

Ein- und Ausgabegeräte für VR-Systeme

von Alexander De Luca

Abstract

Diese Ausarbeitung bietet einen Einblick in das weite Feld der Ein- und Ausgabegeräte für Virtual Reality Systeme. Dabei soll nicht nur betrachtet werden, welche Arten von Geräten es gibt und wie diese funktionieren, sondern vor allem auch darauf geachtet werden, ob diese in der Praxis überhaupt sinnvoll einsetzbar sind oder eben nicht und warum. Natürlich erhebt diese Arbeit nicht den Anspruch eine vollständige Aufzählung all dieser Geräte zu sein, was bei der unüberschaubaren Anzahl auch kaum möglich wäre. Das Ziel ist, einen repräsentativen Querschnitt zu zeigen, der die Vielfalt der möglichen Techniken aufzeigt, wobei auch Negativbeispiele nicht fehlen dürfen.

1. Einleitung

VR Systeme werden immer wichtiger für die heutige Wirtschaft und Forschung und zudem immer alltäglicher für jeden von uns. Das verlangt nach leistungsfähigen Geräten für die Interaktion mit diesen Systemen.

Wenn es um das Thema Ein- und Ausgabegeräte für VR – Systeme geht denken die meisten Leute sofort an Geräte wie das Head Mounted Display (Datenhelm) oder den Datenhandschuh. Dass das aber nur ein kleiner Teil der heute vorhandenen Technik ist, wird einem erst bewusst, wenn man anfängt sich etwas näher mit VR zu beschäftigen.

Dass zudem ein Ein- oder Ausgabegerät selbst noch keine VR ausmacht, sollte klar sein und wurde bereits in vorangehenden Referaten geklärt. Denn wenn die Anwendung dementsprechend aufgebaut ist, kann schon eine Maus ein VR Eingabegerät sein.

2. Eingabegeräte

2.1. Datenhandschuh

Das Gerät, an welches die meisten Leute wohl spontan denken, wenn es um Eingabegeräte für VR geht, ist der Datenhandschuh.

Der DataGlove (Abbildung 1) war das erste Gerät dieser Art und wurde von der Firma VPL Research im Jahr 1987 entwickelt. [1]

Heutzutage gibt es sehr viele unterschiedliche Hersteller und Modelle in unterschiedlichster Ausführung und Qualität. Während die teuren Modelle hauptsächlich in Forschung und Entwicklung eingesetzt werden, gibt es mittlerweile auch Varianten, die für den Privatgebrauch erschwinglich sind (z.B. PowerGlove von Nintendo/Mattel – Abbildung 2), aber qualitativ merklich hinter den Profi Varianten zurückstehen. Die Datenhandschuh Technik ermöglicht in der gebräuchlichsten Ausführung das Erkennen von Handgesten und Handbewegungen. Zusätzlich

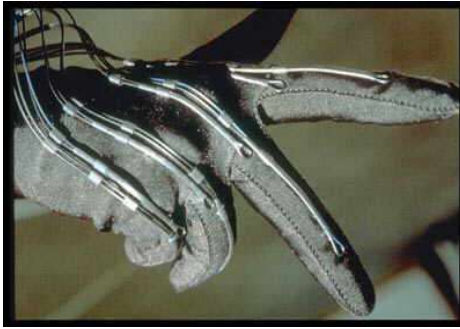


Abbildung 1 DataGlove [1]

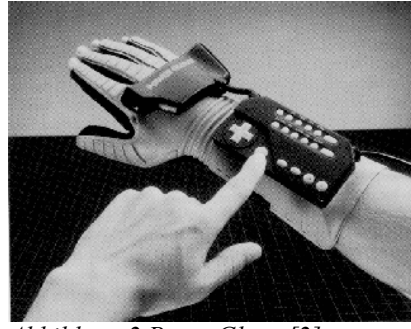


Abbildung 2 PowerGlove [2]

nehmen andere Systeme die Bewegung bis zum Ellenbogen war.[1] [2]

Die Erfassung der Fingerbewegungen und Krümmungen erfolgt zumeist über Lichtfaserkabel. In diese Kabel wird Licht geschickt, wobei Sensoren messen wieviel von diesem Licht wieder zu ihnen zurück gelangt. Dafür sind die Kabel an wichtigen Stellen wie Fingergelenken aufgeraut . Bei Krümmung der Finger entweicht Licht an diesen Stellen und die Lichtintensität geht zurück. Daraus wird der Grad der Krümmung berechnet wird. Je weniger Licht bei den Sensoren ankommt, desto mehr Krümmung. Billigere Varianten Arbeiten z.B. mit Tintendruck Messung, um die Krümmung zu bestimmen, was allerdings viel ungenauer arbeitet. [1] [2]

Fast alle Datenhandschuhe sind mit Tracking ausgestattet, um auch die Position des Handschuhs im Raum zu ermitteln. Sie ermöglichen also realistischere Interaktion, da sie somit 6 Freiheitsgrade berücksichtigen. Manche Gloves verfügen zusätzlich über Force Feedback (z.B. Dexterous Handmaster) und/oder Touch Feedback, welche dem Benutzer eine Gefühlsausgabe bieten, die das Realitätsgefühl noch einmal steigert. (siehe Ausgabegeräte > Haptik) [1] [2] [3]

Wenn man sich an die Bedienung eines Datenhandschuhs gewöhnt hat, bieten diese einen sehr hohen Immersionsgrad, vor allem bei höher entwickelten Handschuhen. Allerdings kann die Gewöhnung einige Zeit in Anspruch nehmen, da sie nicht sonderlich intuitiv ist. Zusätzlich sind sehr gute Datenhandschuhe sehr teuer, billigere Varianten hingegen oft sehr ungenau.

2.2. Datenanzug (DataSuit)

Der DataSuit ist die logische Weiterentwicklung des Prinzip des DataGlove und wurde ebenfalls von VLP Research entwickelt.

Hier werden nicht nur die Krümmungswinkel der Hand, sondern wichtiger Körperteile, sowie deren Position im Raum werden erfasst. Dabei kommen Tracking und die gleichen Fiber optischen Kabel zum Einsatz, wie schon bei VLPs DataGlove. Mittlerweile gibt es auch Datenanzüge, welche mit Force Feedback Technologien ausgestattet sind. [1] [2]

Heute wird die Weiterentwicklung dieser Technik meistens bei der Spielentwicklung (Motion Capture) eingesetzt. Dort werden die Sensoren aber meist direkt am Körper bzw. wichtigen Körperstellen angebracht, da ein herkömmlicher Datenanzug die Bewegungsfreiheit doch erheblich einschränkt. [1]

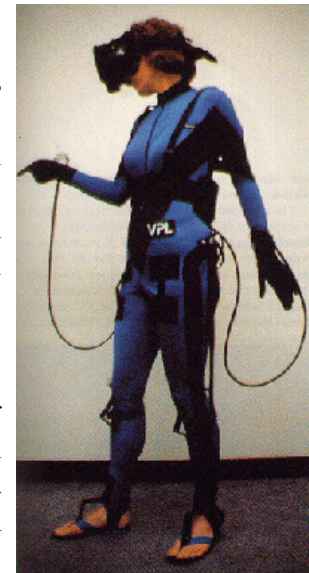


Abbildung 3 DataSuit [2]

2.3. Joystick

Durch die blühende Computerspielindustrie sind sehr viele Personen den Umgang mit diesen

Eingabegeräten gewöhnt, was sie auch für VR Systeme interessant macht. Zusätzlich zu ihrer starken Verbreitung, haben Joysticks ein äußerst intuitives Prinzip. Zwar ist der Immersionsgrad bei gewöhnlichen Joysticks nicht besonders hoch, doch werden sie trotzdem gerne und häufig verwendet, auch in Verbindung mit HMDs.

Joysticks gibt es in den verschiedensten Ausführungen. Von ganz simplen Modellen mit einem Knopf angefangen, bis hin zu hoch entwickelten Geräten, welche sogar Force Feedback anbieten.

Extra für Virtuelle Welten gibt es Weiterentwicklungen, wie den Flying Joystick. Dieser wird gerne als Alternative zum Datenhandschuh verwendet, da er, genau wie dieser die 6 Freiheitsgrade berücksichtigt. Zwar bietet er keinen so hohen Immersionsgrad wie der Datenhandschuh, doch ist er schneller einzurichten und leichter zu benutzen, was ihn für viele Anwendungen prädestiniert.



Abbildung 4 Flying Joystick [1]

2.4. Maus

Mäuse sind heutzutage, die am weitest verbreiteten Eingabegeräte für Computer. In den 60er Jahren am Stanford Research Institute entwickelt, wurde sie zuerst nur in Forschungseinrichtungen genutzt. Wegen ihres einfachen Prinzips und ihrer sehr intuitiven Bedienung finden sie seit Apple Macintosh und Microsoft Windows eine sehr große Verbreitung.

Die Technik ist simpel. Eine Kugel ist in der Maus angebracht und passende Sensoren messen, wie weit die Kugel in welche Richtung gerollt ist. Diese Daten werden an den Rechner übertragen, der sie in Bewegung umwandelt. Neuere Mäuse arbeiten optisch, was den größten Nachteil der alten Maus, nämlich das schnelle Verschmutzen, beseitigt. Hierbei wird in sehr kurzen Abständen ein Bild des Untergrunds gemacht und mit dem vorherigen Bild verglichen. Daraus wird die Bewegung errechnet. Wichtig dabei ist, dass der Untergrund weder durchsichtig, reflektierend noch zu monoton ist. [6]

Da herkömmliche Mäuse lediglich eine Navigation im zweidimensionalen Raum ermöglichen, wurden und werden spezielle Mäuse für den dreidimensionalen Raum entwickelt, welche sich für VR Anwendungen ungleich besser eignen als Standardmäuse.



Abbildung 6 RingMouse [1]

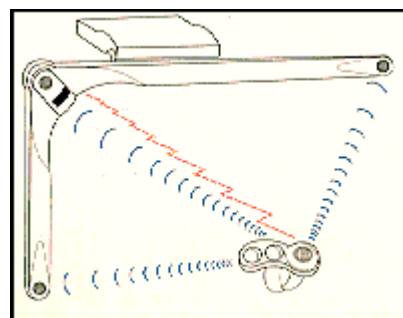


Abbildung 5 Funktionsprinzip RingMouse [1]

Die RingMouse wurde ursprünglich von einem Bastler aus Platzgründen entwickelt und stellt ein einfaches Eingabegerät für den 3 dimensionalen Raum dar, das problemlos an jedem PC genutzt werden kann. Drei Sensoren am Bildschirm nehmen Signale auf, welche von der Ringmouse abgegeben werden. Über Ultraschall wird so die relativ exakte Position dieses Eingabegeräts vor dem Bildschirm gemessen. [1]

Der Spaceball (Spacemouse) ist ein elastisch auf einer Unterfläche montiertes Kunststoffobjekt, das durch Drücken, Ziehen und Drehen eine Navigation im 3 Dimensionalen Raum erlaubt. Auch hier ist das Prinzip so einfach, dass eine Gewöhnung an das Gerät schnell erfolgt. [2] [6]



Abbildung 7 Spaceball

Die 2D/6D Maus verdankt ihren interessanten Namen der ebenso interessanten Idee, welche Dahinter steht. Sie erlaubt das schnelle und einfache Wechseln zwischen einer zweidimensionalen und einer dreidimensionalen Steuerung. Benutzt man sie flach auf dem Tisch, dann arbeitet man wie mit einer ganz normalen Maus, hebt man sie aber ab, nehmen Ultraschallsensoren vor der Maus diese dreidimensionale Bewegung wahr, womit man im dreidimensionalen Raum arbeiten kann. Deswegen eignet sie sich besonders für Anwendung, in denen das schnelle Wechseln zwischen diesen beiden Steuerungsarten benötigt wird (z.B. CAD Anwendungen). [2]

Die CubicMouse funktioniert ebenfalls sehr intuitiv. Der rechteckige Kasten, welcher je nach Anwendung auch durch etwas anderes ersetzt werden kann, repräsentiert ein Modell in der VR. Die zieh und drehbaren Stäbe repräsentieren Objekte relativ zu diesem Objekt. Dreht/bewegt man die CubicMouse, dann dreht/bewegt sich auch das Objekt. Macht man das gleiche mit den Achsen, dann bewegen sich die Objekte relativ zum eigentlichen Objekt. [4] [5]



Abbildung 8 CubicMouse [4]

2.5. Tracking

Bei den bereits vorgestellten Geräten wurde der Begriff Tracking teilweise schon kurz erwähnt und beschrieben. Unter Tracking versteht man Techniken, mit denen es möglich ist die Position einer Person, einzelner Körperteile oder Geräte im Raum zu ermitteln.[2]

Da Tracking in einem eigenen Referat behandelt werden wird, sei es hier nur kurz erwähnt.

Es gibt mittlerweile sehr viel verschiedene Möglichkeiten für Tracking, die aber alle ihre Vor- und Nachteile haben. Die Technik gibt es noch nicht, so ist es am besten sich je nach Anforderung der Anwendung und des Budgets jeweils auf eine Technik zu einigen. Das ist auch der Grund, warum viele VR Ein- und Ausgabegeräte mehrere dieser Trackingmethoden unterstützen, um diese unter Umständen auch zu kombinieren. Mechanisches, elektromagnetisches, akustisches und GPS Tracking sind nur ein paar der vielen existierenden Techniken. [1] [2]

3. Ausgabegeräte

3.1.Optisch

3.1.1.HMD (Head Mounted Display)

HMDs gelten als die klassischen Ausgabegeräte für VR Systeme, die ihren hohen Bekanntheitsgrad auch zu einem großen Teil der Filmindustrie verdanken.

Wie der Name schon sagt, trägt man hier eine Art Helm auf dem Kopf, der über meist 2 LCD Bildschirme für jedes Auge ein eigenes Bild erzeugt, um so für den Nutzer den Eindruck von 3D zu

erzeugen. Es gibt auch Varianten mit mehr als 2 Bildschirmen, wodurch das Sichtfeld des Menschen oft noch besser ausgenutzt werden kann. Ausserdem wird darauf geachtet, dass die HMDs als geschlossenes System funktionieren, also so wenig Informationen wie möglich von aussen eindringen können, um den Immersionsgrad so hoch wie möglich zu halten. [1] [7] [8]



Abbildung 9 HMD
Hochleistungsvariante [1]

Auch hier gibt es eine große Anzahl an Geräten. Von günstigen Varianten, die schon an handelsüblichen PCs benutzbar sind, bis hin zu unerschwinglichen, dafür auch um Längen besseren Apparaturen, welche hauptsächlich von Militär und Naturwissenschaft genutzt werden. Manche HMDs haben zusätzlich Kopfhörer, um dem Nutzer gleichzeitig ein 3D Klangerlebnis zu bieten, was den Immersionsgrad nochmals erheblich erhöht. [1] [7]



Abbildung 10 HMD
Low Cost Variante [1]

HMDs werden zusätzlich fast immer mit Trackinggeräten ausgestattet, um die Position des Kopfes zu bestimmen. So wird oft auch die Kopfneigung ermittelt, um die Bilder auf den Displays optimal an die Bewegungen des Users anzupassen.

Obwohl der Immersionsgrad mit HMDs wie schon erwähnt sehr hoch ist, haben sie auch einige Nachteile. So sind bei den günstigen Varianten oft die Auflösungen der Displays zu gering. High End Geräte hingegen sind oft sehr schwer und unhandlich. Bei vielen Menschen kommt es zudem zu Unverträglichkeiten mit den HMDs. Da verschiedene Sinneseindrücke stattfinden, die unter Umständen nicht zusammenpassen (z.B. Auge sieht etwas anderes, als der Tastsinn wahrnimmt), kann es zur sogenannten Simulatorkrankheit kommen. Gekennzeichnet durch Gleichgewichtsstörungen, Übelkeit und im schlimmsten Fall Epilepsie. Bei schlechten oder falschen Darstellungen oder Auflösungen kann ein HMD bei häufiger Benutzung sogar Augenschäden verursachen. [2]

3.1.2. Shutterbrille

Eine kostengünstige Alternative zu den HMDs stellen Shutterbrillen dar. Hier werden die Bilder nicht direkt auf der Brille ausgegeben, sondern man betrachtet mit ihnen einen Bildschirm oder eine Leinwand. Die Shutterbrillen sind also abhängig von der Hardware des betrachteten VR Systems, denn dieses muss stark genug sein, um mindestens 30 Bilder pro Sekunde für jedes Auge darzustellen. [1] [7]



Abbildung 11 Shutterbrille [1]

Bei diesem System werden ebenfalls für beide Augen ein eigenes Bilder anhand der Augenparallaxe

(Abstand der Augen) berechnet. Jedoch nutzt dieses Gerät die Trägheit der Augen. So zeigt der Monitor oder die Leinwand jeweils abwechselnd ein Bild für das rechte, danach eines für das linke Auge. Wird das Bild für das linke gezeigt, so wird das linke Glas durchsichtig, das rechte undurchsichtig, erscheint das rechte Bild, dann passiert dies genau anders herum. Dieser Wechsel geht so schnell vonstatten, dass die Bilder im Gehirn zu einem Verschmelzen und dadurch ein räumlicher Effekt entsteht. Die Signale erhalten die Brillen meist kabellos über Infra Rot. [1][7]

Shutterbrillen werden vor allem wegen ihres geringen Preises heute auch viel im privaten Bereich eingesetzt (z.B. werden sie im Bundle mit Grafikkarten ausgeliefert). Sie liegen quasi im Trend. [1]

3.1.3.CAVE (Cave Automatic Virtual Environment)

Die 1992 in der University of Chicago Illinois entwickelte CAVE ist eine Konstruktion mit 3 bis 6 Leinwänden, auf die eine virtuelle Umgebung projiziert wird. Die Projektion erfolgt auf den Boden und die Wände, wobei die Kameras zumeist hinter den Leinwänden positioniert sind. Bei Konstruktionen, in denen die Projektoren über der CAVE stehen, kann die Bewegungsfreiheit der Benutzer stark eingeschränkt werden. [4] [10] [11]

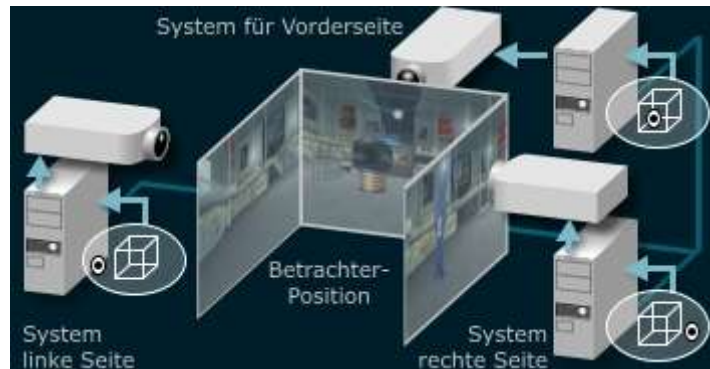


Abbildung 12 Aufbau einer CAVE [9]

Um die Welt dreidimensional wahrnehmen zu können, müssen die Benutzer eine Brillentechnik nutzen. Die stereoskopischen Bilder werden entweder gleichzeitig übertragen (Polarisationsbrillen), oder abwechselnd (Shutterbrillen). Bei der zweiten Variante ist meistens mindestens 1 Nutzer getrackt, um das Bild an die Position des Users anzupassen, und so die Welt noch realer wirken zu lassen. Der Immersionsgrad bei einer guten Cave Technik kann erstaunliche Ausmaße annehmen. Eine Welt kann dem Nutzer so fast real vorkommen. [8] [10]



Abbildung 13 CAVE [10]

In aktuellen Systemen können sich bis zu 6 Benutzer gleichzeitig aufhalten, wobei meistens nur eine Person getrackt wird.

Eine typische Krankheit der CAVE sind Verzerrungen und Reflektionen, welche an den Kanten der Wände auftreten können. Um diese zu vermeiden, wurde die I-CONE entwickelt, ein zylindrisches 270 Grad Projektionssystem. Ausserdem bietet die I-CONE eine verbesserte Raumaussnutzung. Eine Cave für 5 Leute hat in etwa denselben Platzverbrauch wie ein I-CONE für 35 Benutzer. [4]

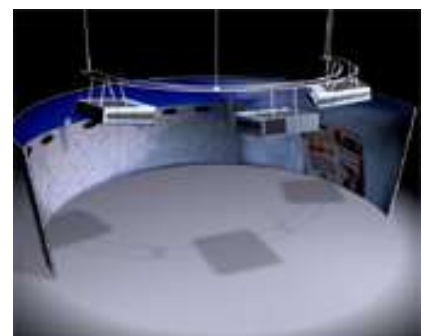


Abbildung 14 I-CONE [4]

3.2.Akustisch

Akustische Ausgabe ist ganz entscheidend für Realismus in einem VR-System. Sie ermöglicht es

dem Benutzer noch tiefer in eine Virtuelle Welt einzutauchen und unterstützt die Optik bei ihren Grenzen. Z.B. Können mit ihr Ereignisse Dargestellt werden, die ausserhalb des Sichtfeldes des Betrachters sind. Man bekommt die Möglichkeit z.B. Ereignisse hinter dem Betrachter, hinter verschlossenen Türen oder ähnliches darzustellen. [2] [12]

Ausgabegeräte sind z.B. Kopfhörer oder Lautsprecherarrays, die so angesteuert werden, dass sie einen dreidimensionalen Eindruck vermitteln. Dazu wird der Realismus um so höher je mehr Lautsprecher man hat, was den Verwaltungsaufwand und die benötigte Technik jedoch gewaltig erhöht, da jeder Lautsprecher einzeln angesteuert werden muss. [2] [7]

Man hat schon länger erkannt, dass akustische Signale abhängig von der Umgebung, deren Reflexionseigenschaften und auch sehr stark abhängig vom menschlichen Körper. Um das darzustellen gibt es Methoden den Körper eines Menschen zuerst zu vermessen und die Akustik dann direkt auf diese anzupassen. Auch wird versucht durch Raytracing Verfahren, ähnlich wie für Lichtstrahlen die Oberflächeneigenschaften und ihre wirken auf die akustik nachzubilden. [2] [7]

3.3.Haptisch

Bei Eingabegeräten erwähnte ich bereits die Möglichkeit, dass auch Kräfte in einer Virtuellen Welt gefühlt werden können. Einige Datenhandschuhe geben dem Nutzer das Gefühl die Gegenstände wirklich zu berühren, ebenso gibt es Geräte, welche einen Rückstöße und andere Kräfte fühlen lassen.

3.3.1.Touch Feedback

Bei Touch Feedback geht es darum einem Benutzer die Möglichkeit zu geben, Gegenstände und Oberflächen in VR Systeme zu fühlen und auch greifen zu können. Es gibt mehrere Techniken, welche dabei Anwendung finden. [1] [7]

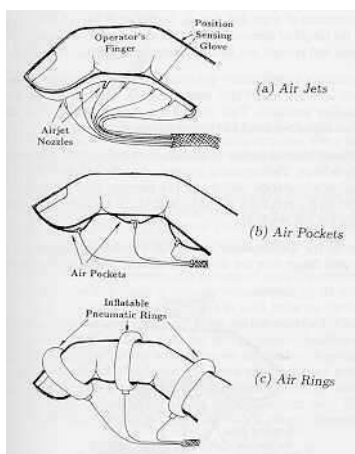


Abbildung 15 pneumatische Stimulation [1]

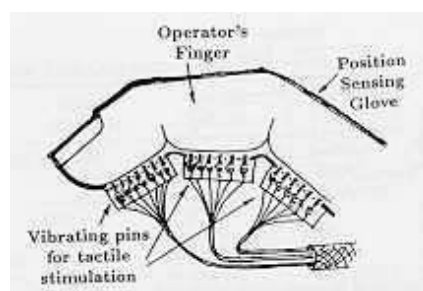


Abbildung 17 Mikropin Arrays [1]

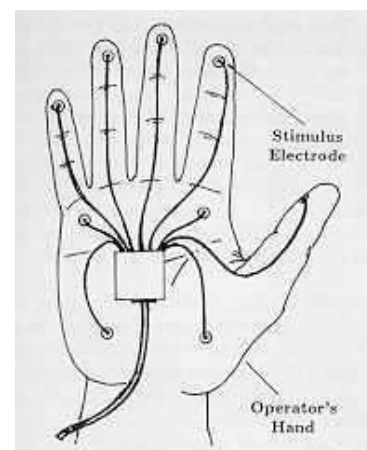


Abbildung 16 elektrische Stimuli [1]

Bei der pneumatischen Stimulation befinden sich Luftpolster im Handschuh, welche sich bei Bedarf schnell aufblasen und zusammen ziehen können.

Bei der Vibrotaktilen Stimulation werden Nadeln, angeordnet in Matrizen an der Hand angebracht. Diese kleinen Nadeln erheben sich beim Anlegen eines elektrischen Signals und simulieren so das Tasten. Diese Technik hat den Nachteil, dass die Matrizen bei bestimmten Materialien sehr schwer sind.

Es gibt auch die Möglichkeit über winzige Elektroden und leichte Stromimpulse Berührung zu

simulieren. [1] [7]

Neben diesen Methoden gibt es noch andere, weniger erforschte oder umstrittene. Dazu gehört z.B. das direkte stimulieren der Nervenbahnen, in machen Forschungen sogar durch direktes Anbringen der Elektroden an Muskeln unter der Haut. [7]

An der University of Stanford wird sogar versucht zusätzlich auch Temperatur Feedback anzubieten. Dieses Verfahren nennen die Wissenschaftler Enhanced Tactile Feedback. [7]

3.3.2. Force Feedback

Ausgehend von der Idee, dass das Erfühlen alleine nicht ausreicht, um eine Welt wirklich als real anzusehen, sondern, dass auch das Körpergefühl im Allgemeinen wichtig dafür ist, wurde die Force Feedback Technologie entwickelt. Force Feedback überträgt die Kräfte, die in einem Virtuellen System entstehen können, auf den User. Dazu gehören etwa Rückstöße, aber auch die Kräfte, die z.B. auf Muskeln des Oberarmes wirken, wenn man etwas trägt oder anhebt. Force Feedback unterstützt den Nutzer darin ein virtuelles Werkzeug präziser zu führen, weshalb es auch häufig in der Medizin eingesetzt wird.

Force Feedback Systeme sind daher oft mechanisch und fest mit dem Boden oder einem Tisch verbunden. Mechanische Geräte schränken allerdings den Immersionsgrad durch ihren beschränkten Aktionsradius stark ein. [1] [7]

Ein Beispiel hierfür sind die PHANToM Produkte von SensAble [17], welche die Kraft auf einen Fingerhut übertragen, in welchen der Benutzer z.B. seinen Finger steckt. Je nach Anwendung kann der Finger auch durch einen Stift, ein Skalpell oder ähnliches ersetzt werden. [7]

Die zuverlässigste Technik für Force Feedback ist allerdings das Exoskelett. Dabei wird über quasi ein externes Skelett an die gewünschten Stellen des Körpers angelegt, welche dann die gewünschten Kräfte auf diese Stellen ausüben. [1]

Im kommerziellen Bereich haben sich Desktop Geräte wie Joypad und Joysticks mit Force Feedback durchgesetzt und sind heutzutage schon Alltag. Aus der Spielwelt sind sie mittlerweile kaum noch wegzudenken. Aber auch Mäuse werden teilweise schon mit dieser Technik ausgestattet und ausgeliefert. [1] [7]



Abbildung 18 PHANToMS von SensAble [7]

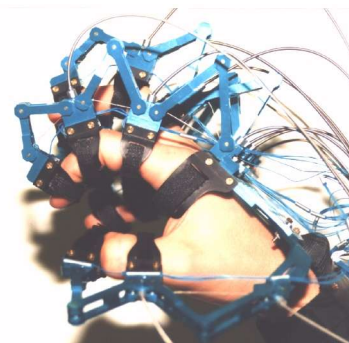


Abbildung 19 Exoskelett Datenhandschuh [13]



Abbildung 20 Exoskelett für Arm und Schulter [1]

3.4.Olfaktorisch

Olfaktorische Ausgabegeräte seien hier nur am Rande erwähnt. Zum einen ist die Forschung bei Geruchsausgabe noch ziemlich am Anfang, zum anderen ist es fraglich, inwiefern Geruchsausgabe für den Benutzer eines Systems überhaupt angenehm oder eher abschreckend oder abstoßend ist. [12]

4. und vieles mehr...

Natürlich ist die Liste der aufgeführten Ein- und Ausgabegeräte lange nicht komplett, aber alle aufzuzählen wäre eine Arbeit, mit der man mehrere Bücher füllen könnte. Deswegen zum Abschluss noch eine kleine Auswahl an unbekannteren und ausgefalleneren Geräten, die einen Einblick geben sollen, was einen auf diesem Gebiet noch alles erwarten kann.

Von Microvision Inc. gibt es ein voll funktions- und einsatzfähiges Retinal scanning Display, den Nomad. Bei diesem Datenhelm, der völlig kabellos arbeitet, werden die visuellen Informationen nicht auf Bildschirmen ausgegeben, sondern von Lasern direkt auf die Retina des Anwenders projiziert. Im Moment funktioniert das Gerät nur einfarbig (rot) und auf ein Auge, aber Microvision arbeitet schon an einer mehrfarbigen Version ihres Geräts. [14] In der aktuellen Version ist es nur für den Augmented Reality Markt geeignet, aber die Weiterentwicklung kann unter Umständen, klobige und große Datenhelme ersetzen.

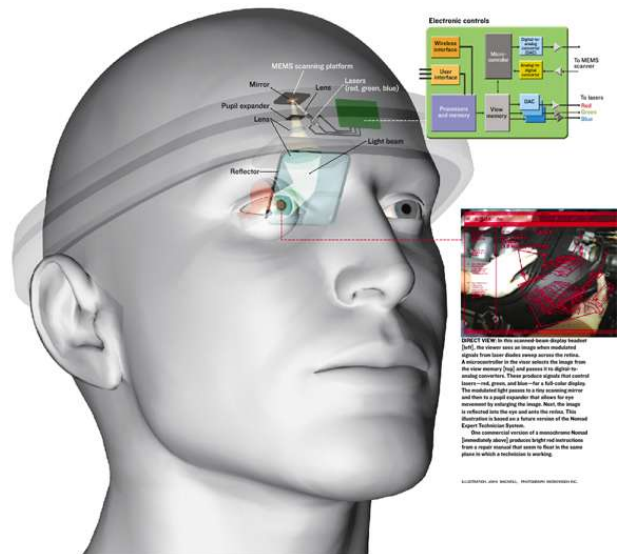


Abbildung 21 Nomad System von Microvision Inc [14]

Zur Bewegung in dreidimensionalen Räumen gibt es ebenfalls mehrere Forschungsprojekte, welche, aber oft nur in eine Richtung funktionieren.

Ein überaus interessantes Projekt, das Fully Immersive Spherical Projection System (The Cybersphere) erlaubt dem Benutzer völlige dreidimensionale Bewegungsfreiheit. Der Nutzer befindet sich in einer Sphere, welche auf einer Plattform angebracht ist. Diese Plattform hat ringsum Kugeln auf welchen die Sphere sich frei bewegen kann. Dadurch lässt sich die Kugel durch einfaches Laufen in jede beliebige Richtung drehen. Weiterhin besteht sie auch noch aus einem Projektionssystem, dass die Virtuelle Welt direkt auf die Sphere projiziert. Die Hauptidee ist, Systeme wie den Cave zu ersetzen und dessen Hauptnachteil, nämlich die Beschränktheit auf einen relativ kleinen Raum, zu beseitigen.



Abbildung 22 the Cybersphere [15]

Das LS 2000 von Virtual Laser Systems ist als Mehrbenutzer Großleinwand System gedacht. Die Steuerung erfolgt über die so genannten Laserringe, welche einen Punkt auf die Leinwand abgeben. Eine Kamera erkennt dabei, welcher Punkt zu welchem Benutzer gehört und ordnet je nach Anwendung z.B. Punkte dem richtigen Anwender zu. Dies ermöglicht eine sehr große

Teilnehmerzahl und sehr unterschiedliche Anwendungen. Ein riesiger Nachteil des Systems ist, dass der Nutzer zumeist gar keine Ahnung hat, welcher Punkt er gerade ist. So enden die meisten Anwendungen in wildem Herumklicken. Der Immersionsgrad ist quasi bei null. [16]

Wer den Film Minority Report gesehen hat, der wird die Funktionsweise des I-Desk von Peyote schnell verstehen. Vor sich hat der Benutzer einen Screen, der Rahmen auf allen Seiten hat. Bewegt er seine Hand in die Nähe des Bildschirms kann er durch einfaches bewegen, je nach Anwendung, Elemente steuern und manipulieren. Dazu ist keinerlei Eingabeinstrument nötig. Die Rahmen sind mit Dioden ausgestattet, wobei sich jeweils Sender und Empfänger genau gegenüber stehen. So wird die Position der Hand ermittelt. Je mehr Dioden man in die Rahmen anbringt, desto genauer ist die Steuerung möglich. Dieses Gerät gibt es auch noch als Tischversionen (rund: I-Point, angeschrägt: I-Desk). In der VR bieten sich hier vor allem Anwendungen zur Präsentation und Manipulation 3 dimensionaler Objekte an.



Abbildung 23I-Desk

5. Fazit

Auf dem Feld der Ein- und Ausgabegeräte für VR Systeme gibt es unzählige Geräte und Techniken. Manche sind schon sehr weit fortgeschritten und bieten erstaunliche Ergebnisse, andere wiederum sind noch ganz am Anfang ihrer Entwicklung. Oft sind Geräte Ein- und Ausgabegeräte gleichzeitig, wie z.B. Ein Datenhandschuh mit Force Feedback.

Dieses Referat sollte nur einen Überblick und ein Gefühl für dieses große Feld geben. Wenn auch vieles unsicher ist, ist doch eines klar. Das ultimative Ein- oder Ausgabegerät für VR gibt es nicht. Welches das sinnvollste Gerät ist entscheidet immer noch die Anwendung, welche auch maßgeblich dazu beiträgt, wie hoch der Immersionsgrad einer VR Welt im Endeffekt wirklich ist.

Man kann gespannt sein, was die Zukunft noch bringt...

6. Quellenverzeichnis

[1] Aufbau und Funktion von VR-Systemen (04.04.2004)

<http://www.ikarus.uni-dortmund.de/Archiv/Virtual%20Reality/Online-Seminare/Einfuehrung%20in%20die%20Thematik/2-Aufbau%20und%20Funktion/Aufbau%20und%20Funktion%20von%20VR-Systemen.shtml>

[2] Virtuelle Realität, Nils Philippsen (05.04.2004)

<http://www.it.fht-esslingen.de/~schmidt/vorlesungen/vr/seminar/ws9899/virtuellerealitaet.html>

[3] Virtual Reality, (Stand: 10.02.1994)

<http://www.home.unix-ag.org/sfx/papers/virtualreality.html>

[4] VR – Hardware. Ein- und Ausgabegeräte. Kompetenzen (04.04.2004)
http://www.imk.fraunhofer.de/sixcms/detail.php?template=&id=1370&_SubHP=Leistungsangebot&_Folge=909

[5] Interaktion in virtuellen Umgebungen (04.04.2004)
http://www.uni-weimar.de/medien/vr/research/Input-Devices-and-Interaction-Techniques/vr_interaction.html

[6] Henning, Peter A.: Taschenbuch Multimedia (Fachbuchverlag Leipzig 2001)

[7] VR Ausgabegeräte, Stefan Zachow, Johann-Habakuk Israel, Kai Köchy (05.04.2004)
http://cg.cs.tu-berlin.de/~kai/tablet/vr_out.html

[8] Forschungsprojekt "Begehung virtueller Räume" (05.04.2004)
http://www.icvr.ethz.ch/vrai_german/projekte/planprojekte/viwa/mechatronik.html#_Toc570919

[9] Punktiraum (10.04.2004)
<http://www.punktiraum.com>

[10] The Cave at NCSA (04.04.2004)
<http://cave.ncsa.uiuc.edu/about.html>

[11] THE CAVE AUTOMATIC VIRTUAL ENVIRONMENT: CHARACTERISTICS AND APPLICATIONS (04.04.2004)
http://www.cs.uic.edu/~kenyon/NASA/Workshop_Noor.html

[12] Virtual Reality- der Weg zu virtuellen Welten, Kristin Krüger, (Stand: 1998), (05.04.2004)
<http://www2.inf.fh-rhein-sieg.de/mi/lv/vr/ws98/stud/vr-welten/vr.htm>

[13] L.R.P. Force Feedback Data Glove (04.04.2004)
<http://www.caip.rutgers.edu/~bouzit/lrp/glove.html>

[14] Nomad Expert Technician System (10.04.2004)
<http://www.mvis.com/nomadexpert/>

[15] Fully Immersive Spherical Projection System (The Cybersphere)
<http://www.vr-systems.ndtilda.co.uk/sphere1.htm>

[16] Virtual Laser Systems – LS2000 Werbemappe
Anmerkung: Die Firma Virtual Laser System und auch deren Internetseite existieren nicht mehr.

[17] SensAble – Haptik Devices and Toolkits
<http://www.sensable.com>