



Ludwig-Maximilians-Universität München
LFE Medieninformatik

Hauptseminar „Virtual and Augmented Reality“

SoSe 2004

Prof. Dr. Heinrich Hussman

Betreuung: Dipl. Inf. Arndt Vitzthum

Interaktionstechniken und -metaphern für AR, Tangible User Interfaces und AR

Akos Regi

17. Oktober 2004

Zusammenfassung

Dieser Artikel befasst sich mit der verschiedenen Interaktionstechniken in dem Bereich Augmented Reality (AR) und Tangible User Interfaces (TUI) anhand der bereits vorhandenen Entwicklungen.

1 Einführung - Entwicklung der Technik

Während der Entwicklung der Technik wurde zuerst eine textbasierte Darstellung von Informationen auf Rechneranlagen mit der Tastatur als Eingabegerät möglich. Später als die Technik dies ermöglichte, wurden die

Rechner mit graphischer Oberfläche - GUI¹ ausgestattet. Bereits damals war die große Frage: mit was für ein Hilfsgerät soll die Interaktion zwischen Rechner und Mensch erfolgen. Mit der Zeit wurden verschiedene Geräte (Maus, Trackball, Pen, Tablet etc.) erarbeitet, wovon für die alltäg-

¹GUI - Graphical User Interface – graphische Benutzerschnittstelle

liche Nutzung die Maus sich durchgesetzt hat. Warum die Maus kein optimales Eingabegerät ist, wird sich später herausstellen.

Einen ähnlichen Trend kann man heutzutage bei der Entwicklung von Interaktionsgeräten für AR² beobachten. Bei der Entwicklung von Interaktionsgeräten hat man heute dank der Technik eine wesentlich größere Gestaltungsfreiheit. Die Funktionsprinzipien der Geräte greifen auf verschiedene Interaktionsmöglichkeiten und Interaktionstechniken zurück. Dieses Gebiet wird auch von Psychologen erforscht.

2 Interaktion

2.1 Definition

Was ist eigentlich die Interaktion? Ich habe folgende Definition auf der Seite der Uni Freiburg gefunden.

Interaktion: Wechselseitige Orientierung der Handlungs- und Kommunikationspartner auf der Grundlage von Erwartungen, positiven und negativen Einstellungen sowie Einschätzungen und Bewertungen der gemeinsam zu bewältigenden Situation. [1]

Das Problem der Interaktion lässt sich aus zwei Richtungen betrachten:

- aus der Sicht der Theorie: Ziel und Zweck der Anstrengungen

- und aus der Sicht der Praxis: Anhand der existierenden Geräten

2.2 Natürliche Interaktion

Die ideale bzw natürliche Interaktion besagt, dass der Benutzer die Objekte direkt manipulieren kann, d. h. zur Interaktion dient die natürliche Umgebung des Menschen als User Interface. [3] Diese Interaktion wird nur durch die neuesten Entwicklung in dem Bereich TUI³ und TAR⁴.

2.3 Interaktionsmöglichkeiten

Der Benutzer kann sich mit einem AR System mittels Interaktion verständigen. Es werden dabei 4 verschiedene Interaktionen unterschieden:

- akustische Interaktion
- Interaktion mittels Mimik
- Interaktion anhand der Körperbewegung
- Interaktion mittels der Handbewegung

Auf die akustische Interaktion und Interaktion mittels Mimik wird hier nicht näher eingegangen, obwohl es Interessant wäre, die Objekte eines AR Systems mittels Stimme manipulieren zu können.⁵ Die Objekt-Identifikation

²AR - **A**ugmented **R**eality – erweiterte Realität

³TUI – **T**angible **U**ser **I**nterface – greifbare bzw. Fühlbare Benutzerschnittstelle

⁴TAR – **T**angible **A**ugmented **R**eality – greifbare bzw. fühlbare erweiterte Realität

⁵Es gibt leider wenig Ansätze in dieser Richtung.

könnte man z.B. mittels Beschriftung des Objektes lösen. Die 3D-Bewegung wäre etwas schwieriger, man könnte es aber etwas umständlich über die Angabe von Achsen und die Einheiten realisieren. Eine weitere Schwierigkeit bei der Sprachsteuerung ist derer Fehleranfälligkeit. [3] Diese Art von Interaktion ist wegen ihrer Umständlichkeit nur in Ausnahmefällen zu empfehlen. Zu der Interaktion mittels Mimik lässt sich leider nur wenig sagen. Es wird meistens nur in Verbindung mit Sprachsteuerung verwendet, um die Genauigkeit der Erkennung zu verbessern. Es bleibt also die Körperinteraktion und händische Interaktion.

Auf Interaktion anhand der Körperbewegung und anhand der Handbewegung wird später eingegangen, da die meiste Interaktion mittels Handbewegung und mit Hilfe diverser Hilfsgeräte erfolgt. Eine mögliche Einteilung der Interaktionsgeräte folgt unten.

2.4 Aufteilung anhand der Interaktionsgeräten

Die Interaktion könnte man zum Beispiel, wie folgt klassifizieren.

- Klassische Interaktion
- Augmented Reality
- TUI – Tangible User Interface

- TAR – Tangible Augmented Reality
- Spezielle Entwicklungen

2.4.1 Klassische Interaktion

Die Kommunikation zwischen Mensch und Computer erfolgt üblicherweise über ein Graphical User Interface (GUI). Dieses wurde 1973⁶ entwickelt und löste den Kommandozeilenmodus ab, bei dem der Benutzer alle vorhandenen Befehle im Gedächtnis behalten und Fehlermeldungen deuten musste. Als Interaktionsgerät diente damals die Tastatur und der Monitor. Die Interaktion erfolgte also händisch, besser gesagt durch die Finger.

Ein GUI dagegen bedient sich der Desktop-Metapher, d.h. der Bildschirm simuliert eine Schreibtischoberfläche. Ikone („Icons“) und Fenster („Windows“) symbolisieren die einzelnen Anwendungsbereiche. Die Auswahl der gewünschten Anwendung erfolgt mit Hilfe eines Pointergerätes (meistens Maus). Ein GUI hat gegenüber dem Kommandozeilenmodus den entscheidenden Vorteil, dass sich der Benutzer nicht an die einzelnen Befehle erinnern muss. Er sieht anhand der Ikone, welche Anwendungen auf dem jeweiligen Computersystem vorhanden sind. Weiter wird er durch Interaktionselemente, wie z.B. Knöpfe („Buttons“) und Menüs, auf die möglichen Aktionen aufmerksam

⁶Die Firma Xerox hat im Jahre 1973 den ersten Computer (Alto) mit graphischer Oberfläche entwickelt. Dieser Computer hatte bereits eine Drei-Tasten-Maus als Zeigegerät, graphische Fensterdarstellung und war Netzwerkfähig. Diese wurde aber nicht in Serie gebaut, sondern nur in Nachfolger (Star), der bereits doppel-klickbare Ikonen, überlappende Fenster und Dialog-Fenster hatte. [2]

gemacht. Trotz all dem fällt es vielen Menschen der Umgang mit dem Computer schwer. Neueinsteiger haben oft Probleme mit der Bedienung der Maus⁷ und mit der Interpretation der verwendeten Symbole. Sie sind gewohnt, ein Objekt, das sie manipulieren wollen, direkt anzufassen⁸ anstatt es mit Hilfe eines Zeigergeräts auszuwählen.

Um diese direkte Interaktion zwischen Mensch und Computer zu ermöglichen, wurden Tangible User Interfaces (TUI). [4]

2.4.2 Augmented Reality

Ein Augmented Reality System ermöglicht dem Benutzer einen vollständigen Blick auf die reale Welt, der zusätzlich mit virtuellen Objekten überlagert wird. Dies wird z.B. durch durchsichtige HMD⁹ ermöglicht in denen zusätzliche virtuelle Objekte eingeblendet werden. Es gibt zwei Arten von HDM: Optical See Through (OST) und Video See Through (VST).

Interaktion bei AR kann indirekte oder direkte Weise erfolgen.

Indirekt: erinnert an die Informationsvisualisierung, d.h. die dargestellten Objekte visualisieren Informationen. Der Benutzer interagiert nicht mit den angezeigten Objekten, viel mehr mit deren Gehalt, den er selber beeinflussen kann. Die Darstellung der Objekte müssen an die Umgebung angepasst werden. Ein Bei-

spiel dafür ist das von BMW entwickelte System, das beim Autofahren an die Windschutzscheibe Objekte projiziert. Der Informationsgehalt der dargestellten Objekte sind von der Geschwindigkeit, was von dem Fahrer gesteuert wird, abhängig. Ich möchte hier auf den Vortrag von Christian Clauss [5] hinweisen.

Direkt: anhand der Körperbewegung. Klassisches Beispiel dafür ist das Display von Kampfpiloten. Die im HMD dargestellte Informationen ändern sich abhängig der Augen- und Kopfbewegungen. Es gibt aber auch andere friedlicheren Entwicklungen. Diese Geräte sind nicht nur reine Ausgabegeräte, da die Ausgabe anhand der Kopfposition und Kopfbewegung erfolgt. Die Darstellung der virtuellen Objekte ändert sich entsprechend der Kopfbewegung. Es gibt zwei Versionen von HMD, die Optical See Trough und Video See Trough.

Vergleich der verschiedenen Arten vom HMD

Die zwei HMD werden anhand Ihrer Charakteristika in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt.

Optical See Trough

Bei dem OST wird eine durchsichtige Brille verwendet. Die virtuellen Objekte werden in das Sichtfeld des Benutzers projiziert.

⁷Die Bedienung der Maus und ihrer drei Tasten erfordert i.a. eine gewisse Übung.

⁸vgl. natürliche Interaktion

⁹Head Mounted Display

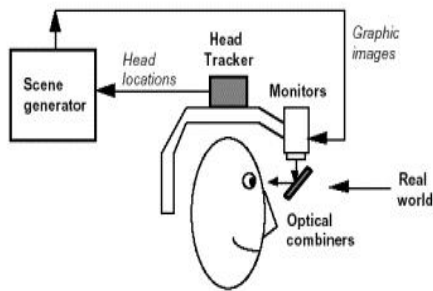


Abbildung 1: Funktionsweise von Optical See Trough HMD

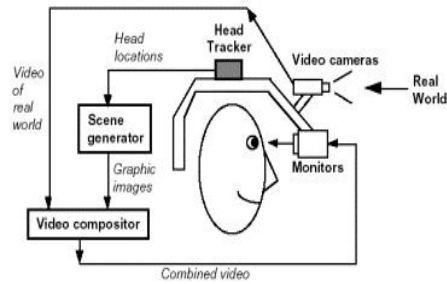


Abbildung 2: Funktionsweise von Video See Trough HMD

Vorteile:

- + die reelle Umgebung muss nicht digital aufgearbeitet werden
- + im Fehlerfall sieht der Benutzer die reelle Umgebung
- + erfordert weniger Ressourcen als Video See Trough

Nachteile:

- verzögerte Darstellung der virtuellen Objekte

Video See Trough

Bei VST wird eine nicht durchsichtige Brille mit (meistens) LCD Anzeige verwendet. Die reelle Umgebung wird durch den Rechner digital aufgearbeitet und die virtuellen Objekte werden hineingerechnet. Das Sichtfeld der Brille stimmt nicht mit dem natürlichen Sichtfeld des Benutzers überein.

Vorteile:

- + perfekte Darstellung der virtuellen Objekte innerhalb der reellen Umgebung

Nachteile:

- hohe Rechnerleistung erforderlich
- verzögerte Darstellung der Gesamtumgebung
- im Fehlerfall steht der Benutzer im Dunkel
- Differenz zw. Augensicht und Kamerasicht

Eine Kombination aus Optical/Video See Trough und Datenhandschuh möglich. Hier sollten zuerst die einfachen AR Systeme vorgestellt werden. Bei diesen Systemen erfolgt nur eine eingeschränkte Interaktion mit dem Benutzer.

The Virtual Showcase

Ein praktisches Beispiel für die direkte Interaktion ist Virtual Showcase, was bereits verwirklicht wurde. Ein Virtual Showcase erweitert ein in einer Glasvitrine befindliches reelles Objekt mit 3D Grafik. Die Glasvitrine hat dabei die normale Größe einer Ausstellungsvitrine um die Kompatibilität zu herkömmlichen Museumsvitrinen zu gewährleisten.



Abbildung 3: Virtual ShowCase

Wissenschaftliche oder kulturelle Exponate werden im Virtual Showcase so platziert, dass die Exponate von virtuellen Objekten überlagert werden, um eine mögliche Rekonstruktion zu zeigen. Das Objekt mit den virtuellen Überlagerungen wird aus einem Sichtpunkt, aus einem anderen wird das original Objekt (Exponat) ohne virtuellen Überlagerungen sichtbar. [6]

Augurscope

Das zweite praktische und interessante Beispiel ist das Augurscope. Das Augurscope ist ein mobiles augmented reality Interface fürs Freie. Das auf einem Dreibein montiertes Gerät ist frei aufstellbar und drehbar. Es besteht aus einer Kamera, GPS

Empfänger, WLAN, Internetverbindung mittels GPRS, elektronischer Kompass, Trackingzeug und einem Notebook. Das Gerät ermöglicht ähnlich, wie das VideoSeeTrough HMD, die Ergänzung der realen Welt mit virtuellen Objekte. Die erweiterte Welt wird auf dem TFT-Display des Notebooks dargestellt, was die Betrachtung für mehrere Personen ermöglicht.

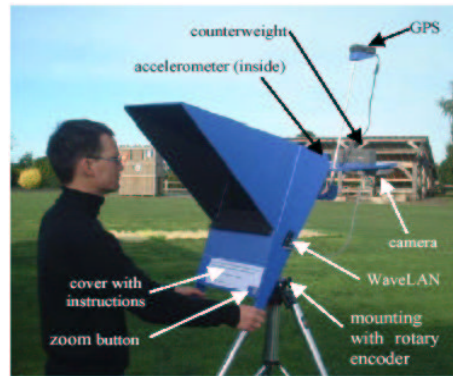


Abbildung 4: Augurscope

Als Anwendungsbereich kommt die Betrachtung und virtuelle Restaurierung von Ruinen oder Visualisierung von Plänen in Frage. Die Interaktion kann nur mit einer Person erfolgen. Das Gerät lässt sich drehen und man kann auf Objekte zoomen. Das Gerät hat Informationen lokal aber nicht alles. Das Gerät kann sich mittels GPS lokalisieren und mit Hilfe dieser Information weitere Informationen, vorausgesetzt diese vorhanden sind, zu der virtuellen Erweiterung der realen Welt übers Internet oder Netzwerk anfordern bzw. abrufen. Der Vorteil des Gerätes ist die (eingeschränkte) Mehrbenutzerfähigkeit, und dass, das Gerät ohne zusätzliches Hilfsgerät (z.B. HMD) aus-

kommt. Das Gerät verletzt aber das Prinzip der natürlichen Interaktion, weil die Interaktion mit dem Gerät mittels zwei Griffe, wodurch es gedreht und gesenkt werden kann, und mittels anderen Bedienelemente erfolgt. [7]

2.4.3 TUI – Tangible User Interface

Tangible User Interface wird als greifbare, fühlbare Benutzer Schnittstelle übersetzt. Ein TUI verwendet Objekte aus dem alltäglichen Umfeld des Menschen als Schnittstelle zum Computer. Der Computer selbst tritt dabei in den Hintergrund. Ziel ist es, die natürliche Umgebung des Menschen als User Interface einzusetzen und dadurch die reale Welt mit der virtuellen zu verbinden. [3]

Ein Beispiel dazu ist PIP¹⁰. Es wird ein weiteres Beispiel BUILD-IT vorgestellt.

erstes Beispiel für TUI: PIP - Personal Interaction Panel

Eine Verwirklichung von Tangible User Interface ist PIP - Personal Interaction Panel. Es besteht aus drei Teilen, aus einem Tablet, einem Stift und einer HMD. Es wäre auch möglich den Stift durch einen Datenhandschuh zu ersetzen. Das Tablet dient hierbei als Ausgabe-/Anzeigegerät. Der Stift oder Datenhandschuh dient zur Interaktion. Wie die Abbildung von PIP zeigt, werden die virtuellen Objekte auf dem Tablet dargestellt und der Benutzer mittels eines Stiftes mit dem System interagieren kann. Die Objekte werden auf

dem Tablet plaziert und mit Hilfe von HMD sichtbar gemacht. [9]

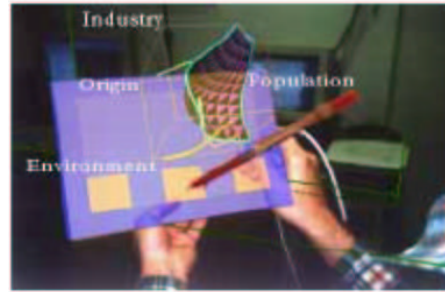


Abbildung 5: Personal Interaction Panel

PIP folgt dem Ansatz der natürlichen Interaktion, d. h. die virtuellen Objekte werden zwar direkt manipuliert, dies geschieht jedoch mit Hilfe eines Pointergerätes.

zweites Beispiel für TUI: BUILD-IT

Das BUILD-IT System besteht aus zwei Displays, zwei Dominosteinen und aus anderen Steuerungselementen. Es gibt zwei Displays: ein für die Übersicht und ein für die sog. Szene-Sicht. In der Übersicht kann man eine virtuelle Kamera bewegen. Anhand der Position der Kamera ändert sich der Darstellung der Scenensicht. Man hat die Möglichkeit des Hineinzoomes sowie der Drehung.

Die Übersicht wird meistens, wie ein Plan auf dem Tisch projiziert. Die

¹⁰Personal Interaction Panel – persönliches Interaktions-Panel, Gerät

Interaktion erfolgt ebenfalls auf dem Tisch, mit Hilfe der Dominosteine und weiterer Hilfselementen. Diese Hilfselemente sind Markierungen am Rand, womit man eine Aktion einleiten kann, z.B. zoomen, Anfassen eines Objektes, ändern der Position bzw. Sichtrichtung der virtuellen Kamera etc. Die Darstellung der Schemansicht wird meistens auf eine Seitenwand projiziert.



Abbildung 6: BILD-IT übersicht

Als einziges von mir verwendetes Beispiel wird bei BUILD-IT sogenannte bimanuelle Interaktion verwendet. Diese nicht ganz konventionelle Eingabetechnik erfolgt mit Hilfe von sog. Bricks – Dominosteinen. Der Benutzer bekommt hier kein Hilfsgerät, wie HMD oder Datenhandschuh, sondern lediglich zwei kleine Dominosteine. Der Benutzer interagiert also mit Hilfe von zwei physisch vorhandenen Objekten. Dieser Vorteil stellt auch gleich eine gewisse Hürde dar, da die Steuerung eine spezielle Technik erfordert, die zuerst erlernt werden muss. Die Steuerung erfolgt zweidimensional für dreidimensionale Objekte.

¹¹Die Mehrbenutzerfähigkeit beschränkt sich meistens auf zwei Benutzer.



Abbildung 7: Steuerungselemente von BUILD-IT

Die Mehrbenutzerfähigkeit¹¹ kann dem Augurscope gegenüber auch aktiv bzw. abwechselnd ohne große Umstände praktiziert werden.

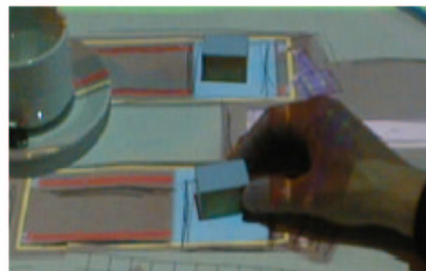


Abbildung 8: Die Dominosteine von BUILD-IT

Bewertung von BUILD-IT

Nachteile:

- spezielles Interaktionswerkzeug (Dominosteine + Steuerungssymbole)
- User muss sich spezielle Interaktionstechnik aneignen
- zwei Displays

Vorteile:

- + gut geeignet für Architekten/CAD¹² Anwendungen
- + mehrbenutzerfähig



2.4.4 TAR – Tangible Augmented Reality

Als Tangible Augmented Reality (TAR) bezeichnet man eine Kombination aus einem Augmented Reality System und einem Tangible User Interface. Dabei interagiert der Benutzer mit den virtuellen Objekten, indem er meist reale Objekte manipuliert. Das hat gegenüber mit dem TUI den Vorteil, dass der Benutzer keine spezielle Technik erlernen muss, um virtuelle Objekte zu manipulieren. Die Interaktion mit diesen virtuellen Objekten erfolgt mit denselben Methoden, wie die Interaktion mit realen Objekten. [3]

Beispiel für TAR: Table TOP

TableTOP – Transreflectives Board oder auch als TableTop genannt.

Es besteht aus einem HMD und einem transreflexivem Tablet. Es handelt sich hier um ein sog. reach-in System, d.h. das dargestellte Objekt kann direkt unter/hinter dem Tablet manipuliert werden. Diese Interaktion kommt an die natürliche Interaktion am nächsten heran. [10]

Abbildung 9: Bild von einer TABLE-TOP

Vorteile:

- + Direktmanipulation des virtuellen Objekts
- + natürliche Interaktion

Nachteile:

- Hilfsgerät nötig (HMD)
- kein haptisches und Forcefeedback
- das Board ist meist Ortsgebunden

ActionGame

Die Interaktion mit virtuellen Objekten erfolgt mit Hilfe von realen Objekten (Marker). Der Benutzer kann beide Hände gleichzeitig zur Interaktion verwenden, wodurch mehrere Objekte gleichzeitig manipuliert werden können. Eine Zusammenarbeit von mehreren Benutzern ist möglich. Weitere Informationen sind auf der Projektseite [8] zu finden.

¹²CAD – Computer Aided Design: Rechner unterstützte Planung

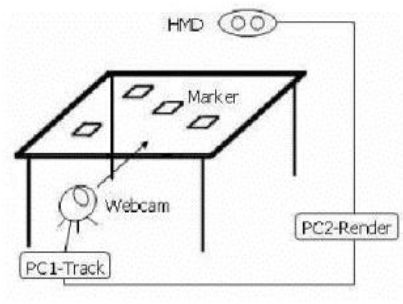


Abbildung 10: Funktionsschema von ActionGame

Vorteile:

- + bimanuelle Interaktion
- + „fast“ natürliche Interaktion¹³

Nachteile:

- Hilfsgerät nötig (HMD)
- kein haptisches und Forcefeedback
- das Board ist meist Ortsgebunden

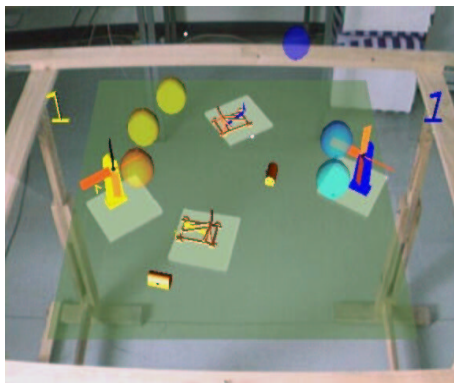


Abbildung 11: ActionGames

¹³die Objekte werden direkt auf den Marker projiziert bzw. auf dem Marker dargestellt

¹⁴eine mögliche Übersetzung wäre: Spähloch oder Guckloch

3 Interaktionsmetapher

Die Entwicklung braucht stetig neue Ideen, die zuerst geplant werden, später versucht man diese auch umzusetzen. Die Ideen werden meistens auf eine alltägliche Tätigkeit zurück geführt.

3.1 Definition

Was ist Metapher?

Metapher Bildliche Übertragung, besonders einen sehr konkreten Begriff auf einen abstrakten, aufgrund eines Vergleichs. (Duden)

Man versucht alltägliche Interaktionshandlungen in einer AR Welt abzubilden bzw ermöglichen. So eine Umsetzung könnte man in dem Bereich AR als Interaktionsmetapher bezeichnen. Diese Metapher sind Innovationsträger, und als solcher bieten die Metapher der Forschung ständige Herausforderung.

3.1.1 erstes Beispiel: PeepHole

Ein allgemeiner Begriff von Peephole¹⁴ und Peephole Interface erlaubt eine konsistente Integration aller in einem Raum befindlichen Geräte. Jede Information hat seinen Platz in dem Raum und besitzt eine Zugriffsteuerung. Anzeigen, wie z.B. Monitore, mit bekannten Positionen und bekanntem Zugriffserlaubnis zeigen die korrespondierende Informationen an.

mobile Anzeigen können dorthin bewegt werden, wo die Informationen verfügbar sind, und können die Information, soweit dies von der Zugriffssteuerung erlaubt wird, anzeigen. [11]

3.1.2 SUIPE – Saarland University Pervasive Instrumented Environment

Eine spezielle Entwicklung von Peep Hole an der Universität Saarland erarbeiteter Ansatz ist SUIPE. Die SUIPE besteht aus einem Raum, einen Schreibtisch, Stuhl, einem an die Decke montierten Projektor, Anzeigegegeräten und Lautsprecher.

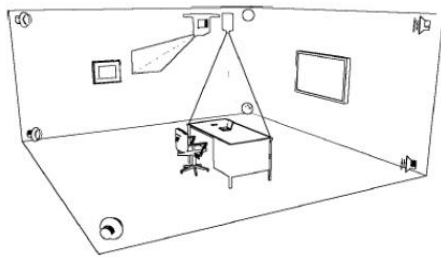


Abbildung 12: SUIPE

Auf die Schreibtischoberfläche werden die virtuellen Objekte dargestellt. An den Wänden sind große Touch-Screen Displays, die als großes schwarzes Brett funktionieren. Man kann hier allgemeine Informationen finden und auch dorthin platzieren. Der ganze Raum kann durch den auf die Decke montierten Projektor mit Objekten/Informationen erweitert werden. Der Raum hat noch verschiedene Arten von Rechner: Desktop, Tablet, Notebook, PDA etc. Diese sind an mehr oder weniger bekannten Positionen, wo sie sowohl als

Eingabe- als auch als Ausgabegerät dienen. Man kann am Rechner Informationen anfordern, deren Position im Raum unbekannt ist. Der Projektor dreht sich dorthin, wo die Information verfügbar ist und zeigt diese an.

Falls eine angeforderte Information zu einem bestimmten Zeitpunkt eintrifft, kann der Benutzer mittels akustischer Signale darauf aufmerksam gemacht werden. So kann der Benutzer ein Gerät z.B. sein PDA hinbewegen, um die neu verfügbare Information anzuschauen. [11]

3.1.3 Public- bzw. Privacy Lamp

Die Hintergrundidee ist, dass man bestimmte Bereiche des Schreibtisches mit einem virtuellen Lichtstrahl beleuchten kann, um einen privaten/öffentlichen Teil zu markieren. Man kann die privacy (private) Lampe auf Objekte richten um diese für den Benutzer sichtbar zu machen, wobei diese Objekte aus anderem Sichtwinkel unsichtbar bleiben. In dem linken Bild der obigen Abbildung kann man das Objekt in der Mitte sehen, in dem rechten Bild sieht man das Objekt in der Mitte aber nicht.

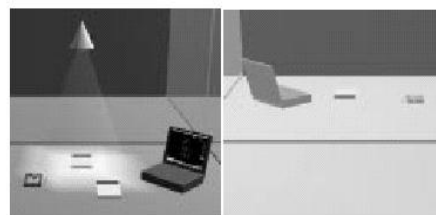


Abbildung 13: Privacy Lamp

Umgekehrt wäre es auch möglich

die public (öffentliche) Lampe auf Objekte zu richten, die für andere sichtbar gemacht werden sollten. Die Größe der beleuchteten Fläche könnte auch veränderbar gemacht zu werden. [12]

3.1.4 Vampire Mirror

Eine anderer Ansatz wird von Vampire Mirror¹⁵ verfolgt, wobei ein selektiver Spiegel, verwendet wird, welcher die öffentlichen Objekte reflektiert, nicht aber die privaten.

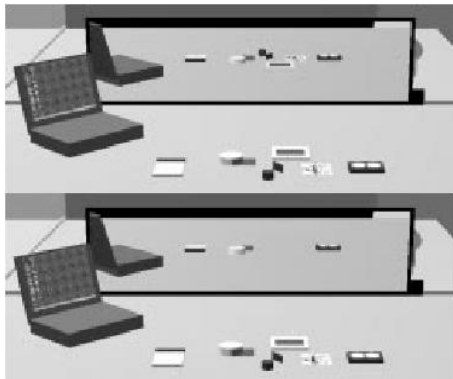


Abbildung 14: Vampire Mirror

Im Spiegel kann der Benutzer seine öffentlichen Objekte sehen, so sieht der Benutzer im Spiegel den Status seiner Objekte. Die Objekte, die nicht im Spiegel zu sehen sind, sind für andere nicht sichtbar. Das Suchen eines Spiegelbildes im Spiegel ist eine alltägliche Tätigkeit, die nicht neu erlernt werden muss. Die Sichtbarkeit ist eine änderbare Eigenschaft. Der Benutzer kann die Sichtbarkeit von Objekten durch das Berühren des Spiegelbildes auf unsichtbar ändern. Falls der Benutzer

¹⁵Eine denkbare Übersetzung wäre: Vampir Spiegel, gemeint ist damit ein selektiver Spiegel.

den Spiegel mit dem Objekt berührt, wird es wieder sichtbar. [12]

4 Zusammenfassung

Wie man sieht, es tut sich viel in dem Bereich der Interaktion für AR. Es setzte sich bisher keine Interaktionstechnik als Nachfolger der Maus und des Monitors durch. Es gibt viele interessante Entwicklungen, diese sind aber meistens Speziallösungen für einen bestimmten Bereich.

Wie man es erkennen konnte, kommt ein interaktives AR System ganz ohne Zusatzgeräte nicht aus. Diese Eigenschaft behindert die Verbreitung von AR, weil jedes Hilfsgerät gleich eine Einschränkung für den Benutzer bedeutet, was nicht einfach akzeptiert wird.

Literatur

- [1] Abteilung für Medizinische Psychologie der Universität Freiburg: Online Lehrbuch <http://www.medpsych.uni-freiburg.de/OL/glossar/index.html>
- [2] Edmund Eberleh u. a. : Einführung in die Softwareergonomie, Band 2, Gestaltung graphisch-interaktiver Systeme: Prinzipien, Werkzeuge, Lösungen, 2. Auflage Walter de Gruyter Verlag, ISBN 3 11 013814 X
- [3] Christiane Ulbricht: Diplomarbeit: Tangible Augmented

- Reality für Computerspiele, ausgeführt am Institut für Softwaretechnik und Interaktive Systeme der Technischen Universität Wien, TU Wien, 9. September 2002
S. 41- 56
<http://www.cg.tuwien.ac.at/~cu/tangibleAR/thesis.pdf>
- [4] H. Ishii, B. Ullmer: Tangible Bits: „Towards Seamless Interfaces between Pople, Bits and Atoms“, in Proceedings of Conference on Human Factors in Computing Systems ACM Press, pp. 234-241, 1997
- [5] Vortrag von Christian Clauss: AR - Überblick und Abgrenzung zu VR, Klassifizierung von AR Anwendungen, am 3. Mai 2004 Hauptseminar: Virtual and Augmented Reality, SS 2004, LFE Medieninformatik LMU München http://www.medien.ifi.lmu.de/fileadmin/mimuc/hs_2004/vortrag_clauss.pdf
- [6] Augmented Reality Project der Studierstube der TU WIEN, The Virtual Showcase Florian Ledermann and Dieter Schmalstieg: Presenting Past and Present of an Archaeological Site in the Virtual Showcase, 4th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage (2003), pp. 1-6
<http://www.ims.tuwien.ac.at/media/documents/publications/vast2003draft.pdf>
- [7] Holger Schnädelbach, Boriana Koleva, Martin Flintham, Mike Fraser, Shahram Izadi, Paul Chandler, Malcolm Foster, Steve Benford, Chris Greenhalgh, Tom Rodden: The Augurscope: Mixed Reality Interface for Outdoors, The Mixed Reality Laboratory, The University of Nottingham Nottingham NG7 2RD, UK
<http://www.equator.ac.uk/PublicationStore/2001-schndelbach.pdf>
- [8] Homepage der Studierstube an der TU Wien, Project Tangible Augmented Reality for Computer Games
<http://www.cg.tuwien.ac.at/~cu/tangibleAR/>
- [9] Zsolt Szalavári and Michael Gervautz: Personal Interaction Panel – a Two-Handed Interface for Augmented Reality EUROGRAPHICS '97 D. Fellner and L. Szirmay-Kalos (Guest Editors), Volume 16,(1997), Number 3
<http://www.cg.tuwien.ac.at/research/vr/pip/>
- [10] Oliver Bimber, André Stork and Pedro Branco: PROJECTION-BASED AUGMENTED ENGINEERING http://www.uni-weimar.de/~bimber/Pub/probe_final.pdf
- [11] Andreas Butz, Antonio Krüger: A Generalized Peephole Metaphor for Augmented Reality and Instrumented

Environments, Saarland University, Computer Science, 66123 Saarbrücken, Germany
<http://w5.cs.uni-sb.de/~butz/publications/papers/peephole.pdf>

- [12] Andreas Butz, Clifford Beshers, Steven Feiner: Of Vampire Mirrors and Privacy Lamps: Privacy Management in Multi-User Augmented Environments
Dept. of Computer Science, 1214 Amsterdam Ave. 450 CS Building, Columbia University, New York, NY 10027, Proc. ACM UIST '98 (Symp. on User Interface Software and Technology), San Francisco, CA, November 2-4, 1998, 171-172
<http://w5.cs.uni-sb.de/~butz/publications/papers/uist98.pdf>

- [13] M. Fjeld, N. Ironmonger, S. Guttormsen Schär and H. Krueger: Design and Evaluation of Four AR Navigation Tools Using Scene and Viewpoint Handling
IHA, Swiss Federal Institute of Technology, Clausiusstr. 25, CH-8092 Zurich In proceedings of INTERACT 2001, Tokyo, Japan, July 9-13, 2001. 10 pages. <http://www.fjeld.ch/pub/interact2001.pdf>

Nützliche Links:

Homepage von Tangible Media Group
http://tangible.media.mit.edu/projects/Tangible_Bits/projects.htm

Mitsubishi Electric Research Laboratories
<http://www.merl.com/reports/>

Tangible Interaction + Graphical Interpretation: A New Approach to 3D Modeling
<http://www.merl.com/reports/docs/TR2000-13.pdf>

Homepage von Mr. Ronald T. Azuma
<http://www.cs.unc.edu/~azuma/>

Azuma: Survey of AR
<http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARresence.pdf>

Studierstube der TU Wien
http://www.studierstube.org/research_master.php

Tangible Augmented Reality for Computer Games
<http://www.cg.tuwien.ac.at/~cu/tangibleAR/>