

**Beiträge des Department of Computer Science der University of North
Carolina at Chapel Hill:
HEAD-MOUNTED DISPLAY PROJECT
Warren Robinett**

Überblick:

Das Tragen eines Head-Mounted Display (HMD), eines am Kopf getragenen Bildschirmgeräts zur optischen Darstellung von Daten, versetzt den Benutzer in eine dreidimensionale computer-simulierte Welt. Da die Kopf- und Handpositionen vom System nachvollzogen werden, kann sich der Benutzer durch diese virtuelle Welt bewegen, sich drehen und in jede Richtung schauen und Handbewegungen machen, um mit den simulierten Objekten zu interagieren. Das Bild der vom Benutzer gesehenen virtuellen Welt wird bis zu 30 Mal pro Sekunde korrigiert, damit es mit der Kopfposition und der Orientierung des Benutzers übereinstimmt. Die stereoskopische Farb- und Weitwinkelkopfbedeckung erzeugt für jedes Auge ein geringfügig verschiedenes Bild, sodaß die vom Computer geschaffene Szene für den Benutzer in jeder Hinsicht dreidimensional ist und das Weitwinkelsehfeld gibt ihm oder ihr das Gefühl, in eine computergemachte künstliche Realität eingetaucht zu sein. Der Benutzer hört auch die Geräusche, die von den Vorgängen in der virtuellen Welt ausgelöst werden, etwa wenn zwei simulierte Objekte aufeinanderstoßen.

Gegenwärtig wird das System um zwei neue Möglichkeiten erweitert. Wir haben ein Kraft-Feedback-Subsystem, den Argonne Remote Manipulator (ARM), dessen Integration in den HMD es dem Benutzer ermöglichen wird, Objekte der virtuellen Welt mit dem Handgriff des ARM zu berühren. Über einen zweiten HMD, der an das System angeschlossen wird, können zwei Personen, die HMDs tragen, in eine von ihnen beiden wahrgenommene virtuelle Welt eintreten, einander sehen und interagieren.

Zielsetzung.

Die Zielsetzung dieses Projekts besteht in der Entwicklung eines multisensoriellen HMD-Systems, in der Untersuchung manueller, HMD-gemäßer Steuerungsmethoden und in der Demonstration seiner Nützlichkeit in realen Anwendungsfällen.

Anwendungen.

Das HMD eignet sich bestens für Anwendungsbereiche, die die Darstellung dreidimensionaler Daten erfordern und in denen eine aktive Erforschung des simulierten dreidimensionalen Raums durch den Benutzer von Vorteil ist. Die Möglichkeit einer interaktiven Erforschung gewinnt mit zunehmender Komplexität der dreidimensionalen Räume noch größere Bedeutung.

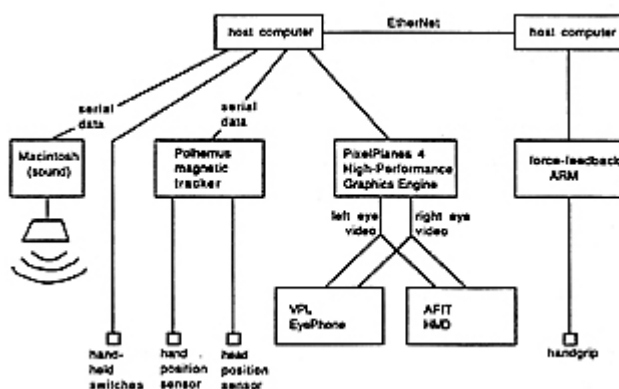
Das HMD eignet sich besonders für medizinische Darstellungen, da es sich bei anatomischen Strukturen um komplexe dreidimensionale Objekte handelt. Die Verwendung des HMD für die Planung einer Röntgenbestrahlung im Falle eines Tumors ermöglicht eine effektivere Krebsbehandlung, da der Röntgenonkologe die dreidimensionale Situation des Tumors und der angrenzenden strahlungsempfindlichen Organe besser erkennen kann. Derzeit setzen Röntgenonkologen nur selten Strahlen aus ungewöhnlichen Winkeln ein, was unter Umständen am wirkungsvollsten wäre, — einfach weil die derzeit üblichen flachen Displays nicht genügend Informationen bieten um sicherzugehen, daß die Bestrahlung an der richtigen Stelle durchgeführt wird. Mittels der Verwendung unseres HMD und sehr schneller Computer kann sich der Benutzer eine entsprechende Vorstellung vom Tumor, der ihn umgebenden Anatomie, den Röntgenstrahlen und der Röntgendosis machen.

Ein zweiter Anwendungsfall der HMD für medizinische Zwecke läuft unter dem Spitznamen "X-ray vision". Wenn die Bilddaten eines Realzeit-Ultraschall-Scanners zum Sehpunkt eines Arztes, der einen HMD trägt, übermittelt werden, so erhält dieser den Eindruck, er sähe in das soeben untersuchte Gewebe hinein, wobei seine bzw. ihre unmittelbare Sicht und das Abtasten des Gewebes vom Ultraschallbild optisch überlagert wird. Der dreidimensionale Ultraschall-Scanner und das ein Durchsehen ermöglichende HMD werden derzeit entwickelt.

Biochemiker verwenden Computergraphiken um die dreidimensionalen Formen komplexer Moleküle, etwa der Proteine zu verstehen. Die Entwicklung einiger neuer Arzneimittel hängt von der Entdeckung von Molekülen ab, die in Rezeptorproteine so wie ein Schlüssel ins Türschloß passen. Das HMD und der Handmanipulator können dem Biochemiker dabei helfen, die simulierten Moleküle besser betrachten, bewegen, biegen und drehen zu können und zu sehen, wie sie zueinander passen. Eine andere Anwendung besteht in der Architektur"begehung". Ehe ein Gebäude errichtet wird, können der Architekt und der Kunde in einem dreidimensionalen Computermodell des geplanten Gebäudes von Raum zu Raum gehen.

Hardware.

Das (nachstehende) HMD-Systemdiagramm zeigt die Schnittstellen zwischen den Hardware-Subsystemen.



Neue Technologien.

Wegen der unzulänglichen Geschwindigkeit und Reichweite bzw. Leistungsfähigkeit der vorhandenen kommerziellen Tracker (Geräte, die die Position und Ausrichtung von Kopf und Hand verfolgen), wird hier ein Hochgeschwindigkeits-Raumgrößen-Arbeitsvolumen-Tracker entwickelt. Eine am Kopf angebrachte Kamera wird durch einen 3-Weg-Lichtstrahlspalter nach oben, in Richtung der lichtemittierenden Diodenleuchten am Plafond gerichtet und berechnet anhand der bekannten Positionen dieser Leuchten ihre eigene Position und Ausrichtung. Der Plafond kann mit hunderten dieser Leuchten ausgestattet sein um auf diese Art ein großes Arbeitsvolumen zu ermöglichen.

Für die medizinische "X-ray vision" wird ein HMD mit der Fähigkeit durchzusehen, entwickelt. Eine spezielle optische Anfertigung ermöglicht es dem Benutzer, zur Außenwelt durchzusehen, wobei die Computergraphiken optisch darübergelegt werden, sodaß reale und virtuelle Welt simultan gesehen werden können.

Project Members:

Ron Azuma, Research Assistant (optical tracker)

Fred Brooks, Principal Investigator (molecular graphics)

Bill Brown, Research Assistant (sound, input devices)

Jim Chung, Research Assistant (graphics software, radiation treatment planning)

Vern Chi, Microelectronics Systems Laboratory Director (optical tracker)
Henry Fuchs, Principal Investigator (graphics hardware, medical imaging)
David Harrison, Hardware Specialist (video)
Rich Holloway, Research Assistant (graphics software, software library)
John Hughes, Hardware Specialist (force-feedback ARM, fabrication of prototypes)
Steve Pizer, Professor (medical imaging)
Warren Robinett, Project Manager (system architecture)
Jannick Rolland, Optical Engineer (see-through optics)
Russ Taylor, Research Assistant (force-feedback ARM)
Mark Ward, Mechanical Engineer (optical tracker)

Research Sponsors

Office of Naval Research, Grant No. N00014-86-K-0680

National Institutes of Health, National Center for Research Resources, Grant No. 5-R24-RR-02170.