

Beim TiNi Alloy-System wird ein aus Nitinol⁷⁰ bestehender Draht an einem halbflexiblen Metallblech angebracht. Dieses Blech ist an einem Ende rechtwinklig abgebogen. Es wird als Taktor bezeichnet. Die ersten Prototypen bestanden aus 30 Taktoren, die sich beim Erhitzen des Nitinol-Drahts durch dessen Kontraktion vom Boden abheben. Am Gehäuse sind kleine Löcher angebracht, durch die die abgewinkelten Enden der Taktoren beim Erwärmungsvorgang hindurchdringen und somit ein taktiles Feedback, der auf dem Gehäuse aufliegenden Hand des Benutzers, ermöglichen⁷¹.

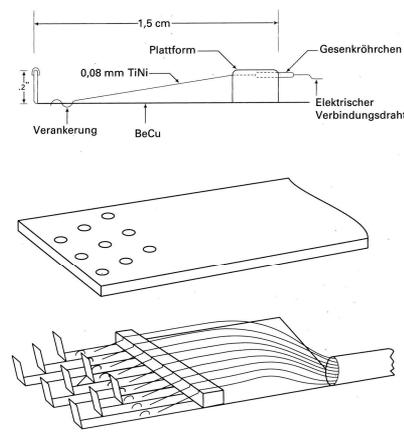


ABBILDUNG 11.

TiNi Alloy Rückkopplungssystem

4.0 Interaktion, Melanie Läge

In den vergangenen Jahren wurden Computer mit Hilfe der unterschiedlichsten Geräte gesteuert: angefangen mit Schaltern und Wählscheiben, über Lochstreifen, Tastaturen und Mäuse. Bei 2-D Anwendungen hat sich die Maus als intuitives Steue-

70. Spezielle Legierung, die den beschriebenen Memory-Effekt besitzt.

71. Vgl. Aukstakalnis, Steve, Blatner, David: „Cyberspace, die Entdeckung künstlicher Welten“, vgs verlagsgesellschaft, Köln, 1994, S. 139ff.

rungsinstrument bewährt und durchgesetzt. Die Virtuelle Realität verlangt als Anwendung im n-dimensionalen Raum neue, flexiblere Geräte für die Eingabe bzw. Steuerung. Auf der Suche nach einem geeigneten Eingabemedium sollte man auch bedenken, daß der Benutzer durch die Immersion selbst zum Bestandteil, der vom Computer generierten Welt, wird. Statt sich auf ein in der realen Welt existierendes Steuerungsinstrument für die Interaktion mit der Maschine rückbesinnen zu müssen, wäre es besser, wenn der Computer Gesten und physische Befehle interpretieren könnte. In diesem Sinne wurden drei neue Typen von Eingabegeräten entwickelt: Handschuhe, 3-D-Mäuse und Körperereingabe-Geräte. Einige Beispiele werden im Folgenden vorgestellt.

4.1 Handschuhe, Melanie Läge

Die Hände sind als Universal-Werkzeug des Menschen für die Steuerung unserer Umwelt sehr wichtig. Mit ihnen kann man Dinge bewegen, ertasten, steuern und zeigen. Durch Gestik werden Hände sogar zum Kommunikationsinstrument, dessen Vollendung sich z.B. in der Präzision und Leistungsfähigkeit der Taub-Stummen-Sprache zeigt. Es liegt daher nahe, die Hand indirekt als Eingabemedium in der Virtuellen Welt zu benutzen. Hierzu wurden verschiedene Daten-Handschuhe entwickelt.

Die im Folgenden beschriebenen Eingabehandschuhe arbeiten zwar alle etwas unterschiedlich, haben jedoch einige gemeinsame Eigenschaften. So nimmt der Handschuh Handbewegungen auf und sendet dann ein elektronisches Signal an den Computer. Dieses Signal wird fast zeitgleich in die Bewegungen einer virtuellen Hand umgesetzt, die der User durch das HMD selber sieht.

4.1.1 Der DataGlove, Melanie Läge

Der vermutlich am weitesten verbreitete Daten-Handschuh für virtuelle Anwendungen ist der von der Firma VPL Research entwickelte DataGlove⁷². Er besteht aus einem Lycra-Gewebe⁷³ und schmiegt sich daher eng an die Hand an. Die Finger- und Handbewegungen werden von einem Sensor und einem Satz kunststoffüberzogener faseroptischer⁷⁴ Kabel auf dem Fingerücken gemessen. Diese Faserkabel messen Beugung und Streckung aller Finger. Jedes Kabel führt zu einer elektronischen Platine, die an der Vorderseite eines Steuerungskastens platziert ist. Jede Faser führt von der Platine durch einen Abschnitt beweglicher Gewebeleitungen zu einem Handgelenk-Anker auf dem Handschuh. Von hier laufen die Kabel über den Handrücken bis über die Fingerknöchel und von dort zurück zur Platine.

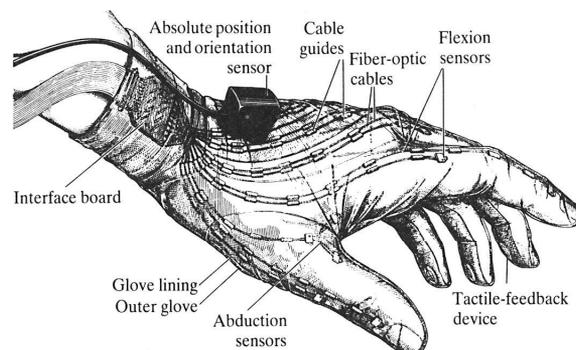


ABBILDUNG 12.

Schema des VPL DataGloves

In dieser Schnittstellenplatine ist jedes Kabel an einem Ende mit einer Leuchtdiode bestückt. Das gegenüberliegende Ende ist an einen Fotosensor angeschlossen. Die Steuereinheit wandelt die Lichtenergie, die der Fotosensor empfängt, in mengenmäßig bestimmbare elektrische Signale um. Wird ein Finger gekrümmt,

72. Vgl. Kalawsky, Roy: „The Science of Virtual Reality and Virtual Environments“, Wokingham, Addison-Wesley Publishing Company, 1993, S. 188.

73. Lycra ist ein sehr elastisches Kunstgewebe, welches in der Textilindustrie häufig Verwendung findet, um ein Ausleiern der Textilien zu verhindern.

74. faseroptisch: Glasfasern werden zur Lichtleitung und Nachrichtenvermittlung eingesetzt. (Vgl. „Der Große Knauer, Band 7, Lexikographisches Institut, München, 1983, S. 2952.)

so tritt das Licht, das von den Leuchtdioden durch das faseroptische Kabel fließt, aus kleinen Öffnungen in der Kabelhülle aus. Je stärker der Finger gekrümmt wird, desto mehr Licht tritt aus. Dementsprechend weniger Licht erreicht den Fotosensor und das elektrische Signal wird schwächer.

Mit Hilfe eines Computers wird der Lichtfluß ausgewertet und berechnet, wie weit der Finger gekrümmt ist. An jedem Finger sind mindestens zwei Kabel, eines am unteren und eines am mittleren Knöchel, befestigt. Weiterhin ist ein Lage- und Richtungssensor (Vgl. Abschnitt 5.3 auf Seite 49), der die absolute Position und die Bewegungsrichtung mißt, nötig. Diese beiden Meßmethoden können in Kombination fast jede mögliche Bewegung der Hand verfolgen.

Erfreulich ist der einfache Gebrauch des DataGloves. Hat man den Handschuh übergezogen, so müssen durch einige Bewegungen der Hand Parameter festgelegt werden. Bewegungen wie Faust und flache Hand, geben dem Computer Musterdaten über das Bewegungsspektrum. Nun ist es möglich, mittels verschiedener definierter Gesten (z. B. dem Finger oder der Faust) durch den Cyberspace zu gehen, laufen oder auch zu schweben. Einige VR-Systeme (mit entsprechender Soft- und Hardware Ausstattung) lassen es zu, verschiedene Steuergrößen (z. B. die Geschwindigkeit) zu verändern.

4.1.2 Der PowerGlove, Melanie Läge

Vergleicht man die Abbildung des DataGloves und die des PowerGloves, so lassen sich außer der Funktion kaum Gemeinsamkeiten erkennen. Fingerbeugung und Lageortung werden mit unterschiedlichen Technologien gemessen. Beim PowerGlove sind die Beugungssensoren einfacher konstruiert. Auf den Fingerrücken befinden sich schmale Plastikstreifen, die mit elektrisch leitender Tinte überzogen sind. Bei gestrecktem Finger

bleibt der schwache Strom, der durch die Tinte fließt, stabil. Wird nun ein Finger bei einer Bewegung gekrümmt, so mißt der Computer den Widerstand.

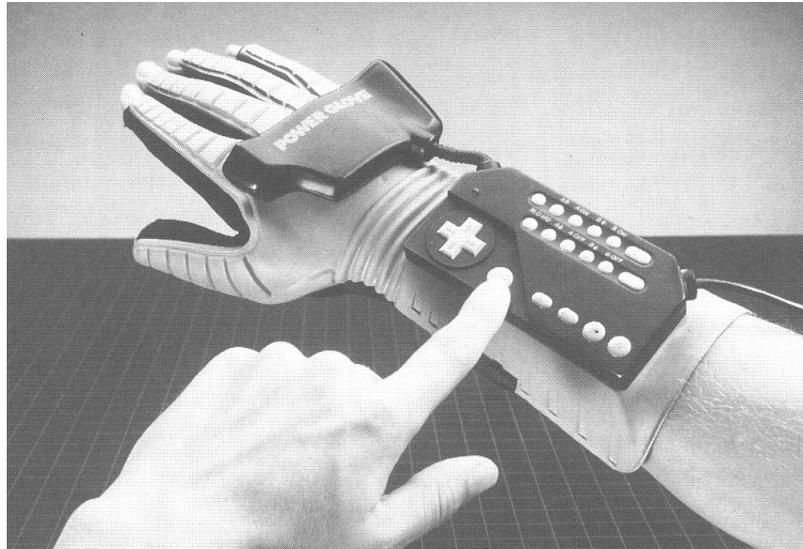


ABBILDUNG 13.

Powerglove

Zur Lageortung ist der PowerGlove links und rechts mit zwei Ultraschallsendern ausgestattet. Ein Empfänger fängt die Signale auf und übersetzt sie in Positionsangaben. Hier kann es jedoch zu Einschränkungen kommen. Der Ultraschallsender muß auf den am Monitor angebrachten Empfänger zielen. Außerdem dürfen keine größeren Hindernisse im Weg sein. Dies schließt viele Anwendungen aus. So ist es z. B. nicht möglich sich umzudrehen, oder einen Gegenstand hinter sich zu greifen. Ein weiteres Manko ist die fehlende Meßgenauigkeit.

Der erste DataGlove war recht teuer. Doch der Mattel PowerGlove, der in Zusammenarbeit mit VPL und Abrahams-Gentile Entertainment entwickelt wurde, ist ein sehr preiswertes Modell. Der Handschuh, der auch von Mattel produziert wurde, diente ursprünglich zur Steuerung von Nintendo-Spielen, wurde dann aber auch für viele VR-Anwendungen genutzt.

4.1.3 Dexterous Hand Master, Melanie Läge

Im Jahre 1988 gründete Dr. Elizabeth Marcus die Firma Exos Inc. mit Sitz in den USA. Die Firma begann mit der Vermarktung des Dexterous Hand Masters⁷⁵ (Kurz: DHM), einem Eingabegerät, welches sie von der Arthur D. Little Inc. lizenzierte. Im Vergleich zum Data-Glove und erst recht zum PowerGlove besitzt der Dexterous Hand Master eine sehr hohe Eingabepräzision für das gesamte Bewegungsspektrum der Hand. Der mit Klettverschlüssen an den Fingern zu befestigende DHM mißt die komplexen Bewegungen der Fingergelenke mittels mechanischer Verbindungen. Außerdem befindet sich über jedem Fingergelenk ein kleines Gerät mit dem Namen Hall-Effekt-Sensor. Diese Sensoren sind winzige Halbleiter, die ihren Voltausstoß nach der Stärke eines Magnetfeldes richten, das von einem Arm gegenüber jedem Gelenk ausgeht. Bei Bewegungen von Finger und Hand werden die Gelenkwinkel von den Sensoren gemessen. Diese Ergebnisse gelangen über Verbindungsdrähte an den Rechner und werden von diesem in Handbewegungen und Steuerbefehle übersetzt. Zwar bietet der DHM keinen besonders großen Tragekomfort, doch eignet er sich für Anwendungsgebiete, bei denen höchste Präzision verlangt wird. Diese Präzision wird erreicht, da der DHM auch die Seitwärtsbewegungen (Elle-Speiche-Abweichungen) aller Finger mißt und außerdem bereits in der Standardversion mit drei Fingergelenken (statt der sonst üblichen zwei) mißt.

75. Vgl. Kalawsky, Roy: „The Science of Virtual Reality and Virtual Environments“, Wokingham, Addison-Wesley Publishing Company, 1993, S. 193.

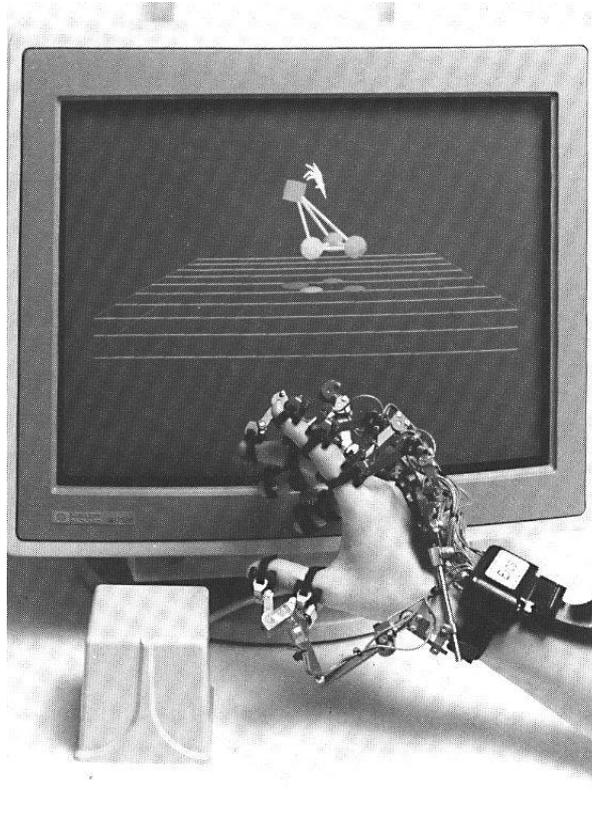


ABBILDUNG 14.

Dexterous Hand Master

4.2 Die Maus, Melanie Läge

„Die Maus wurde entwickelt, um die Bedienung eines Computers benutzerfreundlicher und tastaturunabhängiger zu gestalten.“ So steht es im Informatik Duden⁷⁶ von 1993. Tatsächlich wurde die Maus bereits in den 60er Jahren entwickelt und zunächst nur in verschiedenen Forschungseinrichtungen genutzt. Sie funktioniert recht einfach durch einen kleinen Ball in einem Gehäuse, den man über den Tisch rollen kann. Wie weit der Ball in jede Richtung rollt, messen Sensoren und der Computer übersetzt diese Bewegungen auf den Bildschirm-Zeiger.

76. Vgl. Duden „Informatik“, Dudenverlag, Mannheim, 1993.

Im folgenden Abschnitt werden 3-D-Mäuse vorgestellt, die als eine Weiterentwicklung der handelsüblichen 2-D-Mäuse, wie man sie vom Apple Macintosh her kennt, anzusehen sind.

4.2.1 Der 3DBall, Melanie Läge

Der 3DBall⁷⁷ trägt diese Bezeichnung in Anlehnung an die Billardkugel mit der Zahl drei, die ausgehöhlt wurde, um einen dreiachsigen Sensor aufzunehmen. Dieses dreidimensionale Eingabegerät basiert auf dem Polhemus-Magnetortungssystem, welches im Abschnitt 5.3 auf Seite 49 beschrieben wird. Die Kugel ist abgeflacht, damit sie nicht wegrollen kann und enthält einen kleinen Knopf zum anklicken von Befehlen oder Objekten. Möchte man nun einen Zeiger durch den Cyberspace bewegen, so hält man die Kugel in der Hand und bewegt sie durch die Luft.

4.2.2 Die Logitech 6-D-Maus, Melanie Läge

Die Firma Logitech hat eine 2-D- und eine 3-D-Maus in einem Gerät kombiniert – die 6-D-Maus⁷⁸. Die Konstruktion ist recht einfach. Eine Standard-Maus wird um ein Ultraschallsystem erweitert. Die Maus besteht, wie man in der Abbildung unten leicht erkennen kann, aus zwei Teilen. Ein Dreieck, bestückt mit drei Ultraschallsendern, wird vor einer normalen Maus aufgestellt. Anschließend werden drei korrespondierende Empfänger an dieser angebracht. Fünffzigmal pro Sekunde werden Schallsignale gesandt, die von den drei Empfängern aufgenommen werden. Dem Computer wird dadurch mitgeteilt, wo sich die Maus befindet.

77. Vgl. Pimentel, Ken, Teixeira, Kevin: „Virtual Reality. Through the new looking glass.“ Intel/Windcrest/McGraw-Hill, Inc., New York, 1993, S. 267.

78. Vgl. Pimentel, Ken, Teixeira, Kevin: „Virtual Reality. Through the new looking glass.“ Intel/Windcrest/McGraw-Hill, Inc., New York, 1993, S. 75.

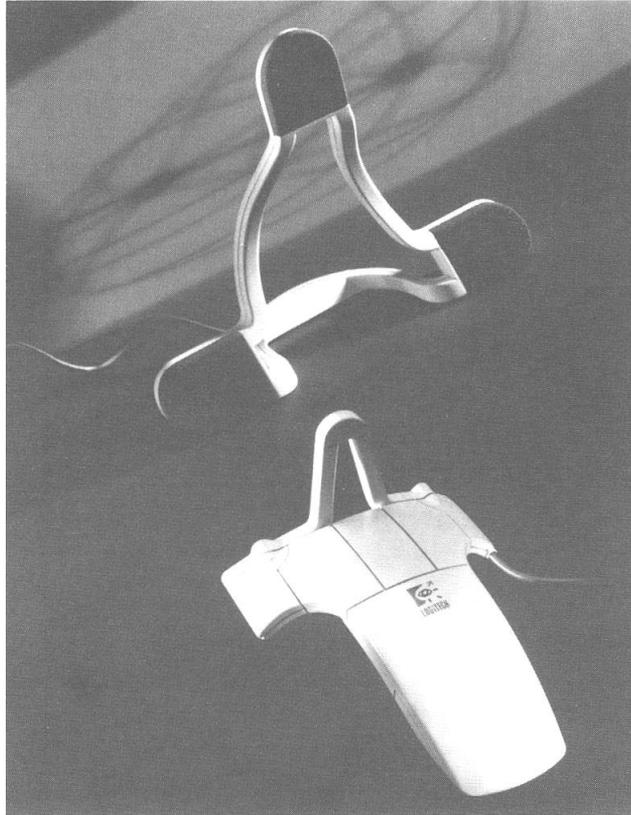


ABBILDUNG 15.

Logitech 6D-Maus

Das Besondere an der Maus ist nicht ihre normale Zeigersteuerungsfunktion, sondern die räumliche Ortung durch das Ultraschallsystem, sofern man sie vom Tisch abhebt.

4.2.3 Der Force Ball, Melanie Läge

Der Force Ball⁷⁹ ist eine Kraft-Drehmoment-Steuerkugel, die recht einfach funktioniert. Hierbei wird eine Kugel auf einer Basis montiert. Auf Letzterer befinden sich einige Steuerknöpfe. Die Virtuellen Bewegungen werden gelenkt, indem der Nutzer die Kugel in die verschiedenen Richtungen bewegt bzw. hebt

79. Vgl. Pimentel, Ken, Teixeira, Kevin: „Virtual Reality. Through the new looking glass.“ Intel/Windcrest/McGraw-Hill, Inc., New York, 1993, S. 74.

oder nach unten drückt. Gegenstände lassen sich durch das Klicken der Knöpfe bewegen.

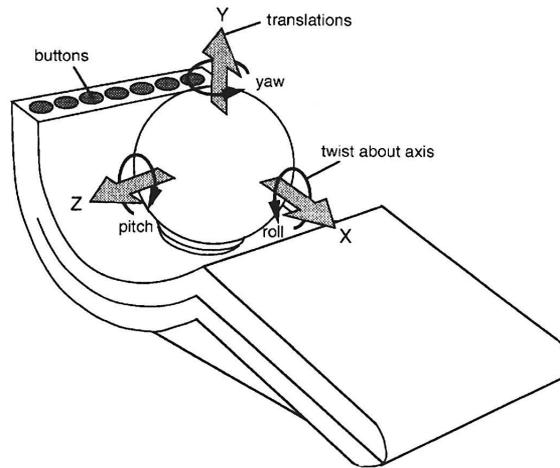


ABBILDUNG 16.

Force Ball (Schema)

Auch in der technischen Realisation ist der Force Ball recht einfach konstruiert. An einer kleinen Säule im Inneren der Kugel sind sechs Infrarot-Leuchtdioden angebracht. Fotosensoren erkennen in welche Richtung das Licht scheint. Sie geben die Daten an einen Prozessor weiter, der den Computer mit den Bewegungsbefehlen bestückt. Der Force Ball ist intuitiv und daher leicht zu benutzen.

4.3 Körpererkennung, Melanie Läge

Für das vollkommene Eintauchen in den Cyberspace muß der ganze Körper des Benutzers erfaßt werden. Der Computer muß schweres leisten. Er muß erkennen wo der Mensch im Raum steht und was sämtliche Körperteile tun.

4.3.1 Der DataSuit, Melanie Läge

Der von VPL Research entwickelte DataSuit basiert auf dem DataGlove der selben Firma. Ebenso wie bei diesem kommen auch hier faseroptisch-sensorische Kabel zum Einsatz. Beim DataSuit werden bis zu 50 Gelenke des menschlichen Körpers vermessen. Hierzu gehören Knie, Arme, Rumpf, Füße, Hände etc. Außerdem sind an Händen, Kopf und Rücken jeweils ein Ortungssystem angebracht. Zu den Nachteilen des DataSuits zählen fehlender Tragekomfort und umfangreiche Kalibrierungseinstellungen, die für jede in den DataSuit schlüpfende Person erforderlich sind. Trotzdem ist der Anzug schon in einigen Fällen zum Einsatz gekommen. Besonders bekannt wurde er durch den Cyber-Sex, auf den wir im Abschnitt 7.6.3 auf Seite 78 noch näher eingehen werden.



ABBILDUNG 17.

DataSuit