

Ein Überblick über Virtual- und Augmented Reality

Daniel Eggert

HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN HAMBURG

Fakultät Technik und Informatik

Department Informatik

Berliner Tor 7, 20099 Hamburg

Zusammenfassung—Eine künstliche virtuelle Welt, die uns voll und ganz in ihren Bann zieht, oder eine Welt die wir virtuell erweitern können sind keine Träumereien mehr sondern inzwischen eine stetig wachsende Realität. Wie kam es zu der Umsetzung dieser Idee in die Wirklichkeit? Und was ist der Nutzen an dem Erschaffen einer solchen Welt? Mit diesen und weiteren Fragen beschäftigt sich die vorliegende Arbeit. Es wird die Entwicklungsgeschichte der verschiedenen Realitäten betrachtet, sowie deren Herausforderungen und Anwendungsgebiete. Anhand der Beantwortung dieser Fragen sollen weitere mögliche Forschungsgebiete erschlossen werden.

1. Einleitung

Ziel dieser Arbeit ist es einen Überblick über die virtuelle und augmentierte Realität zu schaffen, um daraus neue Forschungsschwerpunkte zu erörtern. Dafür werden zunächst die verschiedenen Begriffe definiert. Anschließend wird die Geschichte von augmented und virtual Reality betrachtet. Danach wird ein Blick auf die verschiedenen Systeme geworfen. Nach dem Blick auf die verwendeten Systeme werden verschiedene Anwendungsgebiete betrachtet, um sich dem Nutzen dieser zu vergewissern. Darauf folgend werden die Herausforderungen analysiert, damit festgestellt werden kann für welche dieser Herausforderungen sich eine vertiefende Forschung besonders lohnt. Anschließend werden entschieden ob eine vertiefende Forschung im VR oder AR Bereich stattfinden soll und dazu mögliche Vertiefungen präsentiert. In einem abschließendem Fazit werden die Erkenntnisse der Grundlagenforschung zum Ausdruck gebracht.

2. Grundlagen

Damit die verschiedenen Begriffe in den folgenden Kapiteln differenziert betrachtet werden können, werden in diesem Kapitel werden zunächst die Begriffe „Virtual Reality“, „Augmented Reality“ und „Mixed Reality Definiert“.

2.1. Definition VR

Bei einer virtuellen Welt handelt es sich nach Zhao um eine Simulation der realen Welt. Durch technische Hilfsgüter werden die Sinne des Nutzers auch in der virtuellen Umgebung so beeinflusst, dass dieser in der virtuellen Welt ähnliche Erfahrungen bekommen kann wie

in der realen Welt. Je besser die Sinne beeinflusst werden, desto stärker ist das Empfinden des Nutzers sich nicht in einer virtuellen, sondern in einer realen Umgebung zu befinden.[27]

2.2. Definition AR

Nach Ronald T. Azuma sei „Augmented Reality“(AR) verwandt mit der virtual Reality(VR). Doch unterscheidet sie sich darin, dass sich der Anwender in AR im Gegensatz zur VR noch in der realen Welt befindet. Statt den Nutzer komplett in eine virtuelle Welt zu versetzen, wird die reelle Welt durch weitere zusätzliche virtuelle Objekte erweitert.[3]

2.3. Definition MR

Constanza, Kunz und Fjeld beschreiben „Mixed Reality“(MR) als eine Anreicherung der realen Welt mit künstlichen virtuellen Objekten. Das Ziel ist es die Vorteile von Computertechnologien überall nutzbar zu machen. Z.B. durch das Anzeigen von zusätzlichen Informationen. Die MR entstand aus der VR heraus und verwendet ähnliche Technologien und Konzepte. Doch im Gegensatz zur VR sieht der Nutzer virtuelle und reale Welt gleichermaßen, so sind die virtuellen Objekte an die reale Welt angepasst. MR und AR wiederum besitzen viele Gemeinsamkeiten, so bezeichnen manche die AR als Teilgebiet der MR. MR unterscheidet sich von der AR darin, dass in MR je nach Anwendungsfall die virtuellen Objekte überwiegen können oder die realen Objekten überwiegen können. In der AR überwiegen im Regelfall die realen Objekte.[6]

3. Verwandte Arbeiten

Nun werden die verwandten Arbeiten betrachtet. Nachdem bekannte verwandte Arbeiten betrachtet wurden wird verdeutlicht, inwiefern sich diese Arbeit von den genannten unterscheidet.

3.1. T. Azuma

Roland T Azuma gibt in seiner Arbeit „A Survey of Augmented Reality“ einen Überblick über AR und dessen Stand im Jahr 1997. Dafür definiert er zunächst den Begriff und stellt einige Anwendungsbereiche von AR zu der Zeit vor. Bei den Einsatzgebieten handelt es

sich beispielsweise um die Medizin bei der AR eingesetzt werden kann, um einen Fötus zu visualisieren oder den richtigen Winkel für das Ansetzen einer Spritze zu finden. Auch kann AR dazu eingesetzt werden in der Manufaktur oder bei der Reparatur mit zusätzlichen Informationen unterstützend beizutragen. Des Weiteren erklärt er die Funktion von AR und gibt einen Überblick über die damaligen AR-Systeme.[3]

Die Registrierung beschreibt Azuma als einen der wichtigsten Punkte in AR-Anwendungen. Die Registrierung ist das genaue Anliegen des virtuellen Objektes an die dafür vorgesehene Stelle in der realen Welt.[3]

3.2. Mark Billinghurst et al.

Auch Mark Billinghurst et al. veröffentlichten eine Arbeit, welche einen Überblick über augmented Reality verschafft. Sie gehen dabei wie auch Azuma auf die Geschichte von und beschreibt die technischen Details von AR-Anwendungen wie beispielsweise das Tracking von Objekten. Auch die verschiedenen Displaytypen und zum Zeitpunkt von 2015 veröffentlichte Anwendungen werden genannt.[4]

Aufgrund dessen, dass die Arbeit bis auf die Inhaltsangabe und dem Abstract nicht ohne Entgelt verfügbar ist kann die Arbeit von Billinghurst et al. für die vorliegende Arbeit nicht verwendet werden.

3.3. Zhao

Zhao gibt in seiner Arbeit „A survey on virtual reality“ einen Überblick über die VR. Dabei geht er zunächst auf die Geschichte von VR ein. Anschließend erklärt er verschiedene Modellierungsmöglichkeiten von VR-Welten und erklärt die Technologien genauer. Des Weiteren gibt er einen Überblick über die VR-Entwicklungstools.[27]

3.4. Abgrenzung

Diese Arbeit unterscheidet sich von der Arbeit von Azuma vor allem durch den Zeitpunkt dieser Arbeit. So ist die Technologie in den Jahren weiter fortgeschritten und damit haben sich auch die Anwendungsbereiche erweitert. Auch die aktuelle Forschung sowie die gängigen Entwicklungstools haben sich verändert. Ein weiterer Unterscheidungspunkt ist das Ziel der vorliegenden Arbeit. Denn in dieser Arbeit soll anhand der aktuellen Herausforderungen von AR eine weitere Forschungsspezifizierung erschlossen werden.

Aufgrund der fehlenden Verfügbarkeit der Arbeit von Billinghurst kann eine Abgrenzung nicht eindeutig festgelegt werden. Aber auch hier dürften in den letzten Jahren weitere Anwendungsgebiete und neue Forschungsschwerpunkte entstanden sein. Zusätzlich wird in dieser Arbeit auch die virtuelle Realität betrachtet mit dessen aktuellen Herausforderungen und Forschungsgebieten.

Von Zhaos Überblick unterscheidet sich diese Arbeit bezüglich der Einbindung der AR. Zuzüglich werden in dieser Arbeit keine Modellierungsmöglichkeiten von VR-Systemen besprochen, es werden primär die Herausforderungen und Einsatzgebiete betrachtet.

4. Entwicklungsgeschichte

In diesem Kapitel werden einige bedeutende Entwicklungen in der Entstehungsgeschichte von VR und AR betrachtet.

4.1. VR

4.1.1. Sensorama. Morton L. Heilig entwickelte in den 60er Jahren die Sensorama. Bei der Sensorama handelt es sich um ein Gerät, welches dem Nutzer ermöglichen soll, bestimmte Situationen durch die Beteiligung der Sinne virtuell wahrzunehmen. Die grobe Struktur der Sensorama wird in Abbildung eins dargestellt.[11]

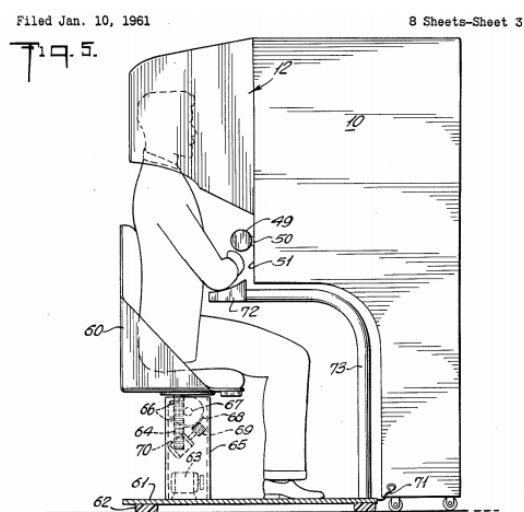


Abbildung 1. Struktur der Sensorama von Heilig[11]

Wie in Abbildung eins zu erkennen kann der Nutzer in einer sitzenden Position bestimmte Bilder über das Display angezeigt bekommen. Die mit Zahlen versehenen Komponenten sind dafür da weitere Sinne zu simulieren. Zu diesen Komponenten zählen unter anderem binauraler Sound, Wind oder Bewegungen. Die Sensorama soll vorwiegend einen Lernzweck erfüllen. Gerade bei gefährlichen Situationen wie sie in der Industrie an Maschinen oder bei Einsätzen von Soldaten vorkommen können ist es praktisch vor dem realen Einsatz ein Bild von der geforderten Aufgabe zu bekommen. Dadurch soll vor allem das Verletzungsrisiko sinken.[11]

4.1.2. Sketchpet. Ebenfalls in den 60iger Jahren erfand Ivan Sutherland das Sketchpet, welches neue Funktionen der Interaktion mit Computern ermöglichte. Während in der Vergangenheit hauptsächlich mit dem Austausch von Textbefehlen mit dem Computer interagiert wurde ist es mit dem Sketchpet möglich anhand verschiedener mechanischer Vorrichtungen mit dem Computer zu interagieren. Beispielsweise kann mit dem Drücken von Knöpfen ein bestimmter Befehl ausgeführt werden oder auch durch das Umlegen von Schaltern.[25]

4.1.3. The Sword of Damokles. Eine weitere Erfindung von Sutherland war das „Sword of Damokles“, das erste „Head-Mounted-Display“(HMD) welches im Jahr 1968

erfunden erstellt wurde. Das HMD soll dem Nutzer anhand von zwei jeweils auf ein Auge projiziertes zweidimensionales Bild den Eindruck vermitteln er würde ein dreidimensionales Bild sehen. Eine weitere Eigenschaft des Sword of Damokles ist, dass es die projizierten Bilder bei einer Kopfbewegung des Nutzers ändert. So kann dieser das Bild auf unterschiedliche Betrachtungsweisen sehen. Der Aufbau des Sword of Damokles ist in Abbildung zwei zu sehen.[24]

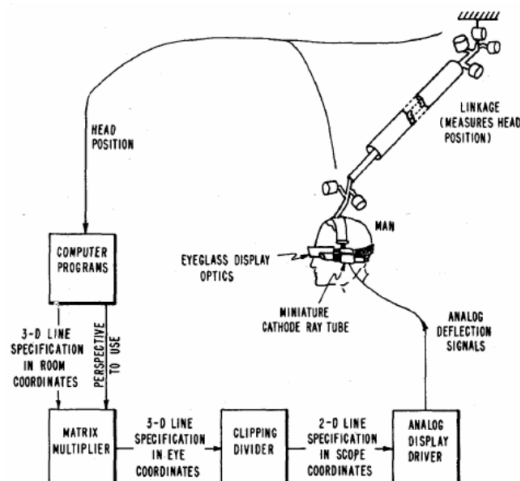


Abbildung 2. Das Sword of Damokles Display von Sutherland[24]

Anhand von Sensoren wird die Betrachtungsposition des Nutzers festgelegt. Bewegt der Nutzer den Kopf wird dies von den Sensoren wahrgenommen. Dadurch ändern sich die Koordinaten des Nutzers im Bild und der Betrachtungswinkel wird neu berechnet und entsprechend ausgegeben.[24]

4.1.4. VIEW. Auch die NASA begann die virtuelle Realität zu nutzen, um ihre Forschung im Weltraum zu erweitern. Ein Beispiel davon ist „View“. Mit Hilfe von View können die Nutzer sich in einer virtuellen 360 Grad Umgebung bewegen. Mit den einzelnen Objekten kann in der Umgebung interagiert werden. View ist als eine Art Kommandozentrale gedacht und eignet sich entweder dafür Roboter zu steuern oder eine große Menge von Daten auszuwerten. Damit das möglich ist verfügt das System unter anderem über sensorische Rückmeldungen, eine Sprach- und Gestenerkennung und spezielle Handschuhe. Für das Programmieren der Anwendung wurde das „simulation Framework“ verwendet. Des Weiteren wird für die Anzeige der virtuellen Umgebung ein HMD verwendet.[8]

4.1.5. Starker Anstieg an VR Anwendungen 1990. In den 90er Jahren steigerte sich die Forschung und Entwicklung bezüglich VR-Anwendungen. Vor allem die Industrie, die Anwendung im Haus und in öffentlichen Einrichtungen bot Potential. So wurden Anwendungen für die Nutzung am Computer und in HMD entwickelt, wobei es strittig ist ob man bei VR Anwendungen am Computer wirklich von VR sprechen kann, da hier der Aspekt der Immersion fehlt. Auch Diskussionen über Nebenwirkungen wie eine Einschränkung der Fahrtaug-

lichkeit durch Rückblenden oder die sogenannte Simulator Krankheit.[23]

4.2. AR

4.2.1. The Sword of Damokles. Das Sword of Damokles ist nicht nur ein Teil der Entstehungsgeschichte von VR sondern gleichzeitig auch für AR. Dies liegt daran, dass es ebenfalls auf Tracking Methoden zurückgreift.[2]

4.2.2. Super Cockpit. Die Air Force forschte an Möglichkeiten die Fähigkeiten von Piloten, z.B. seine motorischen und Wahrnehmungs Fähigkeiten besser zu nutzen und auszubauen. Dadurch entstand die Idee des „Super Cockpits“, welches dem Piloten als „Crew Station“ dienen soll. Dafür soll unter anderem die Position von Augen oder dem Kopf genutzt werden. Umgesetzt werden sollte dies durch Komponenten in dem Helm des Piloten, welche diesem weitere Informationen einblenden sollen. Die Motivation dafür entstand daraus, dass die bisherige Art der Kommunikation über mehrere Bildschirme im Cockpit nur schwer und langsam zu verarbeiten waren. Der Aufbau vom Super Cockpit ist in Abbildung drei dargestellt.[9]

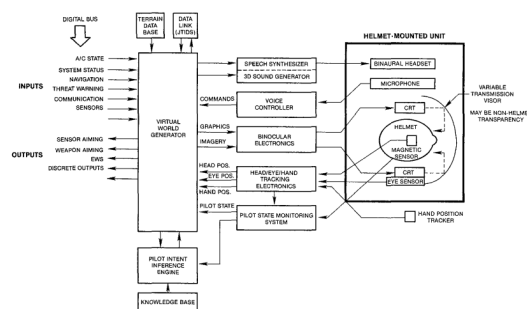


Abbildung 3. Das Super Cockpit von Thomas A Furness[9]

Die Eingaben im Digitalen Bus sind dafür verantwortlich, welche Daten dem Piloten in der virtuellen Welt zur Verfügung stehen. Der „Virtual World Generator“ erstellt anschließend anhand der Informationen vom Bus die virtuelle Ansicht für den Piloten. Der Pilot kann mit Hilfe von Tracking von z.B. Augen und Kopfposition oder der Handbewegungen kann er mit den verschiedenen virtuellen Elementen interagieren. Zusätzlich kann er durch Sprachsteuerung verschiedene Funktionen im System ausführen.[9]

4.2.3. Definition von T. Azuma. 1997 wurde der Begriff Augmented Reality von T.Azuma definiert. Auf seiner Arbeit entstanden viele weitere Arbeiten. So wurde allein sein Paper mehr als 1000 Mal in Google Scholar zitiert.

4.2.4. ARToolkit. Kato und Billinghurst entwickelten 1999 das Framework „ARToolkit“[13], welches für die Entwicklung von AR-Anwendungen entworfen wurde. Das Framework beinhaltet Funktionen, mit welchen die Position der realen Objekte berechnet werden kann und mit welchen die virtuellen Objekte registriert werden können.[14]

5. Systeme

Dieses Kapitel beschreibt die verschiedenen Systeme auf welchen VR- oder AR-Systeme verwendet werden können. Zunächst werden die VR-Systeme beschrieben und anschließend die von AR.

5.1. VR

5.1.1. Head-Mounted-Displays. Mit der Entwicklung der „Oculus Rift“ stieg die Entwicklung von HMD im Jahr 2013 stark an. Der Grund war vor allem ein akzeptabler Preis, sodass sie von Verbrauchern gekauft werden konnten und der Fortschritt der Technologie. Die neuen HMD erlauben es die Welt in 180 Grad mit horizontaler und vertikaler Begrenzung zu betrachten. So fand die VR neue Forschungs- und Entwicklungsbereiche und dessen Einsatz stieg an.[12]

Allerdings treten bei HMD auch Probleme auf. So muss sichergestellt werden, dass die Umgebung des Nutzers sicher ist. Dies liegt daran, dass der Nutzer die reale Welt beim Tragen eines HMD nichtmehr sieht. Deshalb besteht die Gefahr beispielsweise über ein Kabel zu stolpern oder Objekte in der Umgebung zu beschädigen. Auch bei Besuch ist ein Kritikpunkt, dass der Nutzer die Anwendung immer wieder unterbrechen muss, wenn er mit anderen Personen interagieren will.[22]

5.1.2. Projektionsbasierte Displays. Sharples et al. sprechen 2008 von einem Anstieg der Nutzung von „Projektionsbasierten Displays“ als VR-System. Im Gegensatz zu HMD basierten VR-Systemen wird bei projektionsbasierten Displays die virtuelle Welt auf einen großen Bildschirm projiziert. Mit Hilfe von mit Infrarot und Magnetismus ausgestatteten Audiosystemen soll ein Audiosound das Eintauchen in die virtuelle Welt verstärken. Dafür werden Räume genutzt, welche für die Anwendung der projektionsbasierten Displays optimiert sind. Die Anwendung dieser Displays eigne sich vor allem für Schulungen und Präsentationen mit mehreren Teilnehmern.[23]

5.1.3. Desktop basierte Displays. In Desktop basierten VR-Systemen wird dem Nutzer eine virtuelle Welt mit 3-dimensionalen Objekten auf einem Desktop-PC angezeigt. Für die Fortbewegung in der virtuellen Welt kann das Tracking des Kopfes genutzt werden. Ein häufiger Kritikpunkt bei Desktop basierten VR-Anwendungen ist die Beeinträchtigung der Immersion, also das Gefühl des Nutzers sich nichtmehr in einer virtuellen Welt, sondern in der realen Welt zu befinden. Auch ist dem Nutzer nicht immer bewusst wo er sich gerade in der virtuellen Welt befindet.[21]

5.2. AR

5.2.1. Mobile Endgeräte. Mobile Endgeräte eignen sich optimal als System um AR-Anwendungen auszuführen. Das ergründet daraus, dass mobile Endgeräte wie Smartphones viele Technologien bereitstellen, welche für eine AR-Anwendung benötigt werden. Dazu gehören die Kameras, das Display und die Möglichkeit 3-dimensionale Graphiken abzubilden. Des Weiteren steigt die Nachfrage an AR-Anwendungen für mobile Endgeräte. Zusätzlich

verstärkt die ohnehin schon verbreitete Nutzung von Smartphones und der damit einhergehende Besitz eben dieser das setzen auf solche Systeme.[1]

5.2.2. Head-Mounted-Displays. Nicht jedes HMD welches für VR-Anwendungen verwendet werden kann, kann auch für AR-Anwendungen genutzt werden. Das liegt daran, dass AR-Anwendungen die reale Welt erkennen müssen. Damit die virtuellen Objekte in der realen Welt richtig platziert werden können ist es wichtig, dass HMD mit Sensoren oder Kameras ausgestattet sind. Zudem ist es von Wichtigkeit, dass die Sicht des HMD genau der des Nutzers entspricht. HMD werden dazu verwendet dem Nutzer jederzeit virtuelle Objekte oder Informationen in der realen Welt anzuzeigen.[15]

6. Anwendungsgebiete

Nachdem die Geschichte und die verwendeten Systeme von VR- und AR-Systemen betrachtet wurden, wird nun ein Blick auf die Einsatzgebiete geworfen. Um möglichst aktuelle Einsatzgebiete zu finden, werden möglichst aktuelle Quellen verwendet. Dafür wurden ausschließlich Arbeiten verwendet, welche aus den Jahren 2018 und 2019 stammen.

6.1. VR

6.1.1. Bildung. Während vor 2013 der positive Nutzen von VR mehr theoretisch betrachtet wurde, findet er seit der Entwicklung der Oculus Rift auch verstärkt praktische Anwendung. So sollen beispielsweise Chirurgen Operationen in einer virtuellen Umgebung üben können bevor es wirklich zu einem realen Einsatz kommt. Des Weiteren bietet VR die Möglichkeit Lehrern ihren Schülern entfernte Orte oder kostspielige Objekte vorzuführen. VR eignet sich in der Bildung vor allem darin Fähigkeiten zu erproben und weiter zu verbessern, da hier praktisch geübt werden kann.[12]

6.1.2. Gaming. VR findet im Gaming Bereich eine steigende Anwendung. Grund dafür ist, dass der Spieler vollständig in die virtuelle Welt eintauchen kann. Und je besser die Immersion des Spiels ist desto einzigartiger werden die Erlebnisse in der virtuellen Welt. Ein weiterer Faktor der die positive Resonanz von VR-Spielen erhöht, ist der Faktor, dass man sich während des Spielens eines VR-Games bewegen kann. Damit muss man fürs spielen nicht die ganze Zeit sitzen. Mit Spielen wie VR-Tennis kann man sich sogar zu Hause sportlich betätigen.[7]

6.2. AR

6.2.1. Mobile Games. AR-Games erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Ein Grund dafür ist, dass AR Spiele in der realen Welt stattfinden und man Abenteuer außerhalb der eigenen vier Wände erleben kann. Das erfolgreichste Spiel dieser Art ist das 2016 erschienene Spiel „Pokemon Go“. Dieses ist Free-To-Play aber bietet trotzdem die Möglichkeit zusätzliche virtuelle Gegenstände im Spiel für Echtgeld zu erwerben. Das Spiel wurde mehr als 500 Millionen Mal heruntergeladen.[10]

Aber mobile AR-Games können auch einen bildungstechnischen Zweck erfüllen. So können AR-Games Informationen zu Objekten der realen Welt anzeigen wie beispielsweise Pflanzen und damit das botanische Fachwissen erhöhen. Ein Beispiel dafür ist die „EduPARK“ App. Ziel dieser App ist es als Team bestimmte Marker in einem Bereich auszumachen. Als Marker können z.B. Pflanzen mit medizinischem Nutzen sein. Wird der Marker gefunden können anhand der angezeigten Informationen die Fragen der App beantwortet werden.[19]

6.2.2. Medizin. Die Medizin ist ein weiterer aktueller Einsatzbereich von AR. AR kann beispielsweise für Operationen genutzt werden, indem die nötigen Schritte vorher angezeigt werden. Dadurch kann sich der Chirurg auf den Eingriff besser vorbereiten. Aber auch während der Operation kann AR dem Arzt hilfreiche Informationen in Echtzeit anzeigen und je nach Veränderung des Bildes zu aktualisieren. Weitere Einsatzbereiche sind die Unterstützung in der Telemedizin und bei der Nachbehandlung.[17]

6.2.3. Industrie. Mit dem Konzept der Industrie 4.0 von 2011 sollten neue Interaktionsmöglichkeiten gefunden werden, wie Menschen in der Industrie mit Robotern und Maschinen kommunizieren können. Ein Bestandteil dieser Interaktionen ist das Anzeigen von zusätzlichen Informationen bei der Anfertigung und Montage von Maschinen. Dieser Bestandteil, kann mit AR verwirklicht werden, wie in Abbildung vier zu sehen ist.[5]

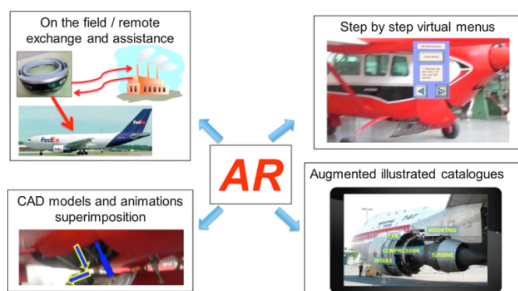


Abbildung 4. AR bei im Flugzeugbau von Certuri et al.[5]

So kann AR dazu genutzt werden die nächsten Montageschritte anzuzeigen oder Informationen zu den Bestandteilen einer Maschine zu visualisieren. In Abbildung vier wird dies am Beispiel von Flugzeugen demonstriert.[5]

6.2.4. Bildung. Pellas et al. beschreiben den Nutzen von AR in der Bildung. AR eröffnet in der Bildung eine neue Form des interaktiven Lernens. Die Form des interaktiven Lernens soll das Verständnis von theorielastigen Inhalten fördern. Des Weiteren soll unter anderem die Überführung des Gelernten in das Langzeitgedächtnis, sowie die Motivation am Lernen und die Lernleistung gefördert werden. Noch offen ist, welche Inhalte sich eignen mit AR dargestellt zu werden. Momentan seien vor allem die Naturwissenschaften ein aussichtsreiches Einsatzgebiet.[18]

7. Herausforderungen

Um zu ergründen, in welchen Bereichen eine weitere Forschung als lohnenswert zu erachten ist, wer-

den in diesem Kapitel die Herausforderungen von VR und AR Systemen betrachtet. Dabei soll auch festgestellt werden, worin sich diese unterscheiden, oder ob sie möglicherweise identisch sind.

7.1. VR

7.1.1. Immersion. Eine Herausforderung der virtuellen Realität ist die Immersion. Dabei geht es darum, dem Nutzer das Gefühl zu geben sich nicht mehr in der realen Welt zu befinden, sondern in der virtuellen. Das beinhaltet die Gedanken des Nutzers, sodass sich diese vollständig auf die virtuelle Welt beziehen aber auch das Gefühl sich in ihr zu befinden.[16]

7.1.2. Feedback. Eine weitere Herausforderung für VR-Anwendungen ist das Feedback, welches der Nutzer erhält, wenn er in der virtuellen Welt bestimmte Aktionen ausführt. Das beinhaltet beispielsweise ein Feedback bei dem Interagieren mit Objekten oder bei der Veränderung des Blickwinkels.[16]

7.1.3. Interaktivität. Virtuelle Welten sollten möglichst interaktiv sein. D.h der Nutzer soll in der Lage sein mit der virtuellen Welt zu interagieren und sie zu verändern. Dabei gibt es unterschiedliche Arten der Interaktion wie eine beispielsweise die Interaktion anhand von Bewegungen.[16]

7.1.4. Partizipierung. Eine VR-Anwendung muss den Interessen und dem Ziel der Nutzer angepasst sein. Dabei nimmt die Designphase der VR-Anwendung eine wichtige Rolle ein, da hier genauestens spezifiziert werden muss was mit der Anwendung erreicht werden soll.[16]

7.2. AR

Rabbi et al. erklären in ihrer Arbeit fünf verschiedene Herausforderungen, welchen sich AR-Systeme und dessen Entwickler stellen müssen. Diese sind in Abbildung fünf dargestellt.[20]

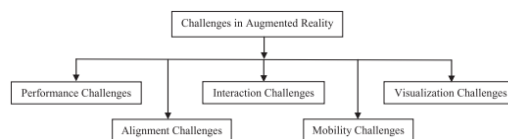


Abbildung 5. Die Herausforderungen von AR von Rabbi et al.[20]

7.2.1. Performance. Unter der Performance versteht man die Berechnung des für AR benötigten Informationen in Echtzeit. Dabei handelt es sich unter anderem um die Erkennung der Objekte und deren Position. Diese Berechnungen sind sehr aufwendig und können die Performance des AR-Systems stark beeinträchtigen.[20]

7.2.2. Alignment. Das Alignment bezieht sich auf die Platzierung der Objekte an sich. Die Platzierung muss möglichst genau an der dafür vorgesehene Stelle erfolgen. Deshalb müssen die Berechnungen welche Grundlagen für die Platzierung genau und ohne Fehler erfolgen.[20]

7.2.3. Mobilität. Eine AR-Anwendung sollte in jeder Umgebung einsetzbar sein. Dem liegt die Anreicherung der realen Welt mit virtuellen Objekten zugrunde. D.h. an jedem Ort der realen Welt muss die AR-Anwendung auch funktionieren. Dabei spielt auch die dafür verwendete Hardware eine Rolle, so muss diese leicht transportierbar sein.[20]

7.2.4. Visualisierungen. Auch die Art wie die virtuellen Objekte in der realen Welt dargestellt werden stellen eine Herausforderung dar. So sollen die virtuellen Objekte so realistisch wie möglich dargestellt werden. Und ein guter Tradeoff zwischen der Unterscheidbarkeit von virtuellen und realen Objekten muss sichergestellt werden.[20]

7.2.5. Interaktion. Bei der Interaktion geht es um die Interaktion des Nutzers mit den virtuellen Objekten. Wie er mit ihnen interagieren kann und wie gut diese umgesetzt ist.[20]

7.2.6. Anwendungsspezifische Herausforderungen. Es lassen sich aber auch je nach Anwendungsfall für dieses Gebiet weitere Herausforderungen finden. So beschreiben Wu et al. die Herausforderung von AR-Anwendungen in der Lehre. Hier muss beispielsweise herausgefunden werden wie AR-Anwendungen im Unterricht sinnvoll eingesetzt werden, ohne einen Schülerzentrierten Unterricht zu ersetzen. Auch das Design muss hierbei speziell für den Lerneffekt umgesetzt werden.[26]

7.2.7. Tracking. Das Tracking, also die Lokalisierung von realen Objekten in der realen Welt spielt für die meisten Herausforderungen eine große Rolle. Wie beispielsweise bei der Performance oder dem Alignment. Deswegen wird dieses näher erläutert.[20]

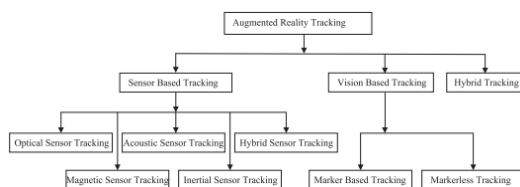


Abbildung 6. Die verschiedenen Arten des Trackings von Rabbi et al.[20]

In Abbildung sechs werden die verschiedenen Trackingarten von Rabbi et al. aufgezeigt. Wie zu sehen ist, lässt sich das Tracking in drei übergeordnete Arten unterteilen. Dem Tracking mit Sensoren, bei welchem technische Hilfsmittel wie Sound, Magneten oder Kameras eingesetzt werden, um anhand deren Informationen das Tracking zu erleichtern. Das visuelle Tracking wiederum ist das Tracking ohne diese technischen Hilfsmittel. Dabei gibt es das Marker behaftete Tracking, welches sich in der realen Welt platzierter auffälliger Markierungen zunutze macht. Diese sind leicht zu identifizieren und auch dessen Position lässt sich leicht berechnen. Beim markerlosen Tracking wiederum werden keine solcher Markierungen platziert. Hier nutzt man die Konturen von Realen Objekten, um diese von anderen zu unterscheiden.[20]

7.3. Unterscheidung

Es lässt sich feststellen, dass sich die Herausforderungen von AR und VR stark unterscheiden. Aspekte wie die

Immersion sind in einer realen Welt nicht wichtig, da die reale Welt schließlich nicht ersetzt wird. Ebenso spielt das Tracking in der virtuellen Welt keine Rolle, da die reale Welt selbst in einer virtuellen Welt keine Rolle spielt.

8. Zukünftige Arbeiten

In diesem Kapitel wird zunächst entschieden ob im Bereich der VR oder der AR weiter geforscht werden soll. Anschließend werden verschiedene Forschungsschwerpunkte aufgezeigt.

8.1. Spezialisierung

Weitere Arbeiten werden sich den Herausforderungen der argumentierten Realität stellen. Grund dafür ist vor allem die weite Verbreitung von Smartphones, denn dadurch können möglichst viele Menschen AR-Anwendungen nutzen.

8.2. Forschungsschwerpunkte

8.2.1. Tracking mit künstlicher Intelligenz. Die Festlegungen für weitere Arbeiten fällt auf den AR-Bereich. Dabei soll die künstliche Intelligenz in AR-Systeme integriert werden. Dabei soll die Performance von AR-Systemen mit künstlicher Intelligenz als Trackingmethode mit Trackingmethoden durch Computervision verglichen werden. Möglicherweise könnte auch ein Hybrid aus beiden Methoden entwickelt werden.

8.2.2. Tracking ohne dauerhaft benötigte Internetverbindung. Wie im Kapitel der Herausforderungen festgestellt wurde spielt es eine große Rolle, dass AR an jedem Ort eingesetzt werden kann. Benötigter Internetzugriff auf einen Server, welcher das Tracking durchführt, führt aber in Deutschland zu häufig Problemen, da noch viele Orte ohne Empfang sind. Vor allem wenn man die App in der freien Natur oder im Zug verwenden möchte wäre das Erlebnis damit gestört. Folglich muss der rechenleistungslastige Vorgang des Trackings und der Positionsbestimmung im verwendeten Gerät selbst durchgeführt werden. Deshalb muss das Tracking möglichst ressourcenschonend sein. Diese Spezialisierungsmöglichkeit kann folglich mit der ersten kombiniert werden oder diese erweitern.

8.2.3. Automome Generierung von Augmentierungen.

In der Regel werden Augmentierungen designet und entwickelt. Bei vielen Objekten führt dies jedoch zu einem erheblichen Entwicklungsaufwand. Vor allem bei Objekten, welche sich von ihrer Art ähnlich sind, könnte eine künstliche Intelligenz selbst die zu augmentierenden virtuellen Objekte erstellen. Ob dies beim aktuellen Technischen Stand möglich ist müsste vorher jedoch erprobt werden.

9. Fazit

Auch wenn die Idee der AR und VR schon früh entstand, kam der drastische Anstieg an Entwicklungen erst später, nämlich erst als der Einstieg in eine virtuelle oder augmentierten Welt für die Masse kostengünstiger wurde.

Die Potentiale dieser Welten sind groß. Sie können die Bildung revolutionieren und uns stetig in wichtigen Aufgaben unterstützen. Die Notwendigkeit etwas zu googlen ist beispielsweise nicht nötig, wenn die Nutzer die Informationen in einer AR-Anwendung auf dem Smartphone angezeigt bekommen. Dadurch wird Zeit gespart. Zeit, welche z.B. bei Operationen sehr kostbar ist. Auch die Wahrscheinlichkeit von Fehlern kann gesenkt werden, da man jederzeit auf Wissen zurückgreifen kann. Zusätzlich können die Risiken von gefährlichen Praktiken gesenkt werden, indem man sich mit Hilfe von VR-Anwendungen nicht nur mental, sondern auch praktisch auf Situationen vorbereiten kann. Je mehr die Herausforderungen der AR und VR Systeme gelöst werden, desto stärker steigt der positive Nutzen der Anwendungen. Deshalb ist es wichtig neue Technologien in AR und VR zu nutzen und zu erproben. In den folgenden Arbeiten soll hierbei die künstliche Intelligenz getestet werden.

Literatur

- [1] Nur Intan Adhani und Dayang Rohaya Awang Rambli. „A survey of mobile augmented reality applications“. In: *1st International conference on future trends in computing and communication technologies*. 2012, S. 89–96.
- [2] Clemens Arth u.a. „The history of mobile augmented reality“. In: *arXiv preprint arXiv:1505.01319* (2015).
- [3] Ronald T Azuma. „A survey of augmented reality“. In: *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6.4 (1997), S. 355–385.
- [4] Mark Billinghurst, Adrian Clark, Gun Lee u.a. „A survey of augmented reality“. In: *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction* 8.2-3 (2015), S. 73–272.
- [5] Alessandro Ceruti u.a. „Maintenance in aeronautics in an Industry 4.0 context: The role of Augmented Reality and Additive Manufacturing“. In: *Journal of Computational Design and Engineering* 6.4 (2019), S. 516–526.
- [6] Enrico Costanza, Andreas Kunz und Morten Fjeld. „Mixed reality: A survey“. In: *Human machine interaction*. Springer, 2009, S. 47–68.
- [7] Mr Ninad Janardan Dani. „Impact of Virtual Reality on Gaming“. In: *Virtual Reality* 6.12 (2019).
- [8] Scott S Fisher u.a. „Virtual interface environment workstations“. In: *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*. Bd. 32. 2. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA. 1988, S. 91–95.
- [9] Thomas A Furness III. „The super cockpit and its human factors challenges“. In: *Proceedings of the human factors society annual meeting*. Bd. 30. 1. SAGE Publications Sage CA: Los Angeles, CA. 1986, S. 48–52.
- [10] Juho Hamari u.a. „Uses and gratifications of Pokémon Go: why do people play mobile location-based augmented reality games?“ In: *International Journal of Human-Computer Interaction* 35.9 (2019), S. 804–819.
- [11] Morton L Heilig. *Sensorama simulator*. US Patent 3,050,870. Aug. 1962.
- [12] Lasse Jensen und Flemming Konradsen. „A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training“. In: *Education and Information Technologies* 23.4 (2018), S. 1515–1529.
- [13] Hirokazu Kato und Mark Billinghurst. *ARToolkit Documentation History*. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/history.htm>. Accessed: 2020-02-25.
- [14] Hirokazu Kato und Mark Billinghurst. *ARToolkit Documentation Intruduction*. <http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/userintro.htm>. Accessed: 2020-02-25.
- [15] Kiyoshi Kiyokawa. „Trends and vision of head mounted display in augmented reality“. In: *2012 International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality*. IEEE. 2012, S. 14–17.
- [16] Muhanna A Muhanna. „Virtual reality and the CAVE: Taxonomy, interaction challenges and research directions“. In: *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences* 27.3 (2015), S. 344–361.
- [17] Brendan William Munzer u.a. „Augmented reality in emergency medicine: a scoping review“. In: *Journal of medical Internet research* 21.4 (2019), e12368.
- [18] Nikolaos Pellas u.a. „Augmenting the learning experience in primary and secondary school education: A systematic review of recent trends in augmented reality game-based learning“. In: *Virtual Reality* 23.4 (2019), S. 329–346.
- [19] Lúcia Pombo u.a. „Evaluation of a Mobile Augmented Reality Game Application as an Outdoor Learning Tool“. In: *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)* 11.4 (2019), S. 59–79.
- [20] Ihsan Rabbi und Sehat Ullah. „A survey on augmented reality challenges and tracking“. In: *Acta graphica: znanstveni časopis za tiskarstvo i grafičke komunikacije* 24.1-2 (2013), S. 29–46.
- [21] George Robertson, Mary Czerwinski und Maarten Van Dantzich. „Immersion in desktop virtual reality“. In: *Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology*. 1997, S. 11–19.
- [22] Beatriz Sousa Santos u.a. „Head-mounted display versus desktop for 3D navigation in virtual reality: a user study“. In: *Multimedia tools and applications* 41.1 (2009), S. 161.
- [23] Sarah Sharples u.a. „Virtual reality induced symptoms and effects (VRISE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems“. In: *Displays* 29.2 (2008), S. 58–69.
- [24] Ivan E Sutherland. „A head-mounted three dimensional display“. In: *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*. 1968, S. 757–764.
- [25] Ivan E Sutherland. „Sketchpad a man-machine graphical communication system“. In: *Simulation* 2.5 (1964), R–3.
- [26] Hsin-Kai Wu u.a. „Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education“. In: *Computers & education* 62 (2013), S. 41–49.

- [27] Qiping Zhao. „A survey on virtual reality“. In: *Science in China Series F: Information Sciences* 52.3 (2009), S. 348–400.