



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Arguably augmented reality : relationships between the virtual and the real

Schraffenberger, H.K.

Citation

Schraffenberger, H. K. (2018, November 29). *Arguably augmented reality : relationships between the virtual and the real*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/67292>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/67292>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Cover Page



Universiteit Leiden



The handle <http://hdl.handle.net/1887/67292> holds various files of this Leiden University dissertation.

Author: Shraffenberger, H.K.

Title: Arguably augmented reality : relationships between the virtual and the real

Issue Date: 2018-11-29

Zusammenfassung

In den letzten Jahren sind virtuelle Inhalte auf völlig neue Art Teil unseres Alltags geworden. Virtuelle Objekte erscheinen nicht mehr nur auf dem Bildschirm von Computern, Tablets, Mobiltelefonen oder auf digitalen Werbedisplays. Sie sind vielmehr auch hier, in unserer sogenannten "echten Welt" anwesend: Mit einer geeigneten mobilen App können wir virtuelle Wesen bewundern, die durch unsere Umgebung fliegen, oder ortsspezifische Informationen, zum Beispiel über nahegelegene Restaurants, direkt vor uns schweben sehen. Ausgestattet mit einem Head-Mounted-Display können wir virtuelle Charaktere in unser Haus einladen oder unser Wohnzimmer in den Schauplatz eines teils realen und teils virtuellen Abenteuers verwandeln.

Das Phänomen, dass virtuelle Inhalte in der realen Welt erscheinen und Teil unserer echten Umgebung werden, hat einen Namen: Augmented Reality (AR); auf Deutsch auch "Erweiterte Realität" genannt. Mittlerweile existiert eine Vielzahl von sogenannten AR-Applikationen. In vielerlei Hinsicht könnten diese AR-Applikationen nicht unterschiedlicher sein. Sie nutzen eine breite Palette verschiedener Technologien wie Headsets, Projektoren, Kopfhörer und taktile Displays. Sie bieten verschiedene Sinnesreize, wie Bilder, Klänge und Düfte und stellen verschiedene virtuelle Inhalte bereit, wie zum Beispiel 3D-Modelle, Textinformationen, Fotografien und Tonaufnahmen. Sie verändern unsere Erfahrung der realen Welt auf verschiedene Arten, indem sie zum Beispiel scheinbar Objekte aus unserer Umgebung entfernen oder zusätzliche Elemente darin integrieren. Sie sind für viele verschiedene Kontexte, wie Arbeit, Unterhaltung und Bildung konzipiert. Dementsprechend dienen sie einer Vielzahl von Zwecken. Zum Beispiel wollen uns einige AR-Applikationen über unsere Umgebung informieren, während andere dazu da sind, uns zu unterhalten.

In ihrer Gesamtheit vermitteln bestehende Anwendungen nur ein undeutliches Bild von AR und werfen somit die Frage auf: "Was ist Augmented Reality" und "Welche Formen kann AR annehmen?". In dieser Arbeit gehen wir diesen Fragen nach und erforschen die grundlegenden Eigenschaften und möglichen Erscheinungsformen von AR.

In Kapitel 1 werfen wir anhand von Beispielen einen ersten Blick auf AR. Wir illustrieren die Vielfalt der AR-Landschaft und stellen die

Frage "Was ist Augmented Reality?".

In Kapitel 2 untersuchen wir, wie diese Frage in anderen Forschungsarbeiten beantwortet wird. Wir betrachten existierende Definitionen und Beschreibungen von AR und identifizieren drei gängige Auffassungen von Augmented Reality: Erstens wird AR generell als eine Technologie betrachtet. Zweitens wird AR weithin im Sinne von visuellen virtuellen Schichten (Overlays) verstanden, die über unsere Sicht der realen Welt gelegt werden. Drittens wird angenommen, dass AR virtuelle Objekte räumlich und dreidimensional in der echten Welt positioniert (virtuelle Elemente und die echte Umgebung werden miteinander registriert).

Zugleich bringt unsere umfassende Literaturrecherche auch einige andere und *breitere* Auffassungen von AR zutage. Zum Beispiel stoßen wir auf Beschreibungen von AR, die auch nicht-visuelle virtuelle Inhalte (wie Klang) berücksichtigen, und begegnen wir Forschern, die sich explizit dagegen aussprechen, AR als eine Technologie zu betrachten. In ihrer Gesamtheit legen die verschiedenen Positionen nahe, dass AR Technologien involvieren *kann*, die virtuelle Bilder über unsere Sicht auf die Welt legen und diese Bilder mit der realen Welt registrieren. Gleichzeitig bekommen wir den starken Eindruck, dass sich mehr hinter AR verbirgt als solche Technologien. Wir fragen uns daher, was, wenn nicht nur eine Technologie, AR ist oder sein kann.

In Kapitel 3 beziehen wir Stellung zu bestehenden Definitionen, stellen wir allgemein akzeptierte Ansichten infrage und plädieren wir für neue (oder zumindest andere) Sichtweisen auf AR. Zu allererst lassen wir das Verständnis von AR als Technologie hinter uns. Stattdessen schlagen wir vor, dass AR-Technologie Augmented Reality lediglich ermöglicht. Demgemäß konzentrieren wir uns auf die resultierenden AR-Umgebungen und -Erfahrungen statt auf die Technologien, die diese ermöglichen. Zweitens fassen wir AR als eine multimodale und interaktive Umgebung auf und vertreten den Standpunkt, dass AR alle Sinne anspricht. Anstatt uns auf das zu konzentrieren, was ein Benutzer oder Teilnehmer in AR sieht, konzentrieren wir uns auf nicht-visuelle, multimodale und interaktive Aspekte der realen Welt wie auch der virtuellen Inhalte. Drittens sehen wir AR als Ergebnis der Beziehungen zwischen dem Virtuellen und dem Realen. Während allgemein angenommen wird, dass AR die räumliche Registrierung von virtuellem Inhalt und der realen Welt in 3D voraussetzt, legen wir nahe, dass andere Arten von Beziehungen zwischen dem Virtuellen und dem Realen vorstellbar sind, die möglicherweise zu anderen und neuen Formen von AR führen. Diese drei Ideen werden zusammengeführt und münden in unsere Definition von AR als einer interaktiven und multimodalen Umgebung, in der ein Teilnehmer einen *Zusammenhang* zwischen virtuellem Inhalt und der realen Umgebung erfährt.

In Kapitel 4 untersuchen und illustrieren wir die verschiedenen Arten, auf die sich das Virtuelle und das Wirkliche aufeinander beziehen

(und sich dadurch gegenseitig ergänzen) können. Damit befassen wir uns mit der zweiten Schlüsselfrage dieser Forschungsarbeit: "Welche Formen kann AR annehmen?". Auf einer fundamentalen Ebene unterscheiden wir AR von Szenarien, in denen Teilnehmer keinen Zusammenhang zwischen dem Virtuellen und dem Realen erfahren. Wir identifizieren dann zwei Kernbeziehungen, die AR ermöglichen: (a) *räumliche Beziehungen* zwischen dem Virtuellen und dem Realen (hier scheint virtueller Inhalt im realen Raum zu existieren) und (b) *inhaltliche Beziehungen* zwischen dem Virtuellen und dem Realen. Danach hinterfragen wir, auf welche Weise virtueller Inhalt seine reale Umgebung beeinflussen kann. Basierend auf der Rolle, die der virtuelle Inhalt im echten Raum spielt, unterscheiden wir zwischen fünf Formen von AR:

1. *Extended reality*: Szenarien, in denen das Virtuelle die reale Umgebung ergänzt.
2. *Diminished reality*: Fälle, in denen virtueller Inhalt reale Elemente scheinbar aus der echten Umwelt entfernt.
3. *Altered reality*: Umgebungen, in denen die virtuellen Informationen die augenscheinlichen Eigenschaften der realen Welt verändern.
4. *Hybrid reality*: Szenarien, in denen das Virtuelle eine echte Umgebung, die ohne die virtuellen Ergänzungen als unvollständig betrachtet würde, vervollständigt.
5. *Extended perception*: Fälle, in denen nicht wahrnehmbare, aber reale Aspekte der realen Welt in virtuelle Informationen übersetzt werden, die wir mit unseren Sinnen wahrnehmen können.

Anschließend gehen wir erneut auf Szenarien ein, in denen virtuelle Objekte scheinbar in der realen Welt existieren und diese erweitern. Wir stellen fest, dass das Vorhandensein virtueller Objekte im realen Raum Möglichkeiten für Beeinflussungen und Wechselwirkungen zwischen dem Virtuellen und dem Realen eröffnet. Auf dieser Ebene unterscheiden wir zwischen zwei Kernbeziehungen zwischen dem Virtuellen und dem Realen: (1) *physische Beziehungen* (das Virtuelle und das Reale scheinen sich gegenseitig physisch/physikalisch zu beeinflussen) und (2) *Verhaltensbeziehungen* (das Virtuelle und das Reale nehmen sich gegenseitig wahr und reagieren auf einer sozialen Ebene oder Verhaltensebene aufeinander). Danach besprechen wir kurz andere mögliche Beziehungen zwischen dem Virtuellen und Realen, wie zeitliche Beziehungen zwischen den beiden oder musikalische Beziehungen zwischen virtuellen und realen Instrumenten.

Kapitel 5 geht näher auf eine bestimmte Beziehung zwischen dem Virtuellen und dem Realen ein, und widmet sich der Interaktion zwischen beiden. Aufgrund der Tatsache, dass sich virtuelle Objekte nicht an physikalische Gesetze halten müssen und nicht direkt Kräfte auf

reale Objekte ausüben können, stellen wir uns die folgenden Fragen: Welche Arten der Interaktion zwischen dem Virtuellen und dem Realen sind sowohl möglich als auch glaubwürdig? Wir untersuchen (1), ob virtuelle Objekte auf eine realistische Art mit echten Objekten interagieren können und (2) ob sie auf eine phantasievolle, aber glaubhafte Weise interagieren können. Um diese Fragen zu beantworten, verfolgen wir sowohl einen theoretischen als auch einen praktischen Ansatz. Wir ziehen bestehende Forschungsarbeiten und AR-Beispiele zu Rate, führen eigene erste Experimente durch und reflektieren die Ergebnisse dieser Experimente. Dies führt uns zu der Schlussfolgerung, (1) dass virtuelle und reale Objekte Aktionen und Reaktionen, die wir aus der realen Welt kennen, glaubhaft simulieren können und (2) dass sie sich auch auf phantasievolle Arten, die in der realen Welt kein Äquivalent haben, gegenseitig beeinflussen können.

Kapitel 6 baut auf dem Gedanken auf, dass virtuelle Objekte sich von echten Objekten unterscheiden können. Wir untersuchen, ob virtuelle Objekte auch anders wahrgenommen werden können als reale Objekte. Um diese Möglichkeit zu untersuchen, entwickeln und präsentieren wir einen Prototyp dessen, was wir "Sonically Tangible Object" nennen. Konkret präsentieren wir einen virtuellen, unsichtbaren und nicht-taktilen Würfel, der in einem realen Raum platziert ist. Dieser Würfel kann durch explorative Handgesten erfahren werden. Wenn man den Würfel mit den Fingern berührt, werden sogenannte binaurale Klänge ausgelöst, die scheinbar von genau der Stelle ausgehen, an der das Objekt berührt wird. Unsere ersten Experimente legen nahe, dass dieser klang- und bewegungsbasierte Ansatz taktil-artige Empfindungen auslösen und die Anwesenheit virtueller Objekte im realen Raum vermitteln kann. Wir besprechen das Konzept, die Umsetzung und unsere Erfahrungen mit dem "Sonically Tangible Object" und stellen unsere Forschung in einen breiteren Kontext.

Kapitel 7 schließt die Doktorarbeit ab. Wir kehren zu unseren Hauptfragen zurück ("*Was ist Augmented Reality?*" und "*Welche Formen kann AR annehmen?*") und reflektieren die Antworten, die wir gefunden haben. Darüber hinaus gehen wir auf offene Fragen ein, die sich während dieser Forschungsarbeit ergeben haben und die wir jetzt, nachdem wir eine umfassende Literaturstudie durchgeführt haben, praktische Erfahrungen mit AR gesammelt haben und eine eigene umfassende Theorie der AR entwickelt haben, beantworten können. Des Weiteren fassen wir Erkenntnisse zusammen, die das Designen von AR-Erlebnissen unterstützen können. Auch besprechen wir methodologische und technologische Einschränkungen unserer Forschung und weisen mögliche Richtungen für zukünftige AR-Forschung und -Entwicklung auf. Unter anderem schlagen wir vor, sich weniger auf die Nachahmung unserer bestehenden Realität zu konzentrieren und stattdessen neue, phantasievolle und kreative Formen von AR zu schaffen, die in einer rein physikalischen Welt kein

Äquivalent haben.

