

Ein Framework für immersive virtuelle Umgebungen (FIVE): Spekulationen über die Rolle der Präsenz in virtuellen Umgebungen

Mel Slater¹,
Abteilung für Computerwissenschaften,
University College London,
Gower Straße,
London WC1E 6BT, Großbritannien

Sylvia Wilbur², Abteilung für
Computerwissenschaften,
QMW-Universität London,
Mile End Road,
London E1 4NS, Großbritannien.

„Wir modernen, zivilisierten, drinnen erwachsenen Menschen sind so daran gewöhnt, auf eine Seite, ein Bild oder durch ein Fenster zu schauen, dass wir oft das Gefühl verlieren, zu sein *umgeben* durch die Umwelt, unser Gespür für die *Umgebungs*Reihe von Licht ... Wir leben ein Leben in Boxen.“ (Gibson, 1986)

Abstrakt

In diesem Artikel werden die Konzepte der Immersion und Präsenz in virtuellen Umgebungen untersucht. Wir schlagen vor, dass der Grad der Immersion objektiv als Eigenschaften einer Technologie bewertet werden kann und Dimensionen wie das Ausmaß hat, in dem ein Anzeigesystem einem Teilnehmer eine umfassende, umfassende, umgebende und lebendige Illusion einer virtuellen Umgebung vermitteln kann. Andere Dimensionen der Immersion befassen sich mit dem Ausmaß des Bodymatching und dem Ausmaß, in dem ein in sich geschlossener Plot vorhanden ist, in dem der Teilnehmer agieren kann und in dem es eine autonome Reaktion gibt. Präsenz ist ein Bewusstseinszustand, der mit dem Eintauchen einhergehen kann und mit dem Gefühl verbunden ist, an einem Ort zu sein. Präsenz regelt Aspekte autonomer Reaktionen und groberes Verhalten eines Teilnehmers in einer VE. Der Beitrag betrachtet gemeinsame Umgebungen mit einzelnen und mehreren Teilnehmern und stützt sich auf die Erfahrungen der Forschung zum computerunterstützten kooperativen Arbeiten (CSCW) als Leitfaden zum Verständnis der Präsenz in geteilten Umgebungen. Das Papier umreißt schließlich die Ziele der FIVE-Arbeitsgruppe und der FIVE von 1995.

Schlüsselwörter

Virtuelle Umgebungen, Immersion, Präsenz, Telepräsenz, CSCW, Umgebungen mit mehreren Teilnehmern.

1. Einführung: Durch den Spiegel

Diejenigen von uns, die alt genug sind, werden sich erinnern, dass sie vor vielen Jahren in Institutionen gearbeitet haben, die einen speziellen „Computerraum“ hatten. Dies war ein verglaster Raum mit Temperaturkontrolle, mit Reihen von großen wirbelnden Bandlaufwerken, CDs, großen blauen Kästen mit vielen blinkenden Lichtern, die von priesterlichen Operatoren in weißen Kitteln betreut wurden. Tag für Tag würden wir daran vorbeigehen

¹E-Mail: m.slater@cs.ucl.ac.uk , URL: <http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/M.Slater>

²E-Mail: sylvia@dcs.qmw.ac.uk , URL: <http://www.dcs.qmw.ac.uk/~sylvia>

Raum, und vielleicht konnten wir durch das Glas sehen, um diesen im Wesentlichen heiligen Ort und die darin befindlichen Gegenstände der Anbetung, Riten und Rituale zu beobachten.

Einer der Autoren hatte eines Tages, nachdem er etwa vier Jahre lang einen solchen Computerraum im College passiert hatte, eine ganz ungewöhnliche Erfahrung: Er musste hineingehen. Es war eher ein Schock. Was von außen gesehen wurde, immer nur durch das Glas, immer nur aus dem eingeschränkten Blickwinkel der Architektur und Raumaufteilung, war nun plötzlich umgeben - er war darin, er sah (und erlebte) den Computerraum in auf eine Weise, die für ihn nie zuvor möglich gewesen war, auf eine Weise, die von außen nicht möglich war.

Wenn wir einen Fernsehbildschirm oder einen Film betrachten, ist es so, als würde man durch dieses Glas schauen - außer dass das Szenario und die sich entfaltenden Ereignisse in der Regel räumlich und zeitlich weit voneinander entfernt sind. Das Glas des Fernsehbildschirms bildet eine Diskontinuität zwischen dem Ort unserer aktuellen Realität und der Realität, die durch das Display gezeigt wird. Diese Diskontinuität zwischen verschiedenen räumlichen und zeitlichen Realitäten und ihr plötzlicher, unerwarteter Zusammenbruch ist ein wiederkehrendes Thema in der Populärkultur. Betrachtet man dies in Bezug auf einen Roman von Robert Henlein (Der unangenehme Beruf des Jonathon Hoag), in Bezug auf eine Szene, in der ein Paar in einem Auto herunterrollt Fensterscheibe, um draußen ein absolutes Nichts zu finden, schreibt Slavoj Žižek (1991):

„...Für diejenigen, die in einem Auto sitzen, erscheint die äußere Realität etwas entfernt, die andere Seite einer Barriere oder eines Bildschirms, der durch das Glas materialisiert wird. Wir nehmen die äußere Realität, die Welt außerhalb des Autos, als „andere Realität“ wahr, eine andere Realitätsform, die nicht unmittelbar mit der Realität im Auto verbunden ist. Der Beweis für diese Diskontinuität ist das ungute Gefühl, das uns überkommt, wenn wir plötzlich die Fensterscheibe herunterrollen und die äußere Realität mit der Nähe ihrer materiellen Präsenz auf uns treffen lassen. Unser Unbehagen besteht in der plötzlichen Erfahrung, wie nah das wirklich ist, was die Fensterscheibe als eine Art Schutzgitter auf sicherem Abstand hält. Aber wenn wir sicher im Auto sitzen, hinter den geschlossenen Fenstern, werden die äußeren Objekte sozusagen in einen anderen Modus versetzt. Sie erscheinen grundsätzlich „unwirklich“, als ob ihre Realität suspendiert, in Klammern gesetzt - kurz, sie erscheinen als eine Art filmische Realität, die auf die Leinwand der Fensterscheibe projiziert wird. Gerade diese phänomenologische Erfahrung der Trennung von Innen und Außen, dieses Gefühl, das Außen sei letztlich „fiktional“, erzeugt die erschreckende Wirkung der Schlusszene in Henleins Roman. Es ist, als ob die „Projektion“ der äußeren Realität für einen Moment aufgehört hätte zu funktionieren, als wären wir für einen Moment mit dem formlosen Grau konfrontiert worden, mit der Leere der Leinwand...‘ dieses Gefühl, dass das Äußere letztlich „fiktional“ ist, das die erschreckende Wirkung der Schlusszene in Henleins Roman erzeugt. Es ist, als ob die „Projektion“ der äußeren Realität für einen Moment aufgehört hätte zu funktionieren, als wären wir für einen Moment mit dem formlosen Grau konfrontiert worden, mit der Leere der Leinwand...‘ dieses Gefühl, dass das Äußere letztlich „fiktional“ ist, das die erschreckende Wirkung der Schlusszene in Henleins Roman erzeugt. Es ist, als ob die „Projektion“ der äußeren Realität für einen Moment aufgehört hätte zu funktionieren, als wären wir für einen Moment mit dem formlosen Grau konfrontiert worden, mit der Leere der Leinwand...‘

Wenn wir auf einen Computerbildschirm schauen, sind das Szenario und die Ereignisse jetzt nicht „real“, sondern computergeneriert: Die Umgebung, die wir betrachten, ist „virtuell“, sie ist eine Darstellung von etwas – einem zugrunde liegenden Prozess oder einer Berechnung, anstatt was es scheint zu sein.

Das große Ziel der immersiven virtuellen Umgebungsforschung ist es, in Bezug auf computergenerierte Umgebungen dasselbe „Durchtreten durch das Glas“ oder „Herunterrollen des Fensters“ zu realisieren, wie es beim Durchschreiten einer Barriere erlebt werden kann

das unter normalen Umständen einen Aspekt der Realität von uns abschirmt. Aber dieses Durchschreiten der Barriere hat einige paradoxe Elemente: Einerseits ist es eine Überraschung, wenn das zuvor Ferne plötzlich unmittelbar wird, ist es im Wesentlichen *unwirklich*. Gleichzeitig möchten wir aber im Durchgang durch die Barriere etwas bewahren, das ist der Sinn unserer *selbst* an einem Ort zu sein, das Gefühl, dass wir wirklich durch die Barriere hindurch sind – d. *Gegenwart*, oder Telepräsenz. Wie von Steuer (1992) argumentiert wurde, ist Präsenz das zentrale Ziel der „virtuellen Realität“, vielleicht ein bestimmendes Merkmal.

Die Notwendigkeit, auch nach dem Passieren der Barriere präsent zu bleiben, ist daher zum Leitgedanken unserer Forschung geworden und bildet den Grundstein der Philosophie der FIVE-Gruppe. In diesem Papier werden wir daher unseren Ansatz zur Definition von Präsenz und das aufkommende Modell zum Verständnis der Faktoren, die dies beeinflussen, überprüfen. Wir werden auch das Konzept der Präsenz in gemeinsam genutzten Umgebungen betrachten und dann darauf zurückkommen, wie dies ein Leitfaden für die Forschung sein kann. Dies wird zu einer Erläuterung des FIVE-Programms und einer Einführung in einige der Papiere führen, die auf der ersten Konferenz der FIVE-Arbeitsgruppe in London im Dezember 1995 präsentiert wurden.

2. Immersion und Präsenz

2.1 Eintauchen

Wir unterscheiden zwischen Immersion und Präsenz. *Eintauchen* ist eine Beschreibung einer Technologie und beschreibt das Ausmaß, in dem die Computerdisplays in der Lage sind, den Sinnen eines menschlichen Teilnehmers eine umfassende, umfassende, umgebende und lebendige Illusion der Realität zu vermitteln. *Inklusive (I)* gibt an, inwieweit die physikalische Realität ausgeschlossen ist. *Umfangreich (E)* gibt den Bereich der sensorischen Modalitäten an. *Umfeld* gibt an, inwieweit diese virtuelle Realität panoramisch und nicht auf ein enges Feld beschränkt ist. *Lebendig (V)* gibt die Auflösung, Wiedergabetreue und Vielfalt der simulierten Energie innerhalb einer bestimmten Modalität an (zum Beispiel die visuelle und Farbauflösung). Vividness befasst sich mit der Fülle, dem Informationsgehalt, der Auflösung und der Qualität der Displays.

Diese Aspekte der Immersion betreffen die Anzeige von Informationen. *Passend* erfordert, dass das propriozeptive Feedback des Teilnehmers über Körperbewegungen und die auf den Displays generierten Informationen übereinstimmen. Eine Drehung des Kopfes sollte zu einer entsprechenden Änderung der visuellen Darstellung und beispielsweise der auditiven Darstellungen führen, so dass die Schallrichtung invariant zur Ausrichtung des Kopfes ist. Das Matching erfordert Body-Tracking, zumindest Head-Tracking, aber im Allgemeinen können die Bewegungen des Körpers umso genauer reproduziert werden, je stärker das Body-Mapping ist.

Immersion erfordert eine Selbstdarstellung im VE – einen Virtual Body (VB). Das VB ist sowohl Teil der wahrgenommenen Umgebung als auch das Wesen, das die Wahrnehmung durchführt. Die Wahrnehmung im VE ist auf die Position des VB im virtuellen Raum zentriert - z. B. die visuelle Wahrnehmung aus der Sicht der Augen im Kopf des VB (*egozentrisch* im Gegensatz zu *exozentrisch*, Ellis, 1991).

Jeder dieser Immersionsdimensionen sind im Prinzip Skalen zugeordnet, die das Ausmaß ihrer Verwirklichung angeben. Zum Beispiel kann „Surrounding“ durch einen kleinen externen Bildschirm an der einen Seite und ein weites Sichtfeld HMD oder ein CAVE-System an der anderen Seite geliefert werden. „Inklusiv“ im Idealfall hätte beispielsweise das HMD völlig schwerelos, sodass dieser Aspekt der äußeren Realität vom Teilnehmer nicht wahrgenommen wird. „Lebendig“ würde zum Beispiel die Qualität der visuellen Wiedergabe (vom Drahtgitter bis zum Fotorealismus) sowie grundlegendere Überlegungen wie die Pixelauflösung umfassen.

Jede dieser Dimensionen existiert auf mehreren Ebenen. Die grundlegendsten Ebenen können mit den Reaktionen des autonomen Nervensystems korrelieren – zum Beispiel ob die visuelle VE-Anzeige die Fähigkeit besitzt, Veränderungen der visuellen Akkommodation und Vergenz zu induzieren (Ellis, 1991). Höhere Werte können mit kognitiven Reaktionen und Verhaltensweisen korrelieren. Ob das System beispielsweise dynamisch wechselnde Schatten aufweisen kann oder nicht, kann das Verhalten eines Teilnehmers bei bestimmten Aufgaben wie dem Aufnehmen von Objekten oder dem Zielen von Projektilen vor dem Abfeuern beeinflussen (Slater, Usoh, Chrysanthou, 1995).

Der Fall des „Matchings“ erfordert auf der grundlegendsten Ebene eine minimale Verzögerung zwischen motorischen Aktionen und der entsprechenden Systemreaktion. Auf einer höheren Ebene hat das Matching Auswirkungen auf die verwendeten Interaktionsparadigmen. Das als Ergebnis dieser Ideen entwickelte Konzept der „körperzentrierten Interaktion“ (Slater und Usoh, 1994) erfordert, dass Handlungen so ausgeführt werden, dass die Übereinstimmung zwischen Propriozeption und sensorischem Feedback auf wahrnehmungs- und kognitiver Ebene maximiert wird. Ein sehr einfaches Beispiel ist, dass ein Teilnehmer im Idealfall virtuell gehen sollte, indem er wirklich geht - in diesem Fall entsprechen die mit dem Gehen verbundenen Ganzkörperbewegungen dem entsprechenden optischen Fluss.

Schließlich erwähnen wir *Handlung*. Dies ist das Ausmaß, in dem die VE in einem bestimmten Kontext eine in sich geschlossene Handlung präsentiert, die ihre eigene Dynamik hat und eine alternative Abfolge von Ereignissen präsentiert, die sich von denen, die derzeit in der „realen Welt“ ablaufen, deutlich unterscheiden. . Dazu gehört Zeltzers (1992) Begriff der „Autonomie“ (das Ausmaß, in dem Objekte in der VE ihr eigenes unabhängiges Verhalten haben) und auch die Reaktion anderer virtueller Akteure auf Handlungen von Teilnehmern (Heeter, 1992). Dazu gehört auch Zeltzers Begriff der „Interaktion“, also des Ausmaßes, in dem der Teilnehmer den Ablauf von Ereignissen beeinflussen und Veränderungen in der virtuellen Welt bewirken kann.

2.2 Anwesenheit

Immersion kann eine objektive und quantifizierbare Beschreibung dessen sein, was ein bestimmtes System bietet. Präsenz ist ein Bewusstseinszustand, das (psychologische) Gefühl, in der virtuellen Umgebung zu sein. Präsenz wurde in den letzten Jahren von vielen Forschern untersucht, zum Beispiel (Heeter, 1992; Held und Durlach, 1992; Loomis, 1992; Sheridan, 1992; Steuer, 1992; Barfield und Weghorst, 1993; Barfield et al., 1995). . Die grundlegende Idee ist, dass Teilnehmer, die sehr präsent sind, die VE mehr als die fesselnde Realität erleben sollten als die umgebende physische Welt und die von den Displays angegebene Umgebung als besuchte Orte und nicht als gesehene Bilder betrachten. Verhaltensweisen in der VE sollten sein

im Einklang mit Verhaltensweisen, die in der alltäglichen Realität unter ähnlichen Umständen aufgetreten wären. Präsenz erfordert daher, dass sich der Teilnehmer mit dem VB identifiziert – dass seine Bewegungen seine/ihre Bewegungen sind und dass das VB der Körper dieser Person in der VE „sein“ wird.

Es gibt mehrere Arbeitshypothesen, die aus einer Reihe unserer praktischen Experimente hervorgegangen sind und diese zuletzt geleitet haben:

(a) Präsenz ist sowohl eine subjektive als auch eine objektive Beschreibung des Zustands einer Person in Bezug auf eine Umgebung. Das Subjektive bezieht sich auf die Bewertung ihres „Da-Seins“-Grades, inwieweit sie die virtuelle Umgebung als „ortartig“ empfinden (vorbehaltlich der Aufhebung des Unglaubens). Das Ziel ist ein beobachtbares Verhaltensphänomen, das Ausmaß, in dem sich Individuen in einer VE ähnlich verhalten, wie sie sich unter ähnlichen Umständen in der alltäglichen Realität verhalten würden. Das Subjektive kann mit den oben erwähnten höheren Immersionsstufen korreliert werden. Das Ziel kann mit grundlegenden Aspekten der Immersion korreliert werden.

(b) Wir betrachten Präsenz als eine zunehmende Funktion des Eintauchens in all seine Aspekte. Die Wirkung der Darstellungsaspekte (I, S, E, V) wird jedoch durch zwei Filter vermittelt – den Anwendungs- oder Aufgabenkontext und die Wahrnehmungsanforderungen des Einzelnen. Der erste ist offensichtlich – zum Beispiel muss eine Anwendung, die sich mit dem Verständnis der Beziehung zwischen dem Standort innerhalb einer Kammer und der Hörqualität eines Orchesters befasst, eine qualitativ hochwertige Hörwiedergabe aufweisen, um aussagekräftig zu sein, während die visuelle Darstellung weniger wichtig ist. Zweitens scheinen sich Individuen in ihrer Präferenz für Informationen in den verschiedenen Modalitäten zu unterscheiden, um eine erfolgreiche Konstruktion ihrer inneren Weltmodelle zu ermöglichen. Für den einen kann das Fehlen auditiver Informationen ein entscheidendes Hindernis sein, während es für den anderen kaum wahrnehmbar ist.

(c) Je mehr die „Plot“-Linie eine Person potenziell von der alltäglichen Realität entfernt und eine alternative in sich geschlossene Welt präsentiert, desto größer ist die Chance auf Präsenz. Auf der subjektiven Seite ist die Chance auf Präsenz umso größer, je anfälliger eine Person für eine Verschiebung ihres Realitätssinns ist. Dies könnte zum Beispiel an ihrer Anfälligkeit für Hypnose gemessen werden.

2.3 Einfluss der Immersion auf die Präsenz

In ihrem 1992 erschienenen Aufsatz halten Held und Durlach (op. cit.) zum Verständnis der Faktoren fest, die die Anwesenheit erklären, dass „es keine wissenschaftlichen Daten und/oder Theorien gibt, die die Faktoren beschreiben, die dem Phänomen zugrunde liegen“. Obwohl dies weitgehend zutreffend ist, gab es seitdem einige experimentelle Studien, die wir nun kurz in Bezug auf einige der oben betrachteten Aspekte der Immersion betrachten.

(a) Inklusive

Held und Durlach argumentieren, dass Präsenz voraussetzt, dass die Displays frei von Signalen sind, die auf die Existenz des Geräts hinweisen, das natürlich eher zur physischen als zur virtuellen Realität gehört. Solche Signale würden drei Kategorien umfassen - diejenigen, die direkt auf die

Informationsanzeigesysteme, wie beispielsweise Aliase und langsame Aktualisierungsraten; die Eingabesysteme - wie Interferenzen durch metallische Gegenstände in den elektromagnetischen Sensoren; und die physikalischen Eigenschaften der Geräte selbst - Gewicht, Kabel usw. In unserer ersten experimentellen Studie (Slater und Usoh, 1992) fanden wir aus Fragebogenantworten nach einem Experiment, dass bei der Beantwortung der offenen Frage „Gibt es irgendwelche Umstände, die besonders? *verringert* Ihr Gefühl, 'wirklich da' zu sein?“ 4 von 17 Probanden erwähnten äußere Ereignisse, einschließlich der Stimme des Experimentators, und 6/17 erwähnten schlechte Bildschirmaktualisierungen, niedrige Auflösung und hohe Verzögerung. Als jedoch in derselben Studie absichtlich versucht wurde, Störungen von außen zu verursachen (durch das Fallenlassen einer Tasse und einer Untertasse ein lautes und unangemessenes Geräusch zu machen), waren diejenigen, die tatsächlich das höchste Gefühl der Präsenz angaben *eingearbeitet* dieses laute Ereignis in ihre VE-Erfahrung - dh die Quelle wurde so erlebt, als ob sie aus der Umgebung statt aus der äußeren Realität heraus aufgetreten wäre. (Dies erinnert an Freuds Beobachtungen im *Traumdeutung*, dass Träumer äußere Ereignisse in das Gewebe ihrer Träume einweben. Er erwähnt Maurys berühmten Traum von der Guillotine als Auslöser dafür, dass ihm im Schlaf etwas auf den Hals gefallen ist).

In einer kleinen Pilotstudie zur Untersuchung der Auswirkungen von Hörphänomenen auf die Präsenz führte Patel (1994) ein Experiment durch, bei dem die Probanden nach der Qualität des empfangenen Klangs gruppiert wurden - nur Klang aus der realen Welt des Labors, weißes Rauschen erzeugt durch die HMD-Lautsprecher, ungerichteter Schall, der von den Lautsprechern erzeugt wird, und schließlich räumlicher gerichteter Schall. Das Ergebnis war, dass die größte Änderung des Einflusses auf die Anwesenheit von der Bedingung „kein virtuelles Geräusch“ zu der Bedingung „weißes Rauschen“ erfolgte – was darauf hindeutet, dass das weiße Rauschen das Subjekt von den Geräuschen der realen Welt isoliert, was diese Vorstellung von Inklusion unterstützt.

Schließlich untersuchte eine Studie von Barfield und Hendrix (1995) den Einfluss auf das gemeldete Vorhandensein der Aktualisierungsrate. Sie fanden heraus, dass es einen solchen Einfluss gab, dass die Präsenz im Allgemeinen mit zunehmender Aktualisierungsrate zunahm, dass die gemeldete Präsenz jedoch zwischen etwa 15 Hz und 20 Hz ungefähr konstant war.

(b) Lebendigkeit

Welch et. al (1996) berichtete über ein Experiment mit einem Fahrsimulator, bei dem zwei Ebenen des bildlichen Realismus präsentiert wurden. Es gab einen signifikanten Unterschied in der gemeldeten Präsenz zwischen den beiden Ebenen des bildlichen Realismus, wobei die realistischere zu einer höheren gemeldeten Präsenz führte. Hendrix und Barfield (1996a) untersuchten die Auswirkungen der Stereopsie und des geometrischen Gesichtsfelds auf die subjektive Präsenz. Jeder dieser Faktoren beeinflusste die gemeldete Präsenz signifikant, wobei Stereopsie und ein breiteres geometrisches Sichtfeld jeweils positiv mit dem Präsenz-Score korrelierten.

Wir haben Schatten als Beispiel für eine „hohe“ Lebendigkeit erwähnt. In der zitierten Studie wurden die Probanden gebeten, eine Aufgabe durchzuführen, die die Auswahl und das Abfeuern eines Projektils auf ein Ziel beinhaltete. Das Ausmaß der dynamischen Schatten war ein unabhängig variierter Faktor, und alle Probanden führten die gleiche Aufgabe aus. In diesem Experiment wurde die Präsenz subjektiv mithilfe eines Fragebogens gemessen, aber es wurde auch versucht, die „Verhaltenspräsenz“ zu messen – in diesem Fall die Abweichung eines Ausrichtungswinkels zwischen einer realen und einer virtuellen Quelle (je größer der Winkel, desto mehr wurde durch das Virtuelle beeinflusst). Die

Ausmaß, in dem die Probanden dynamische Schatten erlebten, korrelierte positiv und signifikant sowohl mit subjektiven als auch verhaltensbezogenen Präsenzskaleten.

In einer neueren Studie untersuchten Uno und Slater (1997) den Einfluss der visuellen Simulation der physikalischen Gesetze auf die gemeldete Präsenz. In dieser Studie mit 18 Probanden wurde jeder im Kontext einer virtuellen Bowlingbahn unterschiedlichen Kombinationen von Elastizität, Reibung und Kollisionsreaktion ausgesetzt. Es wurde festgestellt, dass in dieser Anwendung die realistischere Simulation der Reibung signifikant und positiv mit dem gemeldeten Vorhandensein verbunden war, dass jedoch genauere Simulationen der Elastizität und des Kollisionsverhaltens keinen solchen Effekt hatten.

(c) Propriozeptives Matching

In der gleichen Studie von Welch et. al. war die Verzögerung des visuellen Feedbacks ein weiterer unabhängiger Faktor. Unter der Bedingung minimaler Verzögerung wurde eine höhere Präsenz gemeldet, und dies war ein wichtigerer Faktor als der Grad des bildlichen Realismus. Hendrix und Barfield (1996a) fanden heraus, dass Head-Tracking das berichtete Präsenzgefühl in einer experimentellen Studie signifikant steigerte und auch dazu führte, dass die Probanden ihren Körper lebhafter nutzten, beispielsweise auf einem Stuhl stehen, sich bücken, sich nach vorne lehnen und rückwärts, und umdrehen.

Gehen wurde bereits früher als ein hochrangiges Beispiel für das Matching erwähnt. In einer experimentellen Studie (Slater, Usoh und Steed, 1995) fanden wir heraus, dass Probanden, die mit einer „walking in place“-Technik durch eine virtuelle Umgebung gingen, ein stärkeres Präsenzgefühl angaben als diejenigen, die mit einem Zeigegerät durch die Umgebung navigierten. Wir spekulieren, dass Diese Beziehung war auf die größere Übereinstimmung zwischen optischem Fluss und Propriozeption für die Gehtechnik im Vergleich zur Verwendung eines tragbaren Zeigegeräts für die Navigation zurückzuführen.

(d) Umfang

Hendrix und Barfield (1996b) führten experimentelle Studien durch, um den Einfluss von Schall auf die subjektive Präsenz zu untersuchen. In einer Studie wurde räumlicher Klang in eine visuelle VE eingeführt oder nicht. In der zweiten Studie wurde der Vergleich zwischen nicht-räumlichem Klang und räumlichem Klang durchgeführt. In jedem Fall gab es einen signifikanten Effekt auf die Präsenz – räumlicher Ton führte zu einer höheren berichteten Präsenz als sowohl kein Ton als auch nicht-räumlicher Ton.

(e) Plot

Uns ist keine Studie bekannt, die direkt versucht, den Einfluss der Handlung im Sinne von „Story Line“ zu untersuchen. Die Studie von Welch et. al. (1996) nahmen Interaktivität als eine der unabhängigen Variablen auf. Auch hier hatte Interaktivität in dem Sinne, ob die Probanden das simulierte Fahrzeug fuhren oder nur die VE beobachteten, einen positiven Zusammenhang mit der gemeldeten Anwesenheit.

2.4 Der Nutzen der Präsenz

Warum ist es wichtig, Präsenz zu studieren? Eine Antwort hat einfach mit einer Forschungsstrategie zu tun. Das Unterscheidungsmerkmal von immersiven VEs (IVEs) im Vergleich zu exozentrischen Desktop-Anzeigesystemen besteht darin, dass sie ein Gefühl der Präsenz vermitteln. Dies gibt der Forschung also eine Richtung vor – wenn wir wichtige Faktoren finden, die zur Präsenz beitragen, kann dies die Zukunft der Technologie bestimmen.

Eine andere Antwort betrifft den Nutzen der Präsenz selbst und ihre Beziehung zur „Aufgabenleistung“. Dies wird beispielsweise von Welch et. al. als einer der Gründe für die Präsenz des Studiums (wenn auch nicht unbedingt der Hauptgrund). Aus unserer Sicht besteht kein Grund, einen positiven Zusammenhang zwischen Präsenz und Aufgabenerfüllung zu erwarten. Präsenz ist dabei kaum der wichtigste Faktor; die Qualität der Benutzeroberfläche ist beispielsweise ein entscheidender Faktor. Aus unserer Sicht ist Präsenz wichtig, denn je höher der Präsenzgrad, desto größer ist die Chance, dass sich die Teilnehmer in einer VE ähnlich verhalten wie unter ähnlichen Umständen in der Alltagsrealität. Wenn eine VE verwendet wird, um Feuerwehrleute oder Chirurgen auszubilden, dann ist die Anwesenheit von entscheidender Bedeutung, da sie sich in der VE angemessen verhalten und dann Wissen auf entsprechendes Verhalten in der realen Welt übertragen müssen. Es könnte offensichtlich Fälle geben, in denen die Anwesenheit die Leistung beeinträchtigen würde, genauso wie die Anwesenheit in einer realen Situation mit einer Maschine mit einer schlechten „Benutzeroberfläche“ die Leistung in ähnlicher Weise beeinträchtigt.

Der Nutzen von immersiven VEs in der Psychotherapie hängt sehr stark von dieser Verbindung zwischen einer Ähnlichkeit des Verhaltens in realen und virtuellen Umgebungen ab, wie von Strickland (1996) aufgezeigt wurde. Reaktionen wie Akrophobie (Rothbaum et al., 1995), Klaustrophobie und Flugangst (Hodges et al., 1995) wurden in immersiven VEs beobachtet. Dies sind eindeutig hervorragende Beispiele für Verhaltenspräsenz (ohne Präsenz wäre die Psychotherapie nicht möglich) und dennoch schlechte Beispiele für „Aufgabenerfüllung“, zum Beispiel die Aufgabe des „Reisens in einem Flugzeug“ seitens der beteiligten Subjekte .

In (Slater, Linakis, Usoh, Kooper, 1996) haben wir die Beziehung zwischen Immersion, Präsenz und Performance untersucht. Dies betraf eine Aufgabe, die das Verständnis und die Erinnerung an ein komplexes 3D-Objekt, Ereignisse in Bezug auf dieses Objekt und die anschließende Reproduktion dieser Ereignisse in der realen Welt beinhaltete. Die Ergebnisse legten nahe, dass eine stärkere Immersion in Form einer egozentrischen statt einer exozentrischen Sichtweise und eine größere Lebendigkeit in Bezug auf den Reichtum der dargestellten Umgebung die Aufgabenleistung tatsächlich verbessert (bei gleichen Bedingungen wie relevantes Hintergrundwissen und Fähigkeiten). Die Studie ergab auch, dass die berichtete Präsenz bei egozentrischer im Vergleich zu exozentrischer Immersion höher war, dass jedoch die Präsenz selbst nicht mit der Aufgabenerfüllung verbunden war.

2.5 Vergleich mit anderen Vorschlägen

Die wichtigste Idee, die wir hier vorgestellt haben, ist die Idee externer, objektiv messbarer Eigenschaften, die dazu führen, dass eine Person in einer computergenerierten Umgebung platziert werden kann. Dies ist das, was wir Immersion genannt haben, und haben davon ausgegangen, dass Immersion idealerweise einschließend, umfassend, umgebend und lebendig erfordert

Anzeigesysteme, bei denen es einen Echtzeitabgleich zwischen Propriozeption und sensorischen Daten gibt. Die VE sollte eine Storyline darstellen, an der der Einzelne teilnehmen und verändern kann. Auf der anderen Seite ist Präsenz die potenzielle psychologische und verhaltensbezogene Reaktion auf das Eintauchen. Eine sehr präsente Person sollte sich mit dem in der VE dargestellten virtuellen Körper identifizieren und sich daher als in der Umgebung befinden, in der dieser Körper dargestellt wird. Man würde beobachten, dass sich solch eine hochpräsente Person in einer VE ähnlich verhält, wie sie sich in einer ähnlichen Umgebung in der alltäglichen Realität verhalten würde.

Diese Ideen sind nur eine besondere Destillation der Ansätze anderer, die zuvor erwähnt wurden (Heeter, 1992; Held und Durlach, 1992; Loomis, 1992; Sheridan, 1992; Steuer, 1992; Barfield und Weghorst, 1993; Barfield et al., 1995). Sheridan (1992; 1996) schlug insbesondere drei orthogonale Attribute vor, die eine Skala für die Präsenz bilden könnten: (a) die Wiedergabetreue der multimodalen Anzeigen, (b) die Fähigkeit, die Sensorposition zu ändern, (c) und die Fähigkeit, die Konfiguration der Umgebung. In dem in diesem Papier vorgeschlagenen Schema ist (a) eine Ausarbeitung der Anschaulichkeit, (b) ist im Konzept des „Matchings“ enthalten und (c) im Konzept des „Plots“. Die Attribute einschließend, umfassend und umgebend können als zusätzliche orthogonale Attribute betrachtet werden, die zu Sheridans Schema hinzugefügt werden können.

In seiner Antwort auf Sheridan weist Ellis (1996) darauf hin, dass ein erforderliches Merkmal in jeder vorgeschlagenen Gleichung, die vorgibt, Präsenz zu beschreiben, es möglich sein muss, Iso-Präsenz-Äquivalenzklassen zu demonstrieren, bei denen eine Gruppe von Faktoren kompensatorisch variiert, um konstante Präsenzniveaus über die Variation in ihrem Bereich abgrenzen. Die Faktoren des hier vorgestellten Modells müssen in zukünftigen Studien in der von Ellis vorgeschlagenen Weise konstruiert werden, um eine nützliche Skala zu erreichen, die zu einem gültigen Maß für die Präsenz führen kann.

Wir widersprechen jedoch Ellis' Bemerkungen bezüglich der möglichen Nutzlosigkeit von Präsenz bei der Aufgabenerfüllung, da der Begriff „Präsenz“ mit „Realismus“ assoziiert wird. Es werden zwei Beispiele angeführt, bei denen klar ist, dass eine realistische visuelle Darstellung von Informationen (Flugverkehrsanzeige und Umlaufbahnen in der Nähe einer Raumstation) im Vergleich zu einer verzerrten Darstellung zu einer Beeinträchtigung der Aufgabenleistung führen kann. Zunächst sind jedoch beide Umgebungen extern, gesehen durch ein „Fenster“. Unsere Vorstellung von Präsenz ist, dass sie sich auf die Umgebung bezieht, in der der (virtuelle) Körper des Teilnehmers agiert. Präsenzrelevant ist der Bezug zum Innenraum des Flugzeugcockpits, nicht die Umgebung, die durch das Cockpitfenster einsehbar ist. Zweitens bedeutet Präsenz nicht Realismus. Hier ist die konzeptionelle Unterscheidung zwischen Immersion und Präsenz sinnvoll. Die zu stellende Frage lautet: Welche Anzeigeeigenschaften (relevant für eine bestimmte Anwendungsdomäne) maximieren die Präsenz? Es kann der Fall sein, dass eine nicht realistische Anzeige die Anwesenheit verbessert oder dass die Eigenschaften, die die Anwesenheit verbessern, nicht dieselben sind wie diejenigen, die eine bestimmte Art von Aufgabenausführung verbessern. Die Trennung zwischen Immersion und Präsenz erlaubt es, beides zu untersuchen, und selbst wenn sich herausstellt, dass sie in einer bestimmten Anwendung korrelieren, kann dies nicht auf einen kausalen Zusammenhang zurückgeführt werden. oder dass die Merkmale, die die Präsenz verbessern, nicht dieselben sind wie die, die eine bestimmte Art von Aufgabenleistung verbessern. Die Trennung zwischen Immersion und Präsenz erlaubt es, beides zu untersuchen, und selbst wenn sich herausstellt, dass sie in einer bestimmten Anwendung korrelieren, kann dies nicht auf einen kausalen Zusammenhang zurückgeführt werden. oder dass die Merkmale, die die Präsenz verbessern, nicht dieselben sind wie die, die eine bestimmte Art von Aufgabenleistung verbessern. Die Trennung zwischen Immersion und Präsenz erlaubt es, beides zu untersuchen, und selbst wenn sich herausstellt, dass sie in einer bestimmten Anwendung korrelieren, kann dies nicht auf einen kausalen Zusammenhang zurückgeführt werden.

3. Gemeinsame Umgebungen

3.1 Die abstrakte Gesellschaft

In *Die offene Gesellschaft und ihre Feinde*, geschrieben vor mehr als 50 Jahren, stellte sich der Wissenschaftsphilosoph Karl Popper eine zukünftige Gesellschaft vor, in der die meisten Kontakte zwischen Menschen elektronisch vermittelt werden:

„... eine offene Gesellschaft... kann... den Charakter einer konkreten Gruppe von Männern oder eines Systems solcher realer Gruppen verlieren... - in dem alle Geschäfte isoliert von Individuen geführt werden, die durch getippte Briefe oder durch Telegramme kommunizieren und die in geschlossenen Autos herumfahren.... Das Interessante ist nun, dass unsere moderne Gesellschaft in vielen Aspekten einer solchen völlig gleich abstrakte Gesellschaft.'
(K. Popper, *The Open Society and its Enemies*, Bd. I, 1945)

Diese 1945 von Popper prognostizierte „abstrakte Gesellschaft“ findet jetzt wirklich statt, unter dem populären, umfassenden Namen „Cyberspace“ – eine enorme Zunahme der Nutzung des Internets und mehrerer Systeme, die verteilte virtuelle Umgebungen unterstützen (zum Beispiel Carlsson und Hagsand, 1993; Mazedonien, 1994; Greenhalgh, 1995).

Popper stellte sich die elektronisch vermittelte Gesellschaft als Antithese zum Kollektivismus vor (die Offene Gesellschaft wurde als philosophische Polemik gegen Platon – Band 1 – und Hegel und Marx – Band 2) geschrieben. Wir stellen jedoch fest, dass es in der Entwicklung dieser Medien einen widersprüchlichen Trend gibt. Es erhöht einerseits die Möglichkeit des Totalitarismus und erhöht gleichzeitig die Chance auf persönliche Ermächtigung und Kreativität. Die elektronisch vermittelte Gesellschaft ähnelt eher dem anarchischen Cyberspace von William Gibsons *Neuromancer*³ als Poppers Vision. In diesem Abschnitt betrachten wir einige der Forschungsfragen für gemeinsam genutzte virtuelle Umgebungen.

3.2 Präsenz in gemeinsam genutzten Umgebungen

In gemeinsam genutzten Umgebungen kommt dem Konzept der Präsenz eine zusätzliche Bedeutung zu. Erstens, inwieweit das Individuum ein Gefühl der Zugehörigkeit zu einer Gesamtheit hat, die mehr ist als nur die Summe der Individuen – das Ausmaß, in dem die Gruppe als Ganzes ein Verhalten annimmt, das keine bewusste Entscheidung eines bestimmten Individuums ist. Ein Beispiel könnte die Gruppe als Ganzes sein, die grobe Bewegungsmuster zeigt oder wo, zum Beispiel, im Rahmen von Besprechungen Individuen immer die gleiche räumliche Position gegenüber anderen einnehmen, ob bewusst oder unbewusst.

Zweitens beinhaltet das Gefühl, an einem Ort zu sein, den andere teilen, mehr als nur „auf den ersten Blick“. Das Erleben von simulierten Gesprächspartnern ist nur der Ausgangspunkt für die Kommunikation mit anderen in einer virtuellen Umgebung. Wir gehen davon aus, dass eine gemeinsame VE nicht nur einfache Kommunikation vermittelt, sondern auch fokussiertere Zusammenarbeit unterstützt. Blockartige humanoide Figuren können höchstwahrscheinlich toleriert werden (wie Video von schlechter Qualität bei Desktop-Konferenzen), sofern die Umgebung dies kann

³William Gibson, *Neuromancer*, Grafton.

vermitteln die Signale, die Menschen brauchen, um effektiv mit anderen zu interagieren. Darunter versteht man nicht nur die Fähigkeit, an der Manipulation von Objekten teilzuhaben, sondern auch die Fähigkeit, die subtileren Erfahrungen der sozialen Interaktion zu erleben - wie sich bewusst zu machen, wer uns ansieht, zu bemerken, wenn Personen einem Meeting beitreten oder es verlassen, und zu wissen, worauf die Aufmerksamkeit der Gruppe gerichtet ist (Blickbewusstsein). In videovermittelten kollaborativen Umgebungen werden an der Benutzeroberfläche Tools bereitgestellt, um diese Aspekte von *Bewusstsein*. Diese CSCW-Tools (Computer-Supported Cooperative Work) verwenden Telepointer, Symbole und Bilder, um den Benutzern die für die Zusammenarbeit erforderlichen Hinweise zu geben. Die Herausforderung für gemeinsam genutzte VEs besteht darin, alternative Lösungen zu finden, um diese und andere Bedürfnisse zu befriedigen, die Menschen erleben, wenn sie einen Treffpunkt mit anderen teilen.

3.3 Raum als Kontext für Kommunikation und Zusammenarbeit

Die Bedeutung des Raums für die Kontextualisierung von Kommunikation wurde von Harrison (1992) betont. Herkömmliche CSCW-Systeme für die Zusammenarbeit in Echtzeit zwischen verteilten Gruppen zielen ebenfalls darauf ab, ein Gefühl von *Telepräsenz* - das Gefühl, an einem abgelegenen Ort anwesend zu sein (Bly et al., 1993; Cool et al., 1992). Das Ziel, die Distanz abzuschaffen, ist natürlich viel älter als die CSCW-Forschung (die in den 1960er Jahren entstand, aber erst Mitte der 1980er Jahre großen Aufschwung nahm). Das Telefon inspirierte diese Gedanken vor fast einem Jahrhundert:

„Wenn, wie es in naher Zukunft nicht unwahrscheinlich sein soll, das Sehprinzip sowohl auf das Telefon als auch auf das Geräusch angewendet wird, wird die Erde in Wahrheit ein Paradies sein, und die Entfernung wird ihren Zauber verlieren, indem sie ganz abgeschafft wird.“ (Mee, 1898).

Das CSCW-Design wird von räumlichen Metaphern wie „Nähe“, „Medienraum“ und virtuellen Besprechungsräumen, Korridoren und Fluren dominiert. In Medienräumen geht es darum, die Grenzen des physischen Raums zu überwinden, indem ein paralleler, virtueller Raum auf der Grundlage von Audio- und Videoverbindungen geschaffen wird (der Begriff des Medienraums wurde ursprünglich von zwei Architekten konzipiert). Ein Medienraum fördert informelle Interaktionen und verwendet Videoverbindungen, um Benutzern einen "Blick" in entfernte Büros zu ermöglichen oder um Kaffeebereiche an entfernten Standorten zu verbinden. Virtuelle Konferenzraumsysteme unterstützen ein anderes Interaktionsmodell und bieten eine dauerhafte virtuelle Umgebung für die Zusammenarbeit, auf die über das Netzwerk zugegriffen werden kann. Ein neueres System, Archways, das auf der Rapport-Architektur basiert, enthält eine 3D-Benutzeroberfläche und räumliches Audio (Seligmann et al., 1995). In anderen CSCW-Systemen,

Die Abstraktionen und räumlichen Metaphern, die in die kollaborative Technologie eingebettet sind, haben also starke Verbindungen zum Konzept der Präsenz in VEs. Ein starkes Präsenzgefühl kann für zwischenmenschliche Interaktionen in gemeinsam genutzten VEs noch wichtiger sein als für Einzelbenutzeranwendungen. Sind die Eigenschaften Lebendigkeit, Umfangreich, Inklusiv, Passend, Umgebend und Handlung so bedeutsam für die Zusammenarbeit? Einige erste Antworten auf diese Frage werden von der CSCW-Forschung vorgeschlagen.

3.4 Dimensionen des Eintauchens in gemeinsame Umgebungen

Wir erwägen *Lebendigkeit* Erste. Die CSCW-Forschung zeigt, dass die Fähigkeit, eine sensorische Umgebung zu schaffen, ein wichtiger Aspekt virtueller Treffpunkte ist. Die Qualität der Kommunikationskanäle beeinflusst die Effektivität sowohl der verbalen als auch der nonverbalen Interaktion zwischen verteilten Gruppen. Die elektronische Kommunikation ist bestrebt, die face-to-face-Kommunikation nachzuahmen, die reichste Kommunikationsumgebung, die Menschen je erlebt haben. Vergleiche videovermittelter Kommunikation mit Face-to-Face bestätigen Lebendigkeit als Schlüsseldimension in interaktiven gemeinsamen Umgebungen (Rutter et al. 1981; Cohen 1982; O'Conaill et al., 1993). Vergleiche von Videos von geringer und hoher Qualität mit persönlicher Kommunikation in (O'Conaill op. cit.) zeigten beispielsweise, dass Maßnahmen wie Abbiegen, Rückkanalisieren und Sprecherverhalten alle von der Qualität beeinflusst wurden der Medien. Obgleich es nicht möglich war zu isolieren, ob die Audio- oder Videoqualität die Interaktionen beeinflusst hatte, bestätigte die Ähnlichkeit dieser Ergebnisse mit anderen Studien die Bedeutung der Lebendigkeit. Die Interaktionsebenen scheinen direkt von der Vielfalt der Kommunikation beeinflusst zu werden.

Die Auswirkung auf die Gruppeninteraktion des Niveaus von *Umfang* eines virtuellen Raums ist schwerer zu demonstrieren. Viele Studien haben beispielsweise keinen Beweis dafür gefunden, dass das Hinzufügen eines Videokanals zu einer Audioverbindung für die Remote-Zusammenarbeit die Aufgabenleistung im Vergleich zu Audio allein verbessert (Ochsman und Chapanis, 1974; Gale, 1990). In jüngerer Zeit wurde jedoch vorgeschlagen, dass das Hinzufügen von Video eher die Prozesse der Zusammenarbeit als das Aufgabenergebnis beeinflusst (Isaacs und Tang, 1993), eine Lektion, die vielleicht für die Evaluierung gemeinsamer VEs geeignet ist.

Matching, Environment und Inclusive sind Eigenschaften der Immersion, und daher hat die CSCW-Forschung wenig über deren Bedeutung für die Zusammenarbeit zu sagen. Die Unterstützung einiger Arten von Gesten wird jedoch allgemein als wesentlich für die Remote-Zusammenarbeit akzeptiert. Die Verwendung von Telepointern zur Übermittlung von Zeigeaktionen und simuliertes Heben der Hand (um die Aufmerksamkeit eines Vorsitzenden zu erregen) sind Beispiele für entfernte Gesten. Es ist auch erwähnenswert, dass einige Systeme so konzipiert sind, dass die reale Realität *nicht* ausschließen (in CSCW-Begriffen bedeutet dies die Kommunikation mit der externen Umgebung). In Rapport kann beispielsweise ein Telefonat von außerhalb des virtuellen Besprechungsraums entgegengenommen werden.

Schließlich betrachten wir *Handlung*. Hier ist der Begriff der Autonomie für die Zusammenarbeit wichtig. In (Lewis und Mateas, 1994) wird Umweltautonomie als der Grad definiert, in dem eine Umgebung als autonome Agenten wahrgenommen wird. In Räumen, die von simulierten Kollaborateuren bevölkert werden, ist ein hohes Maß an Umweltautonomie wichtig. In CSCW wissen Benutzer, dass gemeinsame Interaktionen indirekt durch bildschirmbasierte Kommunikation, WYSIWIG-Schnittstellen und Telepointer-Tools unterstützt werden. Obwohl die Techniken zur Unterstützung der gemeinsamen Nutzung in gemeinsam genutzten VEs im Wesentlichen die gleichen sind, sollten die Interaktionen direkt erscheinen. Wenn ich mich präsent fühle, sollte mein virtueller Körper scheinbar direkt mit meinem Mitteilnehmer im virtuellen Raum kommunizieren, der autonom reagieren kann.

Ein weiterer Aspekt der Shared-Immersive-Technologie muss erwähnt werden. Das ist *Interaktivität*. Interaktivität bezieht sich auf das Ausmaß, in dem ein Benutzer die Form und den Inhalt von Objekten in der gemeinsam genutzten VE erstellen und ändern kann. Die Zusammenarbeit beinhaltet fast immer die Erstellung und gemeinsame Bearbeitung gemeinsamer Objekte wie Dokumente, Designs und andere

Artefakte. Für einige Arten der Zusammenarbeit, wie z. B. informelle Treffen, kann eine geringe Interaktivität ausreichend sein. Wenn die gemeinsam genutzte VE jedoch eine breite Palette von Kollaborationen unterstützen soll, ist nicht nur eine hohe Interaktivität erforderlich, sondern auch die Fähigkeit, neue Objekte in den virtuellen Raum zu bringen und Objekte persistent zu machen.

Einige dieser Aspekte der gemeinsamen Präsenz werden von der DEVRL-Gruppe im Vereinigten Königreich untersucht (DEVRL, 1995).

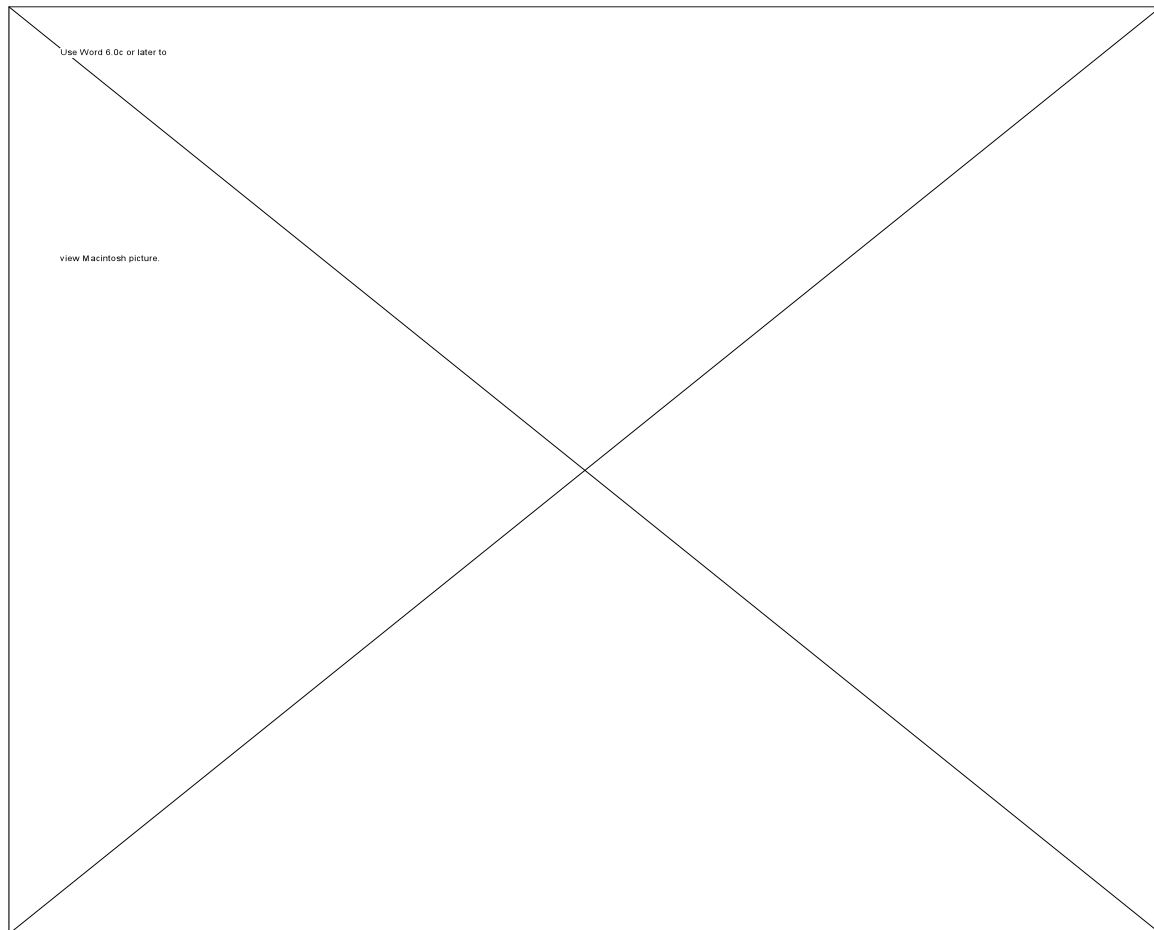


Abbildung 1
Ein Blick auf FÜNF

4. Ein Rahmen für die Forschung

Wenn wir Präsenz als zentrales Merkmal von VEs betrachten, kann die Forschung zu einem neuen Verständnis der Psychophysik, der Anzeigesysteme und der Simulationsfaktoren führen, die das Gefühl der Präsenz verstärken. Dies wiederum ermöglicht die Konstruktion von VEs, die diese Faktoren richtig beibehalten.

Die Struktur der FIVE-Gruppe ist in Abbildung 1 dargestellt. Hier werden die grundlegenden Forschungsaspekte gezeigt, die vom zentralen Konzept der Präsenz zu den Implikationen für die verschiedenen Komponenten der VE führen. Dieselben Komponenten können aus praktischer Sicht auch als Rechenserver betrachtet werden, die durch einen VE-Systemkernel verwaltet werden, der sich am anderen Ende der Struktur befindet, wie die Actors im dVS-System (Grimsdale, 1991). Es gibt natürlich Forschungsfragen, die ausschließlich zu jeder Komponente gehören - zum Beispiel hat die algorithmische Frage im Zusammenhang mit der schnellen Schattenerzeugung im Display-System an sich nichts mit Präsenz zu tun. Das Problem der Zeitdarstellung im VE-Kernel ist wiederum an sich eine präsenzunabhängige Forschungsfrage. Das Forschungsprogramm identifiziert jedoch diese Probleme,

5. Die FIVE-Konferenz 1995

Die Partner der FIVE-Gruppe forschen in den verschiedenen Bereichen, die in Abschnitt 4 erwähnt wurden. In der Konferenz wurden die Sitzungen in diese Bereiche unterteilt, die jeweils durch ein Papier der FIVE-Gruppe eingeleitet wurden (Slater, 1995). Der Eröffnungsvortrag basierte auf einer früheren Version dieses Papiers. Darauf folgte eine Überprüfung visueller Displays in virtuellen Umgebungen durch das FIVE-Mitglied Gavin Brelstaff von der University of Bristol, UK. Darauf folgte ein Beitrag von Jolande Tromp von der University of Nottingham, UK, der auf das Konzept der Präsenz zurückkehrte und dabei insbesondere auf die einschlägige psychologische Literatur zurückgriff. Es folgte der Beitrag von Dave Snowden, Chris Greenhalgh und Steve Benford von der University of Nottingham UK, die den Begriff subjektiver Ansichten in geteilten Umgebungen diskutieren.

Die Sitzung zum Thema Interaktivität wurde von FIVE-Mitglied Massimo Bergamasco von der Scuola Superiore S. Anna in Italien eingeleitet, der einen Vortrag über den schwierigsten Aspekt virtueller Umgebungen, das sensorische Feedback – den von taktilen Displays einschließlich Wärme hielt. Eine überarbeitete Version dieser Arbeit wird in dieser Zeitschrift präsentiert. Es folgten zwei Beiträge von Marc Cavazza und Kollegen von Thomson-CSF in Frankreich, deren überarbeitete Version als Lab Report in dieser Zeitschrift erscheint, sowie von Andy Colebourne und Tom Rodden von der University of Lancaster UK über die Konstruktion virtueller Umgebungen. Die Sitzung zum Thema Interaktivität wurde durch einen FIVE-Beitrag von Holger Strauss und Jens Blauert von der Ruhr-Universität Bochum in Deutschland abgeschlossen, in dem es um Hörumgebungen ging.

Der Bereich der physikalisch basierten Simulation und des Verhaltens in der Gruppe FIVE wird hauptsächlich durch die Universitäten Genf und die EPFL in der Schweiz vertreten. Nadia Magnenat Thalmann (Genf) und Daniel Thalmann (EPFL) präsentierten mit den Kollegen Tolga Capin und Igor Pandzic ein gemeinsames Paper zur Repräsentation des Menschen in einer vernetzten Umgebung. Dies erscheint als Laborbericht in dieser Zeitschrift. Effiziente Methoden zur Kollisionserkennung sind eine grundlegende Voraussetzung für die Simulation und Interaktion in VEs und dieses Thema wurde in dem Artikel von JJ Fang und Kollegen von der Heriot Watt University UK behandelt.

Für den zukünftigen Erfolg der VE-Forschung ist es von entscheidender Bedeutung, dass wir aus den Erfahrungen aus mehr als einem Jahrhundert Wahrnehmungsforschung lernen und dieses Wissen in die VE-Community einbringen. Dafür standen die Vorträge von Gavin Brelstaff, Massimo Bergamasco, Holger Strass und Jens Blauert innerhalb der FIVE-Gruppe. Dies wurde am Ende des ersten Konferenztages fortgesetzt, der mit einem Vortrag von Richard Gregory vom Perceptual Systems and Research Center University of Bristol über Anwendungen von VEs zur Präsentation von Wissenschaft, einschließlich Verwendungen und möglichem Missbrauch der Technologie, abgeschlossen wurde .

Steven Ellis vom NASA Ames Research Center in den USA kehrte zum Konzept der Präsenz und Wahrnehmung zurück und eröffnete den zweiten Tag mit seinen Bemerkungen zu Sheridans (1992) Paper, über das er in Ellis (1996) berichtet. Dieses Thema wurde mit den Veröffentlichungen von Alan Murta von der University of Manchester UK fortgesetzt, der sich mit der Wahrnehmung der vertikalen Achse befasste – als wichtiges Maß für die Genauigkeit der visuellen Wahrnehmung in VEs.

Das Aufkommen von VEs als wichtiges Forschungsthema in den letzten Jahren hatte tiefgreifende Auswirkungen auf die Computergrafik. Die Notwendigkeit einer Echtzeitleistung hat zu einem Umdenken bei der Objektdarstellung geführt und zu der Erkenntnis geführt, dass es nicht machbar oder sinnvoll ist, eine einzelne Darstellung für ein Objekt zu haben, die unabhängig von den aktuellen Betrachtungsparametern zum Rendern verwendet wird. In diesem Abschnitt gab es vier Vorträge, die von den FIVE-Mitgliedern R. Schraft, J. Neugebauer, T. Flaig und R. Dainghaus des Fraunhofer-Instituts, IPA in Stuttgart, Deutschland, über eine neue Methode zur Detaillierungskontrolle basierend auf Fuzzy-Logik und genetische Algorithmen. Darauf folgte ein Beitrag von Martin Reddy von der University of Edinburgh, UK, die eine interessante Anwendung von Ideen aus der visuellen Wahrnehmung auf das Problem der Detaildarstellung präsentierten. Eine weitere Anwendung der Wahrnehmungstheorie bezüglich des peripheren Sehens führt zu einer Studie von Benjamin Watson, Neff Walker und Larry Hodges vom Georgia Institute of Technology USA, die eine Detailgenauigkeitsmethode für das periphere Sehen untersucht. Im Anschluss an die Konferenz haben sich die Autoren des Georgia Institute of Technology und der University of Edinburgh zusammengetan, um die beiden Begleitpapiere zum Detailgrad in dieser Zeitschrift zu erstellen.

Auf der Konferenz wurden drei Beiträge zu Gesundheits- und Sicherheitsaspekten von VE präsentiert. Die erste stammte von Robert Kennedy und Kollegen von der Essex Corporation in Florida USA, die eine Fülle von Informationen über Cybersickness lieferten. Peter Lassig von der Universität Leipzig und Jens-Uwe Molski von doppeldecker VR design, Leipzig, Deutschland, diskutieren Begriffe von Cybersickness in Bezug auf HMDs. Sue Cobb, Sarah Nichols und John R. Wilson von der University of Nottingham präsentierten ihre aktuellen Arbeiten zur Entwicklung einer experimentellen Methodik für Gesundheit und Sicherheit im virtuellen

Umgebungen. Die Veröffentlichungen der Essex Corporation und der University of Nottingham wurden überarbeitet und erscheinen in dieser Zeitschrift.

6. Schlussfolgerungen

Computer waren einst entfernte und heilige Objekte, die nur durch Glas zu sehen waren und von einer Priesterschaft aus Operatoren und Programmierern gewartet wurden. Im Laufe der Jahre sind sie den Menschen immer näher gekommen, haben sich auf die Masse der Arbeitsplätze und Wohnungen ausgeweitet und bieten alles von der Buchhaltung bis zur Unterhaltung. Jetzt beginnen sie mit immersiven VEs, uns mit neuen Orten zum Bewohnen und Teilen zu versorgen, indem sie unsere Sinnesdaten bestimmen, was zu neuen Körpern und neuen Kräften führt. Es ist unsere optimistische Überzeugung, dass Computer immer befreiender werden, wenn wir uns immer mehr verflechten, die Science-Fiction, die in Romanen wie Gibsons *Neuromancer* und Stephenson's *Schnee-Crash*⁴ werden vor unseren Augen Wirklichkeit. Der Zweck der Gruppe FIVE besteht darin, einen Teil dieser Forschung zusammenzuführen und einen Rahmen dafür zu präsentieren, der auf dem Konzept der Präsenz basiert, als Beitrag zu ihrer Verwirklichung.

Danksagung

Die Gruppe FIVE wird vom ESPRIT III-Programm der Europäischen Union als Arbeitsgruppe 9122 finanziert und wir danken Dr. Jakub Wejchert, dem Projektkoordinator.

Verweise

Barfield, W. Sheridan, T., Zeltzer, D. und Slater, M. (1995) Präsenz und Leistung in virtuellen Umgebungen, in W. Barfield und T. Furness (Hrsg.) *Virtual Environments and Advanced Interface Design*, Oxford University Press.

Barfield, W. und S. Weghorst (1993) The Sense of Presence Within Virtual Environments: A Conceptual Framework, in *Human-Computer Interaction: Software and Hardware Interfaces*, Bd. B, herausgegeben von G. Salvendy und M. Smith, ElsevierPublisher, 699-704, 1993.

Barfield, W. und Hendrix, C. (1995) The Effect of Update Rate on the Sense of Presence innerhalb Virtual Environments, *Virtual Reality: The Journal of the Virtual Reality Society*, 1(1) 3-16.

Bly, S., Harrison, S. und Irwin, S. (1993) Medienräume: Menschen in einer Video-, Audio- und Computerumgebung zusammenbringen. *Mitteilungen des ACM*, 36(1), 28-47.

Carlsson, C. und Hagsand, O., DIVE A Platform for Multi-User Virtual Environment, *Computer & Graphics* Bd. 17, Nr. 6, 1993, S. 663-669.

⁴Neal Stephenson (1993) *Snow Crash* (Bantom Books, Taschenbuch).

Cohen, KM (1982) Sprecherinteraktion: Video-Telekonferenzen im Vergleich zu persönlichen Treffen. Proceedings of Teleconferencing and Electronic Communications, University of Wisconsin, 189-199.

Cool, C., Fish RS, Kraut RE und Lowery CM (1992) Iterative Design of Video Communication Systems, in Proceedings of CSCW'92, Toronto, Kanada.

DEVRL-Gruppe (1995) Distributed Extensible Virtual Reality Laboratory (DEVRL): A Project for Cooperation in Multi-Participant Environments, eingereicht. (Die DEVRL-Gruppe besteht aus den Fakultäten für Informatik der Universitäten Lancaster und Nottingham, dem University College London und QMW. Die Hauptprüfer sind S. Benford, T. Rodden, M. Slater, S. Wilbur.

Ellis, SR (1991) Nature and Origin of Virtual Environments: A Bibliographic Essay, Computing Systems in Engineering, 2(4), 321-347. 247-259.

Ellis, SR (1996) Presence of Mind: A Reaction to Thomas Sheridan's "Further Musings on the Psychophysics of Presence", Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press, 5 (2),

Gale, S. (1990) Menschliche Aspekte der interaktiven Multimedia-Kommunikation. Interaktion mit Computern, 2. 175-189.

Gibson, JJ (1986) The Ecological Approach to Visual Perception, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, New Jersey.

Grimsdale, C. (1991). dVS - Distributed Virtual Environment System, Proceedings of Computer Graphics 91 Conference, London. ISBN 0 86353 282 9

Greenhalgh, C. und Benford, S. (1995) MASSIVE: A Collaborative Virtual Environment for Teleconferencing, ACM Transactions on Computer Human-Interaction (TOCHI), 2(53) September, 239-261.

Grinder J. und Bandler R. (1981) Trance-Formationen, Real People Press, Utah, ISBN 0-911226-23-0.

Harrison, S. (1992) Einen Platz im Medienraum schaffen. Technischer Bericht SSL-92-42. Xerox PARC, Palo Alto, CA.

Heeter, C. (1992) Being There: The Subjective Experience of Presence, Telepresence, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1(2), Frühjahr 1992, MIT Press, 262-271.

Held, RM und NI Durlach (1992) Telepresence, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1, Winter 1992, MIT Press, 109-112.

- Hendrix, C. und Barfield, W. (1996a) Presence within Virtual Environments as a Function of Visual Display Parameters, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press, 5(3), 274-289.
- Hendrix, C. und Barfield, W. (1996b) The Sense of Presence within Auditory Virtual Environments, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press, 5(3), 290-301.
- Hodges, LF, Rothbaum, BO, Watson, BA, Kessler, GA, Opdyke, D. (1995) A Virtual Airplane for Fear of Flying Therapy, VRAIS'95 [Vollständige Referenz wird bereitgestellt!]
- Isaacs, EA, Tang, JC, (1993) Was Video für die Zusammenarbeit leisten kann und was nicht: eine Fallstudie. Proceedings of ACM Multimedia '93, Anaheim, Ca. 199-207.
- Lewis S. und Mateas, M. (1994) Positionspapier für den TelePresence-Workshop, ACM Multimedia '94, San Francisco, Ca. 17-19.
- Loomis, JM (1992) Präsenz und distale Attribution: Phänomenologie, Determinanten und Bewertung, SPIE 1666 Human Vision, Visual Processing and Digital Display III, 590-594.
- Mazedonien, MR, Zyda, MJ, Pratt, DR, Barham, PT und Zeswitz, S. (1994) NPSNET: a network software architecture for large scale virtual environment, Presence, 3(4), MIT Press.
- Mee, A. (1898) The Pleasure Telephone, the Strand Magazine, 339-369.
- Rothbaum, B., Hodges, L., Kooper, R., Opdyke, D., Willford, J., North, M. (1995) Effectiveness of Computer Generated (Virtual Reality) Graded Exposure in the Treatment of Acrophobia, American Journal der Psychiatrie, 152(4), 626-628.
- Strickland, D. (1996) A Virtual Reality Application with Autistic Children, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press, 5(3), 319-329.
- Ochsman, RB und Chapanis, A. (1974) Die Auswirkungen von IO-Kommunikationsmodi auf das Verhalten von Teams während kooperativer Problemlösung. Internationale Zeitschrift für Mensch-Maschine-Studien, 6. 579-619.
- O'Conaill, B., Whittaker, S. und Wilbur, S. (1993) Gespräche über Videokonferenzen: Eine Bewertung der gesprochenen Aspekte der videovermittelten Kommunikation. Zeitschrift für Mensch-Computer-Interaktion, Vol. 2, No. 8. 389-428.
- Patel, H. (1994) The Influence of Sound on Presence in Virtual Environments, MSc Advanced Methods in Computer Science, Projektbericht, Department of Computer Science, QMW University of London.

Rutter, DR, Stephenson, GM und Dewey, ME (1981) Visuelle Kommunikation und Inhalt und Stil von Gesprächen, British Journal of Social Psychology. 20, 41-52.

Seligmann, DD, Mercuri, RT, und Edmark, JT (1995) Bereitstellung von Zusicherungen in einer multimedialen interaktiven Umgebung, in Proceedings of ACM CHI'95, Denver, Colorado.

Sheridan, TB (1992) Musings on Telepresence and Virtual Presence, Telepresence, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1, Winter 1992, MIT Press, 120-126.

Sheridan, TB (1996) Weitere Überlegungen zur Psychophysik der Präsenz, Präsenz: Teleoperatoren und virtuelle Umgebungen, MIT Press, 5 (2), 241-246.

Slater, M. und M. Usoh (1992) An Experimental Exploration of Presence in Virtual Environments, Department of Computer Science, Interner Bericht der QMW University of London.

Slater, M., M. Usoh (1994) Body Centered Interaction in Immersive Virtual Environments, in N. Magnenat Thalmann und D. Thalmann (Hrsg.) Artificial Life and Virtual Reality, John Wiley and Sons, 125-148.

Slater, M., M. Usoh, A. Steed (1994) Depth of Presence in Immersive Virtual Environments, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, MIT Press 3(2), 130- 144.

Slater, M., M. Usoh, Y. Chrysanthou (1995) The Influence of Dynamic Shadows on Presence in Immersive Virtual Environments, Second Eurographics Workshop on Virtual Reality, M. Goebel, Hrsg., Monte Carlo, Jan., 1995.

Slater, M. Usoh, M., Steed, A. (1995) Schritte unternehmen: Der Einfluss einer gehenden Metapher auf die Präsenz in der virtuellen Realität, ACM-Transaktionen auf die Computer-Mensch-Interaktion (TOCHI) 2(3) September, 201-219 .

Slater, M. (1995) The Proceedings of the FIVE'95 Conference, Department of Computer Science, Queen Mary and Westfield College, Mile End Road, London E1 4NS, UK.

Slater, M., Linakis, V., Usoh, M., Kooper, R. (1996) Immersion, Presence and Performance in Virtual Environments: An Experiment with Tri-Dimensional Chess, ACM Virtual Reality Software and Technology (VRST), Mark Grün (Hrsg.), ISBN: 0-89791-825-8, S. 163-172.

Steuer, J. (1992) Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence, Journal of Communication 42(4), 73-93.

Uno, S. und Slater (1997) The Sensitivity of Presence to Collision Response, IEEE VRAIS 97, Sharon Stansfield, Larry Hodges und Mark Green Hrsg., im Druck.

Welsh, RB, Blackman, TT, Liu, A., Mellers, BA, Stark, LW (1996) The Effects of Pictorial Realism, Delay of Visual Feedback, and Observer Interactivity on the Subjective Sense of Presence, *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, MIT Press, 5(3), 263-273.

Zeltzer, D. (1992) Autonomy, Interaction and Presence, *Telepresence, Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 1, Winter 1992, MIT Press, 127-132.

Žižek, S. (1991) *Eine Einführung in Jacques Lacan durch die Populärkultur*, Ein Oktoberbuch, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts und London England.