

가상현실 구현을 위한 소프트웨어와 하드웨어

최 한 호

대우전자 전략기술 제1연구소 연구8팀

요 약

본 논문에서는 가상현실이란 무엇이며 가상현실 시스템의 구축을 위해 필요한 기술과 응용분야 등을 알아본다. 그리고 가상현실 기술 개발용 소프트웨어와 하드웨어 등에 대하여 살펴보겠다.

지 않는 환경이나 먼 거리에 있는 환경을 현재 그 환경에 실재한다는 착각을 일으켜 상호작용을 가능하게 하는 기술이다. 따라서 가상현실 시스템에서는 사용자에게 자연스럽고 편리한 상호작용을 허락하는 것이 현실감을 극대화하는데 매우 중요한 요소가 되고 이는 사용자의 행위전달이 자유로워야 하며 가상세계에 실재하고 있는 착각을 일으키게 할 피드백과 적절한 감각 생성이 제공되어야 함을 의미한다.

I. 서론

1. 가상현실의 정의

가상현실이란 인간의 오감에 신호를 전달하여 실재하

종래의 컴퓨터 인터페이스는 모니터, 키보드, 마우스 등 2차원적인 장치들인데, 인간은 3차원적인 세상의 존재이므로 컴퓨터 안의 가상의 물체도 3차원적으로 표시되고 조작할 수 있는 것이 인간에게는 더욱 친근한 인터페이스일 것이다. 가상현실기술이란 이와 같은 인간에게

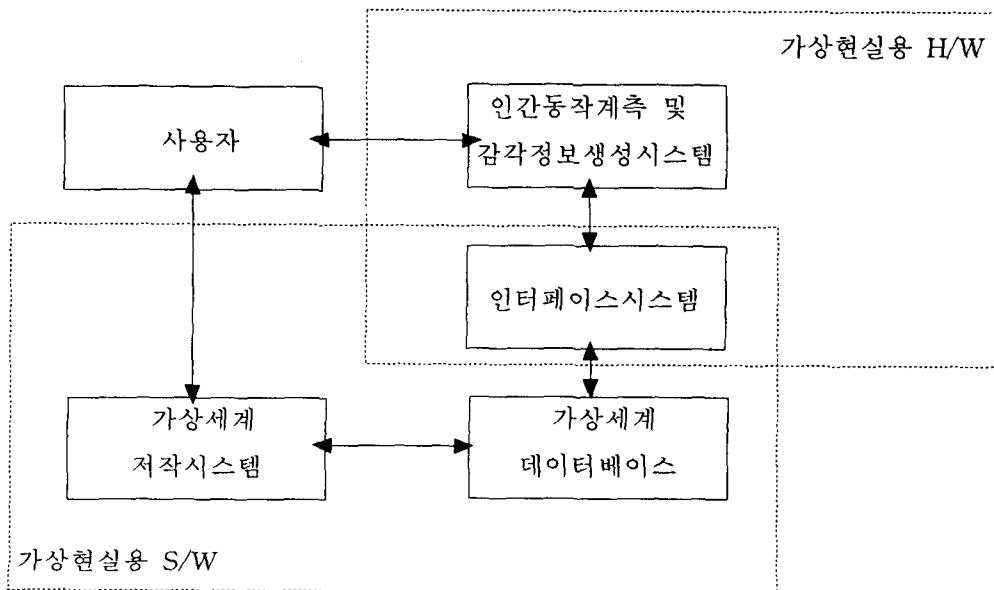


그림 1. 가상현실 시스템의 블럭도
Fig. 1. Block Diagram of a Virtual Reality System

자신의 오감을 사용하여 컴퓨터상의 가상의 환경에 자연스러운 접근을 보장하여 다양한 정보를 제공받도록 하는 기술이라 하겠다. 일반적으로 가상현실 시스템은 다음과 같이 구성된다.

- 인간동작측정 및 감각정보생성시스템 : 사용자의 위치, 동작, 음성, 표정 등을 계측하고 시각, 청각, 촉각, 힘 등의 감각정보를 제공한다.

- 인터페이스 시스템: 계측시스템으로부터 얻어진 정보를 처리하여 사용자의 의사와 의도를 추출한다. 또한 가상세계로부터 감각정보를 추출, 가공하여 사용자에게 제공한다.

- 가상현실 운영시스템 : 가상세계 데이터베이스로부터 현재 관심대상이 되는 가상세계를 추출하여 운영한다. 사용자와의 상호작용을 감시하여 상황변화에 대응하여 갱신시킨다.

- 가상세계 데이터베이스 : 가상세계에 관한 모든 정보를 지닌다.

- 가상세계 저작시스템 : 가상세계 데이터베이스를 구축하는데 사용된다.

2. 가상현실의 간략한 역사

가상현실 기술의 역사는 의외로 길다.

1956년에 Morton Heilig가 개발한 시뮬레이터 Sensorama는 가상세계 구현이 최초로 시도된 기기로 기록될 수 있다. 3차원 영상, 입체음향, 진동, 바람, 심지어는 냄새까지 동원한 최초의 상업용 개발품이었다. 사용자는 Sensorama에서 의자에 앉아 미국 Manhattan을 오토바이를 타고 지나가는 것을 현실처럼 느낄 수 있으나, 가상세계에서 원하는 곳으로 돌아다녀 보거나 가상세계에 있는 물체를 옮겨놓거나 하지는 못했으므로 진정한 의미의 가상현실 기술이라고 할 수는 없었으며 상업적으로도 성공하지 못했다.

1961년에는 Philco사에서 개발된 Headsight는 최초의 HMD 시스템이었다. 헬멧에 소형의 CRT를 광학기기와 함께 장치시켜 가상의 영상을 사용자의 눈앞에 투사시켰다. 헬멧에 위치한 두 개의 코일을 사용하여 자기장의 위상변화를 감지하여 사용자의 머리위치를 추적하였으며 이에 따라 원격지의 카메라 위치가 변경되어 원격존재를 실현하였다.

1965년에는 상호작용 컴퓨터 그래픽스 기술을 개발한 Ivan Sutherland가 컴퓨터 그래픽 화면을 보여주는 HMD를 개발하였다. 그러나 당시 컴퓨터의 계산능력과

모니터의 해상도 수준으로는 실감나는 영상을 실시간으로 구현할 수 없었기 때문에 가상현실 기술을 실용화하는 데는 성공하지 못했다.

1967년에 Univ. North Carolina에서 Fred Brooks의 지도아래 GROPE라는 3차원 분자 모델 결합을 시험하고 조작하는 데 편리한 분자구조의 force field 표현용 체성감각 표시장치 개발을 위한 프로젝트가 시작되었다.

1975년에는 Myron Krueger에 의해 Videoplace라는 몸동작/위치 측정기술과 컴퓨터 그래픽스 기술을 접목한 인간과 컴퓨터의 인터페이스 장치를 제안하였다.

1977년에 최초의 손의 구부림을 측정하는 장갑형태의 입력장치인 Sayre Glove가 시카고에 있는 Univ. Illinois의 Dan Sandin, Richard Sayre와 Thomas Defanti에 의해 발명되었다.

1984년 이후부터는 컴퓨터 연산기능의 비약적인 발달로 미국의 NASA Ames 연구소나 미공군에 의해 특수 업무나 조종사의 훈련을 위해 범용 컴퓨터에서 가상현실 구현을 시도 성공하여 가상현실 기술의 급진전과 대중화를 이룩하였다.

1989년은 가상현실 기술개발에 있어서 중요한 시점으로 볼 수 있다. Virtual Reality라는 말을 만들어낸 Jaron Lanier에 의해 1985년에 설립된 VPL Research사는 가상세계를 구성하는 주요한 입력장비인 DataGlove와 출력장비인 아이폰을 개발하여 시판하기 시작했다. DataGlove는 가상세계 속에서 가상의 물체를 잡거나 들 수 있는 등 가상세계를 조작하는데 사용되어 가상세계를 구현하는데 없어서는 안 될 장비로 이후의 가상세계 구성에 적지 않은 공헌을 하였다. VPL Research사의 아이폰은 2개의 고선명 LCD 패널을 양쪽에 장착한 안경부와 머리의 움직임을 포착하는 센서부로 이루어진 HMD로 컴퓨터가 머리의 움직임에 따라 양쪽 눈에 맞도록 영상을 계산해 내고 그 영상을 양쪽 눈에 분리하여 LCD 패널로 보내면 사용자가 입체로 영상을 볼 수 있게 하였다. 그리고 Autodesk사는 SIGGRAPH '89에서 PC를 기반으로 하여 제작한 가상현실 CAD 시스템인 Cyberspace의 데모를 하였다.

1991년에는 영국의 Jonathan Walden이 1987년 설립한 가상현실을 응용한 게임기 회사 W Industries에서 드디어 첫 번째로 VR 시스템을 판매하게 되었다.

1993년도에는 미국의 SGI사가 그래픽 가속 엔진인 Reality Engine를 발표하였다

1994년에는 InSys와 Manchester Royal Infirmary가 유럽 최초의 가상현실 연구개발 센터의 문을 열었고

영국의 Division사가 UNC에서 개발한 새로운 개념을 채용한 그래픽 가속 시스템 Pixel-Planes 5, 6을 판매하기 시작했고 미국 Johns Hopkins 병원 외과의사들이 HMD의 도움을 받으며 담낭 수술을 하였다. 그리고 가상현실 시장이 1억달러를 돌파하게 되었다.

3. 가상현실의 3요소

가상현실의 구현에서 가장 중요하다고 여겨지는 것은 ①입장감, ②대화성, ③자율성의 3가지 요소이다.

입장감이란 자신의 눈앞에 실제 물체와 거의 차이가 없을 정도로 실감나는 정보를 제시하는 것으로 가상의 환경에 자신도 포함되고 몰입되어 있음을 의미한다. 따라서 인간의 감각에 얼마나 적절하게 호소할 수 있는가가 중요하다. 그래픽스나 음향 렌더링, 힘의 되먹임 등 현실감을 증가시키는 기술의 뒷받침이 요구된다.

입장감만으로는 가상의 세계가 현실세계와 같을 정도로 착각을 일으키지는 않는다. 가상현실에 존재하는 사용자가 적극적으로 가상세계 자체를 변경할 수 있는 능력이 없다면 영화나 텔레비전을 보는 것과 별반 차이가 없다. 가상현실에 참여하는 사용자가 가상세계를 자신의 뜻에 따라 특정 행위를 통해 변화를 주고 이러한 것이 실시간으로 피드백되어 사용자에게 전달되어지는 대화성이 필요한 것이다. 비행 시뮬레이터나 스포츠 시뮬레이터 등에서 특히 강조되는 것이 대화성이다.

마지막으로 자율성이라는 것은 가상세계 자체가 실제의 세계를 모사해야 함을 의미한다. 가상세계는 책상, 의자, 건물, 산 등 무생물이나 나무와 풀 등의 식물, 그리고 스스로 움직이는 동물들로 이루어지게 된다. 그런데 가상세계에서 동물처럼 고유의 속성을 갖고 스스로 행동하는 물체들이 어색하게 움직이거나 의자나 공 등의 물체가 던져져서 벽에 부딪혔을 때는 벽을 꿰뚫고 지나지 말고 튕겨 나가야 한다. 이러한 생물이나 물리적 법칙에 따라 일어나는 자연적인 일이 깨어지면 가상세계에 존재한다는 착각도 깨어지게 마련이다. 현재까지 위의 3요소를 전부 만족시키는 가상현실 시스템은 아직 없다. 그러나 위의 3요소를 위한 기술들이 모두 성숙됨에 따라 궁극적인 가상현실 시스템의 구축을 바라볼 수 있겠다.

4. 가상현실 생성기술의 3요소

가상현실의 구현에서 가장 필요한 요소기술은 크게 나누어 ① 인간동작 계측 기술, ② 감각정보 생성 기술,

③ 가상세계 표현 기술 등 3가지로 볼 수 있다.

인간 동작 계측 기술은 인간의 동작정보를 실시간으로 센서를 사용하여 계측하여 인간이 가상세계와 상호작용을 하도록 하기 위해 필요하고 감각 정보 생성 기술은 인간의 감각기관에 정보표시를 하여 가상세계를 인간으로 하여금 체험하도록 하기 위해 필요하며 가상세계 표현 기술은 동작입력과 감각 피드백 사이의 인과관계를 적절하게 기술하여 참여자에게 현실감을 부여하기 위해 필요한 요소 기술이다. 위의 3요소가 실시간으로 사이클을 형성함으로써 가상세계의 체험이 가능해진다. 가상현실은 본래의 의미에서 위의 3가지 요소기술이 구현되어야만 하지만 현재는 감각정보 생성기술만을 가지고 인공현실감의 범주에 들어가는 일이 많다. 예로써 대전 EXPO 전시장의 삼성 기아 등의 탈것과 LG 사이언스 홀의 탈것 등은 정해진 프로그램에 따라 영상이나 음향 진동을 만들고 있으며 사람의 동작에 응답하는 것은 아니다. 그러나 현장감이라고 하는 관점에서 보면 가상현실감과 통하는 것이 있다. 또한 오락용 게임은 입출력부가 빈약하지만 가상세계의 표현이 교묘하게 기술되었기 때문에 높은 몰입효과를 낸다.

5. 감각정보 생성기술

사람의 감각은 일상적으로 5감이라고 하지만 생리학 등의 전문영역에서는 다음과 같이 분류되는 것이 일반적이다.

- 특수감각 : 시각, 청각, 미각, 후각, 전정감각(평형감각)
- 피부감각 : 통각, 압각, 냉각, 온각
- 심부감각 : 운동각, 위치각, 심부압각, 심부통각
- 내장감각 : 내장통, 유기감각(공복감, 구역질 등)

이들 가운데 특히 피부감각과 심부감각을 합친 것을 체성감각이라고 한다. 특수감각이란 특화된 감각기관이 존재하는 감각이며 시각, 청각, 미각, 후각, 촉각의 5감 가운데 시각, 청각, 미각, 후각이 특수감각에 대응한다. 그리고 체성감각은 감각기관이 피부나 근육 등에 산재하는 감각임을 알 수 있다. 사람의 전정감각은 귀속에 있는 세반고리관에 의해 3차원 공간 내에서의 몸 전체의 자세에 관한 정보를 얻는 것으로 일상적으로는 평형감각이라고 하는데 수평방향을 탐지하는 것 뿐만 아니라 6자유도의 가속도 센서로서의 역할도 한다. 외부에서 전정감각정보를 부여하는 방법으로는 바닥 전체를 움직이는 것이 일반적이다. 바닥을 움직이는 메커니즘 중에서

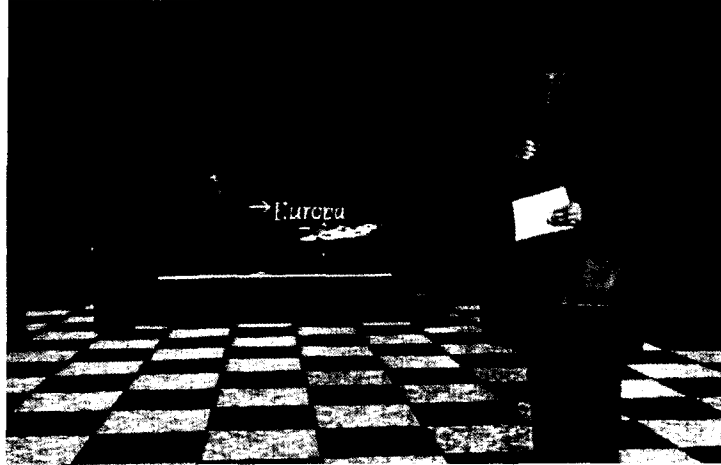


그림 2. GMD의 Virtual Studio를 사용한 양방향 인터뷰 데모 예 1[11] (원격지의 Virtual Studio에 있는 참여자가 현지 참여자가 있는 Virtual Studio의 가상 비디오에 나타내짐)
 Fig. 2. Example 1 of a two-way interview using a virtual studio[11] (The remote participant appears on a virtual video wall in the local virtual studio)

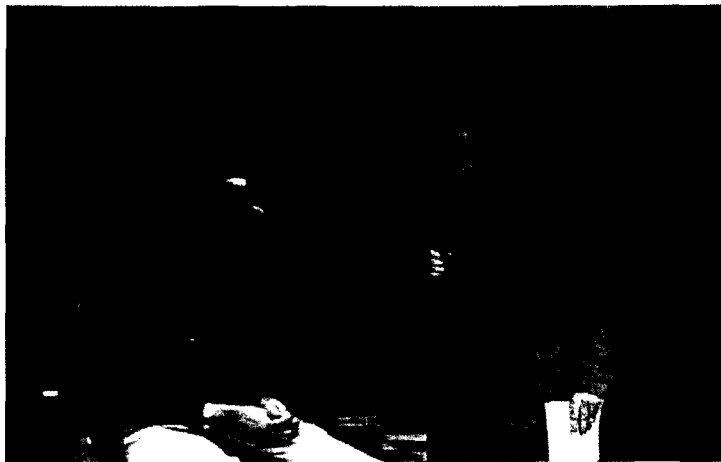


그림 3. GMD의 Virtual Studio를 이용한 양방향 인터뷰 데모 예 2 [11](원격지의 참여자가 현지 참여자가 같은 Virtual Studio에 표시됨)
 Fig. 3. Example 2 of a two-way interview using a virtual studio [11](The local participant and the remote participant appear in the same virtual studio)

가장 널리 쓰이는 것은 Stewart Platform이라 불리는 일종의 병렬연결형 로봇이다. 이것은 상하 2개의 삼각형을 6개의 왕복형 액츄에이터로 연결한 8면체 구조를 하고 있다. Stewart Platform은 6개의 액츄에이터가 병렬로 움직이기 때문에 들 수 있는 중량이 크다는 이점이 있다. 이 장치는 대부분의 항공기, 기차, 자동차, 배 등의 탈것을 위한 시뮬레이터에서 채택되고 있으며, 대전

EXPO공원이나 서울랜드 등의 테마파크에서 흔히 볼 수 있는 체감형 오락 기구에서는 자유도를 몇 가지 생략하여 3-4축 정도로 움직이는 것이 많다.

6. 가상현실의 응용

가상현실을 가장 잘 이용하고 있는 분야는 단연 오락

분야이다. 이미 많은 영화작품에서 특수효과를 내기 위해 가상현실 기법이 활용되었고 최근 일본의 SEGA사는 미국에 SEGA VR을 설립하고 사업을 전개하고 있는데 가상현실 게임으로 입체안경 헬멧을 사용하지 않고 LED를 이용한 Private Eye라는 특수안경만으로 충분히 게임을 즐길 수 있는 것을 개발했다. 미국에서는 가상현실 기술과 운동 재현 시스템을 접목한 테마파크가 영화시장을 능가하는 거대시장으로 성장하고 있는데 현재 운동 재현기를 공급하는 업체만 200여 개에 이르고 이에 사용되는 영화만을 제공하는 업체도 상당수에 이른다.

가상현실 시스템은 산업분야, 특히 제조업체들에게 있어 제품 설계, 분석, 조립 등의 분야에 응용할 수 있는 훌륭한 도구로 사용되고 있다. 마쓰시타사는 VSDSS(Virtual Space Decision Support System)을 개발하고 이를 이용하여 고객이 고글과 DataGlove를 착용하고 가상의 부엌에서 캐비닛문을 열어보고 수도꼭지를 틀어볼 수 있는 등 여러 가지 주방용품과 가구를 만지며 상호작용할 수 있는 가상부엌시스템을 만들어 마케팅용으로 활용하고 있다. 영국의 Colt Virtual Reality사도 가상현실을 이용하여 영국 철도 및 런던 지하철의 긴급사태에 대비한 역사의 설계를 시도하였다. 미국의 보잉사는 가상현실 시스템을 이용하여 실제크기의 mock-up없이 보잉 777설계를 하여 비행실험을 마쳤고 미국의 3대 자동차 회사들도 가상현실을 이용하여 엔진을 설계하고 제작과 정비 향상을 도모하고 있으며 노드롭 항공사도 가상현실 시스템을 공격용 헬기와 F-18 전투기의 설계에 이용하고 있다. 한편 독일의 GMD (German National Research Center for Information Technology)에서는 현재의 화면합성방법의 단점을 극복하기 위해 배경을 컴퓨터로 만들어진 3차원의 동적인 그림으로 바꾸고 앞의 카메라의 위치를 추적하여 카메라가 바뀌어도 자동적으로 배경의 그림을 생성시키는 Virtual Studio 시스템을 SGI 컴퓨터에서 개발하고 있다. 그리고 벽과 같은 큰 디스플레이장치를 사용하여 원격지의 참가자의 위치를 추적하여 적절한 방향의 시야를 갖는 렌더링된 이미지를 합성하여 신체의 모든 부분을 표시해주어 body language 등의 다양한 의사소통을 가능하도록 한 Communication Wall이라는 기존 화상회의 시스템의 단점을 보완한 가상현실기술을 응용한 화상회의 시스템을 개발하고 있다. 이처럼 가상현실은 이미 항공, 건축, 생물학, 군사, 방송통신 분야 등에서 많은 응용이 이루어지고 있는데 앞으로도 응용분

야는 늘어날 것이다.

II. VR 개발용 소프트웨어

다음에서는 현재까지 개발된 VR 시스템 중 비교적 널리 알려진 VR시스템이라 할 수 있는 Rend386, Superscape VRT, MR Toolkit, WorldToolkit, dVISE, VPL RB2, Cyberspace Developer Kit, VREAM Virtual Reality Development System, Virtus Walkthrough, Virtual Reality Studio, Photo VR에 대하여 성운재씨의 글(7)과 (12) 및 (6)에 기반하여 소개하겠다. 이들 VR 개발용 소프트웨어 가운데 물체의 design 측면에 역점을 둔 Virtus Walkthrough과 Photo VR을 제외한 나머지 시스템들은 모두 3차원 가상세계의 모델링과 실시간 운영을 제공하는 것을 주목적으로 하였다. 이들은 상호대화적으로 가상세계를 제작할 수 있는 기능이 지원되는 Superscape VRT, RB2, VREAM, VR Studio, dVISE, WorldUp과, 라이브러리 형태로서 가상세계의 실시간 운영을 지원하는 것에 역점을 둔 Rend386, WorldToolKit, CDK로 대별된다. 이 가운데, Rend386과 VREAM은 가상세계에서 사용자의 손 동작 신호의 중요도를 높이 평가하여 가상의 손을 시스템의 기본 기능으로 활용할 수 있도록 함으로써 물체 조작용을 간편하게 하였다. VREAM과 VR Studio는 그 인터페이스나 기능상의 특성이 매우 유사하나 VR Studio는 개념이 보다 단순하고, 가상의 손을 지원하지 않는다. 다른 시스템과 비교할 때 Superscape VRT의 특징적인 요소는 콘솔 편집기가 있어서 같은 가상세계에 대해서도 다양한 인터페이스 메타포어를 제공하고 있는 것이며, MR Toolkit은 Workstation급의 가상 현실 시스템으로 속도를 빨리 하기 위해 분리 시뮬레이션 모델을 이용하였다는 것이 특징이 된다. WorldToolKit의 경우는 객체지향적 프로그래밍과 빠른 texture mapping을 지원하는 것을 특징으로 하고, VREAM이나 VR Studio와 더불어 다른 가상세계로의 portal 기능을 지니고 있다. RB2는 가상세계 제작시 시각적 프로그래밍 기법을 이용하게 한다는 특징을 지닌다.

1. Rend386

Rend386은 공개 소프트웨어로서 VGA card를 지니

는 386과 486PC에서 작동한다. Rend386은 비상업적인 소프트웨어로서, 본래는 취미로 VR을 접하고자 하는 사람들을 위하여 만들어졌으나, 상업적으로 판매되는 소프트웨어와 동일한 정도의 그래픽 속도를 제공한다. 다른 VR시스템에서는 새로운 고가의 특수장치를 사용하는 반면에, REND386에서는 기존에 사용되고 있는 게임용 장치인 마우스, 조이스틱, Nintendo 게임기의 PowerGlove 등 저가의 입력장치를 사용할 수 있으며 일반 VGA에서 3차원 물체를 생성하여 Sega Glasses 등의 LCD stereo viewing glasses를 통해 3차원 영상을 얻을 수 있다. 또한 HMD를 포함한 다른 장치를 시스템에 덧붙이기가 용이하도록 설계되었다. 렌더링은 320X200 해상도에서 1개 이상의 프레임 버퍼를 이용하여 화면의 깜박임을 없앴으며, 대화적으로 가상세계의 물체의 위치나 방향을 지정할 수 있다.

Rend386은 320x200, 256 color VGA mode에 가장 적합하게 구성되었으므로 이 때 최적의 속도를 얻는다. Rend386은 일종의 library이므로 사용자가 제작된 가상세계와 상호작용하는 방법은 가상세계 제작자가 프로그램 상에서 어떠한 입력을 허용하고 그들에 어떠한 의미를 부과하였는가에 따라 융통성있게 정의된다. Rend386의 인터페이스는 각 입력장치(joystick, PowerGlove 등)의 입력 값을 읽어주는 기능만을 라이브러리로 제공하고 있으므로 C언어 프로그램을 통해 인터페이스를 자유자재로 디자인할 수 있으나, 프로그래밍에 익숙하지 않은 사용자에게는 가상세계를 제작하는 것이 어렵다. 사용자의 입력에 따라 회전, 이동 등 가상세계 변화 내용을 처리하기 위하여, 계산을 다루는 부분에서는 각종 행렬 연산들을 지원한다. 또한, 충돌 검색을 위해서는 각 물체에 대해 bounding sphere를 구하는 기능을 지원하며, sphere 간의 충돌을 검색할 수 있도록 하였다.

그 밖에, 가상세계 안에 각종 태스크들이 정의될 수 있어서 가상 현실 운영 시스템은 이들을 매 프레임마다 수행하게 된다. Rend386에서는 가상세계 제작을 위한 시스템을 따로 제공하지 않고 text editing을 통하여 직접 각 좌표를 비롯한 형상 정보 등을 입력하여 데이터베이스를 생성하도록 하고 있다. 따라서 복잡한 가상세계를 제작하는데는 많은 노력과 시간이 소요된다. 외부 file format의 입출력 기능은 DXF의 경우 극히 부분적으로 제공되나 그밖에는 제공되지 않는다.

2. Superscape VRT

영국 Superscape사의 PC용 가상현실 제작 소프트웨어로 1991년 첫 버전이 출시된 이후 계속된 개발 작업으로 최근 버전은 많은 기능을 탑재하고 사용하기 편리한 팝업메뉴 체계로 구성되었으며 PC486의 DOS v.5 이상에서 작동한다. 기본적으로 키보드나 마우스, 아날로그 조이스틱, Spaceball 등을 통한 사용자의 의사 입력을 허용하며, version3 이상에서는 position-tracking device를 통한 사용자의 3차원 공간상 위치 정보의 직접적인 센싱도 가능하다. 시각적인 정보 외에도 MIDI나 AdLib Gold sound card를 통한 소리정보 생성도 가능하다. 시각 정보의 해상도는 320x200에서부터 1024x768까지 제공되며 256 color를 제공한다. Ambient light를 지정할 수 있고, flat shading을 한다. 그리고 프로그래머용 개발 툴인 Superscape Developer Kit이 있는데 이것을 이용하여 VRT의 기능을 확장시키기 위해 외부장치나 사용자함수 등을 정의하여 VRT에 DLL 포맷으로 링크시킬 수 있다. VRT는 가상세계 제작 및 운영을 위한 도구들을 제공하고 있는데, 이들은 Shape editor, World editor, Texture editor, Sound editor, Layout editor, Resource editor로 구성된다. Shape editor는 가상세계를 구성하는 가장 기본적인 요소의 모양을 만들어내고 수정하도록 하는데 3차원으로 구성되어 있는 Bounding cube상에 점과 면을 생성하고 색깔입하기 등의 작업을 거쳐 World editor에서 사용할 객체를 만든다. World editor는 여러 모양을 합성하여 객체를 만들고 애니메이션을 접속시키는 역할을 하며 컬러, 조명, 위치 설정, 크기 조정, 회전과 동작 애니메이션등의 효과를 지원하는 SCL (Superscape Control Language)을 내장하고 있다. Texture editor는 다른 그래픽 프로그램에서 만들어진 이미지를 들여와 짜깁기하는 기능을 제공한다. Sound editor는 객체의 효과음을 제어하는 톨로 여러 사운드 파일 모뎀을 지원한다. Layout editor는 아이콘과 버튼을 생성할 수 있고 사용자 정의 디스플레이 패널을 제어한다. Resource editor는 객체의 텍스트 메시지나 대외 박스를 사용자의 편의대로 재구성할 수 있는 환경을 제공한다. VRT는 스크립트를 이용하므로, C나 lisp 언어 수준의 함수를 제공하는 다른 시스템에 비하여 프로그램에 익숙하지 않은 가상세계 제작자가 손쉽게 사용할 수 있고, 가상세계 편집기 상에서 현재 선택된 객체에 SCL을 attach하는 작업을 SCL icon 선택을 통해 손쉽게 할 수 있도록 한다. 따라서, 새로운 가상세계를 작성할 때에도 이전에 작성해두었던 스크립트를 그대로

로 가져와 새 객체에 attach할 수 있으므로, 소프트웨어 재사용의 측면에서 융통성있는 환경을 제공한다. 이외에도 표준 C 언어를 사용한 함수를 제작하여 SCL 코드상에서 불러 쓸 수 있도록 하여 SCL언어의 확장이 가능하도록 하였다.

3. MR Toolkit

Minimal Reality Toolkit (MRTK)는 캐나다의 University of Alberta (Prof. Mark Green)에서 VR 응용프로그램 작성을 위하여 개발되었으며 비대칭형 분산 처리와 다양한 입출력장치를 네트워크상에서 제공한다. 이들은 C언어 함수로 제공되며 현재 다른 시스템과 비교할 때 하부 단계의 장치들에 대한 지원이 잘 되어 있으며 Silicon graphics 와 DEC workstation상에서 구현되었다. 특히 MR Toolkit은 Workstation급의 가상현실 시스템으로 속도를 빨리 하기 위해 분리 시뮬레이션 모델을 이용하였다는 것이 특징이 된다. MRTK에서는 VR 응용프로그램은 한 개 이상의 UNIX style의 process로 구성된다. 이들은 각각 역할에 따라 master, server, computation, slave 4개의 부분으로 생각한다. 응용프로그램은 하나 이상의 server process를 지닐 수 있으며, 이들은 각각 하나의 DataGlove, sound 같은 입출력 장치를 관리한다. Slave process는 영상생성을 담당하는데, 예를 들어 HMD의 영상 중 한쪽 눈에 해당하는 영상은 한 slave process에 의해 생성된다. Computation process는 응용프로그램의 시뮬레이션 부분을 담당하는 것으로 가상세계 운영 시스템에 해당한다. Master process는 다른 process들을 초기화하고 서로 통신할 수 있게 해 주고, 상호작용을 처리한다. 각 master를 제외한 나머지 process들은 서로간에 직접적으로 communication할 수 없고 반드시 master process를 거친다. MRTK는 내부적으로 3개의 계층으로 구성되어 있다. 가장 하위계층인 장치레벨소프트웨어는 하드웨어 장치를 지원한다. 이 소프트웨어는 client-server model을 채택하여 각각의 장치는 독립된 개별의 프로세스에 의하여 관리되고, 이들 프로세스는 여러 대의 워크스테이션상에 분산되어 수행된다. 응용프로그램은 같은 네트워크상에 수행되는 입출력 서버와 연결하여 장치를 사용하고 새로운 장치가 추가된 경우나 클라이언트(master process에 해당)나 서버중 한쪽이 수정되는 경우 등에도 기존의 응용프로그램은 영향을 받지 않도록 되어 있다. 또한 응용프로그램의 수행속도와는 상관없이

분리되어 빠르고 고정된 속도로 입출력장치로부터 최신의 샘플을 받을 수 있다. 중간계층은 여러 개의 개별적인 소프트웨어 패키지로 구성된다. 각각의 패키지는 고차원의 입출력장치 인터페이스나 두 프로세스간의 데이터 공유를 수행하는 루틴 등 VR에서의 개별적인 하나의 UI를 담당한다. 모든 응용프로그램에 필수적인 표준 패키지로는 data sharing package, workspace mapping, timing package등이 있고 경우에 따라 선택적으로 사용되는 것으로는 DataGlove package, sound package, panel package 등이 있다. DataGlove package의 경우 하위계층에서 제공되는 입력서버로부터의 입력 값을 읽어서 처리하는 부분과 이것을 처리하여 손동작을 인식하는 부분으로 구성된다. 응용프로그램은 이 중 어느 값이나 이용할 수 있다. 상위계층은 응용프로그램을 형성(configure)하고 조종(control)하기 위한 표준 절차들로 구성된다. MRTK를 이용해 작성하는 응용프로그램은 크게 형성부분(configuration section)과 계산부분(computation section)의 두 부분으로 구성된다. 전자는 MRTK를 초기화하고 응용프로그램을 위한 configuration file을 처리한다. 화일 정보로는 스테레오나 모노 영상생성에 대한 지정, slave나 계산 프로그램이 수행될 워크스테이션의 지정 등이 있으며 환경변화에 따른 프로그램의 재컴파일은 하지 않아도 된다. MRTK에서 제공하는 입출력 장치로는 Polhemus space tracker, VPL DataGloves 등이 있다. 따라서, 사용자의 머리 움직임 및 회전과 손의 움직임, 몸의 움직임 등을 입력받을 수 있다. 그리고 VPL EyePhones, sound synthesis equipment 등을 통해 제공될 수 있는 시각 및 청각, 또는 힘에 관한 정보를 생성해 내도록 할 수 있다.

4. WorldToolKit, Worldup

WorldToolKit (WTK)는 Sense 8사에서 개발한 것으로, VR 응용프로그램을 작성하기 위한 C 함수 라이브러리의 모음이다. 함수는 약 400개 이상의 C 함수 라이브러리로 구성되었으며 매우 적은 행의 프로그램 코드로도 복잡한 시뮬레이션을 만들 수 있다. 시스템의 최소 사양은 윈도우 버전은 486이상 시스템에 윈도우 모든 버전을 지원하고 윈도우에 기반한 컴파일러가 필요하다. WTK는 OS의 플랫폼마다 서로 다른 3차원 그래픽 라이브러리를 이용하고 있어 각각의 플랫폼에서 빠른 처리 속도를 낼 수 있다. 그리고 OS환경이 바뀌더라도 최소

한 프로그램 코드의 수정으로도 다른 기종으로의 이식이 가능하다. WTK은 연관성이 있는 가상세계 사이를 하나로 묶는 고리를 생성할 수 있는 하이퍼텍스트 형식과 비슷한 구조를 포함하고 있고 현재 쓰이고 있는 거의 모든 가상현실 입출력 장치의 드라이버를 라이브러리 자체적으로 제공하고 있다. WTK을 사용하면 3차원 tracker를 적절한 곳에 부착하고 그 정보를 해석하여 사용자의 머리 방향, 몸의 위치 정보를 알 수 있고, joystick이나 mouse를 이용하거나 Spaceball 등 6DOF의 장치를 이용하여 navigation할 수 있다. Spaceball을 사용하는 경우는 눌려진 버튼에 따라 각각 대응되는 의미를 부여한다든가 하여 가상 현실 운영 시스템에 전달할 수 있다. 또한, 가상 현실 세계의 태스크를 지정할 수가 있어서, 매 프레임마다 가상 객체의 태스크에 관계되는 시각정보 및 소리 발생 정보를 감각정보생성 시스템에 전달한다. 가상 객체에 대한 조작의 경우, 충돌 검색 이외에 이를 위해서 특별히 제공되는 라이브러리 함수는 없으므로, 충돌 이외의 사용자의 입력조건에 대한 가상 객체의 반응은 C 프로그램을 통해 태스크로 지정함으로써 상호작용이 이루어지도록 한다. WTK은 하이레벨의 C/C++ 함수로 이루어져 있으므로 이에 익숙치 않은 사용자는 사용하기에 다소 어려움이 따르는데 GUI환경에서 프로그램에 익숙하지 않은 사용자도 빠른 시간 안에 쉽게 가상환경을 만들고 시뮬레이션할 수 있는 환경을 제공하는 Worldup이 Sense 8사에서 개발되었다. WTK과 마찬가지로 OpenGL, Direct 3D, Visual Basic 문법을 포함하고 있으며 가장 널리 쓰이는 VRML, DXF 등의 파일 포맷을 지원한다.

5. VPL RB2

VPL사에서 개발된 Reality Built for Two (RB2)는 비교적 빠른 시간 안에 복잡한 가상세계를 제작하고 평가를 할 수 있는 포괄적인 시스템을 제공하며 Silicon Graphics 상에서 수행된다. 상용 VR시스템으로는 거의 최초로 소개된 RB2는 VR응용프로그램 개발자가 C 언어 등의 프로그램 언어를 사용하지 않고도 간단한 비주얼 프로그래밍법을 사용하여 손쉽게 가상세계를 제작할 수 있게 한다. RB2는 Swivel 모델링 소프트웨어와 Isaac영상생성 소프트웨어, 그리고 가상세계 내의 객체에 행동양식을 부여하고 상호작용형식을 지정하는 RB2에서 가장 중심이 되는 Body electric 소프트웨어 등으로 구성된다. VPL사에서 개발한 DataGlove와

Polhemus Isotrack 등의 입력장치를 통해 Mac에서 사용자 위치 정보를 받아들일 수 있도록 한다. 음향의 경우 음향합성기로부터 생성시킨 음향을 Audiosphere를 사용하여 3D 입체음으로 출력하고, 영상의 경우 Ethernet으로 연결된 두 대의 Silicon graphics workstation으로부터 생성한 좌우 양쪽 눈에 해당하는 영상을 VPL Eyephone을 통하여 출력한다. Body Electric은 기본적으로 가상세계내의 객체들을 서로 연결하고 그들의 행동양식이나 상호작용규칙 등을 지정하는 역할을 비주얼 프로그래밍을 통하여 수행한다. 실시간 영상생성 및 가상세계 운영을 담당하는 Issac은 Silicon Graphics상에서 수행되며, Swivel에서 옮겨진 가상세계모델과, Body electric의 환경 행위 (behavioral) 모델로부터 변화를 실시간으로 전달받아 3D 입체영상을 생성한다.

6. Cyberspace Developer Kit (CDK)

CDK는 AutoDesk사에서 개발한 가상현실 제작 라이브러리로서 객체 지향 언어인 C++ class들과 관련 routine들로 구성되어 있는데 386/486 PC의 DOS v3.1이상에서 작동하며, 영상은 VESA와 호환가능한 드라이버와 함께 VGA를 통해 생성한다. BOOM, 각종 장감형 장치와 마우스, Geometry ball, 3-Space Tracker, HMD, Convolvotron, MIDI를 지원한다. CDK 라이브러리는 매우 복잡한 물체를 포함하여 다양한 3차원 물체의 기하학적 형상을 정의하고 가시화하는 것, 그러한 3차원 물체의 형상에 대한 상호작용을 지원하기 위한 것, 물리적인 특성과 그 밖의 객체 행동 양식을 모사하기 위한 것, 한 시뮬레이션 프레임 안에서 이벤트들을 적절히 배열하기 위한 것, 다양한 센서에 대한 접근을 허용하고, 미디 인터페이스를 통해 오디오를 지원하기 위한 것들로 이루어져 있다.

7. VREAM Virtual Reality Development System

VREAM Virtual Reality Development System은 Superscape VRT와 매우 유사한 상업적 소프트웨어로서, 3차원 가상세계 저작기와 VREAM스크립트 언어, 실행시간 시스템으로 구성되며 math coprocessor, 4M 이상 램의 VGA card가 있는 386 이상의 PC에서 작동한다. Joystick을 기본 입력 장치로 하며, Maxx foot

pedal, Logitech 3D mouse, Ascension Bird 3D position tracker, Mattel PowerGlove등을 추가적인 입력 장치로 활용할 수 있다. VREAM은 스테레오 영상을 생성할 수 있고, 이를 Virtual Research HMD를 통해 사용자가 볼 수 있도록 한다. 또한, 스테레오 음향 장치와도 접속이 가능하여 몰입형의 정보전달을 가능케 한다. 주어진 입력장치(foot pedal, 3D mouse등)를 통해 가상세계 안에서 이동하고, PowerGlove등을 이용해 제작된 가상세계와 사용자가 상호작용할 수 있도록 한다. 사용자는 자신의 위치 이동에 의하여 특정 영역에 들어감으로써 가상세계의 다른 영역으로 원격 이동할 수 있으며, 가상의 손 등을 이용하여 객체와 접촉함으로써 객체의 행위를 야기시킬 수 있다. VREAM 스크립트 언어는 binary(.VSB) 또는 ASCII text file(.VST)로 저장되는 영어 기반의 스크립트로서, 가상세계 저작기에 의해 생성된다. 그 밖에 가상세계 제작시 사용하게되는 각종 이미지 및 소리에 관한 외부 file로서 DXF 형태의 3차원 물체 file과 PCX file, VOC Sound Blaster file 이 이용된다. 3차원 가상세계 저작기는 메뉴를 기반으로 하는 3차원 drawing tool을 이용하여 3차원 공간에서 물체를 그릴 수 있게 하고, 색깔, 텍스처, 표면, 모양 등 객체들의 특성을 정의하거나 환경 파라미터를 정의하는 등의 일을 가능케 한다.

8. Virtus Walkthrough

Virtus사에서 제작한 Walkthrough는 엄밀한 의미에서 가상 현실감 시스템이라기보다는 3차원 drawing 및 디자인 패키지로서 PC와 Mac 용으로 개발되었다. PC의 경우 386이상의 processor를 필요로 하고 MS Windows v.3.1 이상에서 가동한다. 2차원의 drawing tool을 확장하여 손쉽게 3차원 물체를 생성하게 해준다. 이 프로그램은 세 부분의 윈도우로 구성되어 있는데, 이들은 toolbox, design view, walk view로 나뉜다. Toolbox와 design view만 본다면 Mac의 MacDraw와 유사한 형태이나, walk view에서는 design view에서 작성한 2차원적 단면들을 모아 형성된 물체의 3차원 view를 볼 수 있다. 영상의 해상도는 320x200에서 1024x768까지 제공되며, 영상 재생 속도는 사용자 선택 기능이 있어, 하드웨어에 의해 제한되는 범위 내에서 조절 가능하다. Shading을 하는 경우는 flat shading이다. walk view 윈도우에서 사용자의 시점이동 지시에 의해 실시간 가상세계 이동이 가능하며, walk path를

기록한 후 playback할 수 있다. 2차원 및 3차원의 DXF 이미지 file이 사용되고, 2차원 file로는 BMP, TIFF 등도 이용된다. 그 밖에도 외부 file에 대한 입출력 기능이 풍부해서 다양한 image file들을 사용할 수 있고, 이 패키지를 이용해서 새로이 생성하거나 추가한 이미지 역시 다양한 시스템에서 사용할 수 있다. 시스템의 사용자 인터페이스는 2차원 view와 3차원 view를 볼 수 있는 윈도우들로 구성되었다. 중심이 되는 두 윈도우 중 design view에서는 아래/위 평면도, 사방 측면도로 이루어지는 여섯 개의 2차원적 디자인 시각을 선택적으로 제공하도록 되어 있다. 사용자가 가상세계를 둘러싸는 상자의 각 면의 바깥쪽에 서서 가상세계를 들여다보듯 각 시점에서의 2차원 view 정의할 수 있다. 반면, walk view는 그러한 여섯 시각에서 정의된 형태를 종합하여 3차원의 모델을 보여 주며, 키보드 제어를 통해 실시간 Walkthrough를 가능케 함으로써 3차원 물체의 형상이 제대로 디자인 되었는지 관찰하게 하고, 다시 2차원 view를 수정하게 한다.

9. Virtual Reality Studio 2.0

Domark Software Group에서 제작한 가상세계 저작도구로서, VREAM과 유사하다. Shooting과 관련된 조건문을 스크립트에서 직접 지원하는 등 게임제작용으로 도 쓸 수 있다. 센서시스템으로 키보드나 마우스, Joystick을 이용한다. 시각정보와, IBM Adlib card를 이용한 소리 정보를 생성이 가능하다. 사용자 인터페이스가 메뉴 바와 조절 패널, 가시화 공간, 정보 디스플레이 윈도우의 네 부분으로 구성되어있다. 주요 기능은 조절 패널의 각종 도구들을 이용하여 가상세계를 제작하는 것으로, 가상세계는 서로 연결된 "영역(area)"들로 구성되고, 이 영역들을 사용자가 출입(enter/leave)할 수 있다. 제작된 가상세계의 특성과 사용자의 입력을 바탕으로 가상세계 안에서의 이동 및 영역간 이동, 객체의 애니메이션 등을 제공한다. 특징적인 기능으로는, 사용자의 상호작용 행위나 navigation 등을 기록하고 playback할 수 있는 기능이 있고, brush를 이용한 애니메이션 생성 기능, 영역간의 이동시 fade in/out 할 수 있는 기능이 있다. 가상세계 내의 이동은 사용자 인터페이스에서 조절 패널의 화살표 키를 누름으로써 상하 좌우의 이동 및 tilting 등을 지정할 수 있고, 정보 패널에 값을 입력하여 회전각도 등을 정밀하게 지시할 수 있다. 가상 객체와 사용자간의 상호작용은 사용자의 입력

정보를 2차원 스크린 상의 위치로 해석하여 2차원 충돌 검색을 하거나, 마우스의 오른쪽 버튼의 clicking을 물체를 "activate"한 것으로 해석, 왼쪽 버튼의 clicking은 물체를 "shoot"한 것으로 해석하게 하여 각각 그 조건에 따른 물체 또는 가상세계 반응을 생성함으로써 이루어진다. 객체에 관한 정보를 지니는 data file(.3OD), 가상세계 영역에 대한 file(.3AD), 가상세계 data file(.3WD), AdLib sound file(.3NA), Beeper sound file(.3NB), Roland sound file(.3NR), AMIGA/ST Sample file(.3SM), 조건들을 기록한 텍스트 file(.TXT), brush 등의 지정을 위한 이미지 file(.IFF)들이 가상세계 데이터베이스를 이룬다. 또한, 복잡한 객체에 관하여 상호작용이나 그 특성들을 포함하는 정보는 FCL(Freescape Control Language)로 구성되는 스크립트 형태로 저장한다.

10. Photo VR

미국 StrayLight사의 제품으로 AutoCAD나 3D Studio등과 같은 설계 소프트웨어와 함께 사용하여 건축설계 등에서 결과물을 미리 살펴보는 등의 설계 평가 시스템을 염두에 두고 개발되었는데 math coprocessor가 있는 25MHz 386이상의 PC에서 작동된다. 센서 시스템으로 SpaceBall, Polhemus Isotrak Ascension Bird, trackball, joystick, 마우스를 이용한다. NTSC 비디오 출력 접속기를 지원하고 HMD를 통해 시각정보 지원 가능하다. 가상세계 내의 이동을 스크립트 언어로 임의의 텍스트 편집기로 작성 편집하거나 또는 가상세계 내에서 움직인 것을 저장하기 위한 스크립팅 시스템을 제공하며 사용자의 가상세계 내에서의 진로를 스크립트로 미리 작성하거나 저장 및 편집하여 playback할 수 있는 기능이 있다.

11. dVISE

영국 Division사에서 개발한 제품으로 윈도우 NT, SGI, HP workstation상에서 운용되며 건축, 디자인, 군사, 과학, 오락, 의료용, 공학용등 많은 분야에 적용 가능한 것으로 특히 충돌 감지, 실시간 시각화, 협동 작업 등의 지원에 있어서 다른 가상현실용 소프트웨어에 비해 우위를 보인다. 그리고 거의 모든 대부분의 상용 CAD 파일 포맷을 지원하고 디벨로퍼 툴킷을 사용하면 지원되지 않는 CAD 데이터에 대한 변환용 소프트웨어

제작도 가능하다. 모든 자원을 객체로 관리하며 간단하고 쉬운 그래픽 사용자 환경에서 임의의 객체에 대한 키 프레임 방식의 애니메이션 기능을 지원하여 개발자가 쉽게 자신의 시나리오대로 애니메이션을 구성할 수 있다. 그리고 TCP/IP를 이용해 동시에 여러명이 한 가상 작업공간에서 작업을 할 수 있다. 나름의 고속 그래픽 알고리즘을 통해 고화질을 제공하고 데이터의 실시간 입력과 기존 데이터 베이스와의 접속 인터페이스를 가지고 있어 손쉽게 시뮬레이션을 시각화하여 가상현실을 구현할 수 있다.

III . 가상현실 시스템용 하드웨어

다음에 소개할 가상현실 시스템용 입출력 하드웨어 장치들은 (1-6)(8-10)과 인터넷상에서 얻은 정보를 토대로 정리한 것들이다. 현재 장감형장치, 시각정보 제공장치와 3차원 위치 추적장치가 실제 가상현실 응용에 가장 적절하고 광범위하게 쓰이는 장치들이다. 청각과 촉각 및 압력감을 느끼게 하는 장치들은 상용제품이 출시되고 있고 그러한 장치들이 절실히 요구되는 곳에 쓰일 수 있으리라 예견되지만 광범위하게 쓰이기 위해서는 시일이 좀 걸리리라 사료된다. 평형감각 또는 운동감각 등을 위한 장치들은 상호작용이 없고 매우 제한적인 운동 또는 평형감각정보를 제공하는 형태로 오락용에 널리 쓰이고 있으나 좀더 일반적인 움직임을 제공하는 장치는 현재 연구 주제가 되어 많이 연구되고 있으나 수년 내에 실제 응용에 쓰일 수는 없을 것이다. 미각이나 후각 등을 제공하는 장치는 가장 연구 개발이 안되어 있는 것들로 이 장치들 역시 수년 내에 실제 응용에 쓰일 정도로 개발되지는 못할 것이다. 우리는 여기에서 손동작 입출력을 위한 장감형 장치, 시각정보 제공장치, 청각정보 제공장치, 3차원 위치 추적장치에 관하여 항목별로 설명할 것이다.

1. 장감형 장치

감촉과 힘의 되먹임은 가상현실의 완성에서 필수적인 요소이다. 물건을 들어 옮기거나 만지는 등 우리는 실생활을 하면서 감촉이나 힘의 되먹임에 의존하는 수많은 체험을 한다. 그러나 생리학이나 심리학의 영역에서도 시각이나 청각에 비하면 평형감각에 관한 연구가 뒤지고 있는 형편이며 특히 심부감각에 대해서는 그리 알려져

있지 않은 상태로 가상현실에 있어서도 체성감각 정보의 제시에 관한 연구는 단서가 생긴 상태일 뿐이고, 그 방법은 아직 모색단계에 머물고 있다. 체성감각 중 촉각의 되먹임은 피부에 가해지는 힘과 관계된 것이고 힘의 되먹임은 심부감각인 근육 또는 관절에 관계된 것이다. 촉각 인터페이스의 출발점은 우리의 손가락에 퍼져있는 피부 및 압력 감지 기관에 있다. 촉각 되먹임 방식으로는 공기압 방식과 진동을 이용한 방식이 개발되었다. 촉각은 물체가 존재하고 있다는 것을 알려 주는 감각이라서 환경내의 사물에 대한 주요 정보원이 된다. 가상현실에서 촉감을 느끼게 하기 위해서는 물체의 표면 질감, 물리적인 저항감, 변형력 등을 모사해야 한다 그리고 가상세계에서 물건을 선택한 후 만지거나 옮기고자 할 때 그 가상물체의 표면 질감과 무게를 느낄 수 있다면 사용자는 현실세계와 비슷한 체험을 느끼게 된다. 그러나 접촉 없이도 가능한 많은 일들이 있기 때문에 지금 당장 가상현실을 구현하는 데 촉각 되먹임이 구현이 안되더라도 부족함을 느끼지는 않는다. 힘의 되먹임은 심부감각을 이용하는 데 이는 피부 표면이 아닌 근육과 관련한 다른 감각 기관에서 오며 많은 어려움을 내포하고 있다. 현재 힘의 되먹임 방식으로는

마스터 암, 조이스틱, 실, 장갑의 네 가지가 고려되고 있다. 이러한 네 가지 방식이 가상현실감에의 응용이 시도되고 있지만 마스터 암의 경우는 장치가 커지는 것, 조이스틱의 경우는 자유도수가 한정되어 있는 것, 실의 경우는 가동범위가 작은 것, 장갑의 경우에는 가상 물체의 무게를 표현할 수 없는 것 등 각각의 방식에 문제점이 있고 아직 유효한 방식이 발견되지는 않았다. 마스터 암 방식은 1967년에 Univ. North Carolina에서 Fred Brooks의 지도아래 GROPE라는 3차원 분자 모델 결합을 시험하고 조작하는 데 편리한 분자구조의 force field 표현용 체성감각 표시장치 개발을 위한 프로젝트를 기원으로 한다. 그러나 당시 컴퓨터의 성능 한계로 3차원의 가상 공간에서 힘의 되먹임을 실시간적으로 처리한다는 것은 매우 어려운 문제였다. 이 프로젝트의 결과 팔 전체로 조작하는 대형보다는 손과 손가락으로 조작할 수 있는 소형의 힘 되먹임 장치가 바람직하고 데스크 톱으로 사용할 수 있는 것은 실용상 큰 의미를 갖는 것이 지적되어 소형장치에 대한 연구가 세계적으로 여러 곳에서 연구가 진행 중이다.

MIT의 Media Lab의 M. Minsky가 개발한 SANDPAPER라는 시스템은 조이스틱에 DC모터를 이용하여 압력을 발생시키는 장치를 부착하여 가상물체의

질감을 표현한다. 그래픽 화면상에 표시된 요철면에 커서를 놓으면 반력이 발생하여 마치 꺼칠한 물체의 표면을 손으로 만지는 듯한 감촉을 느낄 수 있다. Bell 연구소는 공학, 산업 그리고 과학 분야로의 응용을 위해 고성능 작은 힘의 되먹임 조이스틱을 개발해왔다. 이것은 신체장애자들에게 효과적인 인터페이스 역할을 해 왔으며 이 장치는 컴퓨터 그래픽 상에서의 움직임에도 사용되어 왔다. 이미 상품화되었을 뿐만 아니라 개인용 컴퓨터나 workstation 사용자들이 사용할 수 있을 정도의 가격대이다.

실 모양의 힘 되먹임 장치는 줄의 장력에 의해서 감각을 전하는 장치로 미국 국립위생 연구소의 R. J. Feldman에 의해 발전되었다. 이것은 각각의 끝이 버팀 줄들로 구성되어 있는데 T자형의 클립을 9개의 실로 공중에 띄워 각 실의 장력 제어를 통해 6자유도의 힘을 사용자의 손에 전달하는 방법을 사용했다. 줄의 끝에 있는 힘 감지 센서들은 사용자의 손에 의해 발생하는 여러 가지의 비틀림 운동들을 감지하여 컴퓨터에 전달하면 컴퓨터는 가상세계에서 똑 같은 정도의 힘을 느낄 수 있도록 서보모터를 동작시켜 힘과 비틀림을 전달하며 감지한다.

촉각 및 힘 되먹임을 제공하는 장치는 본 저자에게는 관심분야이나 다른 지면을 통해 소개할 기회가 있으며 현재 상황에서 절실히 요구되는 응용분야에 쓰일 수 있을지 모르지만 광범위하게 쓰이기 위해서는 시일이 좀 걸리리라 생각되기 때문에 여기에서는 실제 가상현실 구현에 가장 많이 쓰이는 촉각과 힘 되먹임의 제공을 고려하지 않은 단순한 장갑형 입력장치 가운데 상용제품에 대하여 대표적인 것에 대하여만 소개하겠다.

1. 1 DataGlove

VPL Research사의 DataGlove는 자기센서와 광케이블 센서가 부착되어 있다. 자기센서는 손의 위치와 방향에 따라 달라지는 전자기장의 변화를 이용하여 손의 움직임과 위치를 결정한다. 광케이블 센서는 손가락의 구부림에 따라 통과 광량이 감소하여 어두워지는 것을 이용하여 한쪽에서 계속적으로 빛을 공급하고 다른 쪽 끝에 빛 감지기를 연결하여 구성되는데 각 관절에 1개씩 한 손에 10개의 감지기가 연결되어 마이크로프로세서로 순서대로 값을 읽어 들여 손가락의 구부러진 강도를 알아내도록 한다. 장갑에 연결된 조종 유닛은 손의 위치와 방향 그리고 손 관절들의 구부러진 정도를 호스트 컴퓨터에 전달한다. 호스트 컴퓨터와는 RS-232나 RS-422를 통해 통신하는데 센서정보를 읽어들이는 속도 등을 사용

자가 설정하여 1초에 60번 이상도 센서값을 읽어들이도록 할 수도 있다. DataGlove를 그래픽 workstation과 연결하여 사용하면 실제의 도구와 물체들을 조작하는 것처럼 가상의 도구와 물체들을 조작하는 것이 가능하므로 로봇틱스, 컴퓨터 애니메이션, 카드환경에서 물체의 3차원적인 조작, 생의약, 유전자 공학 등에 적용 가능하다.

1.2 Power Glove

Power Glove는 Mattel사에서 만든 것으로 1989년에만 4000만 달러의 매출을 올린 가상현실용 게임의 장갑형 입력장치이다. 일본의 게임기 전문업체인 닌텐도사를 위해 제작된 것으로 가격이 100달러로 아주 저렴한 제품이다. 손의 굽힘을 측정하기 위해 특수 제작된 인크로 0.6밀리미터가 덧입혀진 3.5인치 폴리에스테르 조각을 사용하였다. 정상적인 범위에서의 손가락의 움직임에 따라 센서가 구부러지면 저항도 함께 변하며, 하나의 센서는 한 번에 한 손가락의 관절부에서 발생하는 모든 변화를 측정한다. 도전성 인크센서를 사용하여 비용을 절감하였고 굽힘에 따라 네 단계의 굴절 정도로 차별화된 신호가 전송되도록 하였다. 그리고 손의 위치와 방향을 측정하기 위해서 초음파를 사용하였다. 모니터의 왼쪽 위, 오른쪽 위 그리고 왼쪽 아래에 위치한 3개의 초음파 수신기들이 Power Glove위에 부착된 2개의 조그만 초음파 송신기로부터 보내지는 짧은 클럭의 초음파를 감지한다. 초음파의 속도와 송신기들의 간격을 이용하여 Power Glove에 장착된 8비트 마이크로 프로세서는 장갑의 위치와 회전과 경사도를 삼각법에 따라 계산하게 된다. 초음파를 사용함에 따라 단점이 있는데 전방에 장애물이 없어야 한다는 것이다. 만약 송신기를 수신기 쪽으로 향하게 하지 못하면 위치를 알아낼 수 없게 된다.

1.3 Cyber Glove

Virtex Virtual Technology사에 의해 만들어진 장갑형 입력 장치로 16 또는 24개의 센서를 갖고 있는데, 3개의 굽힘감지센서와 손가락당 한 개씩의 abduction 센서, 엄지의 회전을 감지하는 센서, 손목의 움직임과 흔들림을 감지하는 센서를 갖고 있다. Virtual Hand라는 소프트웨어를 사용하여 손의 표현, 손가락 동작의 그래픽상의 표현과 손동작을 인식할 수 있다.

1.4 Dexterous Hand Master (DHM)

DHM은 Exos사에서 개발된 제품으로 손등 위에 장착되는 복잡한 구조를 갖지만 보기보다는 편안하다. 그

리고 DataGlove보다 높은 정밀도와 많은 자유도를 낼 수 있다. DHM의 골격은 가벼운 알루미늄으로 만들어졌으며 각각의 이음매 부분들에는 구부림 각도를 측정하기 위해 작은 자석과 홀 효과 센서들이 부착되어 있다. 관절을 구부리면 양쪽의 거리가 짧아져서 홀 효과 소자가 자계의 강도에 비례하여 발생하며, 그 전압을 측정함에 따라 관절의 휘어진 각도를 구할 수 있다. 이 소자를 각 손가락의 3째 관절에 부착하여 손가락의 좌우 움직임도 측정할 수 있다. DHM은 어떠한 표준 AT버스 호환 PC와도 연결이 가능하며 PC용 소프트웨어는 손가락들의 위치를 측정하기 위해 차례로 각 센서로부터 전압을 읽어들이고 있다. DHM은 손의 위치와 방향 측정을 위해서는 DataGlove와 같이 자기센서인 Polhemus Tracker를 사용한다.

1.5 Pinch Glove

아마 가장 최근에 선보인 장갑형 장치로 Fakesapce사에서 미국 Univ. Central Florida의 Institute for Simulation and Training에서 개발된 프로토타입을 근간으로 제작하여 발매하고 있다. 다른 장갑형 장치들과 달리 손가락 관절의 구부러진 각도를 측정하는 것이 아니라 장갑을 끼고 손의 구부림에 따라 손끝에 붙여진 센서들의 연결 상태로 이론적으로는 1000가지 정도의 손동작을 인식할 수 있도록 만든 장치이다.

2. 시각 정보 제공 장치

사람이 외부로부터 감각기관을 통해 얻는 정보의 50% 이상은 시각에 의존하기 때문에 가상현실에서도 시각정보의 제시 방법이 오래 전부터 연구되어 왔다. 사용자에게 입체영상을 제공하기 위한 표시장치는 HMD 방식, 보통 모니터를 특수안경을 쓰고 보는 방식, 그리고 CAVE로 크게 3가지로 분류할 수 있다.

CAVE는 사방의 벽과 바닥에 고해상도를 갖는 그래픽 영상을 투사시켜 3D 안경을 쓰고 가상세계를 체험할 수 있도록 꾸민 입방체로 참여자 머리와 손의 추적장치가 있어 참여자의 위치를 추적하여 실시간으로 입체화면을 보여주고 입체 음향을 제공한다. 여러 사람이 가상 체험을 공유하는 것이 가능한데 한 사람만이 입체 투영의 기준이 된다. 원격지의 자료와 슈퍼컴퓨터, 측정장치를 고속 네트워크를 통해 연결이 가능한 시스템이다.

HMD는 1960년대 탄생 이래로 가장 중점적으로 연구되어 그 원리가 확립된 상태이다. 양안시차에 따라 각

각의 눈에 맞는 영상을 보여줌으로써 입체감을 실현시키고 머리에 추적장치를 달아 위치에 따라 해당 화면을 보여 주도록 꾸며졌다. LCD의 영상을 광학렌즈를 통해 각각의 눈에 보여주는 방식과 소형 CRT의 영상을 광학기계를 통해 반사시켜 보여주는 방식으로 나눌 수 있는데 LCD방식은 가볍고 저전력을 소모하나 해상도가 떨어진다. HMD는 형태나 외양 및 기능에 있어 다양하지만 해상도가 떨어진다는 것과 그래픽 처리 속도가 착용자의 위치 변화에 못 미치는 시간 지연 문제와 화면과 동작의 불일치로 인한 감각기관의 혼란문제, 머리에 착용함으로 인한 위생상의 문제, 피로감, 멀미증상, HMD의 중량 등의 문제, 그리고 활동성의 제한 등이 공통된 단점으로 갖고 있다. HMD와 관련된 최근의 화제로서는 컴퓨터에 의해 만들어진 영상을 실제 공간에 덧씌워 제공하는 방식의 개발이다. 이러한 투시형 HMD는 컴퓨터에 의해 만들어진 영상을 장착자의 눈앞에 45도 각도로 놓여진 투과형 거울을 통해 반사하여 눈에 들어오게 만들었다. 이 장치를 이용하면 눈에 보이지 않는 위험 지역을 표시하거나 조립이나 정비작업에서의 교시정보를 표시할 수가 있으며 의료분야에 응용하면 MRI상이나 초음파 영상을 환자에게 덧씌워 환부를 투시할 수 있다. 모니터를 특수안경을 사용하여 보는 방식에서 편광안경을 사용하는 경우에는 모니터에 액정판을 붙여 액정의 편광면을 120Hz정도로 바꾸고 모니터의 영상도 각각의 눈에 필요한 영상을 번갈아 액정판의 편광면 변화에 맞추어 변화시키면 안경 착용자가 입체 영상을 볼 수 있게 할 수 있다. 그리고 전자식 셔터 안경을 이용하는 경우에는 왼쪽 눈과 오른쪽 눈을 번갈아 차단하고 모니터의 영상도 이에 맞추어 각각의 눈에 필요한 영상을 번갈아 보여줘 입체 영상을 감상할 수 있도록 한다. 특수안경을 사용하는 방식은 다중의 참여자에게 같은 효과를 제공할 수 있다는 장점이 있다. 다음에서는 상용 HMD와 특수안경 중 대표적인 것을 살펴보겠다.

2.1 VPL Research사의 EyePhone

VPL Research사의 EyePhone은 사용자의 머리에 장착하는 컬러 입체 영상 표시장치이다. 영상은 442x238의 해상도를 갖는 컬러 액정표시장치를 사용하여 표시하고 시계는 수평영역이 108도이고 수직영역이 76도이다. 머리의 위치와 방위는 6자유도를 갖는 Polhemus사의 3 space IsoTrack 자기 추적 시스템을 이용해 측정한다. 센서 데이터는 RS-232나 RS-422 씨리얼 인터페이스를 이용하여 통신하며 전체 시스템의 무

게는 1.1kg정도이며 가격은 10,980달러이다.

2.2 Virtual Research사의 Flight Helmet

Flight Helmet은 입체광학을 이용한 HMD로 시계 영역이 100도이고 360x240의 해상도를 갖는 액정표시장치를 채용하여 영상을 표시한다. 음향을 위해서는 SONY의 스테레오 헤드폰을 사용하며 사용자의 머리 위치와 방향을 감지하기 위해 Logitech 3-D Head Tracker를 헬멧 위에 장착하여 사용한다. 전체의 무게는 1.67kg이고 가격은 7,200달러이다.

2.3 VictorMaxx Technologies의 Cyber Maxx CM1800

CyberMaxx CM1800은 컬러의 320x400의 해상도를 갖는 0.7인치 액정표시장치를 채용하여 58도의 시야각으로 입체 영상을 표시한다. 그리고 스테레오 헤드폰과 실시간 yaw, pitch, roll의 머리 각도 추적장치를 포함한다. 머리 각도 추적의 해상도는 0.1도이고 1초에 75번의 샘플 값을 준다. 가격은 889달러이다.

2.4 Virtual I/O사의 i-glasses!

i-glasses!는 컬러의 640x480의 해상도를 갖는 액정표시장치를 채용하여 입체 영상을 표시한다. 이것은 일반 소비자를 대상으로 발매된 것으로 하나는 비디오 게임이나 TV용 다른 하나의 버전은 PC와 연결하여 쓰기 위해 3자유도의 머리 위치 추적 장치와 함께 제공된다. 이 HMD는 다른 것들과 달리 상대적으로 높은 해상도를 위해 시야각이 30도로 매우 적게 설계되었다. 가격은 매우 싼 편으로 비디오 게임이나 TV용 버전은 599달러이고 PC용은 위치 추적장치가 딸려와 799달러이다.

2.5 BOOM (Binocular Omni-Operational Monitor)

BOOM은 전통적으로 머리에 쓰는 장치와 장갑형 장치들을 대체할 수 있는 장치를 연구해 온 미국 캘리포니아에 위치한 Fake Space Labs사에서 제작한 시각정보 표시장치로 보통 쓰이는 액정표시장치 대신 소형CRT를 사용하여 고해상도의 영상을 볼 수 있다. BOOM은 HMD처럼 머리에 쓰는 것이 아니라 사용자는 소형 CRT가 장착된 잠망경처럼 생긴 박스를 통해 가상공간의 물체를 보면서 주위를 이동할 수 있으며 동시에 짧은 시간 지연과 손쉬운 접근으로 가상공간을 살필 수 있다. 소형CRT의 해상도는 흑백 1280x1024 컬러

1280x500이다. BOOM의 장점은 단순한 탐험 임무가 매우 직관적으로 수행될 수 있다는 것과 고해상도의 영상 정보를 제공하며 센서가 작고 사용자에게 무게의 부담을 덜어 줄 수 있다는 점이다. 그러나 객체를 선택하는 명령이 제한되고 부족하다는 것이 단점으로 지적될 수 있다. 현재 BOOM2가 개발되었고 이를 위해 특별히 설계된 우주비행 게임이 있다.

2.6 NASA의 VIEW(Virtual Interactive Environment Workstation)

1986년 NASA의 Ames 연구소에서는 조작자의 목소리, 위치, 몸동작으로 조작할 수 있는 광각의 머리에 쓰는 입체 영상 시스템인 VIEW를 개발했다. 이것은 특수 목적의 장비를 사용하지 않으면서도 이동이 쉽고 가격도 저렴하며 큰 공간과 장비를 필요로 하지 않는 가상 세계의 총체적인 몰입과 경험을 위한 기기이다.

VIEW는 다른 HMD들 보다 더욱 현실과 거의 같은 입체 영상 정보를 제공하며 연속적인 음성인식을 위한 마이크, 입체음향을 위한 이어폰 그리고 접촉과 관련된 입력 장치 등의 여러 가지 최첨단 인터페이스 기술이 동원되었다. VIEW를 이용해서 360도의 가상세계를 볼 수 있으며 두 개의 320x240의 해상도를 갖는 액정표시장치를 사용한다.

NASA에서는 VIEW시스템을 여러 가지 방법으로 생성된 영상 정보 자료들을 하나로 통합하여 표현하는데 이용하고 우주정거장 계획에서의 원격 존재 기술 실현과 자동 혹은 반자동의 원격 로봇 장비 조종을 위해 연구하고 있다.

2.7 Polhemus Labs사의 Looking Glass

Looking Glass는 기존의 HMD와는 달리 헬멧에 CRT나 액정표시장치를 장착하지 않고 컴퓨터 등에 의해 만들어진 영상을 광케이블을 통해 사용자 눈앞에 놓여진 반사형 렌즈에 전달하여 사용자가 입체 영상을 볼 수 있도록 하였다.

렌즈의 반사율을 조절하면 컴퓨터에 의해 만들어진 영상을 실제 공간에 덧씌워 제공할 수도 있어 눈에 보이지 않는 위험 지역을 표시하거나 조립이나 정비작업에서의 교시정보를 표시할 수가 있으며 의료분야에 응용하면 MRI상이나 초음파 영상을 환자에게 덧씌워 환부를 투시할 수 있도록 할 수도 있다.

그리고 현재 NASA의 원격존재 시스템에서 응용되고 있다. 여러가지 사양의 제품을 주문해 쓸 수 있으나

일반적으로 시야각은 수평 50도 수직 40도이고 해상도는 1280x1024가 가능하며 무게는 매우 가벼워서 6내지 8온스이며 머리 위치 추적은 다른 여러 회사의 추적장치를 장착하여 사용할 수 있다.

2.8 StereoGraphics사의 Crystal EYES

StereoGraphics사에 의해 만들어 졌으며 3차원적 영상을 볼 수 있게 하는 원리는 액정표시장치로 된 전자적 셔터 방식을 이용하여 모니터로부터 동기화된 신호를 적외선 방식을 통해 보내면 안경에 부착된 탐지 센서가 이를 받아 전자 셔터를 교대로 교체하거나 차단시켜 모니터 화면상에 왼쪽 눈을 위한 영상이 나타나면 오른쪽 렌즈를 차단하고 왼쪽 렌즈를 열어 오른쪽 눈을 위한 영상이 나타나면 그 반대로 하여 입체 영상을 체험하게 한다.

2.9 가산전자의 3D Max

1994년 10월 세계 최초의 PC 내장형 시스템으로 우리 나라의 가산전자에 의해 개발됐으며 3차원적 영상을 볼 수 있게 하는 원리는 액정표시장치로 된 전자적 셔터 방식을 이용하여 모니터로부터 동기화된 신호를 액정표시장치 안경에 유선으로 보내면 안경의 전자 셔터를 교대로 교체하여 모니터에 왼쪽 눈을 위한 영상이 나타나면 오른쪽 렌즈를 차단하고 왼쪽 렌즈를 열어 오른쪽 눈을 위한 영상이 나타나면 그 반대로 하여 입체 영상을 체험하게 한다.

3. 청각 정보 제공 장치

입장감을 얻기 위해 청각은 시각 다음으로 중요한 요소이다. 우리의 귀는 근소한 시간 차이로 들려오는 소리를 통해서 소리가 난 위치를 짐작한다. 귀와 귀 사이에 도달하는 시간 차이와 소리의 세기가 음원의 위치 추정에 단서가 되는 것이다.

이런 시간차와 소리의 파형이 달라지는 것을 조절하다 보면 착각을 일으키게 되어 시각 정보에서 모자란 부분을 채워 주어 완전한 몰입감을 주게 된다. 3차원 공간에서의 음장의 표현은 다수의 스피커를 사람 주위에 배치함으로써 실현시킬 수가 있다. 그러나 최근에는 사람의 청각특성에 대한 연구가 진보되어 고막으로의 전달함수(HRTF)를 실시간으로 계산하여 통상적인 헤드폰을 사용하여 높은 정밀도로 3차원 공간의 임의위치로부터 생성되는 것과 같은 효과를 내는 기술이 개발되었다. 이

것은 귓바퀴가 존재함으로써 고막으로의 전달계수가 음원과 머리의 상대위치 관계에 따라 상이하다는 성질을 이용하고 있다. 다음에서는 상용의 청각 정보 제공 장치에 대하여 알아보겠다.

3.1 Convolvotron과 Beachtron

Crystal River사의 Convolvotron과 Beachtron은 강력한 오디오 디지털 시그널 프로세서들로, 아날로그형의 소리로 3차원 음향 효과를 낼 수 있다. 고막으로 전달되는 전달계수(HRTF)가 음원과 머리의 상대 위치 관계에 따라 다르다는 성질을 이용하여 음원의 각 위치에 대응하는 전달계수를 각 주파수별로 미리 구해 놓고 머리의 위치 센서로부터 얻는 정보를 이용하여 당시의 머리 위치에서 들을 수 있는 음의 전달계수를 산출하고 이를 음원 정보와 convolution을 통해 가상의 음을 재현해 낸다. Convolvotron과 Beachtron은 ISA버스 호환 컴퓨터상의 확장 슬롯에 꽂아 쓸 수 있는데 Convolvotron은 두 개의 카드로 구성되었고 Beachtron은 한 개로 구성되었으며 Convolvotron이 음향 신호 처리 능력이 월등하다. 한 컴퓨터에 Convolvotron과 Beachtron카드를 끼워 사용할 수 있으며 동작시키기 위한 소프트웨어는 서로 호환된다.

3.2 Acoustetron

Convolvotron과 Beachtron카드를 ISA버스 486컴퓨터에 장착하여 19인치의 표준 랙마운트 캐비닛에 설치한 음향 발생 전용 시스템이다. 계산을 위한 486컴퓨터는 486DX 33MHz CPU와 4Mb RAM, 200Mb 하드, 3.5와 5.25인치 플로피 디스크가 장착되었고 12개의 ISA 표준 확장 슬롯을 갖고 있어 더욱 복잡한 음향 발생을 위한 시스템으로의 확장이 용이하게 되어있다. 그리고 외부로부터 오는 위치 정보를 얻기 위해 RS-232c를 인터페이스로 사용한다. OS로는 MS-DOS를 사용한다.

3.3 AudioSphere

VPL Research사의 RB2 시스템에 내장된 입체 음향을 제공하는 헤드폰 전용 입체 음향 시스템으로 동시에 4개의 가상 음원의 위치를 설정할 수 있으며 고막으로 전달되는 음향 신호를 좌우로 분리, 인위적으로 생성하여 입체의 위치에 있는 음원 재생을 가능하게 한다.

4. 3차원 위치 추적 장치

3차원 위치 추적 장치는 가상현실 응용에서 실제 물건의 위치나 방향 값을 필요로 하는 경우에 쓰인다. 3차원 공간에서 특정한 점을 나타내기 위해서는 3차원 좌표 값을 필요로 하지만 가상현실에서는 물체를 조작하기 위해서 방향정보를 필요로 하는 경우도 많아서 6자유도를 사용해야 되는 경우도 많다. 위치 추적 장치는 사용자의 손, 머리 혹은 눈의 움직임을 측정하고 이 정보는 현재 사용자의 위치에 대응한 시청각 입력 생성에 사용된다. 또한 위치 추적 장치는 Augmented Reality 응용에도 쓰인다. 실상에 컴퓨터 그래픽스에 의해 만들어진 영상을 덧씌워 사용자가 보도록 하기 위해서는 정확한 위치 추적이 필요하다. 현재 나와 있는 위치 추적 장치들은 적은 지연시간과 높은 정밀도를 임의의 환경에서 제공해주지는 못한다. 그리고 위치 추적의 범위에서도 매우 제한적이다. 앞으로 다양한 방법의 시도가 이루어 지겠지만 현재의 기술이나 제품들과 차이가 그리 크지는 않으리라 예견된다. 여기에서는 6개 정도의 상용 제품을 소개하지만 참고문헌 (1-6)(8-10) 특히 (9)에는 매우 다양한 제품과 연구 개발 사례가 소개되고 있으므로 자세한 자료를 필요로 하는 경우 참조하길 바란다.

4.1 Fastrak

Polhemus사의 제품으로 사용자의 몸이나 HMD 등에 장착하여 사용할 수 있는 3차원 위치 추적장치이다. 전체시스템은 자기발신장치, 수신장치, 시스템 전자 유닛으로 구성되었다. 위치와 방향에 따라 달라지는 전자 기장의 변화를 이용하여 움직임과 위치를 결정하는데 1개의 발신장치를 사용하고 수신장치는 4개까지 사용 가능하다. 0.03인치와 0.15도의 정밀도로 30인치 내에서의 위치 추적이 가능한데 10피트까지는 정밀도가 줄어들지만 위치 추적이 가능하다. 데이터의 업데이트는 수신장치 하나에 초당 30번으로 4개를 사용하는 경우 초당 120번이 가능하고 데이터의 전달시간지연량은 0.004초이다. 데이터 포맷은 ASCII나 binary가 가능하고 인터페이스로 RS-232나 IEEE-488이 가능하다. 발신장치의 무게는 9온스이고 수신장치는 0.6온스이다. 가격은 5,750달러이다.

4.2 Isotrak

Isotrak도 미국 Polhemus사의 제품으로 사용자의 몸이나 HMD 등에 장착하여 사용할 수 있는 3차원 위치 추적장치이다. 전체시스템은 자기발신장치, 수신장

치, 시스템 전자 유닛으로 구성되었다. 위치와 방향에 따라 달라지는 전자기장의 변화를 이용하여 움직임과 위치를 결정하는데 각각 1 개의 발신장치와 수신장치를 사용한다. 3차원 물체의 디지털화된 3차원 그래픽 모델을 만들기 위해 대상 물체의 결면을 따라 좌표를 기록하는 용도로도 사용 가능하다. 0.25인치와 0.85도의 정밀도로 30인치 내에서의 위치추적이 가능한데 60인치까지는 정밀도가 줄어들지만 위치 추적이 가능하다. 데이터의 업데이트는 초당 58번이 가능하며 데이터의 전달시간 지연량은 0.004초이다. 데이터 포맷은 ASCII나 binary가 가능하고 인터페이스로 RS-232를 사용한다. 발신장치의 무게는 3.5온스이고 수신장치는 0.8온스이다. 가격은 3,195달러이다.

4.3 Bird/Flock of Birds

Bird는 미국 Ascension사의 제품으로 사용자의 몸이나 HMD 등에 장착하여 사용할 수 있는 3차원 위치 추적장치이다. Bird는 10개까지 하나의 호스트 컴퓨터에 RS-232나 RS-485인터페이스를 통해 한꺼번에 물려 위치 추적에 사용할 수 있는데 여러 개를 사용할 경우 Flock of Birds라고 한다. 각각 1 개의 발신장치와 수신장치를 사용한다. 0.1피트의 정밀도로 ± 3 피트 내에서 x, y, z 위치를 측정하고 azimuth와 roll각은 ± 180 도 elevation각은 ± 90 도 안에서 측정 가능하다. x, y, z 위치의 경우 옵션에 따라 ± 8 피트도 측정 가능하다. 데이터의 업데이트는 초당 100번이 가능하다. 데이터 포맷은 binary 형태로 x, y, z 위치 좌표와 방향각이나 회전 행렬로 출력된다.

4.4 Logitech사의 3D Mouse와 Head Tracker

3D Mouse와 Head Tracker는 초음파를 이용하여 3차원에서 위치를 추적한다. 두 개의 장치 모두 3개의 초음파 센서로 구성된 발신부, 제어부와 연결된 3개의 센서로 이루어진 수신부로 구성된다. 제어부는 신호를 처리하여 위치와 방향 및 버튼 상태에 대한 정보를 갖는 데이터를 만들어 낸다. 인터페이스는 RS-232c를 사용하여 시리얼 통신한다. 3D Mouse는 5개의 버튼을 갖고 2D와 3D 두 가지 동작 mode가 있다. 2D mode에서 표준 마이크로소프트/로직텍 마우스와 호환 가능한 3개의 버튼을 갖는 마우스로 작동한다. 그리고 3D mode에서는 위치 0.004인치 방향 0.1도의 해상도를 갖고 5피트 100도 원추내의 지역에서 3차원 위치 추적이 가능하며 2개의 suspend 버튼이 사용 가능한데 기능은 스크린

상의 커서의 움직임을 잠시 멈추게 하여 사용자에게 위치를 잃어버리지 않도록 한다. 3D Mouse는 또한 마이크로폰이 내장되어 있어 음성 명령 인식 등을 위한 입력 장치로 쓰일 수 있도록 되어있다. Head Tracker는 3D Mouse와 3개의 제어 버튼이 없다는 것과 발신기의 배열이 머리에 장착되어 쓰이기 편리하게 되어 있다는 것을 제외하고 똑 같다.

4.5 Space Ball Technology사의 SpaceBall

SpaceBall은 정확하게 위치 추적 장치가 아니나 6자유도의 위치 방향정보를 입력할 수 있는 장치로 테니스 공보다 약간 큰 공 형태의 것을 손으로 쥐고 압력을 주어 건축 설계, CAD/CAM 등의 분야에서 3차원 화면상에서 물체의 위치와 방향을 조정하는데 쓰이는 장치이다. 공 형태의 장치 안에는 strain gauge가 들어 있어 공에 주어지는 힘의 방향에 따라 x, y, z축 방향으로 이동과 피치, 요, 롤의 회전을 조정 가능하게 되어 있다. 그리고 8개에서 9개의 버튼을 가지고 있어 사용자가 여러 가지 다양한 명령을 입력할 수 있다. 동시에 다차원의 입력이 가능하여 가상공간의 물체를 다루는데 쉽고 책상 위에 놓고 사용할 수 있어 편리하다는 장점을 갖고 있으나 입력방법이 비직관적이고 가상의 물체를 조작하는데 부족한 면이 있고 사용하기 전에 훈련이 필요하다는 단점을 갖는다.

4.6 DataSuit

데이터슈트는 미국 VPL Research사에서 개발한 몸 전체의 움직임을 검출하기 위해 특수 제작된 옷으로 사방 10x14ft 범위 내에서 움직이는 인체의 움직임을 몸통, 팔, 무릎, 발 부위 등에 68개의 추적장치를 부착하여 추적토록 한다. 데이터슈트는 무게가 너무 무거워 사용자가 오래 착용하면 힘들고 센서에 부착된 케이블 또한 너무 무거워 활동하는데 불편을 준다. 그리고 사용자에 따라 어색하거나 원하는 결과를 얻기에는 정밀도가 다소 떨어진다. 데이터슈트를 활용하기 위하여 Body Electric이라는 소프트웨어가 개발되었는데 이를 이용하여 운동 감각 익히기, 인간 동작의 관찰, 그리고 위험한 상황에 대처하는 모의 훈련 등에 적용할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 가상현실이란 무엇이고 이를 생성하기

위해 요구되는 기술과 응용분야에 대하여 알아보았다. 그리고 가상현실 구현을 위한 소프트웨어와 하드웨어의 소개를 하였다. 가상현실 구현을 위한 요소기술, 응용분야와 시스템들이 완벽하게 다루어지지 않았지만 주어진 참고문헌과 인터넷을 통해서 여기에서 다루지 못한 것들과 소개되었지만 상세하지 못하거나 일부 잘못된 부분에 대하여 정확하고 상세한 정보를 얻을 수 있으리라 사료된다. 앞서 서론에서 밝혔듯이 가상현실 관련 시장은 1994년에 1억 달러에 이르렀고 1999년에는 60억 달러의 시장으로 예상된다. 그리고 21세기에는 여러 가지 측정기술, 영상 표시 장치, 컴퓨터 하드웨어, 음성 합성 기술, 정보 통신 설비의 확충 등으로 일반 PC에서도 가상현실의 구현이 가능해질 것이다. 가상현실은 이미 항공, 건축, 생물학, 군사, 방송통신 분야 등에서 많은 응용이 이루어지고 있는데 앞으로 우리 생활에 일대 혁신을 가져다 줄 수 있고 무한한 응용 가능성을 내포한 선진 기술로서 현재 선진국들은 가상현실 분야에 많은 의욕을 보이고 있으며, 이에 집중투자를 아끼지 않고 있다. 일본 경제 기획청에서는 앞으로 21세기의 유망기술로 가상현실 기술을 10대 기술 안에 두고 있을 정도이며 가상현실 기술은 21세기의 기간산업으로 자리잡을 것으로 예상된다. 그러므로 시급히 국내에서도 산, 학, 연에서 많은 관심을 갖고 장치 개발 기술과 핵심 요소 기술을 보강하고 응용 시스템을 완벽하게 다듬고 마무리하는 기술을 개발해 나가야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] R. Hollands, *The Virtual Reality Homebrewer's Handbook*, John Wiley & Sons, 1996.
- [2] 서종한, *가상현실의 세계 : 가상현실과 컴퓨터 그래픽스*, 영진출판사, 1994.
- [3] 서종한, *PC에서 즐기는 가상현실과 3D*, 영진출판사, 1994.
- [4] R.S. Kalawsky, *The Science of Virtual Reality*, Addison Wesley, 1994.
- [5] G. Burdea and P. Coiffet, *Virtual Reality Technology*, John Wiley & Sons, 1994.
- [6] P. Stampe, B. Roehl, and J. Eagan, *Virtual Reality Creations : Explore, Manipulate and Create Virtual Worlds on Your PC*, Waite Group Press, 1993.
- [7] 성운재, <http://dangun.kaist.ac.kr/~ujung/research/survey/singlevr.html>, 1994.
- [8] 권태경, *Cyber Tech 가상현실*, 사이버출판사, 1996.
- [9] C. Youngblut, R.E. Johnson, S.H. Nash, R.A. Wienclaw, and C.A. Will, *Review of Virtual Environment Interface Technology*, <http://www.hitl.washington.edu/scivw/IDA/>, 1996.
- [10] *The Encyclopedia of Virtual Environments*, <http://www.hitl.washington.edu/scivw/EVE/>
- [11] *3DK: The Virtual Studio*, <http://viswiz.gmd.de/DML/vst/vst.html>
- [12] 박인선, *가상현실 저작도구, CAD & 그래픽스*, pp. 124-130, 5월호, 1997.

필자소개



최 한 호

- 1984년 3월~1988년 2월 서울공대 제어계측공학과(학사)
- 1988년 3월~1990년 2월 KAIST 전기 및 전자공학과(석사)
- 1990년 3월~1994년 8월 KAIST 전기 및 전자공학과(박사)
- 1994년 9월~1996년 12월 대우전자 영상연구소 VR파트 파트장
- 1997년 1월~ 현재 : 대우전자 전략기술 제1연구소 연구8팀 팀장
- 주관심분야 : 강인제어시스템, 가상현실시스템, Convex optimization