

실감형 가상현실에서 Head Mounted Display가 과제수행시간 및 가상실재감 요인에 미치는 영향

The Effects of Head Mounted display on Time-on-task and Virtual Presence for
Navigational Tasks in the Immersive Virtual Reality

류지현*† · 유승범*
Jeeheon Ryu*† · Seungbeom Yu*

*전남대학교 사범대학 교육학과
*Department of Education, Chonnam National University

Abstract

The purpose of this study was to examine the effects of display on time on tasks and virtual presence in the immersive virtual reality. Head mounted display (HMD) and monitor conditions were compared when the participants were asked to complete navigation tasks in a virtual classroom. Time on tasks and virtual presence were measured. Three factors of the virtual presence were applied as dependent variables such as 1) spatial presence, 2) involvement, and 3) realness. The results showed that HMD condition took longer time to finish tasks than monitor conditions. HMD condition showed significantly higher perception from all of the virtual presence factors. Interestingly, there was a significant interaction effect between the display conditions and presence factors. The relationship between display types and virtual presence factors were discussed for future study.

Key words: Virtual Presence, Spatial Presence, Involvement, Virtual Reality, Head Mounted Display

요 약

이 연구는 가상현실 환경에서 디스플레이의 종류가 가상실재감에 미치는 영향을 검증하기 위하여, 착용형 디스플레이(head mounted display)와 모니터조건이 내비게이션 과제수행시의 가상실재감에 미치는 영향을 분석한 것이다. 가상실재감을 구성하는 하위요인으로 공간실재감(spatial presence), 몰입감(involvement), 사실성(realness)을 구성했다. 과제수행시간과 가상실재감에 대한 지각점수를 종속변수로 해서 디스플레이 조건에 의한 차이를 분석했다. 분석결과에 따르면 모니터조건과 비교했을 때 HMD조건에서 전반적으로 과제수행시간이 길었다. 이런 결과가 나타난 것은 HMD에서의 몰입감이 높기 때문에 오히려 주변 사물에 대한 탐색활동이 더 늘어난 것으로 보인다. 가상실재감에서는 HMD 조건이 탁월하게 높았으며, 같은 HMD조건에서는 특히 공간실재감과 몰입감이 사실성 보다 모두 높게 지각되었다. 이 연구를 통해서 HMD와 모니터 조건에 따라서 가상실재감의 하위요인에 미치는 수준이 다르다는 것을 확인할 수 있었다.

주제어: 가상실재감, 공간실재감, 몰입감, 가상현실, 착용형 디스플레이

※ 이 논문은 LG연암문화재단의 교수해외연구 지원에 의하여 수행되었음.

† 교신저자 : 류지현(전남대학교 사범대학 교육학과)

E-mail : jeeheon@jnu.ac.kr

TEL : 062-530-2353

FAX : 062-530-2359

1. 서론

가상현실은 실재하지 않는 장면을 마치 있는 것처럼 지각할 수 있도록 만들어 놓은 환경이다. 컴퓨터를 활용해서 자유롭게 가상현실을 구현할 수 있기 때문에 다양한 훈련 시스템에 적용되고 있다(Schrader & Bastiaens, 2012; Witmer & Singer, 1998). 그런데 이런 가상현실을 제대로 구현하려면 실재하는 장소나 장면에 있는 것 같은 감각경험을 만들어 주어야 한다. 이를 위해서는 시각, 청각, 촉각 같은 감각들을 느끼게 함으로써 현실세계에 있는 것 같은 간접 체험을 제공해야 한다(Witmer & Singer, 1998). 이러한 간접체험을 가상실재감(virtual presence)이라고 하며, 가상현실의 성공여부를 결정하는 중요한 요인이 된다(Sun, Li, Zhu, & Hsiao, 2015). 가상실재감은 가상현실에 대한 주관적인 심리상태(McCreery, Schrader, Krach, & Boone, 2013; Witmer & Singer, 1998)를 의미하기 때문에 이러한 심리상태에 영향을 주는 요인을 어떻게 활성화시킬 것인가가 중요하다.

1.1. 가상실재감

Witmer와 Singer의 연구(1998)는 가상실재감의 구성요인에 대한 이론적 토대를 제공하고 있다. 이들은 실재감은 가상으로 제공된 어떤 환경을 마치 실재하고 있는 것처럼 지각하는 주관적인 심리현상으로 설명한다. 이들의 연구에 따르면, 실재감을 형성하기 위한 필수적인 요인으로 실감성(immersion)과 몰입감(involvement)이 있다. 실감성은 사용자가 자신을 둘러싸고 있는 환경 속에 둘러싸여 서로 상호작용을 하고 있다고 느끼는 심리적 상태를 의미한다. 몰입감은 사용자가 어떤 행위나 사건 등에 자신의 주의력을 집중적으로 쏟고 있는 심리적 상태이다. 한편, Usoh, Catena, Arman, Slater(2000)는 가상현실의 실재감 형성에 영향을 주는 요인을 다섯 가지로 정리하고 있다. 1) 고해상도의 디스플레이, 2) 모든 감각양식의 일관된 구현, 3) 내비게이션 기능, 4) 사용자 자신을 나타내기, 5) 가상현실 환경요인과의 상호작용기능이다. 이와 같이 가상실재감에 영향을 주는 요인들은 다양하다.

가상현실을 적절하게 구현하기 위해서는 가상으로 제공된 환경과 실제적인 상호작용을 형성할 수 있어야 한다. 그런데 환경과의 실제적인 상호작용은 사용자의 학습과 수행에 직접적인 영향을 미치는 중요한 요인이다. Schrader와 Bastiaens(2012)는 가상실재감이 학습에 영향을 준다고 보았다. 가상실재감을 통해서 심리적으로 그 장면에 있다는 생각을 갖기 때문에 학습이나 수행에서도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다는 것이다.

Witmer와 Singer(1998)가 주로 실감성(immersion)과 몰입감(involvement)에 대한 연구에 초점을 두었던 것과 마찬가지로 Sun 등(2015)도 실감성과 몰입감을 가상실재감을 촉진시키는 주요 요인으로 보았다. 또한 McCreery 등(2013)은 가상현실에서 실감성을 높이면 학습맥락을 더 잘 이해하기 때문에 수행수준이 높아질 수 있다고 보았다. 또한 몰입감에 대해서도 학습상황에 대한 주의집중을 높여줌으로써 학습 과정에 대한 개입이 더 활발하게 일어날 수 있다고 주장하고 있다.

Kober 등(2012)은 디스플레이 조건에 따라서 공간실재감이 어떻게 달라지는가를 연구했다. 모니터 화면을 사용하는 조건에서 공간실재감 지각이 더 높아지는 것으로 나타났다. 이런 결과는 큰 화면과 같이 실감성을 높일 수 있는 조건에서 공간실재감이 더 올라간다는 점을 보여주는 것이다. 그 밖에도 가상환경과의 상호작용성(interactivity)과 가상환경의 생생함(vividness)도 가상실재감에 영향을 미치는 주요요인이다. 생생함은 음향과 그래픽, 진동을 통해 전달될 수 있지만, 상호작용성은 입력에 따른 가상환경의 반응 속도나 가상현실 속의 객체가 현실에서의 움직임과 유사한 정도에 의해서 결정된다(Schrader & Bastiaens, 2012).

그런데 Shubert 등(2001)은 가상실재감을 구성하는 세 가지 하위요인을 제시하고 있다. 이들이 제시한 하위 요인은 공간실재감(spatial presence), 몰입감(involvement), 사실성(realness)이다. 우선 공간실재감의 경우에 Witmer와 Singer(1998)의 실감성 요인을 사용하고 있으나 이들이 측정한 실감성도 주관적인 심리적 지각수준이기 때문에 공간적 속성을 강조하는 의미로 공간실재감으로 명명하고 있다. 또한 사실성은 미디어가 표현하고 있는 물체에 대한 표상수준을 의미한다.

이와 같이 가상실재감은 어떤 이론적 기저를 지지하는가에 따라서 서로 상이한 하위요인 구조를 바탕으로 하고 있다. Schuemie 등의 연구(2001)에서 지적된 바와 같이 지금까지 가상실재감에 대한 연구가 많이 수행되었음에도 불구하고 통일된 하위요인에 대한 설명을 찾는 것이 쉽지 않다. 따라서 가상실재감이란 총체적인 개념보다는 가상실재감을 구성하는 하위요인 사이의 관계를 규명하는 것이 필요하다. 가상실재감을 구성하는 하위요인이 가상실재감을 형성하는 과정에 미치는 영향관계를 규명한다면 가상현실 구현을 위한 연구방향을 설정하는데 도움이 될 것이다.

가상실재감 측정에 대한 최근의 연구를 보면, Won, Park, Lee와 Whang 등(2012)이 시각적 실재감, 시각적 몰입감, 시각적 상호작용으로 구성된 측정방법을 제안하였다. 그러나 지금의 연구에서는 시각적 상호작용 요인이 포함되어 있지 않았기 때문에 적용하기 어려운 점이 있다. 따라서 이 연구에서는 Shubert 등의 연구(2001)에서 제시된 하위요인이 가장 타당도를 갖추고 있다고 보았다. 이들의 하위요인은 Witmer와 Singer(1998)이 제시한 실감성과 몰입감에 기초하고 있다. 또한 대규모 표집에 근거한 타당화 과정을 거쳤기 때문이다. 비록 Usoh 등(2000)은 Shubert 등의 설문(2001)과 본인들이 개발한 설문에 대한 차이분석을 통해서 실질적인 차이가 없음을 증명하였으나, Usoh 등의 설문은 가상실재감에 대한 하위요인간의 관계가 명확하게 나타나지 않는다는 단점을 갖고 있다. 따라서 이 연구에서는 Schubert 등(2001)이 제안한 가상실재감 하위요인에 근거해서 분석을 실시했다.

1.2. 디스플레이 조건의 차이

가상실재감을 구성하는 요인에 직접적인 영향을 주고 있는 환경은 디스플레이 장치이다. 왜냐하면 가상실재감을 구성하기 위한 시각정보는 디스플레이의 해상도나 방법에 따라서 결정되기 때문이다. 따라서 그동안 디스플레이의 차이에 따라서 어떠한 결과가 나타날 것인지에 대한 검증연구들이 수행되어 왔다. 기존 연구의 방향은 작은 화면과 대형 화면을 비교하거나 2D 혹은 3D 조건을 비교하는 연구가 수행되었다.

Clemente 등(2014)은 가상현실 환경에서 디스플레

이의 크기에 따라서 가상실재감에 차이가 발생하는지를 검증했다. 이들은 연구를 위해서 사진, 비디오, 내비게이션이 가능한 장면을 구성한 다음에 일반 모니터 조건과 대형 스크린 조건에서 과제수행을 실시했으며, 이 때 가상실재감 설문과 사용자의 뇌파측정을 통해서 화면크기에 따라서 어떤 차이가 나타나는지를 분석했다. 연구결과에 따르면 비록 가상실재감 설문에서는 유의미한 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 뇌파측정에서는 내비게이션 상황에서 더 높은 활성화가 나타났을 뿐만 아니라, 대형 화면에서 활성화 정도가 더 심해졌다. 이런 결과는 화면이 커지거나 내비게이션과 같이 환경을 통제하는 상황에서 주의집중과 자기인식 과정이 더 활성화될 수 있음을 반영하는 것이다. Kober 등의 연구(2012)에 따르면 화면을 크게 만들어줌으로써 가상실재감의 정도를 증진시킬 수 있으며, 이를 통해서 보다 실제 세상에 있는 것 같은 효과를 제공할 수 있다. Hou 등의 연구(2012)도 같은 결과를 보고했다. 작은 화면과 큰 화면에서의 게임경험을 분석함으로써 사용자의 실감성의 차이를 비교했다. 이들의 연구결과에서도 큰 화면을 제공받은 조건에서 더 큰 실감성이 지각된 것으로 나타났다.

또한 2D나 3D에 의한 차이를 분석하는 연구도 진행되었는데, 이런 연구들은 입체적인 시각구현이 가상실재감에 미치는 영향을 검증하려는 것이다. 특히, 이들의 연구는 공간실재감에 대해서 2D와 3D를 비교한 것으로 입체적인 지각이 이루어질 때 실감성에 대한 자극을 더 높일 수 있음을 보여주는 것이다. 공간실재감은 자신을 둘러싸고 있는 환경요인에 대한 지각을 의미하기 때문에 3D로 구현된 디스플레이 조건이 가상실재감을 높이는데 더 효과적이다.

Han과 Lee(2015)에 따르면 가상현실 기반의 콘텐츠는 사용자의 감각기관에 직접적으로 상호작용하는 착용형 디스플레이 방식과 대형 디스플레이 방식으로 구분할 수 있다. 착용형 디스플레이(head mounted display: HMD)는 감각적으로 몰입할 수 있게끔 하는 반면 대형 디스플레이 방식은 대형 스크린에 콘텐츠 영상을 투사하여 사용자로 하여금 가상현실을 체험할 수 있게 한다. 착용형 디스플레이 방식은 양안시차를 적용해 그래픽에 대한 깊이 지각을 다르게 하여 3D 정보를 제공한다(Noh, Park & Jang, 2014). 일반

적으로 3D 공간 정보를 나타낼 수 있는 3D 디스플레이는 2D 화면보다 실제와 유사한 환경을 통해 보다 높은 실재감을 형성한다.

또한 착용형 디스플레이는 대형 스크린을 설치하는 것보다 좁은 공간에서 효과적으로 높은 몰입감을 제공할 수 있다. 현재 개발된 HMD 장비들은 90~100°의 시야각을 제공하여 기존 스크린 기반의 대형 디스플레이 방식에 비해 내비게이션 과제를 수행함에 있어 매우 적합하다고 볼 수 있다(Hassan et al, 2007). 이는 대형 디스플레이 방식보다 경제적, 몰입, 수행의 측면에서 착용형 디스플레이 방식이 더 우위에 있음을 보여준다.

그러나 이러한 장점에도 불구하고 HMD는 부정적인 요인을 갖고 있다. 사용자가 직접 장비를 착용하기 때문에 장시간 착용시에는 가상멀미를 비롯한 불편함을 유발할 수 있다. Park과 Lee(2014)는 이를 3D 디스플레이 환경은 시각각과 전정각각의 불일치로 인한 멀미가 유발될 수 있기 때문으로 보았다. 따라서 장시간의 착용이 어렵고 사용자의 시각적인 피로가 누적되는 문제점을 갖고 있다.

이상의 연구들을 종합해 보면 HMD나 3D디스플레이는 사용자의 실재감과 몰입감이 증대되는 장점을 갖고 있지만, 멀미나 피로누적 등의 문제도 갖고 있다. 이와 같은 단점을 고려해본다면 입체지각을 지원하는 디스플레이가 더욱 효과적이라고 주장하는 것에는 무리가 있다.

1.3. 연구목적

가상현실을 효과적으로 적용하기 위해서는 가상실재감을 높이는 것이 중요하다는 점을 알 수 있다. 또한 가상현실을 구성하는 디스플레이가 가상실재감 형성에 직접적인 영향을 미치는 환경적인 요인이다. 그런데 지금까지의 연구들은 가상실재감이라는 단일 측정요인을 적용한 경우가 많았기 때문에 가상실재감의 하위요인에 미치는 영향을 구분하기 쉽지 않았다. 만약 하위요인에 대해서 어떤 영향을 미치는가를 알 수 있다면 가상실재감이 어떻게 형성되고 있는지를 설명할 수 있을 것이다. 가상현실을 구현하는 디스플레이가 무엇인가에 따라서 가상실재감에 대한

영향이 달라짐에도 불구하고, 디스플레이와 가상실재감 하위요인들의 관계가 명확하게 나타나지 않았다.

따라서 이 연구에서는 HMD와 모니터 조건의 비교를 통해서 디스플레이 조건이 과제수행 시간에 미치는 영향을 분석할 것이다. 또한 가상실재감 하위요인에 미치는 영향을 분석하고자 한다. HMD나 모니터 조건이 가상실재감의 하위요인에 미치는 영향을 설명할 수 있을 것이다.

2. 연구 방법

2.1. 실험참여자

이 연구에서는 유급으로 모집된 대학생 14명 (남학생=8명, 여학생=6명)이 참가하였다. 이들은 3학년 7명과 4학년 7명이었으며, 광역시에 소재한 국립대학교 재학생들이다. 모든 실험 참가자들이 이전에 HMD를 사용해 본 경험은 없었다.

2.2. 실험자료

2.2.1. 가상교실

이 연구에서 적용된 실험자료는 3D 그래픽으로 구현된 가상교실이었다. 실험자료를 개발하기 위해서 고등학교 교실장면을 촬영했으며, 이를 기반으로 기본 모델링을 했다. 현직교사의 자문을 받아서 실제 교실상황과 최대한 유사하도록 개발했다. 일반 중고등학교 교실에서 볼 수 있는 학급 게시판이나 교탁 등의 환경 요인을 구현하여 가상교실 내에 포함시켰다. Fig. 1은 이 실험에서 사용된 가상교실의 모습이다.



Fig. 1. Screen capture of virtual classroom

2.2.2. 가상학생

Fig. 2는 실험자료 개발에 사용된 캐릭터의 모습이다. 다양한 신체적인 특징을 반영할 수 있도록 모든 개별 캐릭터에 대해 특징을 부여했다. 학생 캐릭터를 구현하기 위해서 실제 학생의 얼굴을 촬영한 다음에 이를 다시 그래픽으로 전환하는 방법을 적용했다.



Fig. 2. Virtual students

2.2.3. 개발도구

이 연구에 사용된 가상캐릭터들은 iClone6를 사용해서 개발했다. iClone6는 3D 그래픽을 구현하는 도구로써 내레이션, 얼굴표정, 제스처, 동작 등을 저작할 수 있다. 또한 모델링을 마친 가상교실 및 환경은 FBX 파일로 전환하여 Unity 3D 게임 엔진에서 사용할 수 있는 형태로 변경하였다. Unity 3D를 통해 3D 환경과 사용자간의 상호작용이 가능하기 때문이다. 특히, Oculus Rift는 Unity 3D와 연동할 수 있도록 별도의 SDK (software development kit)를 제공하고 있다. 이를 통해 Unity 3D Editor 내에서 실시간으로 개발 사항을 개발자가 확인할 수 있으며, 오브젝트 혹은 플레이어의 위치 및 설정값을 수치로 변경할 수 있어 HMD를 사용하는 실감형 가상현실을 구현하는데 중요한 도구라고 할 수 있다.

2.2.4. 실험장비

이 연구에 사용된 HMD는 오쿨러스사에서 개발한 DK2 개발자용 장비이다. 시야각은 100도를 제공하고 있으며, 해상도는 1920×1080이다. 화면주사율은 75Hz이며, 무게는 약 440g이다. 위치추적용 트래킹 장치를 사용해서 사용자의 시선방향에 따라 작동한다. 한편 모니터 조건에 사용된 장치는 42형 크기의 대형 모니터로 16:9 화면비를 가지며, 해상도는 1024×768, 명암비는 2,500:1이다.

2.3. 독립변수

이 연구의 독립변수는 디스플레이 유형으로 착용형 디스플레이인 HMD조건과 모니터조건으로 구분되었다. Fig. 3은 HMD를 사용한 내비게이션 모습으로 착용한 디스플레이의 좌우 양안에 화상이 맺혀서 입체적인 지각이 되는 원리이다. 또한 Fig. 4는 모니터를 사용한 활용환경을 시연한 모습이다. 두 경우에 모두 키보드를 사용해서 이동이 가능하도록 만들었다. HMD와 모니터조건에서 동일한 키조작을 통해서 전후좌우의 이동을 하도록 만들었다. 그러나 HMD에서는 시선방향에 맞도록 화면이 움직이지만, 모니터 조건에서는 키보드를 사용해서 상하각도를 조정할 수 있도록 했다. HMD와의 실험조건을 동일하게 만들기 위해서 서서 실험에 임하도록 했다.



Fig. 3. Navigation in a virtual classroom with HMD



Fig. 4. Navigation in a virtual classroom with monitor

2.4. 종속변수

2.4.1. 과제수행시간

이 연구의 종속변수는 과제수행시간과 가상실재감인데, 이 중에서 과제수행시간은 내비게이션 과제를 완성하는데 소용된 시간을 의미한다. 측정단위는 초(second)였다. 과제수행은 예비과제 및 본과제로 구분되었다. 예비과제와 본과제는 각 두 개씩의 탐색활동이 포함되어 있었는데, 두 개의 탐색활동을 모두 성공적으로 마칠 때까지의 시간을 측정하는 것이다.

2.4.2. 가상실재감

가상실재감은 3가지 하위범주로 구성되었는데, 공간실재감(spatial presence), 몰입감(invovment), 사실성(realness)이었다. 각 하위범주는 5문항씩 구성되어 있으며 전체적으로 15문항으로 구성된 설문지가 적용되었다. 이 하위범주는 Schubert 등의 연구(2001)에서 밝혀진 요인구조에 따른 것이다. 공간실재감은 “어떤 사람이 자신을 주변 환경에 의해서 둘러싸여 있다고 지각하는 심리적인 상태”를 의미한다. 이에 해당되는 문항은 “실제 장면에 와 있는 것 같은 느낌을 받았다”, “영상 장면이 실제 교실장면의 일부처럼 느껴졌다”, “영상 속의 분위기가 어떤지 쉽게 인지할 수 있었다”, “영상 속의 캐릭터를 만질 수 있을 것 같은 느낌을 받았다”, “영상에서 구현된 캐릭터들을 진짜처럼 느꼈다”이다. 몰입감은 “어떤 사람의 자신의 주의력을 어떤 특정 사건이나 활동 등에 집중하게 되는 심리적 상태”를 의미한다. 사용자가 가상환경 속의 상황에 몰입되는 정도를 측정하기 문항으로 구성되었다. 이에 해당되는 문항은 “제시된 화면은 나의 감각을 모두 사로잡은 것 같았다”, “제시된 장면의 시각적인 요인이 나를 몰두하게 만들었다”, “나 자신이 화면 속의 상황에 있는 것 같았다”, “상황 속에 몰입되어 있는 것 같았다”, “나는 영상장면에 대하여 몰입감을 느꼈다”였다. 사실성은 “가상현실을 현실세계와 비교했을 때 어느 정도 진짜로 존재한다고 지각하는 수준”을 의미한다. 이에 해당되는 문항들은 “화면에서 나타난 사물들이 실제처럼 느껴졌다”, “공간의 물리적 속성들이 사실처럼 지각되었다”, “영상 장면들이 사실적으로 느껴졌다”, “캐릭터들의 움직임이

사실적으로 느껴졌다”, “캐릭터들의 움직임이 자연스럽게 느껴졌다”이다. 모든 지각수준은 7점 척도로 표기되었다(1점=전혀 그렇지 않다에서 7점=매우 그렇다). 가상실재감에 대한 문항신뢰도는 HMD조건에서 공간실재감=0.78, 몰입감=0.94, 사실성=0.73인 것으로 나타났다. 또한 TV모니터 조건에서의 문항신뢰도는 공간실재감=0.91, 몰입감=0.94, 사실성=0.96이었다.

2.5. 실험과제 및 절차

2.5.1. 과제

실험과제는 실험참가자가 가상교실을 충분히 돌아다니면서 다양한 지각경험을 할 수 있도록 구성되었다. 특히 정보의 내용을 확인하기 위해서는 정보와 관련된 위치로 직접 이동을 해서 관련된 내용을 정확하게 관찰해야만 알 수 있도록 했다. 이와 같이 과제를 설계한 것은 가상교실에서의 이동 및 정보탐색 경험을 모두 수행할 수 있도록 만들기 위한 것이다. 가상교실에서의 공간이동 및 탐색활동을 통해서 가상실재감이 더 잘 반영될 수 있도록 만든 것이다. 그러나 모든 참여자가 HMD에 대한 사전경험이 없었기 때문에 예비 과제를 수행한 후에 본 과제를 실시하였다. 또한 반복측정을 통해 모든 참여자가 HMD 조건과 모니터 조건을 모두 경험할 수 있도록 조정하였다.

2.5.2. 실험절차

예비과제 및 본과제에 대한 설명을 먼저 들은 후에 내비게이션을 할 수 있도록 했다. 두 개의 탐색활동을 모두 완료했을 때, 과제를 완성한 것으로 간주했으며, 탐색활동의 정답을 맞힐 때까지 과제를 수행하도록 했다. 따라서 과제수행시간에 대한 제한을 두지 않았다. 이와 같이 탐색활동을 두 개로 구성한 것은 가상교실을 이동할 수 있도록 만들기 위한 것이다. 다음은 실험에 사용된 예비과제 및 본과제의 설명이다.

예비과제(1)

- 1) 교실 쓰레기통 안에 버려진 물건은 무엇인가?
- 2) 저녁 시간은 몇 시에서 몇 시로 변경되었나?

본과제(1)

- 1) 국어 교과서를 펴지 않고 있는 학생은 몇 명인가?
- 2) 가방이 걸려있는 책상은 몇 개인가?

예비과제(2)

- 1) 화요일 5교시 과목은 무엇인가?
- 2) 현재 시간은 몇 시인가?

본과제(2)

- 1) 책상에 낙서가 되어 있는 학생은 누구인가?
- 2) 가장 많이 신고 있는 운동화의 색깔은 무엇인가?

Fig. 5는 예비과제 수행장면을 보여주는 것이다. 가상교실에 배치된 쓰레기통의 안에 축구공을 배치해 놓은 모습이다. 실험 참가자들은 이와 같이 정보탐색 과정을 수행했다. 예비과제는 단일 목표를 중심으로 내비게이션을 했지만, 본과제는 여러 목표에 대한 정보탐색을 하도록 했다.

또한 순서효과를 배제하기 위해서 참가자의 절반은 HMD조건→모니터조건의 순서로 과제를 진행했다. 즉, HMD를 사용해서 예비과제(1)과 본과제(1)를 수행했고, 그런 다음에 모니터를 사용해서 예비과제(2)와 본과제(2)를 수행했다. 참가자의 나머지 절반은 모니터조건에서 예비과제(1)과 본과제(1)를 했고, 이후에 HMD조건에서 예비과제(2)와 본과제(2)를 수행했다. 과제수행 시간은 예비 과제 및 본과제 수행 이후에 모두 측정되었다. 가상실재감은 본과제 이후에만 측정되었다.

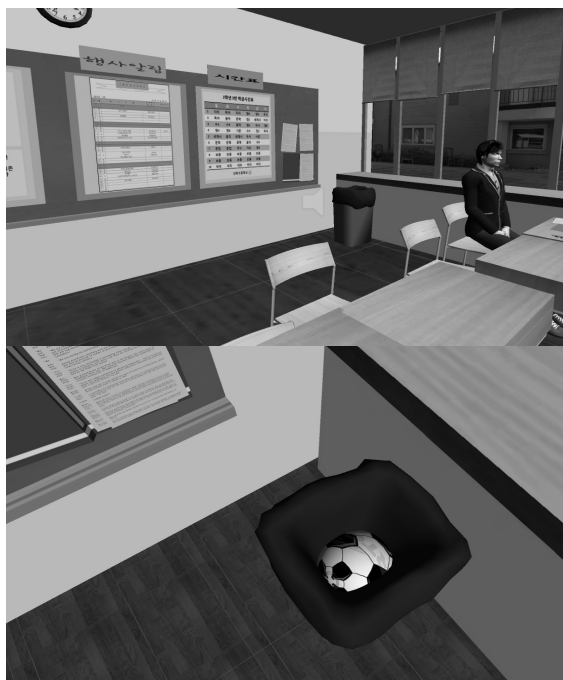


Fig. 5. Navigation task

2.6. 분석방법

이 연구에서는 과제수행 시간 및 가상실재감에 대해서 반복측정에 의한 내변량효과(within-subjects effects)를 검증했다. 과제수행 시간에 대한 분석에서는 과제종류(예비과제, 본과제)와 디스플레이 종류(HMD, 모니터)에 의한 반복측정 효과를 분석했다. 가상실재감에서도 가상실재감의 하위요인(공간실재감, 몰입감, 사실성)과 디스플레이 종류(HMD, 모니터)에 의한 반복측정 효과를 분석했다. 변수내의 차이를 분석하기 위해서 대비분석(within-subjects contrast)를 검증했다. SPSS 21을 사용했으며, 유의도 수준은 .05로 설정되었다.

3. 연구 결과

3.1. 과제수행시간

Table 1은 예비과제 및 본과제에서 디스플레이 조건에 따른 과제완료 시간의 평균 및 표준편차이다. 내변량효과 분석에 따르면 디스플레이 조건에 따라서 유의미한 차이가 있었다($F=4.68, p=.050$). HMD조건에서의 평균 과제수행 시간은 70.43초(표준편차=5.13)가 걸렸지만, 모니터 조건에서는 53.43(표준편차=7.10)초가 소요되었다.

Table 1. Descriptive Statistics of Time on Task (Second)

Tasks	HMD	Monitor
Pre-task	46.64 (16.74)	35.79 (14.96)
Main-task	94.21 (39.77)	71.07 (46.49)

HMD를 사용한 조건에서의 과제수행 시간이 모니터 조건보다 유의미하게 길었음을 의미한다. 이런 경향은 예비과제와 본과제에서 모두 나타났다. 또한 과제의 유형에 따라서도 유의미한 차이가 있었는데 ($F=28.00, p=.000$), 이것은 당연한 결과라고 할 수 있다. 예비과제에서는 단일 목표를 위한 내비게이션 정보탐색만 하면 되지만, 본과제에서는 다수의 목표를 갖고 있는 정보탐색을 해야 하기 때문이었다. 그러나

디스플레이 조건과 과제유형에 의한 상호작용효과는 없었다($F=0.42, p=.526$).

3.2. 가상실재감

Table 2는 가상실재감의 하위영역 및 디스플레이 조건에 따른 평균 점수 및 표준편차이다. 가장 높은 점수를 보인 영역은 HMD의 공간실재감이었으며, 가장 낮은 점수를 보인 영역은 모니터 조건의 사실성이었다. 내변량효과 분석에 따르면 디스플레이에 의한 차이가 유의미했다($F=17.18, p=.001$). HMD를 사용하는 조건에서 가상실재감 점수가 유의미하게 높았음을 보여주는 결과이다.

Table 2. Descriptive Statistics of Virtual Presence

Display	Spatial Presence	Involvement	Realness
HMD	5.29 (0.76)	5.51 (1.05)	4.84 (0.70)
Monitor	4.09 (1.19)	4.03 (1.31)	3.89 (1.29)

가상실재감의 하위영역에서의 내변량효과 분석에서도 유의미한 차이를 보였다($F=4.73, p=.028$). 또한 디스플레이와 가상실재감에서의 상호작용에서도 유의미한 결과를 확인할 수 있었다($F=3.65, p=.040$). 이와 같이 가상실재감 하위영역에서의 유의미한 차이와 가상실재감 및 디스플레이에서의 유의미한 상호작용이 나타났기 때문에 대비분석을 실시했다.

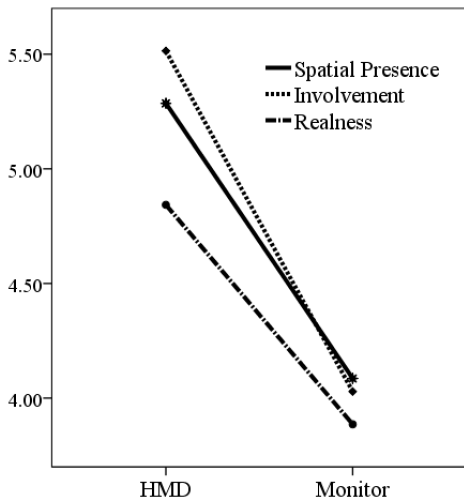


Fig. 6. Presence Factors of HMD vs. Monitor

Fig. 6은 디스플레이 조건과 가상실재감 하위요인들의 지각점수를 보여주고 있다. 가상실재감 하위영역 사이에서 공간실재감과 사실성간에 유의미한 차이가 있었다($F=14.43, p=.002$). 공간실재감에 대한 지각점수가 사실성 지각점수보다 유의미하게 높았음을 보여주고 있다. 또한 몰입감과 사실성간에도 유의미한 차이가 나타났다($F=6.78, p=.022$). 이 결과에서도 몰입감이 사실성 지각점수보다 유의미하게 높았음을 보여주고 있다. 그러나 공간실재감과 몰입감 사이에서는 유의미한 차이가 없었다($F=0.27, p=.609$).

가상실재감과 디스플레이 사이의 상호작용 관계를 보면, 디스플레이가 무엇인지에 따라서 몰입감과 사실성간에 유의미한 상호작용이 있었다($F=9.99, p=.008$). HMD조건에서의 몰입감과 사실성간의 차이가 모니터 조건에서의 몰입감과 사실성간의 차이보다 훨씬 크다는 점을 알 수 있다. 즉, 몰입감과 사실성간의 지각차이가 상당히 클 뿐만 아니라 어떤 디스플레이를 장착하는지에 따라서 가상실재감에 미치는 영향이 완전히 달라질 수 있음을 보여주는 것이다.

4. 결론 및 논의

4.1. 결론

이 연구를 통하여 다음과 같은 세 가지 결론을 내릴 수 있었다. 첫째, HMD를 사용하면 모니터를 사용할 때보다 과제수행 시간이 더 길어질 수 있다는 점이다. HMD조건에서는 입체지각과 몰입감이 높아지기 때문에 주변사물에 대한 탐색시간이 더 길어진 것으로 보인다. HMD조건에서 사실성요인에 대한 지각점수가 상대적으로 낮았음에도 불구하고 몰입감이나 공간실재감이 높게 나타난 것도 주목할 필요가 있다. HMD와 모니터조건에 대한 비교에서도 HMD의 몰입감요인의 점수가 가장 높은 것으로 나타났는데, 이런 현상도 HMD조건에 과제수행시간이 길어진 이유를 설명하는 것이라고 볼 수 있다.

둘째, HMD조건이 모니터조건에 비하여 탁월하게 높은 실재감을 형성하고 있었다. 가상실재감을 구성했던 하위요인에서도 모두 유의미하게 높은 차이를 보였다. 이런 결과는 HMD의 입체적인 시각정보 구

현 능력이 탁월하게 높다는 것을 보여주는 것이다. 비록 사이버 멀미와 같은 부정적인 효과가 있는 것은 맞지만, 여전히 효과적인 디스플레이 장치라는 점을 알 수 있는 결과이다.

셋째, 동일한 디스플레이를 사용한다고 하더라도 가상실재감을 구성하는 하위요인에 미치는 영향을 다를 수 있다는 점이다. 이 연구의 결과를 보면, HMD조건이라고 하더라도 하위요인이었던, 공간실재감, 몰입감, 사실성의 반응정도가 달랐음을 알 수 있었다. 게다가 HMD와 모니터조건에 따라서 세 하위요인이 다르게 반응하는 결과를 볼 수 있었다. 이런 결과들은 디스플레이 조건뿐만 아니라 가상실재감을 구성하는 하위요인에 따라서 서로 다른 영향을 줄 수 있다는 것이다. 이 결과를 통해서 가상현실을 구현할 때는 하위요인의 특징을 잘 반영할 수 있는 설계전략을 구현하는 것이 중요하다는 점이다.

4.2. 논의

이 연구를 통해서 가상실재감을 형성하는데 디스플레이가 중요하다는 점을 확인할 수 있었다. 가상현실에서는 공간실재감과 같이 입체적인 지각요인이 상당히 강하게 작용하고 있기 때문이다. 그런데 이 연구를 통해서 몰입감과 공간실재감이 동일한 요인이 아니라는 점에 주목할 필요가 있다. 즉, 가상실재감에 대한 측정결과를 보면, 모니터조건에서는 공간실재감과 몰입감에서 거의 차이가 없었다. 그러나 모니터조건과 비교했을 때, HMD조건에서의 공간실재감과 몰입감은 상당히 다른 결과를 보였다. 이 결과를 통해서 동일한 디스플레이를 사용한다고 하더라도 개발여건에 따라서 가상실재감의 하위요인에 대한 지각수준의 정도가 달라질 수 있다는 점을 주의해야 한다.

가상실재감의 하위요인 중에서 가장 높은 지각점수를 보인 것은 몰입감이었는데, 그 만큼 가상실재감을 형성할 때는 자신을 둘러싼 환경에 대한 주의집중할당이 중요하다는 것을 보여주는 결과이다. 이 연구에서는 사용자에 의한 상호작용 요인이 많지 않은 상황이었다. 그럼에도 불구하고 HMD조건에서 몰입감요인이 가장 높게 지각되었다는 점은 그 만큼 중요성이 높은 요인이라는 의미가 될 것이다. 따라서 사용자의 상호작용성을 높여주고 주의집중을 유도할 수

있는 통제요인을 더 많이 투입한다면 더욱 높은 가상실재감을 구현하는 것이 가능할 것이다.

HMD조건에서 사실성 요인이 상대적으로 낮게 지각된 원인을 규명하는 작업이 필요하다. 해상도나 애니메이션으로 움직이는 영상자료가 사용자에게 오히려 부정적인 요인으로 지각되었을 가능성이 있다. 실험에 사용된 자료는 모두 동일한 해상도 조건이었음에도 불구하고 HMD조건에서 가장 낮은 지각을 보인 이유를 밝힌다면 가상실재감에 유의미한 영향을 미칠 수 있는 설계원리를 도출할 수 있을 것이다.

4.3. 연구의 제한점

이 연구는 오직 시각적인 자료만을 적용했다는 점과 상황맥락을 형성하는 시나리오가 없었다는 제한점을 갖고 있다. 가상현실을 구현할 때는 시각적인 요인도 중요하지만 그에 상응하는 소리정보에 대한 활용도 중요하다. 그러나 이 연구에서는 전혀 소리요인이 제공되지 않았기 때문에 가상실재감의 완성도가 높았다고 보기 어렵다. 따라서 배경음악이나 효과음에 의한 영향력을 함께 검증하는 것이 필요하다. 이러한 음향효과는 사실성을 높일 수 있는 요소가 될 수 있기 때문이다.

이 연구의 결과에서는 모니터의 해상도 등을 일반화할 수 없다는 제한점을 갖고 있다. 이 연구에서 사용한 모니터가 일반적인 데스크톱 컴퓨터의 모니터보다는 크다. 그렇지만 실험에 사용된 모니터의 크기와 해상도가 제한되었기 때문에 더 높은 해상도의 조건에서는 다른 결론이 도출될 수도 있을 것이다.

또한 시나리오와 같은 맥락정보가 없는 상태에서 실험이 진행되었다는 제한점을 가진다. 만약 스토리를 구성할 수 있는 맥락요인이 함께 제시되었다면 공간실재감 요인이나 몰입감에 대한 영향력의 정도가 달라졌을 것이다. 시나리오나 스토리와 같은 요인은 상황을 인식하게 만드는 역할을 할 수 있기 때문이다.

REFERENCES

Clemente, M., Rodríguez, A., Rey, B., & Alcañiz, M. (2014). Assessment of the influence of navigation control and screen size on the sense of presence in

- virtual reality using EEG. *Expert Systems with Applications*, 41(4, Part 2), 1584-1592.
doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.eswa.2013.08.055.
- Han, J. & Lee, G. (2015). VR tourism content using the HMD device. *Journal of the Korean Contents Association*, 15(3), 40-47.
- Hassan, S. E., Hicks, J. C., Lei, H., & Turano, K. A. (2007). What is the minimum field of view required for efficient navigation? *Vision Research*, 47(16), 2115-2123.
- Hou, J., Nam, Y., Peng, W., & Lee, K. M. (2012). Effects of screen size, viewing angle, and players' immersion tendencies on game experience. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 617-623. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2011.11.007
- Kim, S. (2014). A study of correlations for 2D-and 3D-based contents flow. *Journal of Korean Design Knowledge*, 29, 31-40.
- Kober, S. E., Kurzmann, J., & Neuper, C. (2012). Cortical correlate of spatial presence in 2D and 3D interactive virtual reality: An EEG study. *International Journal of Psychophysiology*, 83(3), 365-374.
- McCreery, M. P., Schrader, P. G., Krach, S. K., & Boone, R. (2013). A sense of self: The role of presence in virtual environments. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1635-1640. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.002
- Noh, G., Park, D., & Jang, H. (2014). An experimental study of user experience for 3D video game: Presence, arousal, recognition memory, and brain activity pattern. *Journal of Cybercommunication Academic Society*, 31(2), 45-83.
- Park, D. & Lee, J. (2014). Differences in driver's longitudinal vehicle control, subjective fatigue, and perceived fidelity in 2D and 3D display driving simulation. *Journal of Emotional Science*, 17(4), 3-18.
- Schrader, C. & Bastiaens, T. J. (2012). The influence of virtual presence: Effects on experienced cognitive load and learning outcomes in educational computer games. *Computers in Human Behavior*, 28(2), 648-658.
- Schrader, C. & Bastiaens, T. (2012). Relations between the tendency to invest in virtual presence, actual virtual presence, and learning outcomes in educational computer games. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 28(12), 775-783. doi:10.1080/10447318.2011.654200
- Schubert, T., Friedmann, F., & Regenbrecht, H. (2001). The experience of presence: Factor analytic insights. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 10(3), 266-281. doi:10.1162/105474601300343603
- Schuemie, M. J., Van Der Straaten, P., Krijn, M., & Van Der Mast, C. A. (2001). Research on presence in virtual reality: A survey. *CyberPsychology & Behavior*, 4(2), 183-201.
- Sun, H. M., Li, S. P., Zhu, Y. Q., & Hsiao, B. (2015). The effect of user's perceived presence and promotion focus on usability for interacting in virtual environments. *Applied Ergonomics*, 50, 126-132.
- Usoh, M., Catena, E., Arman, S., & Slater, M. (2000). Using presence questionnaires in reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 9(5), 497-503. doi:10.1162/105474600566989
- Witmer, B. G. & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 7(3), 225-240.
- Won, M., Park, S., Kim, C., Lee, E., & Whang, M. (2012). A study on evaluation of visual factor for measuring subjective virtual realization. *Journal of Emotional Science*, 15(3), 389-398.

원고접수: 2016.02.12

수정접수: 2016.03.04

게재확정: 2016.05.10