

가상현실과 경험

김형석(건국대학교 소프트웨어학과)

1. 서 론

최근 가상현실 기술과 이를 활용한 응용에 대한 관심이 크게 증가 하고 있다. 이러한 관심은 HMD(Head-Mounted Display)를 위시한 다양한 장치들의 개발과 플랫폼의 등장으로 구체화 되고 있으며, 지금까지와는 전혀 다른 가상현실 시장이 등장하고 있다.

그 결과 기존의 군사훈련, 산업훈련, 게임 및 엔터테인먼트 등의 응용에서 교육, 의료, 방송 등의 다양한 전통적인 산업에서 경험의 제공과 정보의 제공을 위한 새로운 형태의 응용으로 그 범위를 넓혀가고 있다. 또한, 가상 부동산, 가상 커뮤니티와 같은 개인적 경험의 공유를 위한 서비스 등 새로운 시장도 등장하고 있다.

가상현실(Virtual Reality)은 넓게 보면 현재 사용자가 존재하는 ‘공간’이 아닌 다른 ‘공간’에서의 경험을 제공하는 기술로 정의할 수 있다. 이러한 공간은 가상의 공간일 수도 있고, 지구 반대편이나 화성과 같은 사용자로부터 멀리 떨어진 다른 곳에 존재하는 공간일 수도 있으며, 혹은 과거에 존재했던 공간일 수도 있다. 사용자는 가상현실 기술을 통하여 이러한 가상의 ‘공간’에서 현실과 유사한, 가능하다면 동일한, 경험을 제공받고 현실과 같이 느끼고 반응하게 된다.

가상현실은 세부적으로는 사용자의 감각(시각, 청각, 촉각 등)을 가상의 감각으로 대체하여 완전히 가상세계에 몰입하게 하는 몰입형 VR(Immersive Virtual Reality)에서부터 현실세계에 가상세계 혹은 가상물체

를 덧붙여주는 증강현실(AR: Augmented Reality) 등의 다양한 형태로 분류 될 수 있다. 본고에서는 대표적인 가상현실 형태인 몰입형 가상현실을 대상으로 기본적인 기술 동향을 간략하게 소개하고, 기술적 한계를 극복하기 위한 접근 방법으로 감각의 환상(Sensory Illusion)을 소개한다.

2. 가상현실 시스템의 구성

2.1. 가상현실 시스템

다양한 응용을 위한 가상현실은 가상세계를 시뮬레이션 하고, 그 결과를 사용자에게 현실감 있게 제공하고, 사용자의 의도를 입력받는 과정으로 구성된다. 이러한 관점에서 가상현실 시스템은 시뮬레이션, 감각정보의 제공, 사용자 입력의 부분으로 구분하여 살펴 볼 수 있다.

가상현실 기술은 90년대 초부터 본격적으로 발전하

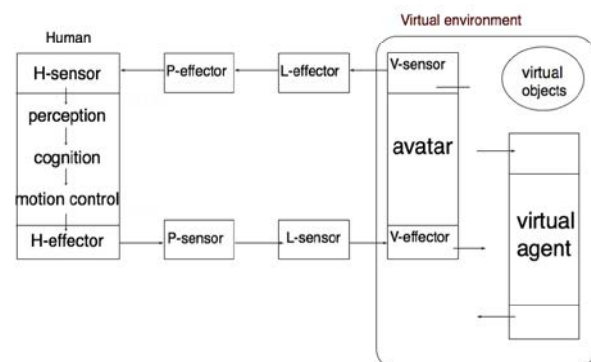


그림 1. 가상현실 시스템의 구조^[1]

여 왔다. 초기의 시각적 정보의 시뮬레이션과 제공기술에서부터, 청각, 촉각, 운동감, 고유감각, 후각, 미각 등에 대한 다양한 디바이스와 시뮬레이션 기술들이 개발되어 오고 있다.

이러한 기술의 발전은 사람의 인지 구조에 대한 이해를 바탕으로 이루어지고 있으며, 이를 통하여 최적화된 기술을 개발하기 위한 노력이 경주중이다.

2.2. 시각 정보와 디스플레이

시각의 경우는 가장 많은 기술 개발이 이루어진 분야로 HMD 로 대표되는 3차원 시각을 제공하는 하드웨어와 시각정보를 사실적으로 제공하기 위한 렌더링 기술로 발전되어 왔다.

사람의 시각정보의 인지는 망막의 시세포들을 기반으로 한 수동적 인지과정과 전정기관 및 시각 정보 등에서 인지한 사람의 움직임에 맞춘 눈동자의 움직임 제어를 통한 능동적 인지가 함께 작용하는 구조로 되어 있다.

수동적 인지과정에서 고려하여야할 주요 요소로는 사람의 시야각과 인지 해상도가 있으며, 일반적인 경우 그 시야각은 스테레오 정보를 위한 각도 120도와 단일 시야를 포함한 수평 시야각 220도를 그 기준으로 두고 있다. 인지 해상도는 다양한 기준이 있을 수 있으나, 대부분의 경우 0.02도당 1개 픽셀정도를 시력 1.0인 경우에 대한 기준으로 삼고 있다. 이 경우 단순 계산으로는 하나의 HMD 디스플레이는 가로 해상도 16K 이상, 세로 해상도 8K 이상을 요구하게 된다.

이와 함께 능동적 인지 과정으로 사람의 눈은 Gaze를 전환하는 Vergence 제어와 초점을 제어하는 Accomodation 제어로 구성된다. 이러한 제어는 전정기관에서 인지한 움직임을 바탕으로 한 VOR(Vestibulo-ocular Reflex)와 시각적 정보를 바탕으로한 OKR(Optokinetic Reflex)을 통한 다양한 움직임이 발생한다. HMD의 경우 이러한 움직임을 예측하고, 측정하여 이에 맞춘 영상을 제공하는 것이 핵심이 된다. 실제 이과정은 5~10ms 이내에 일어나는 것으로 알려져 있으며, 이러한 관점에서 HMD의 시각 정보를 생성하기 위한 모든 연산은 10ms 이내에 마칠 것을 권고 하고 있다. 이것이 만족되지 않는 경우 영상의 흐름(Drift) 현상이 나타나게 되며, 부가적으로 발생하는 Vection 현상(영상의 변화만으로 움직임을 느끼는 현상)을 통하여 멀미의 주요 요인으로 작용한다.

고해상도의 넓은 시야각의 제공 및 빠른 측정과 렌더링 속도제공과 함께 VAC(Vergence - Accomodation Conflict)와 같은 입체 영상 제공 방식의 한계극복이 주요한 기술적 이슈로 남아 있다. 최근 렌더링 속도의 향상을 위하여 실제 센서를 활용한 측정외에 머리와 눈의 움직임을 예측하여 즉시 영상을 생성하는 접근들도 이루어지고 있다.

현재의 기술수준은 많은 부분에서 완전한 시각 정보의 대체에는 아직 한계를 보이고 있으나, 사용자에게 새로운 경험을 제공하기에는 가능한 정도로 받아들여지고 있다.

2.3. 기타 감각 정보의 생성

청각의 경우에는 소리를 완전히 시뮬레이션을 통하여 생성하는 것에는 한계가 있으나, 이미 만들어진 소리를 위치와 속도 등을 고려하여 변형하여 3차원 소리로 제공하는 기술을 매우 안정화 되어 제공되고 있다. 최근에는 주변 환경을 고려하여 시뮬레이션 하는 수준의 기술도 게임에 적용되고 있다.

일반적으로 이야기 하는 촉각은 크게 고유감각(Proprioception), 즉 근육과 관절 등에 의하여 자세와 주변 환경과의 위치관계를 파악하는 감각과 촉각(Tactile) 감각으로 나누어 볼 수 있다. 가상현실의 응용에 따라 이 두 감각은 Exo-skeleton과 같은 형태의 디바이스나 기계식, 전기식 혹은 비접촉식 촉각 제공 장

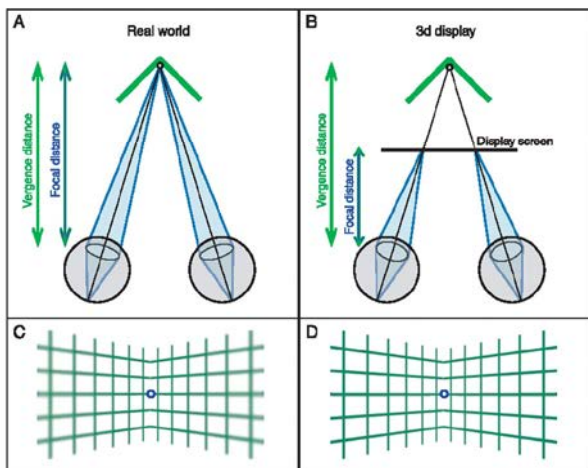


그림 2. Vergence Accomodation Conflict^[10]

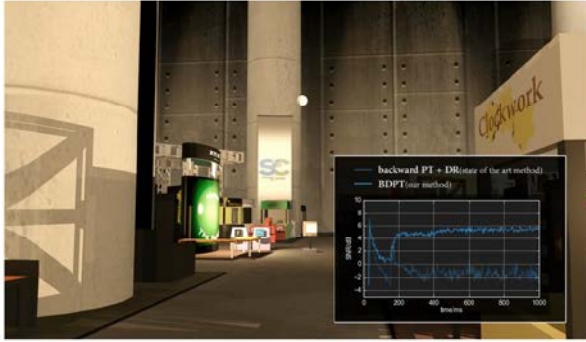


그림 3. 3차원 사운드를 위한 Bidirectional Path Tracing 기법의 예^[11]

치를 통하여 제공된다. 게임에서는 사용가능한 디바이스의 한계로 주로 진동형태로 단순화되어 제공되어 단일 감각으로써 충분한 현실감을 제공하기에는 부족함이 있다. 촉각의 경우 초당 1,000번 이상의 시물레이션 속도가 요구되며, 그 구성 요소도 다양하여 완전한 촉각을 게임에서 제공하기에는 어려움이 크다.

운동감의 경우에는 모션 플랫폼 등을 활용하여 물리적인 가속도감을 느끼게 하는 방법이 적용되고 있으며, 주로 테마파크나 아케이드 게임에서 많이 활용되고 있다.

후각과 미각의 경우에는 아직 관련 연구가 충분히 이루어지지 못하고 있으며, 실제 적용까지는 많은 한계가 있다. 단순하게 향수를 뿌리는 등의 시도만이 실험실 수준에서 이루어지고 있다. 이외 사람이 갖고 있는 다른 다양한 감각에 대하여는 그 중요도가 상대적으로 낮고

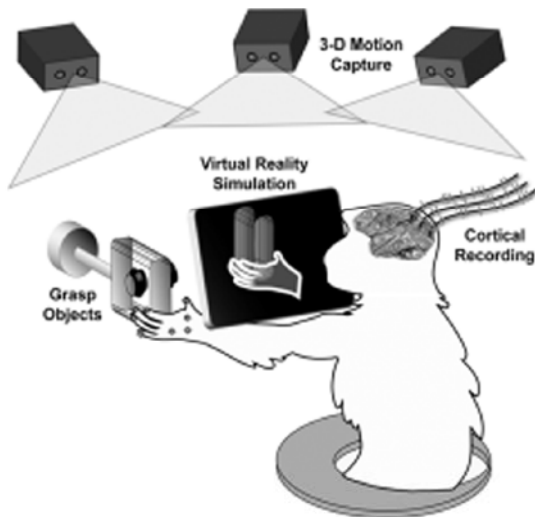


그림 4. Proprioception 의 생성과 측정 실험 예^[12]

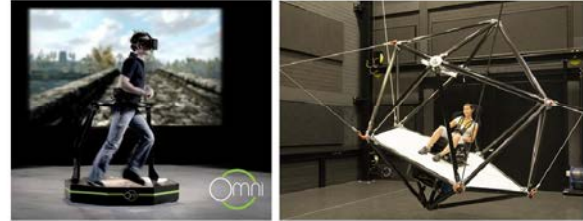


그림 5. VR Motion Platform의 예(상단좌측부터 Virtuix Omni, CableRobot, MIT SCUBA)

비교적 높은 난이도를 갖고 있는 측면에서 거의 연구가 이루어지지 않고 있다.

3. 감각의 인지적 환상 (Perceptual Illusion)

사람은 많은 경우 단일 감각으로 제공되는 것에 더하여 다른 감각과 연계되어 복합된 형태로 주변 상황에 대한 정보를 구성한다. 청각에 문제가 없는 사람이 일시적으로 청각을 차단하게 되면 시각을 통하여 충분한 정보가 제공됨에도 불구하고 일상적인 일을 수행하는 데에 큰 어려움을 겪게 된다. 시각에 장애가 있는 사람의 경우 청각이나 촉각이 받아들이는 정보의 상세도와 정도가 그렇지 않은 사람에 비하여 비약적으로 크고 세밀하다. 이러한 사례는 많은 심리학 실험에서 찾아 볼 수 있으며, 가상현실에서는 이를 활용하여 좀 더 높은 몰입감을 제공하려는 시도를 하고 있다.

특히, 촉각의 경우 현실감의 주요 요소인 존재감(Presence)를 제공하는 핵심 요소이나, 기술의 한계로 당장은 일반 소비자 대상응용에서 적용하기에는 어려움이 있다. 이러한 경우 진동과 같은 단순한 촉각을 적절한 소리와 시각적 반응과 결합하여 복잡한 촉각이 제공하는 것과 유사한 경험을 제공해 줄 수 있다. 이러한 연구는 Pseudo-Haptics 혹은 Haptic Illusion 라는 명칭으로 많이 연구 되고 있다.^[2]



그림 6. Harmonious Haptics^[3]

황성재 등은 두 종류 이상의 Haptic 반응을 조합함으로써 복잡한 재질을 인지할 수 있음을 보였으며,^[3] 정다영 등은 유사한 실험을 통하여 콘텐츠의 몰입감을 높일 수 있음을 보였다.^[4] 많은 경우 Passive Haptic 반응이라고 이야기 되는 단순한 접촉반응과 사운드를 조합하여 마치 실제 물체를 조작하는 것과 유사한 느낌을 줄 수 있다. 이와 함께 가상세계에서 이동하는 양을 적절하게 조합함으로써 실제 이동거리 이상의 이동 체험을 제공할 수 있는 사례도 다수 보고 되고 있다.^[5] 이를 활용하여 하나의 실제 객체를 다수의 가상 객체인 것처럼 느끼게 하는 시도도 있다.^[6]

시각적 정보를 활용한 Haptic Illusion의 사례도 최근 연구되고 있다. 대표적인 사례는 시각적인 Proxy를 사용하여 증강현실 환경에서 무게를 느끼게 하는 실험이 있으며,^[7] 시각적 정보를 통하여 실제 느끼는 무게를 다르게 제공하는 방법 역시 실험되고 있다.^[8]

이와 함께 가상 체험(Virtual Embodiments)에 대한 사례들도 최근 연구되고 있다. 이러한 사례들은 가상현실 체험자에게 자신의 아바타에 대한 체험을 제공함으

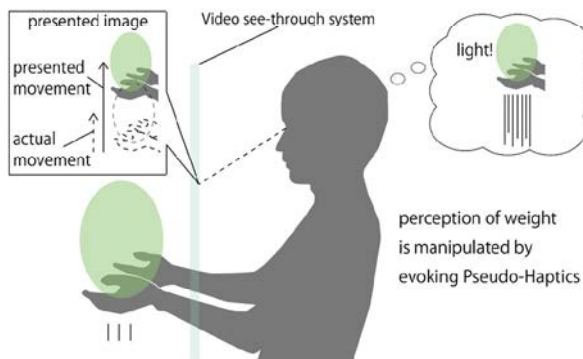


그림 7. Pseudo Haptics의 개념(M. Hirose)



그림 8. Virtual Embodiment 실험 예(LAVLAB, University of Siena)

로써 체험자의 행동과 경험을 변화시키고 새로운 경험을 제공하게 된다. 이러한 사례는 아이의 몸을 갖는 체험이나, 다른 체형이나 형태를 갖는 아바타를 통한 체험을 가능하게 한다. 그림 10과 같은 실험에서 사용자는 자신의 몸의 움직임이 가상세계에서 표현된 다른 형태의 아바타의 움직임으로 표현되는 것을 체험하고 실제 가상 아바타가 자신의 몸으로 착각을 일으키게 된다. 이러한 과정을 통하여 사용자는 마치 아기나, 노인 혹은 다른 생명체의 체형을 가진 것처럼 느끼고 행동하게 된다. 이러한 체험은 시각과 청각과 복합된 고유감각의 착각을 제공하여 가상 경험의 폭을 넓히는 사례이다.^[9]

이와 같이 하드웨어로 제공하기 어려운 감각적 경험을 다른 형태의 감각과 상호작용의 과정을 통하여 시뮬레이션하고 체험할 수 있는 사례들이 연구되고 있다. 이러한 접근은 사용자의 몰입감과 존재감을 키워 가상현실 경험을 높일 수 있는 주요한 도구로 기능한다.

4. 결 론

가상현실은 기본적으로 사용자가 느끼는 감각 정보를 통하여 사용자가 마치 가상세계에 존재하는 것처럼 경험하게 하는 기술이다. 이를 위하여 기존에는 시각, 청각, 촉각 등의 정보를 현실과 동일하게 제공하는 것에 집중되어 왔으나, 최근 사람의 인지구조에 대한 연구의 발전을 통하여 단일 정보의 현실정보와의 유사성과 함께 운동을 통한 복합정보의 빠른 생성에 대한 중요도도 함께 고려되고 있다.

특히, 시각의 경우 이러한 고려를 통하여 Motion Sickness 현상을 줄이고 좀더 몰입감 있는 경험을 제공

하여 줄 수 있게 된다.

더 나아가, 존재감을 주는 주요한 요소인 촉각의 경우 다양한 감각의 조합과 Passive 촉각의 사용을 통하여 기존에는 가능하지 않았던 감각적 경험을 제공하여 줄 수 있다.

이러한 사례들은 불완전한 감각의 재현 기술을 대상으로, 이를 다른 감각과 복합하여 좀 더 높은 수준의 몰입경험을 가질 수 있게 하는 가능성을 보인다.

참고문헌

- [1] 원광연, *정보과학회지* 15(11), 5 (1997).
- [2] A. Lecuyer, S. Coquillart, A. Kheddar, P. Richard, and P. Coiffet, Pseudo-haptic feedback: Can isometric input devices simulate force feedback?, *Proceedings of IEEE VR 2000*, 83 (2000).
- [3] S. Hwang, J. Song, J. Gim, and J. Harmonious Haptics: Enhanced Tactile Feedback Using a Mobile and a Wearable Device. *Proceedings of ACM CHI 2016*, 295 (2015).
- [4] 정다영, 웨어러블기기를 이용한 다중감각미디어의 진동효과 분석, 석사학위논문 (2016).
- [5] E. Summa et. al, Making Small Spaces Feel Large, *SIGGRAPH Emerging Tech* (2015).
- [6] M. Azmandian, M. Hancock, H. Benko, E. Ofek, and A.D. Wilson, Haptic Retargeting: Dynamic Repurposing of Passive Haptics for Enhanced Virtual Reality Experiences. *Proceedings of ACM CHI 2016*, 1968 (2016).
- [7] P. Issartel, F. Guéniat, S. Coquillart, and M. Ammi, Perceiving mass in mixed reality through pseudo-haptic rendering of Newton's third law. *In IEEE Virtual Reality 2015*, 41 (2015).
- [8] 남혜정, 색상과 문자 정보를 이용한 가상 중량 인지 효과, 석사학위논문 (2017).
- [9] K. Kilteni, R. Groten, and M. Slater, The sense of embodiment in virtual reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 21, 373 (2012).
- [10] D. Hoffman, A. Girshick, K. Akeley, and M. Banks, *Journal of Vision* 8(33) (2008).
- [11] C. Cao, Z. Ren, C. Schissler, D. Manocha and K. Zhou, Interactive Sound Propagation with Bidirectional Path Tracing, *ACM Transactions on Graphics*, (2016).
- [12] L. Rincon-Gonzalez, J. P. Warren, D. M. Meller and S. Helms Tillery, "Haptic Interaction of Touch and Proprioception: Implications for Neuroprosthetics," *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 19, 490, (2011).

저자약력

김형석



- 2003년~2006년: 스위스 제네바대학 MIRALab Senior Researcher
- 2011년~2012년: 싱가포르 난양공과대학 IMI 방문연구원
- 현재: 건국대학교 소프트웨어학과 교수, 한국 HCI 학회 부회장, 한국정보과학회 CG&I 소사이어티 회장 등

• 관심분야: 가상현실, 증강현실, Believable Interaction, 실시간 렌더링