

Usability von VR-Anwendungen – Was tun wenn das Problem in der menschlichen Wahrnehmung liegt?

Anja Köhler
TU Dresden
Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften (Psychologie)
01062 Dresden
koehleranja@gmx.de

Henning Brau
Daimler AG
GR/EPD, PsyE
Postfach 2360
89013 Ulm
henning.brau@daimler.com

Abstract

Die Gebrauchstauglichkeit von VR-Systemen hängt neben der Interaktionsqualität mit dem technischen System stark von der korrekten Darstellung virtueller Objekte und deren korrekter Wahrnehmung durch den Nutzer ab. Dass Nutzer trotz einer korrekten Skalierung virtuelle Objekte falsch oder verzerrt wahrnehmen, scheint laut

empirischen Befunden aber die Regel zu sein. Dieser Beitrag widmet sich anhand einer empirischen Untersuchung am virtuellen Fahrzeuginnenraum diesem Problem und untersucht den Einfluss von Schattendarstellung und Vergleichsobjekt auf die Räumliche Wahrnehmung in VR.

Keywords

Räumliche Wahrnehmung, Virtuelle Realität, Schatten, Vergleichsobjekt

1.0 Einleitung

Die allgemeine Nützlichkeit und Gebrauchstauglichkeit von Anwendungen der virtuellen Realität (VR) sind in den letzten Jahren rasant gewachsen. Auch wenn viele Anwendungen noch immer in den Kinderschuhen stecken, eröffnet VR bereits heute in vielen sehr unterschiedlichen Gebieten neue Möglichkeiten. Die realitätsnahe und maßstabsgetreue Visualisierung von 3D-Umgebungen ermöglicht dabei eine weit intensivere User Experience als „flache“ und verkleinerte Darstellungen auf dem Bildschirm. Besonders in einer CAVE (Cave Automatic Virtual Environment, Abb. 1) erzeugte virtuelle Umgebungen, die in dieser Studie untersucht wurden, ermöglichen ein eindrucksvolles 3D-Erlebnis. In der Produktentstehung der Automobilbranche werden virtuell erzeugte Fahrzeuge beispielsweise dazu genutzt, den Innenraum nach ergonomischen Kriterien zu gestalten. Dies verkürzt Entwicklungszeiten und spart Kosten, da verschiedene Varianten ohne den anfallenden finanziellen und zeitlichen Aufwand von physikalischen Prototypen getestet werden können. Ein Vorgehen, das aus ökonomischen und zeit-

lichen Gründen ohne VR häufig nicht denkbar wäre. VR ist deshalb bereits heute fester Bestandteil in Entwicklung, Produktions- und Prozessplanung vieler Baureihen.



Abb. 1: CAVE (Cave Automatic Virtual Environment)

Es ist mittlerweile möglich, bei vertretbarem Aufwand eine wirksame VR mit hoher Usability im Sinne der DIN EN ISO 9241, Teil 11 für die Nutzer zu erzielen. Effektivität und Effizienz sind dabei in einem maximalen Maße von einer exakten realitätsgetreuen Visualisierung abhängig. Erst sie ermöglicht den leichteren Zugang zu Erkenntnissen bzw. zu neuen Formen von Erkenntnissen. Ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Faktoren wie

Eigenschaften der Interaktionsgestaltung und Performance entscheidet dann maßgeblich über eine Zufriedenstellung bei der Zielerreichung mit dem System. Somit spielt insbesondere die Wahrnehmung der räumlichen Struktur virtueller Objekte eine wichtige Rolle für die Effektivität der VR. Die aus einer Simulation gewonnenen Ergebnisse können nur dann auf die Realität übertragen werden, wenn Objekte und Distanzen so genau und verlässlich wie möglich wahrgenommen werden können (Hofmann, 2002). Die Erfahrungen aus der Praxis sind durchgängig positiv und dennoch zeigen empirische Befunde, dass bei der Nutzung von VR-Systemen wahrnehmungspsychologische Probleme auftreten können.

2.0 Wahrnehmung in VR

Die allgemeine Verwendung von VR-Systemen in Wirtschaft und Wissenschaft basiert vor allem auf der Annahme, dass diese die Realität getreu nachzubilden vermögen. Aber VR-Systeme unterliegen gewissen Einschränkungen und können Fehler aufweisen, welche die Glaubwürdigkeit der erzeugten virtuellen Darstellungen nachteilig beeinflussen (Kenyon et al., 2007). Oft wird von

verzerrter Größen- und Distanzwahrnehmung berichtet. Virtuell dargestellte Szenen wirken zu groß, Objekte zu klein, Entfernungen werden überschätzt.

Grenzen sind VR-Systemen durch den aktuellen Stand der Technik gesetzt. In diesem Rahmen ist auf eine korrekte Implementierung der Größen- und Entfernungsverhältnisse zu achten. Da sich diese Grenzen durch eine fortwährende Entwicklung ständig verschieben oder gar auflösen, sind die wirklichen Probleme die *hard problems*, die grundlegend neuer Entwicklungen der Technik bedürfen, um gelöst zu werden (Drascic & Milgram, 1996).

Diese entstehen vor allem durch die Beschaffenheit des menschlichen visuellen Systems. Solch ein Problem ist die Entkopplung von Akkomodation und Konvergenz bei 3D-Displays. Der Beobachter wird in einer CAVE dazu gezwungen, auf die Projektionswand zu fokussieren, unabhängig von der scheinbaren Position des Objektes in der VR-Umgebung, auf welches die Augen konvergieren. Diese Inkonsistenz zieht eine verzerrte Objekt- und Distanzwahrnehmung nach sich.

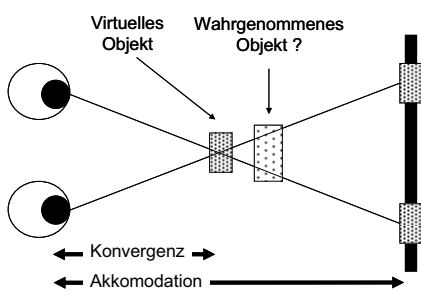


Abb. 2: Akkomodation-Konvergenz-Konflikt (nach Drascic & Milgram, 1996).

Abbildung 2 zeigt den möglichen Effekt, den ein Konflikt zwischen Akkomodation und Konvergenz auf die wahrgenommene Größe und Position eines virtuellen Objektes haben kann. Ist die Projekti-

onswand der CAVE zwei Meter vom Betrachter entfernt und wird ein virtuelles Objekt auf eine Entfernung von z.B. einem Meter in der VR-Umgebung platziert, kann dieses Objekt vom Beobachter als weiter entfernt, also näher zum Display, wahrgenommen werden. Ebenso kann sich die wahrgenommene Größe des Objektes von der Projektion unterscheiden.

Wie kann man trotz solcher Einschränkungen etwas am visuellen Eindruck virtueller Szenarien verändern? Können Einschränkungen, die durch die Merkmale der menschlichen Wahrnehmung begründet sind, schon durch verbesserte Darstellungen teilweise behoben werden?

3.0 Schatten und Vergleichsobjekt

Inzwischen ist es möglich, mit vertretbarem Aufwand eine sehr realistische Schattendarstellung innerhalb der virtuellen Szenen zu generieren; ein wichtiger Schritt in Richtung maximaler Realitätsnähe. Da Schatten auch in der Realität als Hinweisreize für Objektformen und Raumrelationen fungieren, ist durch sie eine Verbesserung der räumlichen Wahrnehmung in VR zu erwarten. Dies ist einer der Punkte, der in der durchgeführten Studie untersucht wurde.

Eine weitere Möglichkeit, dem Beobachter virtueller Szenen zu helfen, den korrekten räumlichen Eindruck zu gewinnen, stellt die Einbindung eines Vergleichsobjektes dar. Darunter verstehen wir ein Objekt, das man genau kennt, das man besten Falls schon oft in der Hand hatte und dessen Größe man gewohnt ist. Erst im Vergleich zu solchen Objekten gelangen wir auch in der Realität zu dem Wissen über andere Objekte, Entfernungen oder räumliche Zusammenhänge. Vergleichsobjekte liefern also notwendige Kontextinformationen. Sie sind damit

Anker und Referenz für unsere Einschätzungen einer realen Szene. Warum sollte dies nicht auch in der virtuellen Welt funktionieren?

4.0 Untersuchung in der CAVE

Die Untersuchung fand in einer CAVE des Daimler Virtual Reality Centers in Sindelfingen statt. Die untersuchte Szene bestand aus einem virtuellen Fahrzeuginnenraum, wie er auch zu Design- oder Sichtuntersuchungen genutzt wird. Das Fahrzeug stand an einer detailreichen virtuellen Kreuzung. Hier sollte getestet werden, inwiefern eine verbesserte Schattendarstellung und das Einfügen eines wohlbekannten Vergleichsobjektes (in diesem Fall eine Coladose) einen Einfluss auf die räumliche Wahrnehmung des Beobachters haben. Dazu sollten Probanden aus der Perspektive des Rücksitzes (Mitte) des virtuellen Fahrzeuginnenraums Entfernungen und Objektgrößen in der virtuellen Szene einschätzen. Diese Werte wurden mit den korrekten Maßen verglichen. Ebenso sollten alle Probanden in einer realen Szene Entfernungen und Objektgrößen einschätzen. Aus Zeit- und Kostengründen wurde hier auf einen neutralen Raum mit verschiedenen Objekten zurückgegriffen. Ein Vergleich von Schätzungen in VR mit denen in der Realität war somit ebenfalls möglich. Für die Schätzungen in VR entstanden vier Versuchsbedingungen. Ein Proband sah entweder die Szene ohne Schatten und ohne Vergleichsobjekt, nur mit Schatten, nur mit Vergleichsobjekt oder eine Szene mit beidem. So konnten der Einfluss von Schatten und Vergleichsobjekt auf die Schätzungen untersucht werden.

4.1 Stichprobe

Insgesamt bestand die Stichprobe aus 65 Mitarbeitern der Daimler AG im Alter von 17 bis 56 Jahren. Die Probanden waren überwiegend männlich und

hatten durchschnittlich keine bis wenig Erfahrung mit CAVE-Untersuchungen.

4.2 Messen von Wahrnehmung

Wie können wir aber den räumlichen Eindruck eines Beobachters messen? Kann er uns einfach sagen, wie weit etwas entfernt oder wie groß ein Objekt ist? In der Realität quantifizieren wir Entfernungen oder Objektgrößen nur selten in Meter oder Zentimeter. Wir beurteilen eher Relationen zwischen Objekten. Entfernungen und Objektgrößen sollten aber während des Versuchs durch die Teilnehmer in (Zenti-)Metern angegeben werden. Eine solche Einschätzung würde auch in der Realität nicht ohne Fehler ablaufen. Daher wurden die Probanden aufgefordert, auch in einem realen Szenario Entfernungen zu schätzen. Damit war ein Vergleich Virtualität vs. Realität gegeben.

4.3 Präsenz und Akzeptanz

Zusätzlich zu den Einschätzungen von Objekten und Entfernungen wurden in einer Nachbefragung Präsenz und Akzeptanz jeweils mittels eines standardisierten Fragebogens erhoben.

Präsenz beschreibt das Gefühl der Integriertheit des Beobachters in die virtuelle Szene. Sie kann einen Einfluss auf die Performanz des Beobachters in VR haben (Hofmann, 2002).

Die Akzeptanz durch Nutzer stellt für jede neue Technologie einen wichtigen Erfolgsfaktor dar. Ergebnisse aus CAVE-Untersuchungen sind durchaus von der Einstellung der Nutzer dem System gegenüber abhängig, sodass eine Erhebung dieses Konstrukts als sinnvoll erschien.

5.0 Ergebnisse

Bei der Auswertung der Daten zeigte sich, dass Entfernungen und Größen in VR schlechter eingeschätzt werden

als in der Realität. Weiterhin wurden größer werdende Entfernungen signifikant stärker unterschätzt als kleinere. Dieser Effekt tritt in VR wie in der Realität auf. In VR ist dieser Effekt allerdings signifikant größer als in real. D. h., größere Entfernungen in VR wurden noch einmal deutlich schlechter eingeschätzt als in Real (Abb. 3).

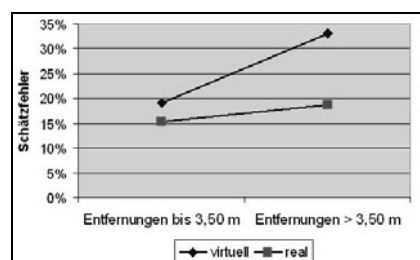


Abb. 3: Unterschiede im Schätzfehler zwischen VR und Real bei kleinen und großen Entfernungen.

Die Schattendarstellung hatte keinen bedeutsamen Einfluss auf die räumliche Wahrnehmung. Die Einschätzungen von Distanzen und Objektgrößen unterschieden sich nicht zwischen den Bedingungen mit Schatten und ohne Schatten. Ebenso hatte das Vergleichsobjekt keinen bedeutsamen Einfluss auf die räumliche Wahrnehmung. Es war kein signifikanter Unterschied in den Schätzwerten zwischen den Bedingungen festzustellen.

Die Akzeptanz gegenüber CAVE-Untersuchungen als Arbeitsmethode fiel durchweg sehr positiv aus. Über 90% der Teilnehmer sahen CAVE-Untersuchungen als sinnvolle Methode. Das räumliche Empfinden im virtuellen Fahrzeuginnenraum war zudem sehr stark ausgeprägt. Ebenfalls fast 90% der Teilnehmer empfanden die Darstellung als sehr realistisch. Ein Einfluss von Akzeptanz und Präsenzepfinden auf die räumliche Wahrnehmung konnte nicht festgestellt werden.

6.0 Diskussion

Ziel dieser Untersuchung war es, festzustellen, ob Verbesserungen in der Darstellungsweise virtueller Szenen einen positiven Einfluss auf die räumliche Wahrnehmung der Beobachter haben, um somit ein Stück weit den Einschränkungen, die durch das menschliche visuelle System entstehen, entgegenwirken zu können.

Die Ergebnisse zeigen, dass weder eine verbesserte Schattendarstellung noch das Bereitstellen eines Vergleichsobjektes in der Szene eine Auswirkung auf die verzerrte Wahrnehmung in VR haben. Ganz im Gegenteil wird ein weiteres Mal deutlich, dass die Wahrnehmung in VR Verzerrungen unterliegt, die in der Realität so nicht auftreten und die Effektivität und Effizienz von VR-Anwendungen im Sinne der Usability beeinträchtigen. Diese liegen darin begründet, dass die dreidimensionale visuelle Wahrnehmung nicht nur vom Lichteinfall in das Auge, sondern auch von der Augenstellung abhängt. Die Besonderheit in der Usability-Problematik liegt also nicht im engeren Sinne in einem ungünstigen Systemdesign, sondern in der hohen menschlichen Anpassung an die reale Welt. Verbesserungen der Visualisierung erhöhen hingegen Präsenz und Akzeptanz und sollten von daher entsprechend vorangetrieben werden.

7.0 Literaturverzeichnis

- Drascic, D. & Milgram, P. (1996): Perceptual Issues in Augmented Reality. Proceedings of the SPIE: Stereoscopic Displays and Virtual Reality Systems III, S. 123-134.
- Hofmann, J. (2002): Raumwahrnehmung in virtuellen Umgebungen. Wiesbaden: DUV.
- Kenyon, R. V.; Sandin, D.; Pawlicki, R. & Defanti, T. (2007): Size-Constancy in the CAVE. Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 16, Nr. 2, S. 172-187.