteil dieser Geräte ist, dass sie für Interaktionen und Navigationen von zweidimensionalen Konstrukten ausgelegt sind und sich deshalb zur Auswahl von dreidimensionalen Konstrukten wenig eignen, da deren Auswahl unter Umständen komplizierter wäre. Allerdings gibt es auch einfache Formen der Augmented Reality in der eine zweidimensionale Darstellung der AR vollkommen ausreichend ist und auch eine Auswahl und Navigation im zweidimensionalen Bereich genügt. In diesen Fällen bietet sich die Benutzung der klassischen Eingabegeräte an. Diese Geräte sollten auch deshalb für einfache AR-Anwendungen verwendet werden, weil sie auch nicht zu vernachlässigende Vorteile besitzen. Sie sind weit verbreitet, ihre Bedienung ist einfach und bei den Benutzern bereits eingeübt, außerdem sind ihre Kosten bei weitem geringer als die der im Nachfolgenden vorgestellten Eingabegeräte. [1]

2.2. 3D-Maus als Eingabegerät in der Augmented Reality

Um die Nachteile der 2D-Eingabegeräte zu vermeiden, wird die 3D-Computermaus auf ihre Tauglichkeit für Augmented-Reality-Anwendungen untersucht. Die 3D-Maus bietet die Möglichkeit im dreidimensionalen Raum zu interagieren und navigieren. Dieses Eingabegerät erlaubt sechs Freiheitsgrade. Man kann Bewegungen entlang der x-, y- und z-Achse vornehmen. Außerdem kann man Rotationen um die drei bereits genannten Achsen tätigen. Die dreidimensionale Bewegungsfreiheit erlaubt eine exakte Auswahl von 3D-Konstrukten in der AR. Dieses Eingabegerät hat aber auch Nachteile. Die Bewegungen sind keinesfalls intuitiv und müssen deshalb erst erlernt werden. Ebenfalls ist ihre Erreichbarkeit wie bei der 2D-Computermaus eher schlecht. Es werden ähnliche Anforderungen an die reale Welt gestellt. Ein großer Nachteil ist, dass diese Geräte relativ teuer sind. Grundsätzlich ist dieses Eingabegerät allerdings für Anwendungen in der Architektur und für Simulationen, die dreidimensionale Darstellungen und Aktionen des Nutzers benötigen geeignet. [1]

2.3. Datenhandschuh als Eingabegerät in der Augmented Reality

Datenhandschuhe sind ein weitverbreitetes Eingabegerät für Augmented Reality-Anwendungen. Diese Geräte sind Handschuhe, auf denen Sensoren befestigt sind. Diese Sensoren erfassen Bewegungen, die der Nutzer mit seiner Hand vornimmt. Auf diese Art werden Gesten und Griffe erkannt, die als Eingabeinformationen dienen. Ein Vorteil des Datenhandschuhs liegt vor allem darin, dass dieser ein reales dreidimensionales Empfinden erlaubt. Der Nutzer hat eine sehr große Bewegungsfreiheit. Ein großer Vorteil der Datenhandschuhs ist, dass keine speziellen Anforderungen an die reale Umgebung der AR gestellt werden muss. Es wird im Gegensatz zu den bereits vorgestellten Eingabegeräten keine Unterlage für das Gerät benötigt. Das Gerät befindet sich immer am Nutzer und ist damit jederzeit erreichbar und benutzbar. Der Datenhandschuh wird für viele Anwendungen in der AR verwendet. Zum Beispiel wird der Handschuh in der Architektur und in der Medizin, sowie für Simulationen benutzt. Der Datenhandschuh sollte als Eingabegerät in der AR also immer dann verwendet werden, wenn es auf Genauigkeit der dreidimensionalen Darstellung und Auswahl von Informationen ankommt.[1]

2.4. Tracking in der Augmented Reality

Trackingsysteme werden dann verwendet, wenn eine exakte Überlagerung der realen mit der virtuellen Information benötigt wird. Um das überlagerte Bild passend für einen Betrachter der AR zu erzeugen, benötigt man Informationen über die Position, die Blickrichtung und die Orientierung des Betrachters oder von Objekten. Es gibt unterschiedliche Formen, wie Trackingsysteme funktionieren. Die gebräuchlichste in der AR, z.B. in der Medizin, und die am weitest verbreitete Form nennt man Optisches Tracking. Objekte können mit einer Kamera oder mit Stereokameras verfolgt werden. Eine Kamera ist ausreichend, wenn das getrackte Objekt zweidimensional ist.

Stereokameras werden benötigt, wenn dreidimensionale Objekte beobachtet werden sollen. Die ermittelten Informationen werden an das Computersystem zur Berechnung der exakten Überlagerung der AR weitergeleitet. Dieser Berechnungsprozess wird mittels Matrixtransformationen durchgeführt. Die Überwachung der Kamera orientiert sich an Markern. Es gibt natürliche und künstliche Marker. Natürliche Marker sind die Nasenspitze und der Blickwinkel des Benutzers der AR. Künstliche Marker sind entweder selbst blinkende also aktive Marker, wie zum Beispiel LEDs oder passive Marker, wie zum Beispiel Retrokugeln. Im Falle des Optischen Tracking wird in der Medizin häufig die Form der natürlichen Marker angewendet. [16], [17]

Zwischenfazit zu den Eingabegeräten

Im Falle der Eingabegeräte kann zu diesem Zeitpunkt ein Zwischenfazit gezogen werden. Es ist festzuhalten, dass es nicht DAS Eingabegerät in der Augmented Reality gibt. Es ist immer von dem Anspruch an die Qualität und dem Nutzen der Augmented Reality abhängig welches Eingabegerät am Besten passt.

3. Ausgabegeräte in der Augmented Reality

Im folgenden werden Ausgabegeräte auf ihre Tauglichkeit für Augmented Reality untersucht und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile aufgeführt. Es soll für jedes Gerät gezeigt werden für welche Anwendungen es in der AR geeignet ist.

3.1. Klassische Ausgabegeräte in der Augmented Reality

Ähnlich wie bereits bei den klassischen Eingabegeräten werden im Folgenden auch bei den klassischen Ausgabegeräten das am weitesten verbreitete Ausgabegerät im Zusammenhang mit Informationsvisualisierung am Computer behandelt. Die gebräuchlichste Form ist die 2D-Ausgabe am Bildschirm, wie z.B. am TFT. Dieses Ausgabegerät ist auf dem ersten Blick für Augmented Reality-Anwendungen eher ungeeignet, weil nur eine zweidimensionale Darstellung von Bildern möglich ist. Dieses Ausgabegerät hat aber auch noch andere Nachteile. Der 2D-Bildschirm benötigt eine feste Unterlage und kann deshalb nicht überall eingesetzt werden und ist teilweise schlecht erreichbar. Auch ist die Darstellung des Bildes immer stark winkelabhängig von der Position des Betrachters. Ein weiterer großer Nachteil des 2D-Bildschirms ist, dass der Benutzer beim Betrachten der überlagerten Bildinformationen immer den Blick vom realen Objekt entfernen muss um den Bildschirm zu betrachten. Deshalb ist der Bildschirm für viele Anwendungen z.B. in Bereichen der Medizin, die hohe Ansprüche an die AR-Ausgabegeräte stellen nicht geeignet. Trotz all dieser Nachteile ist der 2D-Bildschirm ein weit verbreitetes Ausgabegerät für Augmented Reality. Die Gründe werden im Folgenden aufgeführt. Natürlich ist hier wieder zu erwähnen, dass die Verbreitung der 2D-Bildschirme hoch ist und auch der Preis um ein Vielfaches niedriger ist als der von anderen Ausgabegeräten. Der 2D-Bildschirm ist für Anwendungen vollkommen ausreichend, bei denen keine totale 3D-Ansicht benötigt wird. In

Kombination mit Tracking ist diese Form der Ausgabe von Augmented Reality sogar weit verbreitet.

3.2. 3D-Monitor als Ausgabegerät in der Augmented Reality

Auch hier soll der Nachteil, dass nur eine zweidimensionale Darstellung beim 2D-Monitor möglich ist, gelöst werden. Der 3D-Monitor soll diesen Nachteil beheben. Zunächst soll an dieser Stelle kurz erklärt werden, wie das räumliche Sehen des Menschen überhaupt funktioniert.

Exkurs zum Thema räumliches Sehen:

Das beiden Augen des Menschen ermöglichen zwei unterschiedliche Blickwinkel auf Objekte. Das rechte Auge nimmt also ein anderes Bild auf als das linke. Diese beiden Bilder, die Objekte aus unterschiedlichen Winkeln aufgenommen haben, werden im Gehirn zu einem Bild zusammengesetzt. Das Zusammensetzen der zwei unterschiedlichen Bilder erzeugt einen räumlichen Effekt. Das Bild erscheint dreidimensional. [2]

Um einen dreidimensionalen Effekt künstlich nachzustellen, benötigt man also zwei unterschiedliche Bilder. Für jedes Auge muss ein Bild generiert werden. Der 3D-Monitor erzeugt zwei Bilder indem er ein vorgelagertes Linsensystem eingebaut hat. Die Pixel eines Bildes werden durch das Linsensystem geleitet und jeder Pixel wird dabei in zwei Pixel gebrochen. Diese Pixel werden auf zwei TFT-Panels abgebildet. Die Bilder erscheinen ineinander verschränkt auf dem Schirm – je eine Spalte des linken und des rechten Bildes wechseln einander ab. Es sind zwei Bilder entstanden, die bei der Betrachtung durch den Menschen einen 3D-Effekt erzeugen. In der Abbildung 1 kann man einen 3-Monitor betrachten, deren Technologie nachgesagt wird, dass sie mittel- bis langfristig die 2D-Monitor-Technologie ablösen könnte. [2], [3], [16]



Abbildung 1: 3D-Monitor

Eine weitere Möglichkeit dreidimensionale Bilder am Bildschirm darzustellen, ist die Kombination des 2D-Bildschirms mit einer Shutterbrille. Diese Brille kann immer ein Brillenseite verschließen, während die andere geöffnet ist. Es ist also möglich, je nachdem welches Bild gerade am 2D-Bildschirm gezeigt wird, unterschiedliche Bilder für das rechte bzw. linke Auge sichtbar zu machen. Auch diese Technik erzeugt künstlich einen 3D-Effekt beim Menschen. Für beide Technologien wird in der AR das reale Bild aufgezeichnet und als überlagertes Bild mit den virtuellen Informationen dargestellt.

Diese beiden Technologien haben den Vorteil, dass 3D-Bilder auch dreidimensional dargestellt werden können. Es wird ein sehr hoher Stereoeffekt erzeugt. Außerdem bieten diese Bildschirme eine hohe Auflösung. Es gibt aber auch Nachteile. Die Winkelabhängigkeit, die Anforderungen an die reale Umgebung, die daraus resultierende Erreichbarkeit und die Ablenkung von dem realen Objekt sind weiterhin vorhandene Probleme, die einen Einsatz für viele AR-Anwendungen nicht erlauben. Hinzukommt der Nachteil, dass die 3D-Monitor-Technologie noch viel zu teuer ist, als dass sie sich für den Normalbenutzer rentieren würde. Grundsätzlich ist diese Technologie aber für alle AR-Anwendungen denkbar, die eine bessere sprich 3D-Darstellung benötigt, und bei denen die Nachteile insbesondere die Erreichbarkeit und die Ablenkung vom realen Objekt nicht ins Gewicht fallen. [2], [3], [16]

3.3. Brillen als Ausgabegeräte in der Augmented Reality

Die Ausgabegeräte, die viele Nachteile der bisher vorgestellten Ausgabegeräte in der AR lösen, sind die brillenbasierten Geräte. Bevor die Technologien im Einzelnen vorgestellt werden, soll kurz erklärt werden, warum Datenhelme aus der Virtual Reality für AR-Anwendungen nicht geeignet sind. Diese Datenhelme erlauben nur die Wiedergabe der virtuellen Information. Es gibt keine Möglichkeit die reale Welt ebenfalls mit einzublenden. Es ist also eine Technologie nötig, die zusätzlich die reale Welt mit einfließen lässt. Im Folgenden werden die drei gebräuchlichsten Brillentechnologien vorgestellt, die in der AR verwendet werden. [18]

3.3.1. Optical-See-Through-HMDs (OST)

Die Optical-See-Through Brille oder im Deutschen auch Durchsichtbrille genannt, ist exemplarisch auf der Abbildung 2 zu sehen. Auf Abbildung 3 ist die typische Funktionsweise der OST-Brille dargestellt, die im folgenden erklärt wird.



Abbildung 2: Optical-See-Through [4]

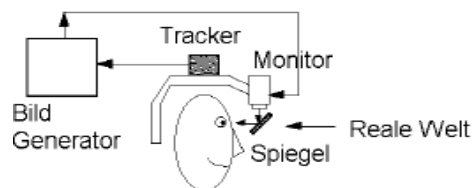


Abbildung 3: Funktionsweise des OST[4]

Die OST-Brille besitzt zwei Monitore und zwei gekippte Spiegel. Die Technologie der Monitore basiert hauptsächlich auf TFT-Technologie. Diese Monitore bilden die virtuellen Informationen auf den jeweiligen Spiegel ab. Auf die Spiegel kann der Benutzer der OST-Brille direkt sehen. Das reale Bild ist unmittelbar für den Betrachter ersichtlich. Die Durchsicht ist wegen der Kippstellung der Spiegel möglich. Der Benutzer wird getrackt und dessen Informationen werden an das angeschlossene Computersystem gesendet, das nach dem Berechnungsprozess die virtuellen Informationen in der Form an die beiden Monitore weiterleitet, dass eine Darstellung passend zum Bild der realen Welt möglich ist. [4], [5], [16], [17]

3.3.2. Video-See-Through-HMDs (VST)

Die Video-See-Through Brille ist exemplarisch auf der Abbildung 4 zu sehen. Auf Abbildung 5 ist die typische Funktionsweise der VST-Brille dargestellt, die im Folgenden erklärt wird.



Abbildung 4: Video-See-Through [4]

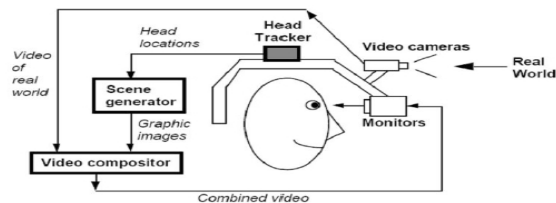


Abbildung 5: Funktionsweise des VST [4]

Im Gegensatz zur Durchsichtbrille ist beim Video-See-Through keine direkte Durchsicht auf die reale Welt möglich. Die reale Welt wird per Videoaufzeichnung an das Computersystem weitergeleitet. Hier gehen ebenfalls Trackinginformationen über den Benutzer des VST-HMDs ein. Im Computersystem wird direkt ein überlagertes reales Bild mit den virtuellen Informationen erzeugt. Diese künstlich generierten Bilder werden an die beiden Monitore, die ebenfalls hauptsächlich auf TFT-Technologie basieren weitergeleitet und ausgegeben. [4], [16]

3.3.3. Virtual-Retinal-Display (VRD)

Die Virtual-Retinal-Display -Brille ist exemplarisch auf der Abbildung 6 zu sehen.



Abbildung 6: Virtual-Retinal-Display [16]

Diese Technologie erlaubt ebenfalls wie die OST-Technologie eine unmittelbare Durchsicht auf die reale Welt. Die virtuellen Informationen werden mit drei Laserstrahlen direkt auf die Netzhaut des Benutzers des VRD abgebildet. Die drei Laser erzeugen die Farben rot, grün und blau. Es findet ein Abtasten der Netzhaut von oben nach unten und von links nach rechts statt. Das überlagerte Bild entsteht also erst auf der Netzhaut des Betrachters. [4], [16]

In der nachfolgenden Tabelle 1 sollen die drei Brillentechnologien verglichen werden.

Merkmale	OST	VST	VRD
Auflösung	gut	gut	gut –sehr gut
Gewicht	leicht -schwer	leicht - schwer	sehr leicht
Genauigkeit reale Welt	hoch	mittel	hoch
Fehlerempfinden	hoch	geringer	hoch
Kosten	teuer	teuer	rel. günstig
Helligkeit	mäßig - gut	sehr gut	gut - sehr gut
Lichtdurchlässigkeit	mäßig	-----	gut

Tabelle 1: Vergleich der drei Brillentechnologien [4]

Bemerkungen zu der Tabelle 1

Interessante Unterschiede gibt es in der Genauigkeit der Wiedergabe der realen Welt. Beim OST und VRD ist die Genauigkeit natürlich hoch, weil die reale Welt direkt abgebildet wird. Beim VST kann die Qualität der realen Welt durch die Videoaufzeichnung, Bildbearbeitung im Computersystem, bei der Datenübertragung und bei der Wiedergabe an Qualität verlieren. [4]

Unterschiede gibt es auch bei dem Fehlerempfinden. Mit Fehlerempfinden ist gemeint, wie störend es für den Benutzer ist, wenn das dargestellte Bild nicht richtig überlagert wurde, weil zum Beispiel das Rendering nicht richtig funktioniert hat oder weil die virtuelle Information zu spät eingeblendet wurde. Dieses Empfinden ist immer dann hoch, wenn die reale Welt direkt abgebildet wurde, also beim OST und VRD. Bei einem künstlich erzeugten Bild, wie es der VST bietet, ist das Fehlerempfinden um ein Vielfaches geringer, weil das System auch einen Einfluss auf die Darstellung der realen Bildinformation hat und deshalb diesbezüglich mögliche Probleme leichter lösen kann. Bei den OST- und VRD-Technologien hat man dagegen keinen Einfluss auf die Darstellung der realen Bildinformation. [4]

Beim OST leidet die Helligkeit der Bildwiedergabe, weil der Spiegel einen Teil des Lichtes schluckt. Dieser Effekt ist bei den beiden anderen Techniken nicht vorhanden. [4]

Fazit zu der Tabelle 1

Jede Technologie hat seine Vor- und Nachteile und ist deshalb für die eine Anwendung besser geeignet und für eine andere weniger. Mehr verbreitet sind derzeit die beiden Monitortechnologien OST und VST. Im Folgenden werden aber typische Anwendungsfelder für die drei Technologien aufgeführt.

Der OST-HDM bietet sich immer dann an, wenn zu einem realen Bild eine dreidimensionale Struktur einblendet werden soll. [4]

Der VST eignet sich dort besonders gut, wo synthetische oder aufgezeichnete Bilder projiziert werden müssen. Diese Technologie ist besonders für Simulationen und Schulungen geeignet. [4]

Der VRD ist ein Monokular. Er bietet sich aufgrund dessen für Anwendung immer dann an, wenn 2D-Daten wie zum Beispiel Textinformationen als virtuelle Information eingeblendet werden sollen. Diese Technologie ist also anwendbar, wenn zum Beispiel Wartungspläne, Baupläne, Flugsicherheitsinformation etc. als virtuelle Information in ein reales Bild eingeblendet werden sollen. [4]

Generell ist die Brillentechnologie besonders gut für Anwendungen in der AR geeignet. Die Gründe werden im Folgenden aufgeführt. Die Bedienung der Brillen ist intuitiv und einfach. Die Geräte werden immer leichter und stromsparender. Die Brillenträger können individuell getrackt werden. Es werden also nahezu perfekt überlagerte Bilder für den jeweiligen Benutzer der AR erzeugt. Die Brillen verlangen außerdem keine Ablenkung von realen Objekten. Auch werden an die reale Umgebung keine besonderen Ansprüche gestellt. Die Brillentechnologie ist deshalb besonders in der Medizin gut einsetzbar. [4]

3.4. Gekippter Spiegel als Ausgabegerät in der Augmented Reality

Die Technologie des gekippten Spiegels (Abbildung 7) ist ähnlich der Technik von OST-Brillen. Es befindet sich ein gekippter Spiegel direkt über dem realen Objekt, das dadurch sichtbar ist. Die virtuellen Informationen werden auf den gekippten Spiegel abgebildet. Es wird ein Betrachter des Spiegels getrackt. Das Tracking von nur einem Betrachter hat den Nachteil, dass andere Betrachter des Spiegels ein verzerrtes Bild der Überlagerung sehen. Der gekippte Spiegel ist auch nicht überall einsetzbar, weil eine Festverankerung in der realen Umgebung benötigt wird. Ansonsten entsprechen die Vor- und Nachteile denen der Brillentechnologie. Der gekippte Spiegel wird hauptsächlich in Anwendungen der Medizin verwendet. [16]



Abbildung 7: Gekippter Spiegel

3.5. Projektoren als Ausgabegerät in der Augmented Reality

In vielen Anwendungen der Augmented Reality wird die Projektion von virtuellen Informationen auf reale Objekte oder Bilder vorgenommen. Projektionen sind mittels Video- oder Lasertechnik möglich. Die Verwendung der Projektion von Daten bietet sich immer dann an, wenn mehrere Betrachter der AR vorhanden sind und die exakte Überlagerung der virtuellen mit der realen Informationen nicht perfekt sein muss. Die perfekte Überlagerung ist deshalb nicht möglich, weil die Betrachter der Projektion nicht individuell getrackt werden können. Es kann also sein, dass abhängig von der Position des Betrachters Fehler bei der Überlagerung sichtbar werden. Auch kann es passieren, dass Projektionen verdeckt werden. Die Gebäudeprojektion ist eine mögliche Anwendung. Auf den Abbildungen 8 und 9 werden zum Beispiel Bauklötzchen durch Projektion mit virtuellen Informationen überlagert. [16]



Abbildung 8: Reale Objekte ohne Projektion [16]



Abbildung 9: AR nach der Projektion [16]

In der Forschung ist die Projektion eine hilfreiche Möglichkeit Simulationen durchzuführen. Morten Fjeld von der ETH Zürich hat zum Beispiel die Projektion von AR dazu verwendet, die Navigation und Interaktion in einer virtuellen Szene zu simulieren und damit zu evaluieren. Mittels einer Projektion wurde eine virtuelle Szene auf einen real existierenden Tisch projiziert. Personen, die um den Tisch saßen, konnten mittels kleiner Gegenstände innerhalb der virtuellen Szene agieren. Beobachtet wurde die Szene durch Kameras. Sobald eine Aktion durchgeführt wurde, wurde die Information durch die Kamera weitergegeben und die virtuelle Szene geupdated. [12]

Zwischenfazit zu den Ausgabegeräten

Im Falle der Ausgabegeräte verhält sich das Zwischenfazit ähnlich wie das über die Eingabegeräte. Es ist festzuhalten, dass es nicht DAS Ausgabegerät in der Augmented Reality gibt. Es ist immer von dem Anspruch an die Qualität und den Nutzen der Augmented Reality abhängig, welches Ausgabegerät am Besten zutrifft.

4. Ausblick und Fazit

Im Weiteren sollen weitere Forschungsbeispiele aufgeführt werden, die sich mit dem Umfeld der Augmented Reality beschäftigen. Außerdem werden Beispiele gezeigt, wie Ein- und Ausgabegeräte der AR im Alltags- und Berufsleben Einzug halten könnten.

4.1 Forschungsbeispiel Holographie von Oliver Bimber an der Uni Weimar

Eine Art der Projektion ist die Holographie. Holographie beschäftigt sich damit Objekte dreidimensional abzubilden. Dazu wird zunächst eine Hologrammaufzeichnung eines realen Lebewesens oder Gegenstandes vorgenommen. Interessant ist, dass auch ein Bewegungsablauf eingefroren werden kann. Holographie ermöglicht es faszinierende Objekte und Lichtphänomene darzustellen. Abbildung 10 soll dies exemplarisch veranschaulichen. Zu Projektion benötigt man eine starke Lichtquelle, wie sie die Lasertechnologie liefert. Oliver Bimber beschäftigt sich mit der sogenannten HoloStation. Dieses Gerät bietet die Möglichkeit die Darstellungsform der Holographie mit einem interaktiven Computergrafiksystem zu kombinieren. [7], [8]

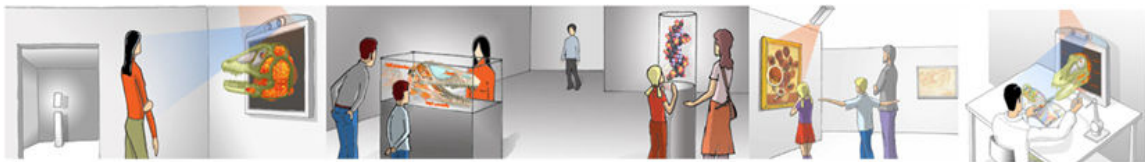


Abbildung 10: Beispiel für die Projektion mittels Holographie [7]

4.2 Forschungsbeispiel EMMIE von Andreas Butz an der Columbia University

Die Entwicklung in der Augmented Reality ist dahin, dass nicht nur ein Benutzer sondern eine Vielzahl von Benutzern an einer Augmented Reality Umgebung teilnehmen. Die Konsequenz aus dieser Entwicklung ist, dass es immer mehr Ein- und Ausgabegeräte in einer Augmented Reality Anwendung gibt, die eine große Komplexität verursachen. EMMIE (Environment Management for Multi-User Information Environments) von Andreas Butz beschäftigt sich damit AR-Anwendungen mit vielen Teilnehmern zu managen. In erster Linie geht es darum einen Mechanismus zur dynamischen Veränderung der Layouts in der Sicht der Nutzer zu erreichen. EMMIE soll dabei zwei Aspekte berücksichtigen. Das System soll einen einfachen und intuitiven Weg bieten, dass Informationen über die verschiedenen Ausgabegeräte und deren Nutzer gemanagt werden, ohne dass dabei private Informationen für andere zugänglich gemacht werden. Im zweiten Aspekt soll EMMIE ein Assistent für dynamische Layoutmechanismen sein, der alle Nutzer der AR-Umgebung berücksichtigt. Damit ist gemeint, dass durch Beobachtungen verhindert werden soll, dass Nutzer, Displays und reale Objekte, Personen und Orte innerhalb der Sicht eines Nutzers verdeckt werden. [9]

4.3 Forschungsbeispiel AR-PDA von Karl-Heinz Franke an der TU Ilmenau

Ein großes Problem der Augmented Reality ist die Massentauglichkeit der Ein- und Ausgabegeräte der AR für den Otto-Normal-Verbraucher. Viele Nutzer schrecken vor Begriffen wie Tracking, Datenbrillen und Datenhandschuhen zurück. Das hat zum Einen einen Kostengrund zum Anderen liegt ein weiterer Grund bei der Angst vor neuen unbekanntem Technologien. AR-PDA (Augmented Reality – Personal Digital Assistant) beschäftigt sich damit AR für den Normalverbraucher nutzbar zu machen. Man benötigt für diese AR nur einen PDA oder ein Handy mit einer Kamera. Die Idee ist, dass sich der

Benutzer via seines mobilen Gerätes Informationen zum Beispiel über Bedienungshinweise, Baupläne etc. zu einem Gebrauchsgegenstand besorgen kann. Auf Abbildung 10 ist der Ablaufplan der Informationsbeschaffung visualisiert.

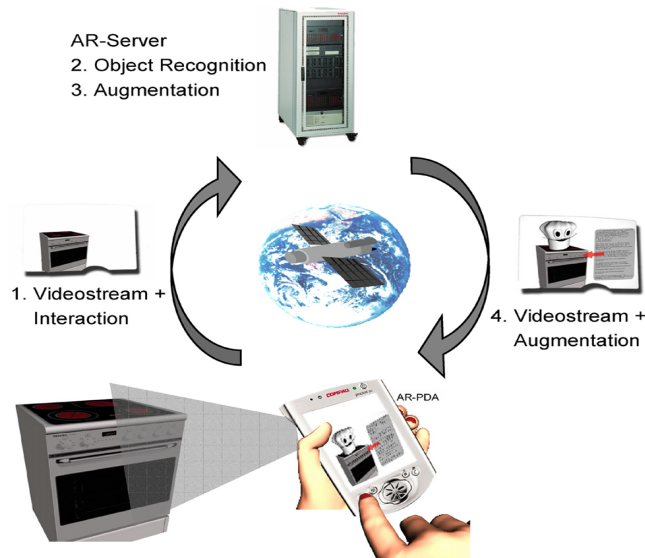


Abbildung 10: Ablaufplan der Informationsbeschaffung von AR-PDA

Zunächst zeichnet der Benutzer mit seinem mobilen Gerät den Gebrauchsgegenstand per Video auf. Dieses Video wird mittels UMTS an einen Server geschickt. Der Server erkennt den Gebrauchsgegenstand und sucht nach passenden Zusatzinformationen für das Gerät. Diese Informationen werden über die Videoinformation gelegt und als überlagerte Bildinformation an den Benutzer zurückgeschickt. Auf diese Art und Weise kann sich ein Benutzer schnell und einfach Informationen über das gewünschte Gerät beschaffen. Auf diese Technik werden große Hoffnungen gesetzt. Es wird erwartet, dass AR-PDA große Potentiale hat sich am Markt für eine große Masse an Nutzern durchzusetzen. [10], [11]

4.4 Forschungsbeispiel Wearable Computer am MIT

Die Idee der wearable Computer ist folgende. Man möchte einen persönlichen Assistenten, den man immer und überall mit sich herumtragen kann. Dabei soll das System unauffällig in die Kleidung integriert sein. Dieser Assistent soll eine einfache Kommunikation erlauben. Außerdem möchte man einen permanenten Internetzugang um jederzeit virtuelle Zusatzinformationen über real passierenden Dingen in der Umgebung zu erhalten. Diese Idee hat unter anderem das MIT aufgegriffen. In der Abbildung 11 kann man ein wearable Computersystem betrachten. Das tragbare Computersystem ist in die Jacke integriert. Die scheinbare Sonnenbrille ist in Wirklichkeit eine Durchsichtbrille, die virtuelle Informationen darstellt. Nur der Datenhandschuh ist sichtbar. Aber auch dieser Handschuh ist kleiner und leichter als die sonstigen üblichen Datenhandschuhe. [12], [13], [18]



Abbildung 11: Wearable Computer [13]

5. Fazit

Man kann generell nicht von dem besten Ein- oder Ausgabegerät sprechen. Man muss sich Gedanken machen, welche Qualität und welchen Nutzen man von der AR fordert. Demzufolge setzt man passende Geräte zur Ein- und Ausgabe der Daten in der Augmented Reality ein. Generell kann aber gesagt werden, dass je höher die Ansprüche an die AR gestellt werden, desto höher auch der Qualitätsanspruch an die Geräte gestellt werden muss. In vielen Anwendungen, wie zum Beispiel in der Medizin muss die Fehlertoleranz für die Geräte gleich null sein. Aufgrund dessen sind Trackingsysteme und die Genauigkeit der überlagerten Bilder in vielen Anwendung absolut essentiell. Eine weitere Schlussfolgerung aus den Ausführungen ist, dass der Trend dahin laufen könnte, dass immer häufiger AR auch außerhalb von Forschung, Wissenschaft und Spezialgebieten der AR, wie Medizin, Architektur, Militär etc. eingesetzt werden könnte. Der Trend könnte dahin gehen, dass AR-Geräte im Berufs- und privaten Alltagsleben Einzug finden könnte. Gerade wireless und wearable Devices bieten große Potentiale sich am Massenmarkt mittelfristig durchzusetzen. Viele Geräte könnten Kosteneinsparungen für Betriebe bedeuten. Man müsste zum Beispiel Arbeitnehmer nicht zu teuren Weiterbildungskursen für neue Produkte der Firma schicken, wenn Spezialinformationen über Produkte via Datenbrille direkt bei der Arbeit eingeblendet werden würde. Auch sollten Technologien wie das AR-PDA eine tolle Möglichkeit bieten seinen Kunden Zusatzfeatures zu Produkten zugänglich zu machen. Der Kunde selbst kann sich schnell und einfach über das gewünschte Gerät informieren. Generell sollte es weiterhin ein großes Forschungspotential für Ein- und Ausgabetechniken in der AR geben. Die Entwicklung ist immer mehr hin zu kleineren und leichteren Geräten. Es besteht also ein Bedarf diese zu entwickeln. Auch zeigt das EMMIE-Projekt, dass durch Fortschritte in der Technik immer wieder neue Fragestellungen auftauchen, die auf eine Antwort warten. Aufgrund des Forschungsbedarfs sollte es in den nächsten Jahren große technologische Fortschritte in der AR-Technologie geben. Die Nachfrage für AR-Geräte sollte dann steigen, wenn diese eine bessere Usability für den Nutzer bieten. Die AR könnte sich also, wenn sich die Erwartungen erfüllen sollten als eine neue Erfolgsgeschichte in der IT-Technologie herausstellen.

Quellenverzeichnis (1)

Fachspezifisch:

Eingabegeräte:

- [1] Thema: 3D-Eingabegeräte - ein Überblick
<http://schaugg.hdm-stuttgart.de/mj/pages/03ss/as45/as45.html>

3D-Monitor:

- [2] Thema: 3D-Monitor ermöglicht nun auch den farbigen Blick in die Tiefe
<http://www.tuchernitz.de/tu/presse/1999/03.09-14.48.html>
- [3] Thema: SynthaGram Monitor - Weiteres marktreifes 3D-Display
<http://www.golem.de/0107/15078.html>

Brillentechnologien :

- [4] Thema: Technische Realisierungen und medizinische Anwendungen von Head Mounted-Displays
http://www.robotikmedizin.de/robot_1.htm
- [5] Thema: Registration Errors in Augmented Reality
Informationen über die Brillentechnologien in der Augmented Reality.
http://www.cs.unc.edu/~azuma/azuma_AR.html

Projektion:

- [6] Thema: Project "BUILD-IT"
Informationen zum Forschungsprojekt "BUILD-IT" an der ETH Zürich.
<http://www.fjeld.ch/hci/>

Holographie:

- [7] Thema: Project "The HoloStation"
Informationen zum Forschungsprojekt "The HoloStation" an der Universität Weimar.
<http://gonzo.uni-weimar.de/~bimber/research.php>
- [8] Thema: Wissenswertes im Zusammenhang mit der Projektionsform Holographie
<http://www.holographie-online.de/>

EMMIE:

- [9] Thema: Project "Emmie - Environment Management for Multi-User Information Environments"
Informationen zum Forschungsprojekt EMMIE an der University Columbia
<http://www1.cs.columbia.edu/graphics/projects/emmie/emmie.html>

Quellenverzeichnis (2)

PDA-AR:

- [10] Thema: BV-Software für "Augmented Reality - Personal Digital Assistent (AR-PDA)"
Informationen zum Forschungsprojekt AR-PDA an der TU Ilmenau.
http://kb-bmts.rz.tu-ilmenau.de/franke/Default_ARPDA.htm
- [11] Thema: Ein digitaler mobiler Assistent für VR/AR-Inhalte.
Informationen zum AR- PDA
<http://www.ar-pda.de/>

Wearable Computer:

- [12] Thema: AUGMENTED REALITY -Geister jagen Menschen-
Informationen unter anderem zu Wearable Computer
<http://www.spiegel.de/netzwelt/technologie/0,1518,288937,00.html>
- [13] Thema: What's a Wearable?
Informationen über den Forschungsbereich Wearable Computing am MIT.
<http://www.media.mit.edu/wearables/>

Allgemein:

- [14] Thema: Augmented Reality Page
Eine Linkliste zu wichtigen AR-Seiten.
<http://www.se.rit.edu/~jrv/research/ar/>
- [15] Thema: Augmented Reality Homepage
Eine Linkliste zu wichtigen AR-Seiten.
<http://hci.rsc.rockwell.com/AugmentedReality/>
- [16] Thema: Augmented Reality
Aspekte im Zusammenhang mit AR. Informationen zum Tracking, brillenbasierten Ausgabegeräten, Projektion, 3D-Monitor und den halbdurchlässigen Spiegel.
http://www.iain.ira.uka.de/Teaching/ProseminarMedizin/Ausarbeitungen/WS0102/07_Augmented_Reality.pdf
- [17] Thema: Medizinische Simulationssysteme –Navigation und erweiterte Realität-
<http://www.iain.ira.uka.de/Teaching/VorlesungMedSim/Folien/MedSimVL13-Dateien/frame.htm>
- [18] Thema: Informationen zu AR, Displays und wearable Computer
http://www.geoit.ethz.ch/events/gissit2002/gissit_baldegger/sld001.htm