2017 현대사진영상학회 논문집 VOL.20-3

The Society of Modern photograpty & Video

www.kci.go.kr

www.kci.go.kr

2017 현대사진영상학회 논문집

005 정훈

듀안 마이클스 사진-텍스트의 특이성
On Singularity of Duane Michals' Photo-Text

021 김대욱

사진 및 영상을 이용한 증강현실의 광고 활용 가능성에 관한 고찰
A Study on the Possibility of Advertising in Augmented Reality Using Visual Image

039 김영진, 이용환

몰입감을 중점으로 한 HMD 발전동향
The development trend of HMD(Head Mounted Display) focused on Immersion

053 이병춘

다시점 촬영법과 3D 스캐너를 이용한 3D 형상 재현 연구
A Study on the Reproduction of 3D Shapes using Multi-view Shooting and 3D Scanners

067 이용환

시간과 기억의 풍경 군함도의 사진표현
Gunkanjima, landscape of time and memories

079 이창섭, 하동환

저조도 안개 환경에서 열화상 카메라를 이용한 이미지 가시성 향상에 관한 연구
A Study on the Improvement of Image Visibility Using Thermal Camera under Low Light Level and Aerosol Environments

093 정훈

현대사진에서의 스냅샷에 대한 의미 분석:
1960년대 주요 전시담론의 비교 분석을 통하여
On the Analysis of Snapshot in Contemporary Photography:
Focusing on the Comparative Discourse Analysis of the Major Photo Exhibitions in 1960s

111 Jongwoo Joo

Proposal for Digitization of 35 mm Black and White Film
-Scanning film with digital camera-

www.kci.go.kr

www.kci.go.kr

2017 현대사진영상학회 논문집

몰입감을 중점으로 한 HMD 발전동향

The development trend of HMD(Head Mounted Display)
focused on Immersion

김 영 진* Young Jin Kim
이 용 환** Yong Hwan Lee

목 차

Ⅰ. 서 론

1. 연구방법 및 연구문제

Ⅱ. 본 론

1. HMD의 몰입감
   1) 몰입감의 개념과 HMD
   2) HMD의 오감과 이질감
   3) HMD 광학과 몰입감
2. HMD 하드웨어체계
   1) HMD 형태
   2) 몰입형 HMD 현황
   3) 모바일 몰입형 HMD 현황
   4) HMD 몰입감의 요소
      (1) 디스플레이의 해상도
      (2) 지연시간
      (3) HMD의 시야각과 초점
      (4) HMD 렌즈의 광학

Ⅲ. 결 론

참고문헌

* 제 1저자: 김영진 중앙대학교 대학원 조형예술학과 석사과정
** 교신저자: 이용환 중앙대학교 사진학과 교수

www.kci.go.kr

Abstract

In this paper, we discuss the development trend of HMD used in immersive virtual reality and the relationship between human senses and immersion. To enhance user immersion, technological investments and new technologies are being explored in the areas such as displays, viewing angles, and tracking. With the improvement of the optical system, it is necessary to enhance the immersion feeling of the HMD by increasing the sharpness of the image through the lens suitable for the eye condition of the user. This paper examines why optical system development is important in the trend of HMD focusing on immersion feeling. We also discuss (i) the relationship between HMD and immersion feeling, (ii) development trend of hardware which is the main factor of HMD immersion, and (iii) lens development status and its importance.

key word : HMD(Head Mounted Display), lens, Immersion

The development trend of HMD(Head Mounted Display) focused on Immersion

Young Jin Kim

The master's course
Department of Photography. Chung-Ang University

Author Yong Hwan Lee

professor
Chungang University, Photography

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서 론

1. 연구 배경 및 연구 목적

현대사회는 고도로 진화하고 발전되어 가는 디지털 영상 미디어를 통해 다양한 정보의 접근과 전달 그리고 소통과 공감이 가능하게 되었다. 이전시대의 다양성과 변화와는 다른 보다 발전된 기술을 바탕으로 전혀 새로운 유형의 패러다임을 제시 받고 있다. 더불어 현대인들의 사고 유형과 다양한 욕구 충족을 위해 높은 수준의 표현과 정보 전달로 얼마만큼의 만족감을 느끼게 하고 몰입시킬 수 있는지에 대하여 다양한 연구와 창의적 기술개발이 이루어지고 있다.

가상현실 기술은 인간의 감각을 인위적으로 자극하여, 다양하게 제작되어진 시스템의 가상공간에서 상호작용을 통한 인체오감으로 현실에서 공존 하는듯한 현실감을 제공한다. 합성된 그래픽을 결합해 만들어진 가상공간을 통해 현실에서 경험 할 수 없는 상황을 간접적으로 체험하게 하여 정보를 전달함으로써 사용자에게 새로운 환경을 제공한다.

가상현실의 기존연구를 보면 VR체험의 특징은 몰입, 감정이입, 행위주체성, 변형이라고 할 수 있다. 다른 체험 매체와 구분되는 VR 체험의 가장 큰 특징은 '어떻게 사용자가 컴퓨터 안의 가상세계에 빠져 들게 되는가' ,즉 몰입에 중점을 둔 차원이다. 가상세계의 경험을 통해 얻은 지식은 몰입을 통해 더욱 현실감 있게 실현된다.

몰입형 가상현실에 사용되는 HMD는 다른 디스플레이방식과는 비교 불가능한 몰입감을 보유하고 있다. HMD는 넓은 시야각을 통해 시 지각적으로 공간감을 느끼게 하여 현실감을 증폭 시킨다. HMD가 가상 현실을 구현하기 위해 개발된 것은 바로 이런 몰입감 때문이라 할 수 있다. 눈을 통한 시각 자극 없이 HMD 이상의 몰입감을 실현 할 수 있는 출력 장치는 찾아보기 어렵다고 보여 진다. 이러한 시장의 화두는 화면 해상도와 콘텐츠를 이용하며 발생할 수 있는 멀미나 어지러움 증 등이다. 디스플레이 기술, 영상 송출기술, 콘텐츠 기획, 자이로 반응속도 등으로 이러한 증상들을 개선하기 위해 노력하고 있다.

본 논문에서는 몰입감을 위한 다양한 요소들 중 하드웨어부분의 기술발전 근황을 알아보고 안정적인 콘텐츠 전달을 위한 HMD 기술 발전에 대해 논의하고자 한다.

Ⅱ. 본 론 VR HMD의 하드웨어체계와 몰입감

1. HMD의 몰입감

1) 몰입감의 개념과 HMD

몰입(沒入)이란 인체의 모든 감각이 어떠한 상태나 상황에 깊이 개입되고 빠져드는 것으로 다른 외부 자극의 어떠한 방해도 없이 모든 감각이 한 곳으로 집중되는 상태나 그러한 느낌이라고 할 수 있다.

몰입(Flow)이론은 어떤 특정한 일에 집중했을 때 마치 물 흐르듯이 빠져 들어간다는 말로 Flow라고 정의하였다. 이는 현실 감각의 경험을 바탕으로 스스로 최적의 상태를 경험했다고 생각할 때, 그 경험을 긍정적으로 평가하여 행복이나 만족을 느낀다는 것이다.

가상현실에서 최대한 몰입감에 빠지기 위해서는 반드시 인체 감각기관인 시각, 청각, 후각, 미각, 촉각 등의 오감이 갖추어져야 하며, 특히 인간은 시각을 통해 대부분의 정보를 획득

www.kci.go.kr

하므로 시각은 가장 중요한 부분이다. 인간이 시각(Light Sense)적으로 가상세계를 현실처럼 느끼는 요소들 중 하나가 입체시(Stereoscopic Vision)이고, 인간의 망막에 투영되는 영상은 기본적으로 2차원이다. 그럼에도 불구하고 인간이 사물을 볼 때 입체적으로 느끼는 것은 생리적, 경험적 단서의 원리 때문이다. 도쿄 대학 Hirose 교수는 그의 저서 버츄얼 리얼리티에서 생리적 단서로는 수정체의 초점 조절, 폭주 운동, 양안 시차, 단안 운동 시차가 있고, 경험적 단서로는 망막 상의 크기, 선 원근법, 섬세함, 대기 원근법, 겹쳐짐, 음영이 있다고 정의 하였다. (김동현. 2016) 이러한 시각적 원리를 통해 인간은 HMD 기기에서 다양한 접근법을 통하여 몰입함으로써 현재의 실제적 경험적 공간으로 지각하려 하는 것이다.

2) HMD의 오감과 이질감

가상현실 기술은 콘텐츠를 개인화된 체험적, 감각적 구조로 전환시키고 다차원적인 지각의 시공간을 마련함으로써 공간의 범위를 확대시켰다.

인간은 몰입된 오감의 상호작용을 가상현실 기기와 가상세계의 특정된 환경을 통해 직접적으로 실감나는 조작을 하여 인위적 공간에서 현실감을 가질 수 있다. HMD는 디스플레이상에 가상환경을 구축한 실감형 인터랙션 기술로 사용자가 가상세계에서 존재감을 극대화시키고 이로 하여금 시각적 경험의 극대화와 더불어 듣고 만지며 느끼는 실감공간으로 현실을 모사하거나 경험할 수 있게 함으로써 공감각적인 멀티욕구를 가능케 한다.

No	감각기관의 종류	기여도(%)
1	시각	70
2	청각	20
3	후각	5
4	촉각	4
5	미각	1

<표1> 가상현실에서 감각기관의 기여도

인간은 오감을 통해 외부의 세계를 접하여 경험한다. <표.1> 오늘날 디스플레이 기술 및 광학기술 발달은 인간이 외부세계를 인식하는 감각들 중 시각이 차지하는 비중이 가장 크다는 점에서 기인한다. 한편 테크놀로지의 발달로 구현된 입체영상공간은 인간으로 하여금 시각적 경험의 극대화와 더불어 듣고 만지며 느끼는 실감적 공간으로 현실을 모사하거나 경험할 수 있게 함으로써 공감각적인 멀티욕구를 가능케 한다.

피에르 레비(Piere Levy)는 가상공간이 시각, 청각, 촉각 그리고 신체의 움직임의 내적인 감각을 작동시킬 수 있다고 했다. 다시 말해, 가상공간의 체험은 다중 감각화 되고 있다. 가상공간에서는 이미지가 신체에 대해 촉각적인 저항으로 작동하고 운동감각적인 힘으로 작동하면서 3차원적인 공간을 바탕으로 시각적인 측면과 함께 통일성을 이룬다. 이렇듯 가상공간의 체험은 시각적 체험과 여러 감각의 혼합적 체험이다. 즉, 가상공간의 관람은 연속적인 3차원 이미지 공간을 지각하며 이러한 인체오감각의 체험으로 사용자는 새로운 공간적 몰입감을 느낄 수 있게 된다. (박진희. 2009)

인체의 오감각(시각, 촉각 등)은 이질감이나 거부감 없는 가장 자연스런 환경에서 인간의 모든 정보 생활 인지감 등이 인체의 두뇌에 가장 자연스레 전달 저장 된다.

www.kci.go.kr

자연스런 환경의 공간 속에서 가장 거부감 없는 인체의 최적 오감을 접목하여 최대의 몰입감을 주어 가상현실에 이질감을 줄이고 사용자가 실제 세계와 같은 제3의 공간감을 가진 콘테츠에서 인체에 최상의 정보전달을 받아 들여 지게 되는바 VR에서 인체의 오감에 따른 몰입감 중 시 지각이 VR의 몰입감에 미치는 영향은 상당하다고 할 수 있다.

HMD 사용시에 이질감을 느낄 수도 있다. 이러한 증상을 '사이버 멀미' 라고 한다. 사이버 멀미는 시각 정보와 전정 정보(Vestibular information)가 충돌하여 발생한다. 디스플레이는 사용자의 안구에 매우 가깝게 위치하여 장시간 착용할 때 사용자는 대개 눈의 피로를 느끼게 된다. 이러한 점들 때문에 장시간 착용하게 되면 사이버 멀미 눈의 피로도 등의 이질감으로 몰입감을 떨어지게 한다.

3) HMD 광학과 몰입감

인간은 시 지각적으로 공간과 사물을 보고 거부감 없는 정보와 이질감 없는 느낌을 가지게 하는 생리적, 경험적 단서의 원리로 최대한 광학적 무결점인 상태로 몰입할 때 이상적인 가상현실을 느낄 수 있다.

생리적 단서	수정체의 초점 조절	사물의 거리에 따라 수정체의 두께를 조절하여 초점을 맞춘다.
	폭주(輻輳) 운동	좌우 양쪽 눈이 목표를 향해 사시가 된다.
	양안 시차	좌우 망막에 투영되는 상의 차이
	단안 운동 시차	관찰자와 대상과의 상대운동에 의해 생기는 망막상의 변화
경험적 단서	망막 상의 크기	가까운 것일수록 크게 보인다.
	선원근법	평행선이 한 점으로 모인다.
	섬세함	먼 것일수록 섬세하게 보인다.
	대기 원근법	멀리있는 물체의 명도와 채도가 저하되어 희미하게 보인다.
	겹쳐짐	전방의 물체가 후방의 물체를 가린다.
	음영	물체의 그림자에 의해 요철을 인지한다.

<표 2>입체감을 느끼는 단서 (Michitaka Hirose)

현재 우리나라 인구 중 87%는 비정상적인 눈의 증상을 가지고 있으며 오랜 근거리 작업으로 동공 중심과 광학 중심의 위치가 달라지는 등 각종 이상 증세가 나타나고 있다.

대부분의 VR HMD 광학렌즈로 사용 되어지는 볼록렌즈는 굴절, 왜곡 수차 조절 등에서 사용자마다 다른 시지각의 특성에 맞춰야 하는 광학부의 기능이 현저히 낮다. 이로써 사용자가 가상현실의 환경에서 실재 공간과 가상공간의 이질성을 느끼게 되고 착용시간이 길어짐에 따라 영상정보를 활용함에 있어 멀미와 어지럼증이 증대될 수밖에 없는데 이는 가상현실의 몰입감 저해효소로 나타날 수밖에 없다.

이상적인 가상현실을 재현하기 위해서는 HMD 디스플레이 이미지를 단 초점 볼록렌즈보다 근접한 디스플레이 영상에 눈의 시지각적 거부감이 적은 광학계의 렌즈를 사용하여 몰입감을 증대 시켜야 한다. 대부분의 HMD에 사용되어지고 있는 아크릴 볼록렌즈는 물리적으로 확대된 느낌을 보여 줄 수 있지만, 가상현실의 특징인 공간감적 몰입감을 사용자가 느끼기에는 부족하다.

VR HMD는 개인화된 기기이기 때문에 개별적으로 가까운 거리에서 몰입된 가상 현실감을 느낄 수 있고, 사용자 눈에 따라 조절이 가능한 HMD 광학렌즈가 지원된다면 사용자에게 몰입감이 상승된 가상현실을 보여 줄 수 있다.

www.kci.go.kr

2. HMD 하드웨어체계

1) HMD 형태

연결 형태에 따라 HMD기기는 모바일폰형, 장착형, 연동형으로 분류할 수 있다. 장착형 HMD는 PC와 연결되어 고성능 VR 환경을 제공하지만 사용자의 이동성 및 상호작용에 일정부분 제약이 따른다.

모바일폰 형 HMD는 삼성 Gear VR, 스톡미러, 카드보드, 폭풍마경 등이 있으며 모바일폰의 콘텐츠를 위주로 360° 영상정보를 구현한다. 장착형 HMD는 오큘러스, OSVR, 바이브 등이 있다.

2) 몰입형 HMD 현황

가상현실기기는 몰입형 가상현실과 비몰입형 가상현실로 구분한다. 몰입형 가상현실은 사용자가 HMD를 머리에 쓰고 만들어진 가상공간을 체험하게 하는 가상현실 장치 유형이다. HMD의 착용으로 사용자는 외부의 공간에서 단절되고, 사용자의 행동에 따라 주위 환경이 변하는 것으로 지각하면서 마치 가상공간 안에 실제로 있는 듯한 느낌을 갖게 된다. 비몰입형 가상현실은 컴퓨터 화면 또는 대형 스크린 상에 출력된 2차원 입체영상을 보면서 마우스, 조이스틱 혹은 데이터 글로브로 상호작용하는 것으로 몰입형 가상현실에 비해 실제감이 떨어지는 대신 저렴하게 이용할 수 있다는 장점이 있는 가상현실 유형이다.

현재 시장의 몰입형 HMD는 오큘러스, VR리프트 등 시각적 인터페이스를 중심으로 하는 고급형과 삼성 기어 VR과 같은 모든 기능을 장치 내부에 통합시킨 모바일 버전으로 나누어진다.

모델명	Oculus Rift[15]	Vive[16]	Playstation VR[17]	OSVR[18]
HMD 착용부				
시야각(FOV)	110° (대각선)	110° (대각선)	100° (대각선)	100° (대각선)
해상도(단안)	2160×1200 (1080×1200)	2160×1200 (1080×1200)	1920×1080 (960×1080)	1920×1080 (960×1080)
갱신율(Hz)	90	90	120	60
상호작용 인터페이스				범용 I/O 디바이스 연동 VRPN 포함 JSON descriptor[40]
트래킹 (+위치추적)	6DOF (IR camera)	6DOF (lighthouse)	6DOF (color light)	6DOF (IR camera)
서비스 플랫폼	Oculus Share MS XBOX	Valve STEAM	SONY PlayStation	Opensource

<표 3> 완전 몰입형 HMD 제품 사례 및 특징 (한국정보통신연구원)

완전히 몰입된 가상공간을 제시하기 위해서는 사용자가 눈으로 보이는 생리적 시야와 최대한 근접한 HMD의 시야각(FOV)을 구현하여야 한다. 광학부의 렌즈를 통한 디스플레이 영상의 확대되어진 이미지의 크기는 이렇듯 영상 출력부의 이미지 영상과 광학계를 통한 확대

www.kci.go.kr

된 배율간의 비례적 상호관계에 따라 결정되어진다. 광학적 결함(예, 굴절, 이미지 왜곡, 색수착 등)의 문제점을 최대한 줄여 사용자의 양안에 확대된 영상인 고배율 볼록렌즈의 결함과, HMD의 하드웨어인 디스플레이 패널 장치의 무게 감소 등을 해결 할 방향으로 기술적 적용이 되어 지고 있는 현실이다. 현재 몰입형 HMD에는 휴대폰 부품 산업을 기반으로 수급이 용이한 약 5~6인치 크기의 영상 패널 부품을 활용해서 약 100°내외의 시야각을 구현한 확대 광학계가 적용되고 있다. (양웅현, 김기홍. 2016)

3) 모바일 몰입형 HMD 현황

완전 몰입형 HMD 기기의 또 다른 발전을 할 수 있던 주요인으로 사용자 개인의 디바이스 체계인 모바일 폰을 활용하게 된 경우이다. 과거에 비해 최근 출시되는 스마트폰의 디스플레이 해상도가 급격히 증가하여 이전에 주요 문제로 제시 되었던 패널의 무게와 부피 그리고 경제적 비용 부분이 상당히 해결 되게 되었다. 모바일 몰입형 HMD는 시스템의 주요기능이 대부분 스마트 폰 기기에 자체적으로 내장되어 있으므로 사용자와 기기 간 상호작용과 몰입감을 높이는 광학부 및 추가적인 상호작용 인터페이스가 가능한 패키징 한 제품이 소개되고 있다.

모델명	GearVR[22]	Storm Mirror 4[23]	Cardboard[24]	Wearality Sky[25]
HMD 착용부				
시야각(FOV)	96°(대각선)	96°(대각선)	90°(대각선)	156°(대각선)
무게(g)	310	265	≈ 70	≈ 90
상호작용 인터페이스	터치패드 무선 조이패드	무선 조이스틱	네오다뮴 자석	-
특징	초점 조정 IPD 고정	초점 조정 IPD 고정	종이관지 접이식	3D 프린팅 제작

<표 4> 모바일 몰입형 HMD 제품 사례 및 특징 (한국정보통신연구원)

모바일 몰입형 HMD의 디스플레이는 고성능 장비에 적용된 것과 비슷한 수준이 적용되고 있다. 몰입형 HMD는 일정한 크기 이상의 렌즈와 시각적 몰입 환경 (暗室; dark room) 조성을 위한 외부 시야 차단형 구조가 필요하지만, 모바일 환경을 위해서 휴대성 기능을 강화시킨 디자인으로 접이식 구조를 적용한 사례도 있다. 나머지의 영상 출력부, 콘텐츠 운영부 및 일부 상호작용 처리를 위한 센서부는 대부분 스마트 기기의 성능에 의존하고 있다.(양웅현, 김기홍. 2016) 모바일용 콘텐츠는 동영상이나 적은 양의 데이터를 처리 할 수준의 그래픽 소스를 이용하는 형태로 제작되어 지고 있다.

4) HMD 몰입감의 기본요소

VR을 제대로 느끼려면 현재로써는 HMD 형태의 기기가 가장 이상적이다. 착용하기도 편하면서, 상호작용도 가능하고 양쪽 눈에 바로 영상을 띄워 한층 몰입도 높은 VR경험을 선사할 수 있기 때문이다. 이러한 VR 기기를 위해서는 헤드셋, 경통, 렌즈 외 몇 가지 요건이 필요하다.

(1) 디스플레이의 해상도

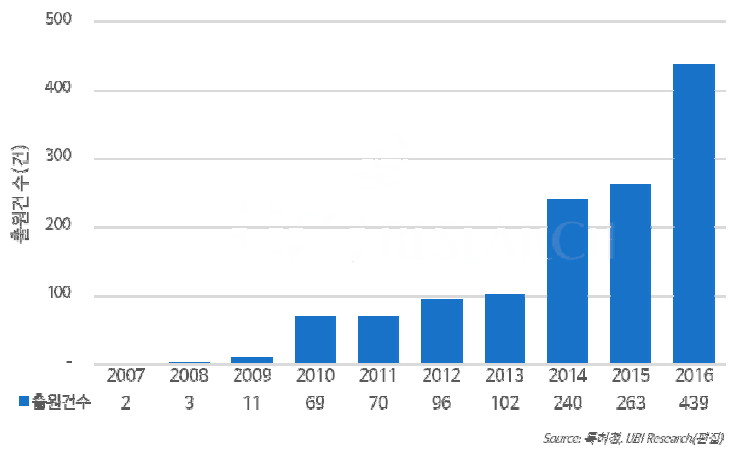
www.kci.go.kr

HMD는 눈앞에 디스플레이가 있는 구조이다. 디스플레이 화면을 보기 위하여 단 초점 어안 볼록렌즈가 있기 때문에 착용자가 느끼는 시야감은 확대 되어 질 수 밖에 없다. 볼록렌즈로 화면을 보기 때문에 낮은 해상도에서는 픽셀이 보일 수 있다. 해상도가 낮으면 그래픽 표현이 좋아도 이질감을 느낄 수밖에 없다. 화면의 영상들이 모여 픽셀로 보인다면 사용자는 몰입적 현실감이 떨어질 것이다.

현재 일반화적으로 사용되어지는 VR기기 디스플레이는 LCoS, LCD, DLP등 Micro 디스플레이를 영상 투영하는 방법과 고해상도의 모바일용 디스플레이 이다.

특허청에 따르면 가상 증강 현실용 OLED 디스플레이의 출원은 매년 증가 추세에 있으며 특히 최근 몇 년간 <표 5>에서처럼 관련 출원이 크게 증가하고 있다.

가상 · 증강현실용 OLED 디스플레이 분야 출원이 최근에 증가한 이유는 가상 · 증강현실 기기의 본격적인 대중화를 위한 선결 과제로 해상도와 응답속도, 활용성, 착용감, 가격 등 다양한 조건들의 발전이 요구되고 있는데, OLED 디스플레이는 실감나는 영상을 구현할 수 있고, 플렉시블 설계가 용이하다는 점에서 기존의 LCD에 비해 이러한 니즈를 월등하게 충족할 수 있기 때문인 것으로 보인다.



<표 5> OLED 디스플레이 특허출원 현황 (특허청)

2020년 기준으로 가상 · 증강현실 시장 규모가 약 800억 달러로 크게 증가될 것이라는 전망에 비추어볼 때, 가상 · 증강현실 기기에 적합한 OLED 디스플레이가 플렉시블, 롤러블, 벤더블 및 스트레쳐블 디스플레이 형태로 다양하게 개발됨에 따라 가상 · 증강현실용 OLED 디스플레이 기술에 관한 출원의 증가 추세는 지속될 것으로 예상된다.

향후 디스플레이는 마이크로 LED와 OLED로 발전할 것으로 예상되어 진다. 경제성과 기타 여건을 고려할 때 차후 유기 발광다이오드(OLED) 쪽으로 선회할 것으로 예상되며 단단한 것에서 유연한 것으로 진화하는 플라스틱 유기 발광다이오드(POLED)가 시장을 이끌 것으로 본다.

(2) 지연시간

VR 기기들은 기본적으로 헤드 트래킹(Head Tracking)을 지원한다. 헤드 트래킹은 사용자의 머리 움직임에 따라 화면도 따라 움직이는 것을 의미한다. 가상현실의 공간에서 지연시간은 몰입감을 떨어트리고 이질감을 느끼게 한다.

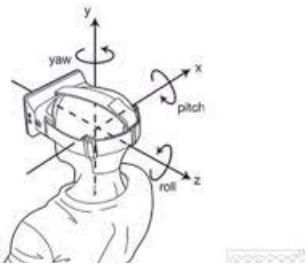
눈에서는 가상현실을 받아들이고 있기 때문에 사람의 뇌는 지금 눈에 보이는 환경이 현실이라고 받아들인다. 때문에 뇌는 당연히 '현실적인' 것들을 가정하고 사고한다. 머리를 돌리

www.kci.go.kr

면 시야가 바뀌고, 다리를 움직이면 위치가 바뀌는 것 등이다. 그래서 헤드 트레킹은 가장 기본적인 요소이다.

문제는 이 헤드 트래킹에 딜레이가 존재한다는 것이다. 사람의 신경은 거의 딜레이가 없다고 봐도 무방할 정도의 연산속도를 자랑한다. 하지만 VR 기기는 뇌가 연산하는 것이 아니라 CPU가 연산을 한다. 자연히 입력시간과 연산시간, 출력시간 사이에 딜레이가 발생하는데, 이 과정에서 헤드 트래킹 딜레이로 몰입감이 낮아지고 피로도가 발생한다.

사용자의 시선과 영상정보간의 딜레이를 갖는 시차가 0.02초를 넘어설 때 영상과 뇌의 부적응 멀미 등이 발생한다.



<그림 1>오큘러스 vr착용자 머리 움직임의 축방향

최근 오큘러스등 제조사들은 이러한 트래킹 딜레이 시간을 0.005초로 낮춰 가상현실 시장을 주도하기에 많은 연구를 진행하고 있다. <그림 1>

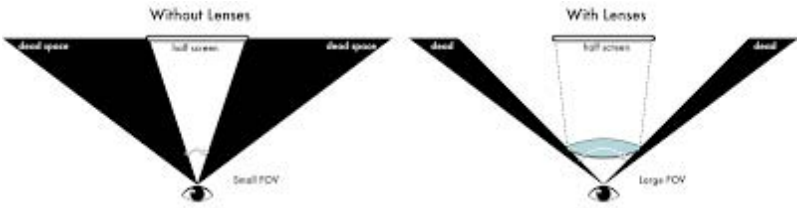
예전 닌텐도의 버추얼 보이에서 현재 화면과 트래킹 장치가 있는 스마트 폰으로 지연시간이 낮아지고 트래킹 기술이 접목된 HMD가 등장하고 있다. 지연시간 처리속도를 향상시키고 눈동자의 움직임에 맞추어 초점을 조절하는 아이트래킹 기술의 발전 등은 보다 향상된 몰입감을 줄 것이다.

(3) HMD의 시야각과 초점

HMD의 시야각은 인간의 실제 시야각과 같지 않다. 사용자의 시야각은 인공적으로 셋팅된 모니터라는 작은 공간을 통해 보는 것을 의미한다. HMD의 시야각에서 인위적으로 조절된 초점은 수동적 뇌의 인지기능으로 수용하게 되어 입체시가 저하될 수 있음으로 광학중심점을 정교하게 찾아 사용해야 한다. 현재에도 개인별 별다른 검사나 안구의 상태 시력 등 조정 없이 고배율의 광각 볼록렌즈를 사용하여 장시간 VR을 사용하는 사용자가 많다. 작은 의미로는 화질과 편암 함에서, 큰 의미로는 눈과 뇌의 손상까지 영향을 미치는 중요한 요인이라고 할 수 있지만 간과하는 경향이 매우 높다.

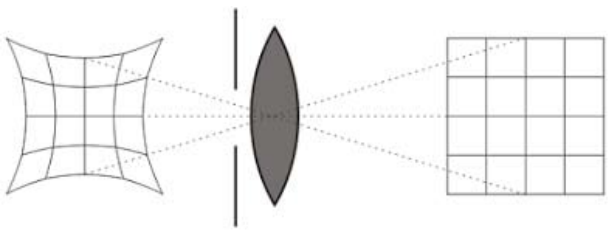
인간의 시각적 현실감과 유사하고 낮은 이질감을 느끼게 하여 높은 몰입감을 갖기 위해 HMD는 넓은 시야각(FOV:Field of View)을 제공해야한다. 경제적 비용을 고려하지 않는다면 곡면 디스플레이 장치(curved spherical display)를 이용하면 높은 효과를 얻을 수 있다. 그러나 HMD기기에 곡면 디스플레이를 제공하기엔 경제성이 매우 떨어지므로 현실적으로 어렵다고 볼 수 있다. 따라서 넓은 시야각(FOV)을 가지는 효과적 방법으로 단 초점 볼록 렌즈를 통해 작은 사각형의 영상을 보도록 하는 것이다.

www.kci.go.kr



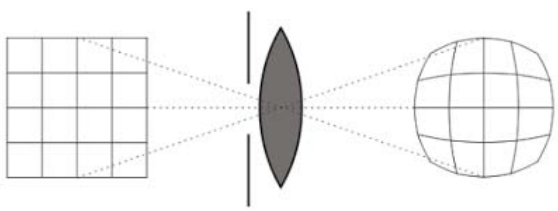
<그림 2> FOV 확장 렌즈 도면

이런 방법이 시야각(FOV)을 넓힐 수 있는 방법이긴 하지만 이미지 왜곡이 발생하는 문제가 생긴다. 아래 <그림 3>처럼 우측의 이미지를 렌즈를 통해 보게 되면 좌측의 이미지처럼 보이게 된다. 이러한 왜곡 현상은 네모서리가 길게 늘어나는 특징을 가지고 있기 때문에 핀쿠션 왜곡(Pincushion Distortion)이라고 한다. (Boris Smus. 2016)



<그림 3> 핀쿠션 왜곡(Pincushion Distortion)

핀 쿠션 왜곡을 해결하기 위한 방법은 배럴 왜곡을 원이미지에 적용하는 것이다. 아래의 <그림 4>처럼 우측의 원래 이미지에 배럴 왜곡을 적용함으로써 결과적으로 원래의 이미지와 동일하게 보이도록 하는 것이다. (Boris Smus. 2016)



<그림 4> 배럴 전치 왜곡(Barrel Predistortion)

초점은 눈과 렌즈의 가시 상황이 가능해지는 접점의 상태로 HMD 기기의 초점과 양안 안경의 초점을 조절하는 법은 비슷하다. 사용자의 한쪽 눈을 가리고 HMD 렌즈를 조정하여 선명하게 보여 지는 지점을 찾아 양안을 뜨고 보았을 때 어색함 없이 선명히 겹쳐 보이면 초점이 맞은 것이다. 인위적으로 렌즈를 양 끝으로 움직이면 눈의 시야가 밝고 넓어 보이는 느낌이 들 수 있기도 하지만 사용자 눈의 피로도는 증가하고 몰입감은 상대적으로 낮아 질 수 있다고 본다.

실제의 환경에서 인간의 뇌는 인지한 시 지각 정보와 눈의 초점을 일치하게 한다. 하지만 인위적으로 제작되어진 HMD 기기 영상의 조절된 자극 등은 뇌의 인지점과 시 지각이 일치하지 않아 시 지각적 피로와 새로운 형태 자극인 멀미, 어지럼증이 나타나게 된다. 눈과 뇌의 인지점이 동일하지 않는 일상생활의 인위적인 가속에 의하여 새로운 자극을 뇌가 지속적

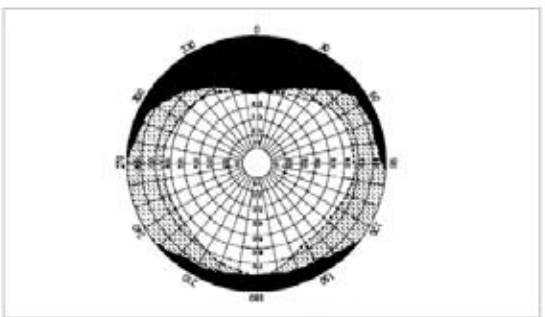
www.kci.go.kr

으로 받아들여 일어난다는 것은 눈의 조절과 일치하지 않는 초점주의가 뇌에 얼마나 큰 자극을 줄 수 있는지 알 수 있다.

HMD 기기를 사용하면서 렌즈의 초점을 맞추지 않는다면 눈과 뇌에 이러한 자극을 계속 전달한다고 할 수 있다. 지금 대부분의 가상현실 기기는 왜곡과 굴절이 심한 단 초점 고배율의 광각 볼록 렌즈를 구성하기 때문에 사용자는 HMD 기기를 착용하기 전에 초점 뿐 아니라 렌즈를 눈에 최대한 근접하게 하여 위아래의 각도와 좌우의 상하를 조절시켜 수직 초점을 일치 시킨 후에 사용하면 HMD의 여러 단점을 줄일 수 있다. 정밀한 기능을 필요로 하거나 정확한 수치의 보정이 필요한 경우는 이러한 수동 조절 법 이외에 보다 세밀한 광학적 근거로 보정하여야 한다. 향후 HMD 가상현실 기기를 개선 발전할 방향은 대부분 이면에 초점을 맞춰 지게 됨이 분명하다.

(4) HMD 렌즈의 광학

대부분의 HMD 기기의 광학렌즈에는 +20D ~+40D(Diopter : D)의 아크릴 소재 단 초점 볼록렌즈가 장착되어 있다. 사용자는 확대+어안 효과를 통해 작은 화면을 더 크게, 시야각 역시 더 넓어지는 효과를 볼 수 있다. 가상현실기기 내부에 디스플레이 패널을 사용자의 눈과 초 근접시켜 90°~100°의 시야각으로 왜곡된 디스플레이 영상을 볼록렌즈로 볼 수 있게 하여 입체감과 공간감을 가지도록 만들어 고정된 단 초점 볼록렌즈와 가상현실기기의 경통거리를 조정함으로써 확대배율 및 초점거리를 맞추게 된다.

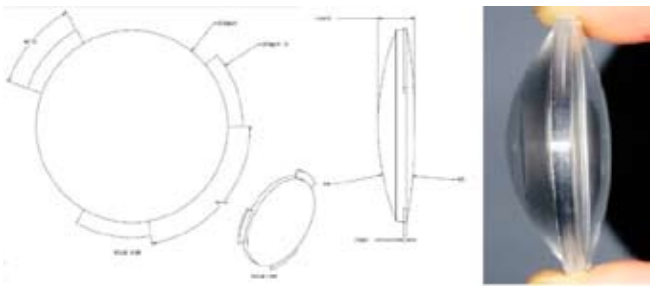


<그림 5> 인간의 시야각 (한국전자통신연구원)

“즉, HMD의 광학부는 단 초점 볼록렌즈로 고정되어있기 때문에 사용자는 P.D(Pupillary Distance:동공중심 간 거리), 근시, 원시, 난시, 노안, 사위, 사시, 조절과 폭주, 난시의 축 등 모든 안 굴절력계와 안광학, 시기생리학적으로 오른쪽 눈, 왼쪽 눈 각각 모두 달라 초근거리 눈 앞(촛점거리) 30mm~70mm 앞에 있는 고해상도의 디스플레이가 장착되어 있어도 사용자의 눈 상태에 따라서 O.C(Optic Center : 광학중심점)가 잘 맞지 않고, 상이 흐리거나 어른거리며, 뚜렷한 해상력을 갖지 못하는 문제점이 생긴다.” (김진태. 2016 누누로)

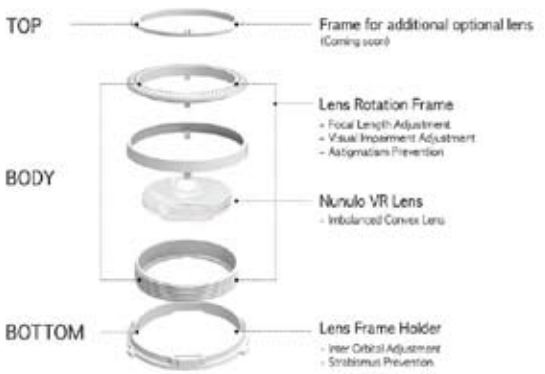
HMD 기기의 디스플레이(Display)는 인간의 눈(동공중심)과 약 70mm의 초 근거리로 떨어져 있다. 그리고 디스플레이를 보기 위해서 대부분 아크릴수지 소재의 볼록렌즈를 사용하고 있다.

www.kci.go.kr



<그림 6> HMD 아크릴 수지 볼록렌즈 (VR의 원리)

그러나 단 초점 아크릴수지 볼록렌즈는 기기 사용자 개별 눈에 맞춰진 교정 렌즈가 아닌 정상시의 사용자 눈을 통해서만 볼 수 있고 개별 눈 상태에 맞게 교정된 렌즈가 없는 굴절 및 왜곡 이상자들은 정상적으로 볼 수 없는 형태 였다.



<그림 7> 누누로사의 전 후 곡률을 달리한 전용렌즈 (NUNURO VR)

“시력이 나쁜 사용자가 자신의 시력에 맞는 안경의 도움 없이 가상현실기기를 착용했을 때 동공 간 중심거리가 다르므로, 가상현실기기에 설치된 렌즈의 광학중심점(OC)에 맞춰지지 않고 이에 따른 프리즘 발생 현상으로 인해 망막의 상이 다르게 보여 멀미, 두통, 복시 증상을 호소하게 된다. 또한 시력이 정상적인 정시(1.0 시력) 사용자도 프리즘 현상을 갖게 되어 가상현실기기(HMD)의 사용이 매우 불편하다.” (김진태. 2016 누누로)

HMD의 사용 빈도가 증가하여 눈에 근접된 디스플레이를 보는 시간이 늘어남에 따라 눈의 광학계인 폭주와 수정체 조절 이상, 양안이 초점 조절이 된 상태에서 눈 깜박임 횟수의 감소 등으로 인한 눈 이상의 발생빈도가 높아지고 있다. 그리고 눈으로 들어오는 빛이 망막에 정확하게 맺히지 못하고 이상증세의 발생 빈도가 높아지면서 두통, 어지럼증, 복시, 사시와 같은 안질환이 유발되고 그에 따라 피로감이 높아져 몰입감의 저하로 나타난다. 이의 해결을 위하여 HMD내의 초근거리에 맞는 렌즈를 장착하여 교정해야 할 필요성은 매우 높다고 볼 수 있다.

가상 현실기기의 하드웨어가 급속히 성장 발전하고 있다. 그러나 사용자와 렌즈의 부적합은 HMD기기의 최적 성능을 발휘할 수 없게 되고 이는 가상현실의 몰입감을 저해하는 큰 요인으로 될 수 밖에 없다.

www.kci.go.kr

Ⅲ. 결 론

몰입감을 높이기 위하여 각 제조사는 다양한 기기들의 개발과 하드웨어 및 소프트웨어의 개선에 노력하고 있다. 사용자가 느끼기에 현실과 가까운 몰입감을 주기 위하여 디스플레이, 시야각, 트래킹 등에서 기술의 집중적인 투자 및 새로운 기술이 모색 되어 지고 있다.

가상현실에서 몰입감은 매우 중요한 부분으로 사용자가 어느 정도의 깊이로 가상 세계에 빠져 거부감 없는 정보와 경험의 획득을 유지하는가에 대한 핵심적인 부분은 눈과 가장 근접한 렌즈이다.

현재 HMD 광학은 보다 넓은 시야각과 교정된 렌즈를 수정하여 무게와 부피를 강조하는 방향으로 발전되어 지고 있다. 가상현실 기기의 광학부는 단 초점 아크릴 볼록 렌즈로 고정되어 있는 것이 대부분인데 이는 HMD의 경량화와 규격화로 낮은 제조비용 그리고 광학부의 중요성이 대두되지 못하는 것에 근본적인 원인이 있다.

사용자의 눈 상태를 고려하지 않은 채 해상도와 경량화 보급에만 치중하여 각 개인의 눈이 굴절 교정이 안 된 상태로 사용될 경우 가상현실의 중요한 부분인 몰입 및 콘텐츠 활용 등의 여러 기술적 활용성이 낮아질 것이다. 과거 첨단 기술이라 일컬어 졌던 것이 사장된 것처럼 가상현실 기술 또한 과거 기술 중 한가지로 사라질 수 있다.

HMD 하드웨어를 연결해주는 광학계의 렌즈기술이 고려 개선되지 않고 디스플레이 출력방식 하드웨어와 콘텐츠 등 소프트웨어에만 집중하여 기술이 발전한다면 가상현실의 문제는 한계점에 부딪히게 될 수 있을 것이다.

광학계의 개선으로 사용자의 눈을 보호하고 몰입감을 결정짓는 영상의 선명도를 높일 HMD의 광학 연구가 절실하다.

참고문헌

[1] 이랑구, 정진헌 (2016). 『몰입감 향상을 위한 VR 영상 콘텐츠의 시청각 유도와 구성요소에 관한 연구』. 한국 디지털 정책학회

[2] 박진희 (2009). 『3차원 입체영상 공간의 시지각적 특성에 관한 연구』. 용인대학교 디지털미디어학과

[3] 김진철, 편정민 (2016). 『VR 영상콘텐츠 디자인의 사용자 몰입(flow)에 관한 주관성 연구』. 서울과학기술대학교 대학원 석사학위 논문

[4] 홍만기 (2005). 『HMD 광학시스템에 관한 연구』. 한국산업기술대학교 대학원 석사학위 논문

[5] 오지영 (2016). 『가상현실과 증강현실용 비전시스템의 광학계에 대한 연구』. 명지대학교 대학원 석사학위 논문

[6] 김진태 (2016). 누누로『초근거리 시야확보를 위한 교정용렌즈 장치』특허

[7] 박영호, 김서균 (2016). 『가상현실 디스플레이 기술개발동향』

[8] 전병화 (2012).『가상현실 기술의 발전방향』. 문화체육관광부

[9] 양웅연, 김기홍 (2016). 『VR/AR 착용형 디스플레이 기술동향』, 한국정도통신연구원

[10] 김동현 (2016). 『가상현실 기술의 과거 현재 미래』. 정보통신기술 진흥센터

www.kci.go.kr

[11] Boris Smus (2016). 『Three approaches to VR lens distortion』
[12] (웹페이지 http://momenty.tistory.com/57)
[13] (웹페이지 OLEDnet, 디스플레이, 위클리 OLED 분석 보고서)
[14] (웹페이지 http://smus.com/vr-lens-distortion)

투고일자 : 11월 02일
심사일자 : 11월 17일
게재일자 : 12월 7일

www.kci.go.kr

www.kci.go.kr

2017 현대사진영상학회 논문집 VOL.20-3
The Society of Modern photograpty & Video

회장 안홍국
부회장 오승환, 한상권, 이주형 , 이인희, 이주한
감사 이동준, 유기상
사무국장 간지

운영위원 김유진, 김대욱, 박시찬, 김종욱, 김종수, 김성훈, 김진일
박순국, 이상대, 최금옥, 장용근, 간지, 정훈, 김숭렬

논문편집위원장 정재한
논문편집위원 주종우, 유기상, 손영호, 박시찬, 박희진, 심우현

전시분과위원장 김영태

서밋 자문위원 장진필, 김일창, 양성철, 강위원

발행처 현대사진영상학회
41960 대구광역시 중구 이천로 209
Tel. 054-479-1161 / 010-3812-2187 / Fax 053-761-8166

VOL. 20-3호

논문집 발행예정일 2017. 11. 30
논문집 발행일 2017. 12. 7

ISSN 1229-3512
논문집에 게재된 사진의 저작권은 작가에게 있습니다.

www.kci.go.kr