

**Auszüge aus dem Text:
EINE KURZE EINFÜHRUNG IN DIE KUNST DER FLUGSIMULATION
Ron Reisman**



Abb. 1 (AC87-0271-18)



Abb. 2 (AC84-0342-3)



Abb. 3 (AC88-0089-2)

Abbildungen 1 und 2: Innenansichten von einem Singer-Link Boeing-727 Flugsimulator und einem The Advanced Concepts Flugsimulator. Bedie sind am Man-Vehicle Research Facility im NASA Ames Research Center installiert (Nagel & Shiner, 1983).

CAE vertreibt die faseroptische Helm-Anzeige (FOHMD). Abbildung 3 zeigt die Installation der FOHMD in der Crew Station Research and Development Facility (CSRDF) der Army Aviation (dem Besatzungs-, Forschungs- und Entwicklungszentrum der Armeeluftfahrt der Vereinigten Staaten) im Ames Research Center der NASA. Das CSRDF weist ein außergewöhnlich beeindruckendes Leistungsvermögen auf. So ermöglicht zum Beispiel der CAE FOHMD dem Piloten ein unverzügliches Sichtfeld von 125 Grad waagrecht x 64 Grad senkrecht mit unbegrenztem Gesamtsichtfeld. Das Computergrafikgerät, das in der CSRDF am meisten verwendet wird, ist der CompuScene IV von General Electric, der 4000 "anti-aliased" Polygone mit Textabbildung für jedes Auge und jeden Datenübertragungsblock, bei einer Geschwindigkeit von 60 DÜ-Blöcken pro Sekunde und mit einer Auflösung von 1024 x

1024 Pixel erstellen kann. Silikon-Grafics-Arbeitsplätze stellen zusätzliche Bilddaten zur Verfügung, die in einem binokularen, hochauflösenden Insert dargestellt werden. Als Bildquellen verwendet die FOHMD vier Lichtventilprojektoren von General Electric. Diese übermitteln die Bilder mit Hilfe von Relaissystemoptik zum Eingang der faseroptischen Leitungen. Die faseroptischen Leitungen sind mit der leichtgewichtigen Helmanzeige verbunden, die aus einer Reihe von infraroten Lumineszendioden zur optischen Verfolgung des Kopfs, einem Beschleunigungsmesser zum Kompensieren der Winkelbewegung, und der halbtransparenten reflektierenden Weitfeld-Unendlichenanzeigenoptik besteht, die überlappende Vollfarbenbilder an jedes Auge liefern. Die Optiken verwenden halbdurchscheinende Spiegel als optische Übersetzer und besitzen komplizierte Okulare mit einem Durchmesser von 3 Zoll. Das Leistungsvermögen des CSRDF übertrifft bei weitem das anderer Helm-Anzeigensysteme. Während viele Virtual Reality (Fast-Wirklichkeit) Projekte durch Einschränkungen in ihrem Budget und/oder Massenvermarktungstechnologien kompromittiert werden, hat das CSRDF eine Aufgabe, die Hubschraubersimulierleistungen nach dem neuesten Stand der Technik fordert. Wenn z.B. ein Pilot den Hubschrauber im Niederflug fliegt, muß er dazu oft den Kopf hin- und herdrehen, sich auf sein peripheres Sehen verlassen und vielleicht solche Hilfsmittel wie die Bewegung des Grases, das sich unter dem Rotor bewegt, zu Rate ziehen. Das CSRDF hat es sich zur Aufgabe gestellt, einen Simulator zur Verfügung zu stellen, in dem Piloten unter wirklichkeitsnahen Bedingungen üben können. Werden bei Simulationen nicht akzeptable Kompromisse eingegangen, kann dies durchaus zum Verlust von Milliarden von Dollars, von Schlachten, nationaler Sicherheit und Menschen führen. Aus diesem Grund ist das Budget des CSRDF mit Millionen von Dollars anberaumt, mit dem Ziel nur so wenige Kompromisse zuzulassen, wie sie der neueste Stand der Technik erlaubt. Jedes Okular kostet z.B. ungefähr 250.000.00 Dollar. (Cook, 1988; Hawarth, et al, 1988; Lypaczewsk, et al, 1987).

Die meisten VR-Systeme verwenden zur Zeit am Helm angebrachte Flüssigkristallanzeigen mit vergleichbar niedriger Auflösung und können keine Echtzeitleistungen erzielen (d.h. 30 DU-Blöcke pro Sekunde). Der fortlaufende Fortschritt innerhalb der Elektronikindustrie und die daraus resultierenden Vorteile der vergleichbaren Wirtschaftszweige werden vielleicht zu einer billigen Technologie für Helmanzeigen führen, die in ein paar Jahren dem FOHMD-System gleichgestellt sein wird. In der Zwischenzeit beschäftigen sich Simulationsforscher in Labors wie dem des CSRDF mit Problemen, die hochauflösende Echtzeit-Sichtfeldanzeigen erfordern. Man hofft, daß die Simulationstechniken auf zukünftige VR-Systeme übertragen werden können.



Abb. 4 (AC89-0234-312)

Wir können hier in diesem Vortrag der Technologie von Bewegungssystemen und der Vielfalt von Bewegungsplattform-Hardware, wie z.B. synergistische Plattformen, "Sechspfeften"-Plattformen, Hängeplattformen oder Bewegungssimulatoren des Balkentyps nicht Genüge tun. Sehen Sie sich z.B. Abb. 4 an, ein retuschiertes Foto, das die relative Größe des Vertikalen Bewegungssimulators (VMS) im Ames Research Center der NASA anzeigt. Der VMS ist ein mehrstufiger Bewegungssimulator, das heißt eine bewegliche Plattform ist auf der nächsten aufgestapelt. Beim VMS unterstützt eine Plattform mit einer Bewegungsfreiheit von 4 Grad die "Kabine" (die das simulierte Flugdeck und die Piloten enthält). Diese

Bewegungsplattform läuft über einen massiven Träger, der innerhalb der zehnstöckigen Anlage schnell angehoben oder "fallengelassen" werden kann. Abb. 5 ist ein nicht-retuschiertes Foto des Inneren eines VMS. Beachten Sie den Mann, der in der Nähe der Kabine aus dem Fenster sieht und stellen Sie damit einen Größenvergleich an.



Abb. 5 (AC79-0126-1)

Sehen Sie sich dann Abb. 6 (sechs Zeichnungen) an. Dies sind sechs Vorrichtungen, die in Simulatoren von taktischen Hochleistungsflugzeugen verwendet werden, bei denen der normale Flugbereich auch sehr hohe Dauerbeschleunigungsniveaus einschließt (auch unter der Bezeichnung "Pulling Gs" bekannt). Eine Bewegungsplattform kann nur die Anfangsbeschleunigung simulieren; eine solche Technik genügt offensichtlich nicht, wenn Flüge bei hohen Erdbeschleunigungen simuliert werden sollen. Als Resultat werden eine Vielzahl von Techniken verwendet um die Beschleunigungsplattformen zu ergänzen und eine Vorstellung von Dauerbeschleunigung zu vermitteln. Diese Vorrichtungen stimulieren hauptsächlich die haptischen Sinneselemente wie Druckrezeptoren tief im Inneren des Gewebes, Hautrezeptoren, Körperhaltung und Muskelrezeptoren.

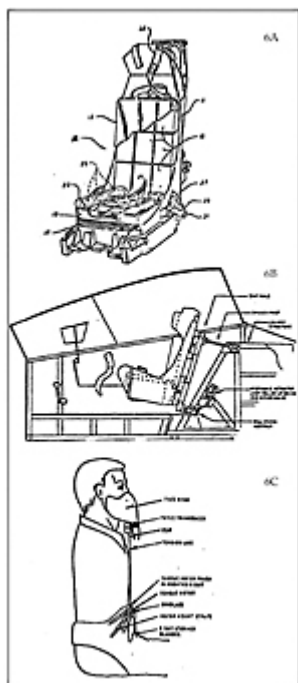


Abb. 6A—C

Abbildung 6A zeigt z.B. den Link G Seat. Dieses Produkt der Link Flight Simulation simuliert hervorstechende Merkmale von Flügen bei hoher Erdbeschleunigung, in dem Druck auf den Sitz, die Lehne, die Hüftplatten und den Gurt ausgeübt wird. Wie die anderen Vorrichtungen in diesem Bild, so reagiert der G-Sitz auf eine Gruppe von Kontrollgesetzen, die Eingaben vom Luft-DÜ-Block und den Motorsimulationsmodellen verwendet, die ihre

Eingabe wiederum von den Flugkontrollmodellen hernehmen, die wiederum vom Piloten kontrolliert werden.

Wenn das Flugzeug beschleunigt ("Pulling Gs") wird der Pilot in seinen Sitz gedrückt und der Sitz drückt den Piloten an den angemessenen Stellen.

Eine weitere Variation kann in der Abbildung 6B gesehen werden: der Seat Shaker, der zu Simulationen der folgenden Fälle verwendet werden kann: Stöße beim Aufsetzen der Maschine, Strömungsabriß bei kritischer Flattergeschwindigkeit bei hoher Erdbeschleunigung oder einem steilen Angriffswinkel, Fahrwerk Aus/Ein/Blockiert, Defekte in der Landebahn, Klappenvibrieren, Rumpeln im Fahrwerk, Vibrieren im Nachbrenner und Motor, Schnellbremsung, Abfeuern der Gewehre (auf 20 Hz begrenzt) und (natürlich) Bruchlandung.

In Abbildung 6C wird ein Mechanismus zum Herunterziehen der Gesichtsmaske dargestellt. Der Mechanismus gebraucht einen Miniatur-Vorschubmotor und Gewindegerät in einem modifizierten Beschleunigungsanzug.

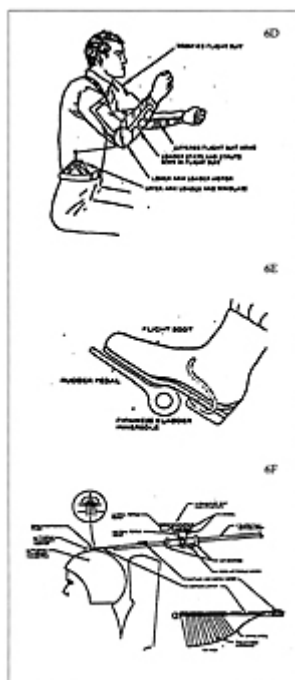


Abb. 6D—F

In Abbildung 6D wird ein Mechanismus zur Auslösung von Drehkraft an den Schultern und Ellbogen und zur angemessenen Belastung von Ober- und Unterarmen dargestellt. Diese Vorrichtung simuliert den Kontrollverlust, den der Pilot bei hohen Erdbeschleunigungen fühlt; sie ist mit mehreren Sicherheitsvorrichtungen zur Entkopplung ausgestattet, falls die Simulation zu gefährlich nahe an die Wirklichkeit herantritt.

In Abbildung 6E wird dargestellt, wie eine Firmness Bladder (Festigkeitsblase) in einen Flugstiefel eingebaut werden kann, die erhöhte Beschleunigungslast in einem Körperteil unabhängig von anderen Körperteilen simuliert.

In Abbildung 6F befindet sich ein Kabelgurt und -bremsschirm (CBD) Head-jerker. Die Kabel werden von am Helm angebrachten Vorschubmotoren angetrieben und sind an der Sitzlehne und am Gurtzeug angebracht. Der CBD besteht aus einem Helm mit aktivem Bremsschirmtragrohr und Ultraschallsendern, einem Lasso zum Einfangen des Bremsschirms und einem Antriebsgurt mit Hilfe dessen der Kopf des Piloten ruckartig nach vorne, rückwärts, nach rechts oder nach links gezogen werden kann. (Cardullo, 1980; Kron, et al 1980).

