

가상 현실 장비와 유비쿼터스 가상 현실

이하섭
건국대학교

요약

본고에서는 다양한 가상 현실 장비에 대해 알아보았다. 초기 가상 현실 장비의 탄생과 시각적 장비, 가상 현실 입출력 장비에 대해 살펴보았다. 하지만 가상 현실 전용 장비를 사용하는 것만으로도 몰입감을 방해할 경우가 있을 수 있다. 그래서 항상 사용하는 일상적인 장비들로 가상 현실 시스템을 구축해 보고자 했다. 다중 장비를 이용한 유비쿼터스 가상 현실을 구현하기 위해서 어떤 시스템이 필요할 것인지 제안하고 간단한 시스템을 서술했다. 전체 시스템은 메인 서버와 데스크톱 컴퓨터, 모바일 장비 모듈로 구성되어 있고 이러한 시스템으로 실행될 수 있는 시나리오를 제안하였다. 각 서버, 모듈의 역할과 장비의 자세 추정 방법에 관해서도 제안하였다.

I. 서론

1968년 Ivan Sutherland에 의해 가상 현실의 개념이 설립된 이후 가상 현실 기술은 계속 발전의 발전을 거듭해왔다[1]. 중앙 처리 장치의 발전과 그래픽스 장치의 발전을 비롯한 하드웨어와 소프트웨어의 발전, 모바일 장치의 발전 등은 최근 가상 현실의 급속한 발전을 가능하게 하였다. 과거에도 가상 현실이 주목 받던 경우가 있었으나 어디까지나 연구 단계에서 더 발전하지 못 했었고, 몇 년 전에 이르러서야 비로소 대중적인 관심을 끌게 되었다.

이런 가상 현실 붐의 견인차 역할을 한 것은 오쿨러스 리프트라는 가상 현실 헤드셋이라고 할 수 있다. 기존의 가상 현실 헤드셋은 크고 무거우며 가격도 상당해서 연구, 개발용으로 구입을 하지 일반 소비자가 유희를 위해 구입하는 경우는 거의 없었다. 머리 움직임 추적 기술의 발전도 큰 몫을 했다고 할 수 있다. 오쿨러스 리프트 헤드셋은 본격적으로 일반 사용자의 게임 용임을 표방하며 발표되었고, 그 이후 많은 가상 현실 헤드셋들이 시장에 나오고 있다.

이 글에서는 가상 현실 헤드셋을 포함한 가상 현실 장비 등에 대해서 알아보려고 한다. 고가의 방송용 장비에서부터 모바일 폰을 이용한 저렴한 가상 현실 헤드셋에 이르기까지 다양한 범위의 장비들이 몇 년 사이에 폭발적으로 등장하고 있다. 사용자가 가상 현실을 경험하기 위한 장비들도 있고 가상 현실 콘텐츠를 만들기 위한 가상 현실 카메라 같은 장비들도 모두 가상 현실 장비라고 할 수 있다.

이러한 최근의 장비들이 갑자기 나타난 것은 아니다. 가상 현실 개념이 등장한 이후부터 계속된 수많은 선각자들의 연구와 개발이 토대가 된 것이다. 모든 연구가 그렇지만 과거의 연구들을 쫓아가다 보면 현재의 상황이 더욱 잘 이해가 될 것이다. 그리고 앞으로 어떤 방향으로 발전할 지를 짐작하는 데에도 도움이 될 것으로 생각된다.

가상 현실이라고 하면 인간의 오감 중 시각에 치우치게 생각이 드는 경우가 많은데, 다른 감각들을 시뮬레이션 해서 가상의 현실을 제공하는 경우도 많으면 그에 따른 장비들이 많이 개발되어 있다. 감각에 따른 분류 외에도 입력과 출력으로 나뉘볼 수도 있다. 그리고 현재 가상 현실 관련 분야 중 가장 먼저 응용되고 있는 시네마틱 가상 현실 또는 360 가상 현실에서, 콘텐츠를 생산하기 위한 도구로 파노라마 영상을 촬영하기 위한 가상 현실 카메라 등이 많이 출시되고 있다.

이러한 가상 현실 장비들을 살펴본 후에 이 장비들을 사용하지 않고 일상 생활에서 사용하는 장비들을 이용한 가상 현실 시스템인 유비쿼터스 가상 현실에 대해서도 논의해 보고자 한다.

II. 본론

1. 가상 현실 장비의 탄생

가상 현실 장비의 역사를 살펴보면, 먼저 어디서부터 가상 현실인 지를 생각하게 된다. 영화는 보는 사람에게 새로운 경험을 제공한다. 그리고 텔레비전 방송도 초기에는 그것이 사실이라

고 믿었다고 한다. 그렇다면 영화나 방송을 가상 현실이라고 할 수 있을까? 넓은 의미에서는 그럴 수도 있다. 그림 사진은 어떤 까? 그림은? 소설은? 연극은? 마술은? 이렇게 따진다면 역사를 거슬러 올라가서 동굴의 벽화를 최초의 가상 현실이라고 할 수 있을 것인가?

우리는 최초의 가상 현실 장비가 “Head-mounted targeting and gun-firing interface”라고 생각한다[2]. Albert Pratt가 1916년에 고안한 이 장비는 현재의 가상 현실 헤드셋 장비의 전신이라고 부를 수 있다.

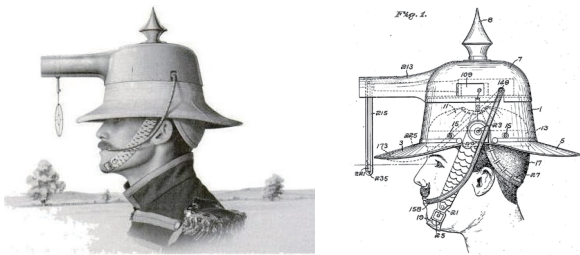


그림 1. Albert Pratt's head-mounted targeting and gun-firing interface [2]

가상 현실의 대표적인 장비인 비행 시뮬레이터는 1929년 Link사에 의해 처음으로 개발되었다[3]. 비교적 간단하고 기계적인 부분으로 이루어진 이 장비는 비행 훈련을 위해 운영되었다. 1939년에서 1945년 사이에 만 명 이상이 이 장비를 이용해 훈련을 받았다.



그림 2. Link사의 비행 시뮬레이터 [3]

사람의 감각을 가장한다는 의미에서 Sensorama는 최초의 가상 현실을 위한 기계라고 할 수 있다[4]. 1962년 M. Heilig에 의해 발명된 이 장비는 컴퓨터를 사용하지 않고 모터사이클 경주를 시뮬레이션 하였다. 스테레오 영화와 소리를 제공하였으며, 냄새와 바람과 진동까지 느낄 수 있게 만든 시대를 앞서간 장비라고 할 수 있다.

최초로 현재의 가상 현실 헤드셋에 가까운 장비가 등장한 것 같은 Heilig의 1960년 특허에서였다 [5]. 이 장비는 3차원 사진을 슬라이드 볼기 위해 넓은 시야각을 제공하였다. 게다가 스테레오 사운드를

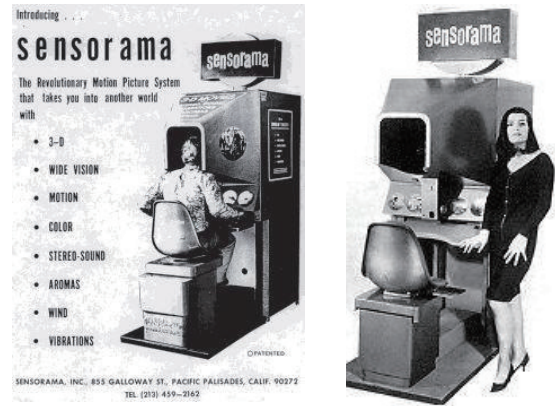


그림 3. M. Heilig's Sensorama [4]

지원하였으며 또 냄새 생성기를 포함하고 있었다. <그림 4>를 보면 외양도 현재의 헤드셋과 거의 유사한 것을 알 수 있다.

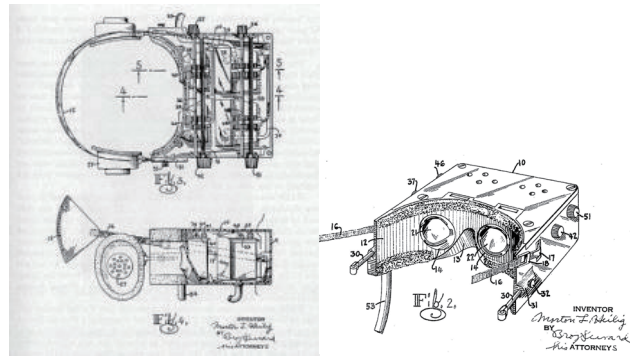


그림 4. Heilig's 1960 Stereoscopic Television Apparatus patent [5]

그 다음해인 1961년, Philco사의Comeau와 Bryan은 최초로 실제 구현된 헤드셋을 만들었다[6]. 이 헤드셋은 머리의 방향을 추적할 수 있었고, 원격지의 카메라와 연동하여 텔레오퍼레이션 구성을 할 수 있었다.

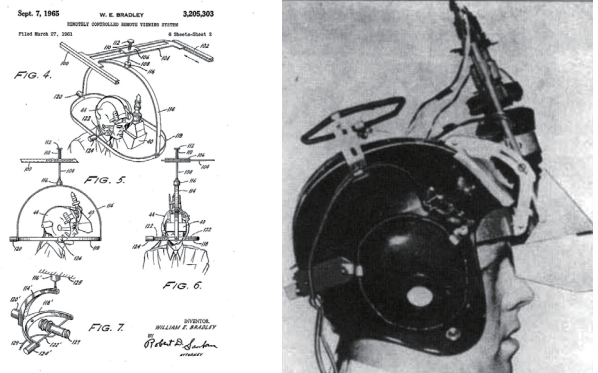


그림 5. Philco Headsight [6]

1963년에는 가상 현실의 개념을 정립한 Ivan Sutherland에 의해 Sketchpad란 장비가 탄생한다[7]. 이것은 최초의 상호작용을 하는 컴퓨터 그래픽 시스템이었다. 또한 사람과 기계가 그래픽적으로 통신하는 시스템이었다. 가벼운 펜을 이용하여 선택과 그리기 상호작용이 가능했는데, 여기에 사용된 컴퓨터 TX-2는 지금의 기준으로 보자면 거대한 기계였다.

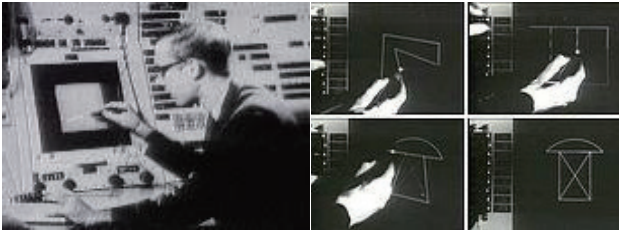


그림 6. Sketchpad by Ivan Sutherland [7]

1965~1968년 사이에는 Ivan Sutherland 연구진에 의해서 Ultimate Display란 장비가 개발이 된다[8]. 비로서 가상 현실 장비다운 모습의 장비가 나타났다고 할 수 있다. 이 장비는 가상 세계로 향한 창문의 역할을 하는 머리에 쓰는 헤드셋이었다. 머리의 방향을 추적하여 원격지 카메라를 제어하는데 사용되었으며 3차원 그래픽스를 구현한 시스템이었다. 이것은 수학적 월드랜드를 보는 안경과도 같았다는 말을 들었던 이 장비는 시각적 자극과 함께 kinesthetic 반응도 지원을 했다.

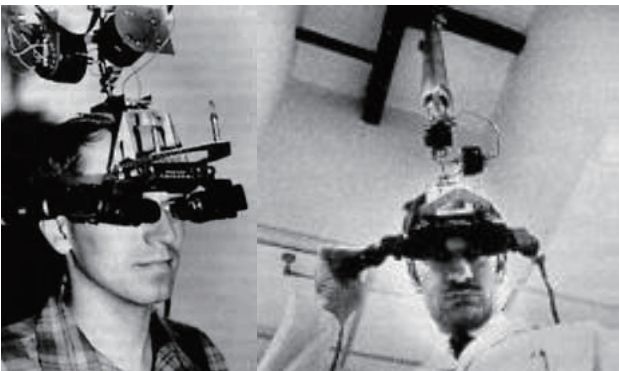


그림 7. The Ultimate Display [8]

한편 가상 현실 장비 중의 하나인 데이터 글로브도 비슷한 시기에 탄생되었다. 최초의 데이터 장갑은 IBM사의 Rochester와 Seibel에 의해 특허가 나왔다[9]. 이 초창기 장비는 <그림 8>처럼 장갑이라기 보다는 원형 통 속에 각 손가락에 해당하는 위치에 스위치가 있어서 그것을 조작해 입력하는 방식이었다.

Feb. 27, 1962 R. SEIBEL ET AL 3,022,878
COMMUNICATION DEVICE
Filed Jan. 11, 1960 7 Sheets-Sheet 1

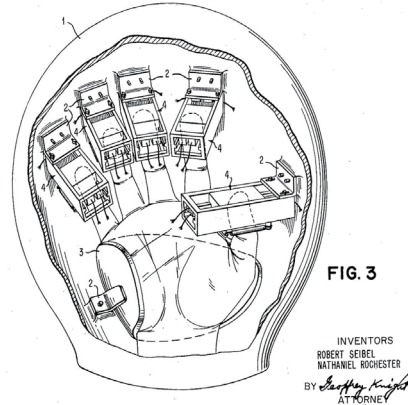
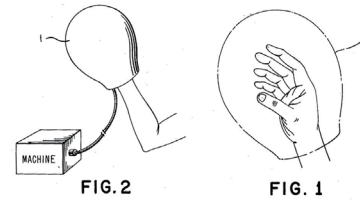


그림 8. IBM's 1962 glove patent [9]

초창기 가상 현실 피드백 장비로는 1967년에 나온 UNC 대학의 GROPE 프로젝트를 들 수 있다[10]. GROPE-I은 2차원 시스템이었고 GROPE-II부터는 본격 6차원(힘 3차원, 토크 3차원)의 시스템이었다.

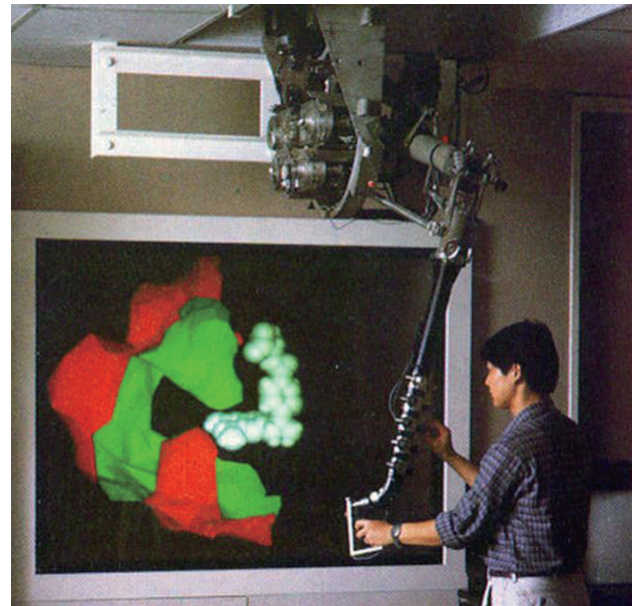


그림 9. UNC: GROPE [10]

1970년도부터 컴퓨터의 발전에 의해 새로운 장비가 많이 발전하게 된다. 1970년대에 야간 비행을 보여주는 비행 시뮬레이터가 나왔고 버추얼 키보드는 1975년에, 마우스는 그 전에 1968년에 개발되었다. 본격적인 데이터 장갑은 1985년에 등장했으며 가상 현실 장비 회사 VPL 리서치사에서 Eyephone이라는 헤드셋이 개발되었다[11]. <그림 10>을 보면 걸모양은 현재의 장비들과 비슷한 것을 알 수 있다.



그림 10. VPL EyePhone Model 1 [11]

1981년부터는 미항공우주국에서 가상 현실 관련 장비와 시스템 연구를 주도적으로 진행하게 된다[12]. <그림 11>은 꽤 오랫동안 가상 현실이라고 하면 항상 등장하는 사진이 되었다.



그림 11. NASA Ames Research Center 1981 [12]

현재는 가상 현실이라고 하면 헤드셋을 먼저 떠올리게 되지만, 헤드셋이 대중화 되기 전에는 다양한 가상 현실 장비들이 연구되었고 그 중에 가장 대표적인 것이 CAVE이다[13]. CAVE는 여러 대의 프로젝터와 스크린을 이용하여, 사용자가 스크린

에 둘러 쌓인 구성으로 가상 현실을 구현하는 장비이다. 1992년 일리노이 대학에서 처음으로 CAVE가 개발되었고 그 이후로 ImmersaDesk를 비롯한 여러 가지 비슷한 장비들이 나오게 되었다.

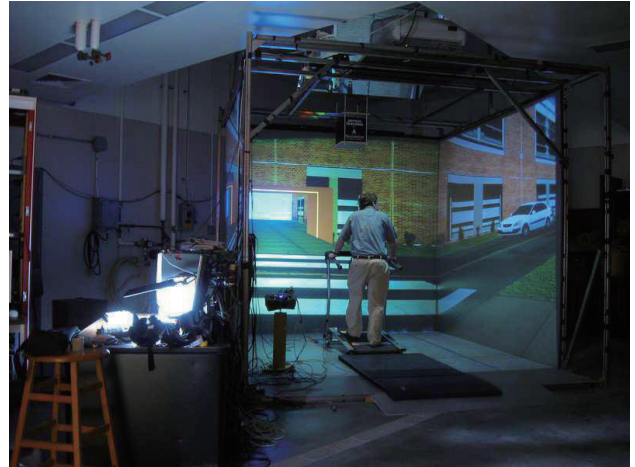


그림 12. CAVE: Cave Automatic Virtual Environment [13]

2. 시각적 가상 현실 장비

현재 가상 현실의 부흥을 이루고 있는 현상의 배경에는 HMD (Head mounted display) 또는 가상 현실 헤드셋이라는 장비의 기술적 발달이 가장 크게 작용했다고 할 수 있다. 헤드셋에는 두 개의 작은 화면이 헬멧에 부착된 형태로 사용된다. 또한 머리의 움직임을 추적해 몰입감을 높일 수 있어서, 사용자는 머리를 움직여 자신의 주변을 둘러 볼 수가 있다. 헤드셋에 부착되어 있는 렌즈들은, 눈 앞에 있는 화면의 이미지들이 더 먼 곳에 있는 것처럼 느끼게 해준다. 이런 기능들로 인해 가상 현실 헤드셋은 그야말로 대표적인 가상 현실 화면장치라고 할 수 있는 것이다.

가상 현실 헤드셋은 동작 원리에 따라 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 광학적 방식(optical see-through)과 비디오 합성 방식(videomix see-through)으로 나눌 수 있는데 각각의 특성을 살펴 보면 다음과 같다.

먼저 광학적 방식은 상대적으로 간단한 원리로 동작하며 그래서 가격도 상대적으로 저렴하다. 실제 세상을 직접 보게 되며, 그 부분은 해상도가 사람이 인지할 수 있는 최대이며 시간 지연이 있을 수가 없다. 장비를 장착하고 움직일 때도 안전하고 뒤틀림 현상이 없다. 현실과 가상의 혼합을 주로 하는 증강 현실에 사용하게 된다.

비디오 합성 방식은 디지털화한 실제 세상이 이미지로 사용

되고 다른 모델을 합성하는데 편리하다는 장점이 있다. 물체들의 가림 현상을 쉽게 구현할 수 있고, 더 넓은 시야각을 쉽게 지원할 수 있다. 그러나 시간 지연 현상이 일어나게 되며, 더 많은 등록(registration)과 보정(calibration)이 필요하게 된다.

가상 현실 헤드셋은 가상 현실의 초창기부터 가장 활발하게 연구 개발되어온 장비 중 하나이다[14]. <그림 13>에는 그 중 일부 장비만을 표시한 것이다. 현재는 모바일폰을 이용한 수많은 헤드셋이 나와 있으며, 특히 중국 업체에서 개발한 제품들이 대거 등장하고 있다.

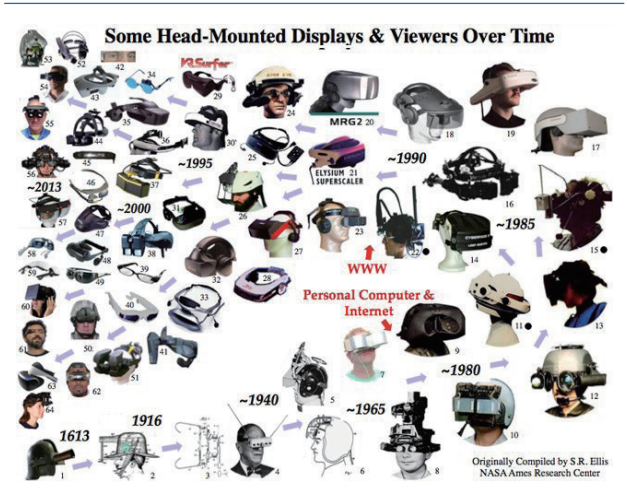


그림 13. 시간 순으로 본 가상 현실 헤드셋 [14]

CAVE 또한 가상 현실 하면 떠올리게 되는 대표적인 장비라고 할 수 있다. CAVE는 “Cave Automatic Virtual Environment”의 약자로 프로젝터와 스크린을 이용해서 사용자에게 가상 현실 세계를 보여준다. 사용자를 둘러싼 표면들을 틈새 없이 이어진 화면으로 연결해 주어 몰입감을 극대화한다. 보통은 아주 비쌌지만 그래픽 카드가 점점 강력해 지고, 개방형 소스 소프트웨어 라이브러리도 있는 등 점점 저렴해지고 있는 중이다.

보통은 가상 세계를 보여줄 때, 3차원 프로젝터와 안경을 사용하여 3차원 이미지를 보여주어 몰입감을 높인다. 또한 사용자의 눈 위치를 추적하여 사용자의 시점에서 가상 세계를 보여 주게 된다. 입력 수단으로는 게임패드나 조이스틱 같은 간단한 장치들을 사용할 수도 있고 사용자의 제스처를 인식할 수도 있다.

초기 CAVE는 육면체 형태의 것이었으며 3~6면의 스크린을 사용하였다[13]. 그 이후 구형 [15], 돔 형태 [16], 원통형 [17] 등의 개발이 이루어졌다. 큰 범위 안에서 IMAX, 4K 시네마 상영관도 CAVE와 유사한 가상 현실 장비라고 볼 수 있다. 큰 화면으로 보는 이의 몰입감을 극대화하려는 점과 돔 형태의

CAVE를 크게 만든 것과 형태가 유사하므로 그렇다. 이 CAVE 장비에 3차원적으로 움직이는 피드백(force feedback)이 더해진 응용 사례가 <그림 14>의 가상 비행 시뮬레이터이다. 가상 현실 기술을 이용하면 비용이 많이 드는 비행사 훈련을 효율적으로 할 수 있기에 초기부터 많이 사용되었고 현재도 대표적인 가상 현실 응용프로그램 중 하나이다[18].

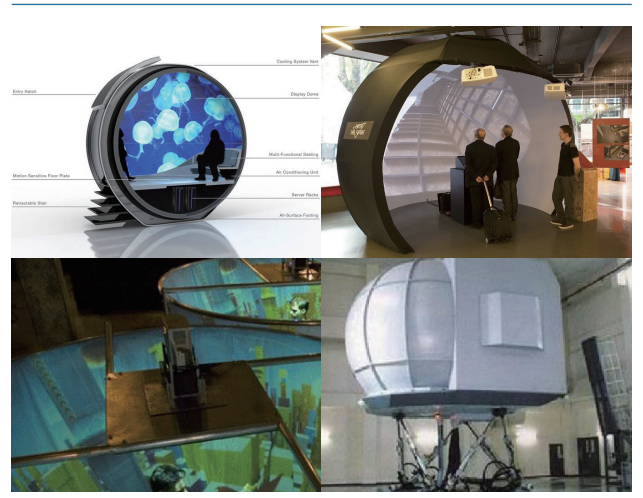


그림 14. 구 형태 [15], 돔 형태 [16], 원통 형태 [17]의 CAVE와 가상 비행 시뮬레이터

가상 현실 헤드셋과 CAVE형태의 장비 외에도 모니터, 볼륨 영상장치(volumetric display), 홀로그래피, 3차원 프린터, 입자형(particle based) 장치, 접촉형(tactile) 장치 등등 다양한 시각적 가상 현실 장비가 있다.

3. 가상 현실 입력 장비

인간의 감각은 대부분이 시각에 의존하고 있어서 시각적 장비가 가장 중요하다고 할 수 있지만, 다른 감각의 시뮬레이션이 없다면 가상 세계에 몰입하기 힘들 것이다. 또한 가상 현실은 상호작용이 없다면 단지 감상에 머물 수 밖에 없으므로, 가상 현실 입출력 장비 또한 시스템을 구성하는 중요한 요소라고 할 수 있다.

먼저 가상 현실 입력 장비는 수동적인 장비와 능동적인 것으로 나눌 수 있다. 수동적인 입력 장비는 어떤 이벤트가 시스템이 사용자를 관찰함으로써 발생하게 된다. 하지만 단순히 키보드처럼 사용자 피드백이 없고 있다고 해도 그 피드백이 컴퓨터 프로그램에 의해 제어되는 것은 아니다. 능동형 입력 장비는 이벤트가 사용자에게 의해 발생하게 된다. 여기에 컴퓨터 프로그램이 사용자에게 의도적인 피드백을 주게 된다.

먼저 수동형 입력 장비를 살펴보면, 키보드, 마우스, 조이스

틱, 게임패드 등의 일반적인 컴퓨터 입력 장치와 모바일폰이나 태블릿에 사용되는 터치 스크린을 들 수 있다. 그 외에 가상 현실 시스템에 사용 될 수 있는 자동차 컨트롤러나 비행기 컨트롤러, 가상 디제잉 장비 등도 여기에 속한다.

좀 더 가상 현실 시스템에 적합한 수동형 입력 장비로는 위모트(Wiimote), 소니 무브(Sony move), 오쿨러스 터치(Oculus touch), 바이브 컨트롤러(Vive controller), 키넥트(Kinect) 등이 있다. 위모트는 2006년에 나온 콘솔형 게임기 닌텐도 Wii(Nintendo Wii)를 위한 움직임 감지 입력 장치이다. 그 당시 큰 인기를 끌었다. 소니 무브는 플레이스테이션(Playstation)이라는 콘솔형 게임기를 위한 움직임 감지 입력 장치인데, 이 플레이스테이션 VR이라는 가상 현실용 게임기가 나오면서 여기의 입력 장치로 사용되었다. 오쿨러스 터치와 바이브 컨트롤러는 각각의 헤드셋에 함께 사용되는 위치, 움직임 추적 입력 장치이다. 키넥트는 엑스박스360(Xbox 360)이라는 콘솔형 게임기에 사용되는 깊이 정보를 이용하는 입력 장치이다.

전형적인 가상 현실 입력 장비로는 데이터 장갑이 있다. 사용자 손 마디의 위치와 방향을 측정하는 방식인데 아주 복잡한 장비라고 할 수 있다. 보통 20이상의 자유도를 갖는다. 하지만 사람마다 손의 크기가 다르기 때문에 매번 조정이 필요하다는 점과 상당히 복잡하고 비용이 비싸다는 단점이 있다. 데이터 입력 받는 부분이 많아서 무선으로 연결할 경우 큰 통신대역이 필요하고 꺾다 뺐다 하는 것이 성가시며 위생상의 문제도 있다.

이 중 몇 가지 문제를 해결하기 위해 나온 것이 핀치 장갑(pinch glove)이다[19]. <그림 15>와 같은 형태의 장비로 손가락 끝이 맞닿는 것으로 입력을 줄 수 있다. 데이터 장갑보다는 입력에 제한이 있지만, 간단하게 동작하며 사용자마다 일일이 조정을 할 필요가 없다는 장점이 있다.



그림 15. 핀치 장갑 [19]

능동형 입력 장비는 입력과 출력이 결합된 형태가 된다. 그래서 컴퓨터 시스템이 사용자가 데이터를 입력하는 동안 선택적으로 피드백을 주게 된다. 흔한 예로는 모바일폰의 햅틱 피드백이 제공되는 키보드를 들 수 있는데, 키가 눌리지면 장치가 진동하는 피드백을 준다.

피드백이 꼭 필요한 가상 수술 시뮬레이터는 가상 현실 응용 시스템 중 능동형 입력 장비의 대표적인 예라고 할 수 있다. 게임용 장비로는 Novint Falcon이 있는데 6 자유도의 입력과 출력으로 힘 피드백을 준다[20]. 여기에 권총의 손잡이를 부착한 형태로 사용할 수도 있다.



그림 16. Novint Falcon [20]

CyberGrasp이란 장비도 있는데 높은 자유도의 입력과 피드백을 주며, 원격 로봇틱스에서 물체를 느낄 수 있게 해준다[21]. 좀 무시무시하게 생겼다고 생각할 수도 있지만 정교한 입력이 가능하게 설계되었다.

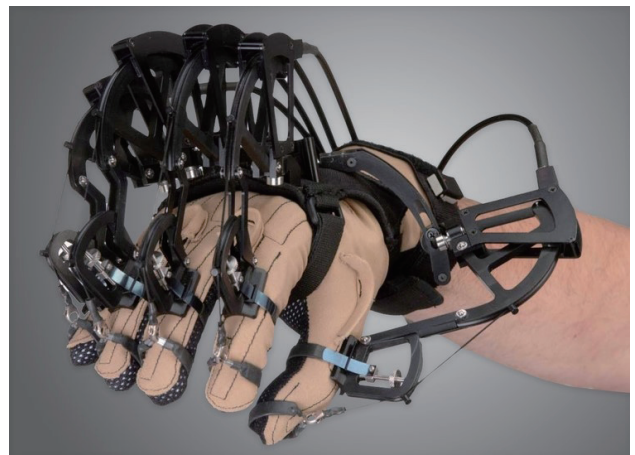


그림 17. CyberGrasp [21]

4. 가상 현실 출력 장비

가상 현실 출력 장비는 시각적 장비를 제외하면 오디오 출력 장비와 햅틱 장비로 나눌 수 있다. 오디오 출력 장비로는 스피커, 헤드폰이 있으며, 여기서는 햅틱 출력 장비에 대해 서술

하도록 하겠다. 햅틱 장비는 피부의 감각을 시뮬레이션 하는 접촉식(tactile) 출력 장비와 힘을 느끼게 해주는 운동 감각식(kinesthetic) 장비로 나눌 수가 있다. 운동 감각식 장비는 또 말단 출력형(End-effector)과 힘 피드백(force feedback) 형태의 출력 장비로 나누어진다.

접촉식 출력 장비는 공기압, 수압, 진동, 핀, 압전 등을 이용하여 사용자의 피부에 감각을 만들어 주는 장비를 말한다. 이중 진동을 이용하는 경우가 많이 있는데, 쉽게 제어가 가능하다는 것과 튼튼하고 쉽게 만들 수 있다는 것이 장점이지만 질감이나 가상 물체의 모양을 만들 수 있다는 단점도 있다. 12개의 진동체를 이용해 사람에게 없는 방향 감각을 확장시켜주는 햅틱 콤파스 형태의 장치도 있으며[22], 터치스크린 상에서 미량의 전기를 제어할 수 있는 픽셀을 이용해 접촉식 피드백을 주는 장치도 연구되었다[23].

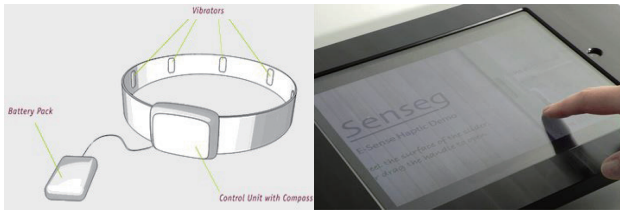


그림 18. feelSpace Navigation Belt [22]와Senseg E-sense [23]

운동 감각식 출력 장비로는 원격 수술 시스템을 들 수 있다. 그중 NASA에서 개발된 시스템은 무중력 상태를 고려해서 장비의 동작을 최적화하기도 하였다. CyberGrasp을 개발한 사이버 글로브 시스템사에서 제공하는 데이터 장갑에 힘 피드백을 주는 CyberForce라는 시스템이 있는데[24], 이것도 운동 감각식 출력 장비 중 힘 피드백을 제공하는 형태라고 할 수 있다. 몸 전체나 특정 부위에 적용하는 형태를 exoskeleton이라고 하는데 이러한 장비 중 대표적인 것으로는 일본 츠쿠바 대학과 사이버다 인사가 공동 개발한Hybrid Assistive Limb(HAL)이 있다[25].



그림 18. feelSpace Navigation Belt [22]와Senseg E-sense [23]

5. 유비쿼터스 가상 현실

앞 절에서 다양한 형태의 가상 현실 장비에 대해 알아보았다. 이러한 장비들은 사용자가 가상 세계에 몰입하는 것에 큰 역할을 한다. 그러나 이러한 가상 현실을 위한 특별한 장비를 사용하는 것만으로도 가상 현실 세계에 몰입하는 것이 방해가 될 수도 있다. 우리를 둘러싼 모든 환경이 하나의 일관된 형태로 가상 현실 시스템을 위해 동작한다면 자연스럽게 가상 현실 세계에 몰입할 수 있는 또 하나의 방법이 될 것이다.

현실 세계와 비슷한 규모의 가상 현실 세계를 메타버스(Metaverse) [26]의 일종이라고 볼 수 있는데, 세컨드 라이프 [27]가 대표적인 메타버스이다. 이런 가상 현실 장비가 널리 보급됨에 따라 가상 현실 세계 시스템들도 새로운 발전을 이루게 되었다. 세컨드 라이프 [27]에서도 헤드셋을 이용해서 돌아다니는 것이 가능하게 되었다.

스마트 장비의 발전에 의해 우리 생활은 언제나 전자 기기로 둘러 쌓여 있다. 대형 텔레비전, 데스크톱, 노트북 컴퓨터, 모니터, 프로젝터, 태블릿, 스마트폰 등 수많은 전자 기기들을 매일 사용하며 생활하고 있다. 게다가 사물인터넷 (Internet of things)의 발전으로 모든 전기 기기들도 네트워크에 연결되고 지능적으로 동작하게 되고 있다.

그래서 일상 생활에서 접하게 되는 모든 기기들을 일관성 있게 가상 현실 세계 시스템을 구축하기 위해 사용한다면 더욱 몰입감을 주는 환경을 만들 수가 있다. 이러한 목적을 위해서 다중 장비 환경에서 가상 현실 세계를 구축하는 시스템을 설계하고 구현하고자 한다. 메타버스와 같은 현실 세계와 비슷한 규모의 가상 세계를 현실 세계와 중첩시킨다면 사용자에게 더욱 현실감 있는 가상 현실 시스템을 제공할 수 있을 것이다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 가상 현실에 대한 개념은 S. Kim [28], Y. Lee [29]에 잘 정리되어 있다. 여기에서는 다중 장비 환경에서 구체적으로 어떻게 시스템을 설계하고 구현할 것인지 지에 초점을 맞추고 있다.

가. 다중 장비 유비쿼터스 가상 현실

다중 장비를 이용한 유비쿼터스 가상 현실의 개념은 J. Lee [30]의 <그림 30>에 잘 나타나 있다. <그림 30>의 위쪽 사진은 현실 세계와 규모가 거의 비슷하게 만들어진 가상 현실 세계이다. 여기에는 고정된 건물이나 지형, 물체 들도 있지만 움직이는 가상 캐릭터나 참가하는 사용자의 아바타도 존재할 수 있다. 즉 현실 세계 사용자의 위치가 바로 가상 현실 세계에서의 위치가 되며 가상 캐릭터의 위치는 현실 세계 어딘가에 대응이 될 수 있는 것이다.

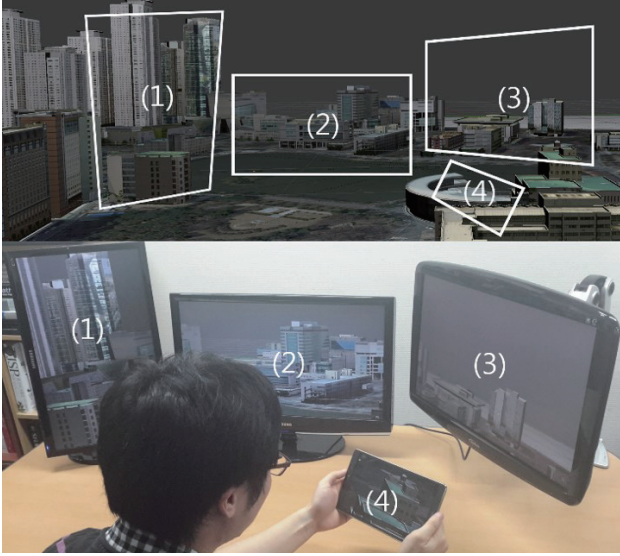


그림 20. 다중 장비를 이용한 유비쿼터스 가상 현실 시스템의 개념 이미지 [30]

〈그림 20〉의 아래쪽 사진은 다중 장비에서 가상 현실 세계에 접촉하는 것을 보여준다. 본 연구에서는 데스크톱 컴퓨터의 모니터, 스마트 텔레비전, 태블릿 컴퓨터, 스마트폰 등의 디스플레이 장치가 있는 장비 들을 대상으로 했다.

나. 시스템 구조

본 시스템에서는 가상 현실 세계의 내용인 멀티미디어 콘텐츠(비디오, 3D Editing Tool)를 다중 장비를 사용하여 이용할 수 있도록 하였다. 이를 위해 Server-side rendering 기법을 이용하여, 각 장비에서 출력되는 영상 정보는 메인 서버에서 일괄적으로 생성되게 된다. 이를 이용하여, 다중 장비를 연결하여 하나의 디스플레이처럼 동작 시킬 수 있고, 이미지뿐만 아니라 소리를 비롯한 콘텐츠 정보의 재생을 다중 장비 상에서 분산 시켜 수행 시킬 수도 있게 하였다. 전체 시스템 구조는 〈그림 2〉와 같이 메인 서버와 데스크톱 컴퓨터, 모바일 장비 모듈로 나눌 수 있고, 각각의 모듈에 대해서 앞으로 설명하도록 하겠다. 가상 현실 세계를 구현하는 고 관리하는 것을 서비스라고 표현하겠다.

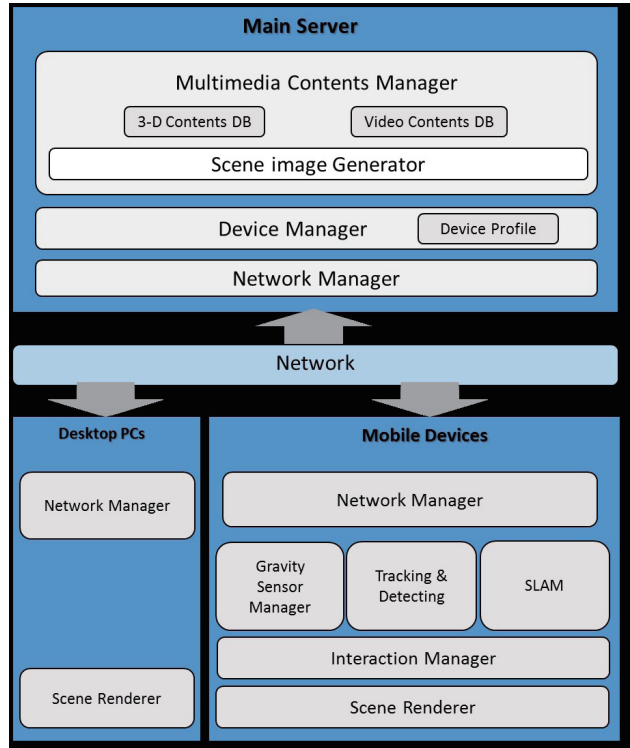


그림 21. 유비쿼터스 가상 현실 시스템 구조

〈메인 서버〉

멀티미디어 콘텐츠 매니저는 서비스에 필요한 멀티미디어 콘텐츠(3D와 비디오 콘텐츠)를 관리하며, 해당 콘텐츠를 알맞은 형태의 데이터로 변환하여 전송하는 역할을 수행한다. 서비스에 사용되는 화면 이미지 정보 생성은 Server 에서 일괄적으로 수행된다. (Server-side rendering and data distribution)

장비 매니저는 현재 서비스에 사용되는 장비 정보를 관리한다. 여기서 장비 정보(device profile)란 장비의 해상도, DPI, 렌더링 성능을 비롯하여, 현재 서비스에 사용되는 장비가 하나로 통합되는 과정에서, 동기화된 렌더링 결과를 얻는데 필요한 정보를 말한다.

네트워크 매니저는 로컬 네트워크로 접속된 장비를 자동으로 인식하고 서비스를 시작하는 역할을 한다. 또한 서비스 과정 중에 실시간으로 변화하는 네트워크 대역폭을 고려하여, 서비스에 사용되는 정보의 크기를 적응적으로 조절함으로써, 장비가 실시간으로 동기화 될 수 있도록 한다.

〈데스크톱 컴퓨터 모듈〉

서버로부터 전달 받은 콘텐츠의 이미지 또는 소리 정보를 출력한다. 화면 출력기(Scene renderer)는 데스크탑 어플리케이션의 고정 디스플레이 화면을 이용한 출력을 담당한다.

〈모바일 장비 모듈〉

데스크톱 모듈과 마찬가지로 서버로부터 전달 받은 콘텐츠의 이미지 또는 소리 정보를 출력한다. 이미지 처리 기반으로, 현재 서비스에 이용되는 장비의 위치 관계를 파악한다. (Tracking and detecting, SLAM(Simultaneous localization and mapping)) 모바일 장비는 개인화된 장면(View)을 생성해 주며, 추가적인 정보(콘텐츠 정보 또는 자막 등)를 사용자에게 전달하는 역할을 할 수도 있다. 그리고 인터랙션 매니저를 통해 시스템과 상호 작용 할 수 있는 수단도 제공하게 된다.

다. 서비스 시나리오

본 시스템으로 3차원 가상공간 세계를 다중 장비를 이용하여 공유하는 서비스를 제공할 수 있다. 사용자가 자신이 가지고 있는 데스크톱 컴퓨터, 스마트 TV, 태블릿을 동시에 사용하여, 하나의 3차원 가상공간을 이용한다. 각각의 장비들은 현재 놓인 위치에서 사용자를 기준으로 3차원 가상 공간을 바라볼 수 있도록 하는 윈도우의 역할을 하도록 시스템을 구성하게 된다. 장비가 3차원 가상공간을 바라보는 윈도우의 역할을 수행 할 수 있도록 하기 위하여, 각 장비의 실제 공간에서의 자세(Pose)를 추정하고, 이를 시각(Viewport) 설정에 반영한다.

라. 장비의 자세 추정

- (1) 시스템이 시작되면 각 장비는 시스템에 사전에 등록된 참조 이미지를 출력한다.
- (2) 사용자는 모바일 장비의 카메라 센서를 이용하여 각 참조 이미지를 인식한다.
- (3) 이미지 상의 참조 이미지를 감지(Detect)하여, 각 장비 간의 3차원 위치 상관 관계를 파악한다.
- (4) 사용자의 모바일 장비 내 중력 센서 및 방향 센서를 이용하여, 사용자의 현재 위치를 원점을 한 장비들을 상대 위치를 설정한다.

III. 결론

본고에서는 다양한 가상 현실 장비에 대해 알아보았다. 초기 가상 현실 장비의 탄생과 시각적 장비, 가상 현실 입출력 장비에 대해 살펴보았다. 하지만 가상 현실 전용 장비를 사용하는 것만으로도 몰입감을 방해할 경우가 있을 수 있다. 그래서 항상 사용하는 일상적인 장비들로 가상 현실 시스템을 구축해 보고자 했다. 다중 장비를 이용한 유비쿼터스 가상 현실을 구현하기 위해서 어떤 시스템이 필요할 것인지 제안하고 간단한 시스템을 서술했다. 전체 시스템은 메인 서버와 데스크톱 컴퓨터, 모

바일 장비 모듈로 구성되어 있고 이러한 시스템으로 실행될 수 있는 시나리오를 제안하였다. 각 서버, 모듈의 역할과 장비의 자세 추정 방법에 관해서도 제안하였다.

Acknowledgment

본 연구는 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단 - 차세대정보 · 컴퓨팅기술개발사업의 지원을 받아 수행하였음 (2012M3C4A7032185).

참고 문헌

- [1] Ivan E. Sutherland, 1964. Sketch pad a man-machine graphical communication system. In Proceedings of the SHARE design automation workshop (DAC '64). ACM, New York, NY, USA, 6.329-6.346.
- [2] Albert Bacon Pratt's Helmet Gun (http://www.weirduniverse.net/blog/comments/albert_bacon_pratts_helmet_gun/)
- [3] Wikipedia - Link Trainer (https://en.wikipedia.org/wiki/Link_Trainer)
- [4] Inventor in the field of virtual reality - Sensorama machine (<http://www.mortonheilig.com/InventorVR.html>)
- [5] Stereoscopic-television apparatus for individual use (<http://www.mortonheilig.com/TelesphereMask.pdf>)
- [6] Patent: Remotely controlled remote viewing system - US 3205303 A (<https://www.google.com/patents/US3205303>)
- [7] Sketchpad by Ivan Sutherland (<https://en.wikipedia.org/wiki/Sketchpad>)
- [8] Sutherland, Ivan E. "The ultimate display." Multimedia: From Wagner to virtual reality (1965).
- [9] Patent: Communication device - US 3022878 A (<https://www.google.com/patents/US3022878>)
- [10] Frederick P. Brooks, Jr., Ming Ouh-Young, James J. Batter, and P. Jerome Kilpatrick. 1990. Project GROPEHaptic displays for scientific visualization. SIGGRAPH Comput. Graph. 24, 4 (September 1990), 177-185.

- [11] VPL EyePhone Model 1 (<https://vrwiki.wikispaces.com/VPL+EyePhone>)
- [12] NASA Ames VIEWlab VR demo reel 1989 (<https://youtu.be/3L0N7CKvOBA>)
- [13] Cruz-Neira, Carolina, et al. "The CAVE: audio visual experience automatic virtual environment." *Communications of the ACM* 35.6 (1992): 64-73.
- [14] Development and History of Head-Mounted Displays and Viewers for Virtual Environments or Augmented Reality (https://humansystems.arc.nasa.gov/groups/acd/projects/hmd_dev.php)
- [15] Immersive Cocoon // Step Into The Future (<https://www.yatzer.com/Immersive-Cocoon-Step-Into-The-Future-MIT-Media-Lab-NAU>)
- [16] See The Future Through Virtual Reality At The Building Centre (<http://londonist.com/2015/07/visions-of-future-visualisation>)
- [17] Panoscope360 - An immersive experience for the 21st century (<http://www.panoscope360.com/>)
- [18] simge - Flight Simulator (<http://www.simgesimulasyon.com/simulators/>)
- [19] Fakespace Labs - Tools - The Pinch Gloves (<http://www.fakespacelabs.com/tools.html>)
- [20] Novint Falcon (<http://www.novint.com/index.php/novintfalcon>)
- [21] CyberGlove Systems - CyberGRasp (<http://www.cyberglovesystems.com/cybergrasp/>)
- [22] The feelSpace Navigation Belt (<http://www.feelspace.de/navibelt/>)
- [23] Innovation & Technology: Senseg E-sense (<https://www.wgsn.com/blogs/innovation-technology-senseg-e-sense/>)
- [24] CyberGlove Systems - CyberForce (<http://www.cyberglovesystems.com/cyberforce/>)
- [25] The world's first cyborg-type robot "HAL®" - CYBERDYNE (<http://www.cyberdyne.jp/english/products/HAL/>)
- [26] Wikipedia - Metaverse (<https://en.wikipedia.org/wiki/Metaverse>)
- [27] Second Life (<http://secondlife.com/>)
- [28] S. Kim, Y. Lee, and W. Woo. How to realize ubiquitous vr? In *Pervasive: TSI Workshop*, pages 493-504, 2006.
- [29] Y. Lee, S. Oh, C. Shin, and W. Woo. Recent trends in ubiquitous virtual reality. In *International Symposium on Ubiquitous Virtual Reality*, pages 33-36, 2008.
- [30] J. Lee, H. Lee, B. Gao, H. Kim, and J. Kim. Multiple devices as windows for virtual environment. In *Virtual Reality (VR), 2015 IEEE*, pages 219-220, 23-27 March 2015.

약 력



이 하 섭

1995년 카이스트 전산학과 학사
1997년 카이스트 전산학과 석사
2007년 카이스트 전산학과 박사
2009년~2012년 일본 게이오대학 Assistant
Professor
2012년~2013년 일본 게이오대학 Senior
Assistant Professor
2013년~현재 일본 게이오대학 Researcher
2014년~현재 건국대학교 가상현실연구실 연구원
관심분야: VR, AR, Computer Graphics,
Computer Vision, HCI