http://dx.doi.org/10.7230/KOSCAS.2017.49.383

가상현실 공간상에서 물체의 크기와 실제 크기간의 비교연구

I. 서론
II. 이론적 배경
III. 연구과정
IV. 연구결과의 분석
V.결론
참고문헌
ABSTRACT

김윤정

초 록

VR 가상현실 콘텐츠는 여러 분야에서 사용하는 매체가 되고 있다. 가상현실 콘텐츠가 현실감이 있기 위해서는 가상현실상의 물체들의 스케일이 실제의 크기와 같아야 하고, 또 같은 크기로 사용자에게 느껴져야 할 필요가 있다. 하지만 현실에서 느껴지는 캐릭터의 크기와 비교해서 가상현실 공간상의 캐릭터의 크기는 수치상으로 같은 크기로 제작했다 하더라도 사용자가 HMD로 영상안의 사물을 바라봤을 때 크기의 왜곡이 느껴지기도 한다.

본 논문에서는 가상현실상에서 크기와 관련된 요건들을 알아보고, 이러한 요건들이 가상현실에서는 어떠한 차이점을 가져오는지, 차이점이 사용자에게 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다. 가상현실 공간상에서 물체의 크기와 실제 공간에서의 물체 크기를 비교해보는 실험과 설문을 통해 원거리와 근거리에서 스케일의 왜곡이 어떻게 일어나고 있는지 살펴보고자 하였다. 이 연구가 가상현실 개발자에게 도움이 되는 연구가 되길 바란다.

주제어 : 가상현실, 양안시차, 폭주, 수정체 초점거리

Ⅰ. 서론

VR 가상현실 콘텐츠는 게임, 관람이나 여행과 같은 동영상 엔터테인먼트, 의료, 교육, 스포츠, 가상 데이트나 소설 등 여러 분야에서 사용하는 매체가 되고 있다. 가상현실 속 입체감은 중요한 요소 중 하나인데, HMD로 볼 때 게임속의 근거리에 등장하는 캐릭터가 더 크게 보이는 경험을 한 적이 있어 이 연구를 시작하게 되었다.

가상현실 콘텐츠가 현실성있게 느껴지기 위해서는 가상현실상의 객체들의 스케일이 실제의 크기와 같아야 하고, 또 같은 크기로 사용자에게 느껴져야 할 필요가 있다. 하지만 현실에서 느껴지는 캐릭터의 크기와 비교해서 가상현실 공간상의 캐릭터의 크기는 수치상으로 같은 크기로 제작했다 하더라도 사용자가 HMD로 영상안의 사물을 바라봤을 때 더 크거나 작게 느껴지기도 한다. 따라서 본 논문에서는 가상현실상에서 크기와 관련된 요건들을 알아보고 이 요건들이 가상현실에서는 어떠한 차이점을 가져오고, 이 차이점이 사용자에게 어떠한 영향을 미치는지를 알아보고자 한다.

미키타카 히로시(Michitaka Hirose)는 가상을 현실처럼 느끼는 요소 중 하나로 입체시(Stereoscopic Vision)를 들었다. 그는 이미지에서 입체시로 느끼게 만드는 생리적 단서로 수정체의 초점조절, 폭주 운동, 양안시차를 언급했다.[1] 사물의 크기를 인지하기 위해서는 위의 3가지 정보가 필요하다.

첫째로는 수정체의 움직임으로 현실의 공간에서는 사람이 가까운 물체를 볼 때 수정체가 두꺼워지고, 먼 물체를 볼 때는 수정체가 얇아진다. 두 번째로는 양안의 폭주. 세 번째로는 양안시차에 의한 시각 정보의 차이이다. 사람은 물리적인 폭주와 수정체를 조절하기 위해 근육의 움직임이 필요하다. 또한 시각정보의 양안시차 때문에 거리감, 입체감을 느끼게 된다.

---

1) http://address83.tistory.com/213 생리적 단서 참조. 2017. 08. 14.

VR기기를 착용했을 때 수정체는 항상 고정되어 있다. 이는 VR기기에서 안구로부터 사람이 보는 스크린까지의 거리는 고정되어 있기 때문이다. 결국 실제공간에서 현실의 모델을 HMD로 구현해보면 3가지 정보 중에서 양안시차와 폭주 2가지만 작동하므로 인체에 완전한 현실감을 주기에 부족할 수 있다고 보았고, HMD 피험자의 뇌가 가상공간 속 모델을 더 크거나 작게 인지할 수도 있다고 가정하게 되었다. 표1 참조.

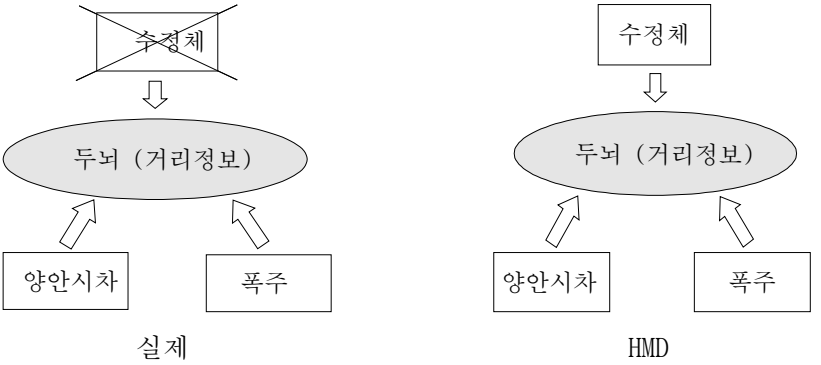

표 1. 실제환경과 가상현실환경에서 거리정보 인식의 차이

따라서 연구문제를 아래와 같이 살펴보고자 한다.

가상공간 상에서 인지하는 인물의 크기와 실제 공간상의 인물의 크기에 대한 인지는 일정한지를 알아보기 위해서 양안시차와 폭주는 실제 환경과 가상현실 공간 모두 같게 고정하고, 가상공간에서 물체의 크기와 실제공간에서 물체의 크기를 비교해보기 위해 정량적 실험을 하고자 하였다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 양안시차

사람은 실제 물체를 볼 때 양안의 시차 때문에 나타나는 두 눈에 비쳐지는 이미지 차이로 거리감을 느낀다. 양안거리가 좁으면 좁을수록 입체감은 커지고 멀면 멀수록 입체감이 줄어드는데, 강석현 외(2013)는 양안시차를 이용한 3D입체영상 장치의 시청에 있어 성인 및 아동의 동공간 거리가 미치는 영향에서 입체영상 감상할 때 아동이 느끼는 입체감이 성인에 비해 깊이감이 더 크다고 밝혔다.

인간의 양 눈은 개인에 따라서 50-75㎜만큼 수평으로 분리되어 있다.[2] 보통 HMD를 제작할 때 기준으로 삼는 양안의 거리는 65㎜로 서양인 여자를 기준으로 하고 있다. 우리는 한 사물을 보더라도 왼쪽과 오른쪽 눈이 그 물체의 살짝 다른 각도를 보게 된다. 이처럼 왼쪽 눈, 오른쪽 눈은 서로 조금씩 다른 이미지를 보게 되고, 양쪽에서 들어온 시각 이미지를 뇌는 거리와 방향 등을 파악해서 두 개의 이미지나 영상을 합성해 하나의 물체로 인식하게 된다. 이 과정에서 입체감이 나타나게 되는 것이다. 따라서 양안의 시차는 입체감을 만들어내는 중요한 요인이 된다.

공간을 인지하는데 필요한 시각적인 요소들을 조사한 결과, 가장 중요한 순서로 양안 깊이에 따라서 공간을 인식하는 것으로 나타났다.[3] VR영상물에서 물체가 시각적으로 얼마나 멀리 있는 것처럼 보이는지와 실제로 얼마나 멀리 떨어져있는지는 차이가 있을 수 있다.

가상현실 안에서 거리에 대한 인지는 디스플레이 기술과 콘텐츠 제작에 있어서 모두 여전히 극복해야할 과제로 남아있다. 현실과 비교해서 가상현실(VR)내에서는 자기중심적 거리[4]가 압축되어 보이는 것으로 보고되고 있다. 예를 들어 물체의 비율과 크기가 중요하게 여겨지는 건축이나 자동차관련, 의학, 그리고 거리가 중요하게 사용되는 군사용 응용 프로그램에서는 물체의 크

---

2) https://en.wikipedia.org/wiki/Binocular_disparity 2017. 08. 12.

3) Jason Jerald, *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*, 2016, p.115

4) 관찰자로부터 물체까지의 거리를 의미한다.

기와 거리는 중요하게 작용할 수 있어 주의를 기울여야 하는 부분이다.[5)]

2. 거리에 따른 폭주의 변화

물체의 깊이감, 입체감을 인식하기 위해 인간은 두 개의 눈을 사용한다. 두 눈의 거리는 평균 6.5cm 떨어져 있어 같은 물체를 보더라도 각각의 눈이 보는 각도가 살짝 다르다. 우리는 눈앞에 연필을 들고 한쪽 눈을 가리고 그 물체를 보면, 연필의 다른 각도가 보이는 것을 경험해 본 적이 있을 것이다. 이처럼 우리의 뇌는 양 쪽 눈에서 받아들인 영상의 차이를 통해 물체의 입체감과 거리감을 인식한다.

우리의 눈은 어떤 물체를 볼 때 두 눈이 그 물체 쪽으로 시선이 몰리게 된다. 두 눈의 주시선(注視線)이 눈앞의 한 점으로 집중하는 것을 폭주(convergence, 輻輳)라 정의하는데[6)], 우리의 눈으로부터 물체까지의 거리가 가까우면 폭주가 커지게 되고 거리가 멀면 폭주가 약해진다. 즉 물체가 멀면 멀수록 두 눈의 시선각도는 평행을 이루게 되고 가까우면 가까울수록 안으로 각도가 모이게 된다. 이 각도가 클 경우 입체감이 효과적일 수 있다.

현실에서는 물체를 볼 때 눈의 각도가 변화하는 것에 맞추어 수정체의 초점거리도 변화한다. 한편 HMD를 착용하고 보는 VR영상은 실제 깊이가 있는 것이 아니라 스크린에 이미지가 맺히며 나타나는 가상의 깊이감 또는 입체감을 구현해내는 것이다. VR영상에서 눈의 초점은 스크린에 고정되어 있지만 시선의 각도는 영상에 따라 변화하게 된다. VR영상안의 물체가 가까워지거나 멀어지는 경우, 눈의 각도와 초점거리가 일치하지 않기 때문에 어지럼증이 나타나기 쉽게 된다.

---

5) Jason Jerald, 앞의 책, p.124

6) E. Bruce Goldstein, *Sensation and perception, Wadsworth* Publishing Company, 2013, p.231

3. 거리에 따른 수정체의 움직임

수정체는 어떤 물체를 볼 때 거리에 따라 두꺼워지기도 하고 얇아지기도 한다. 현실의 공간에서는 사람이 가까운 물체를 볼 때 수정체가 두꺼워지고, 먼 물체를 볼 때는 수정체가 얇아진다.

수정체는 투명한 볼록렌즈로 멀리 있는 물체를 볼 때는 수정체의 모양체 근육이 이완되어 모양체 소대가 팽팽해지기 때문에 수정체가 얇아져서 빛의 굴절이 작아진다. 물체가 가까우면 모양체 근육이 수축해 수정체가 두꺼워지고 빛의 굴절이 커진다. 수정체 안에서 이런 조절이 이뤄지면서 물체의 거리 값이 달라져도 망막에 상이 정확하게 맺히게 된다.[7]

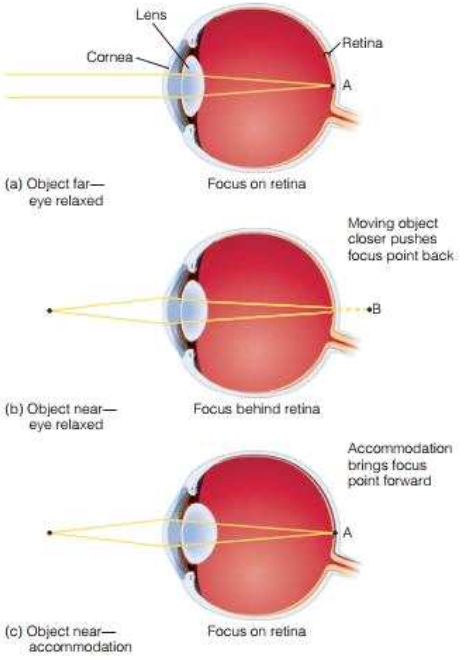

그림 1. 수정체를 움직여서 거리에 따른 초점을 맞추는 예[8]

7) E. Bruce Goldstein, 앞의 책, p.45

VR환경에서 사용자는 눈과 화면상의 거리가 10cm 남짓한 근거리에 있는 상황이 된다. VR에서 원경이나 근경을 볼 때 눈 속의 수정체는 두께 변화가 없이 고정되어 있다.[9] 이 원리는 실제의 공간에서 매직아이를 보는 것과 흡사하다고 하겠다. 즉, 매직아이를 보듯이 멀리 있는 상을 보는 것처럼 초점을 화면의 저 멀리 뒤로 두고, 실제로는 가까이 있는 화면을 봄으로써 눈 속의 수정체는 두껍게 해서 상을 망막에 맺히게 하는 것이다.

Ⅲ. 연구과정

1. 연구방법 및 설계

실험은 2017년 8월16일부터 약 4주간에 걸쳐, 서울 소재의 VR 게임 제작 회사의 기획자, 디자이너, 개발자들과 A대학교 사회과학대학 미디어 커뮤니케이션학부에 재학 중인 대학생들 52명을 대상으로 이뤄졌다. 이 실험에서 피험자들은 가상현실에 대한 전문가와 비전문가로 나누어 설문에 답하도록 하였다.

실험에 HMD를 착용하고 영상물을 봐야하므로, 피험자들은 개인별로 HMD의 선명도를 조절해 선명하게 맞추어 실험에 응하였다.

양안시차와 폭주를 실제세계와 가상현실에서 동일한 조건으로 맞췄다. HMD에서 보는 영상은 양안시차는 6.5cm로 렌더되었고, HMD로부터 50cm와 200cm의 거리에 160cm의 신장을 가진 인물을 두고 이미지를 각각 렌더하였다. 피험자가 서있는 곳에서부터 50cm, 200cm의 거리에 동일한 크기의 인물을 세워두고 피험자에게 영상을 보여주었다. 피험자들에게 같은 거리에 세워둔 실제 인물과 VR영상을 번갈아 보며 VR영상의 캐릭터가 실제와 비교해서 크기차이가 나는지 설문조사하였다.

---

8) E. Bruce Goldstein, 앞의 책, pp.45-46
9) http://biz.newdaily.co.kr/news/article.html?no=10069639 2017.08.13

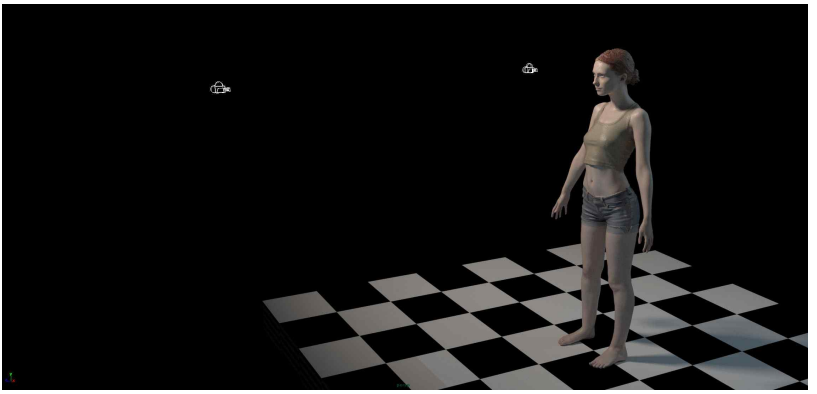

그림 2. 가상현실 공간상에서 카메라의 위치

다음과 같은 연구문제를 알아보도록 한다.

연구문제 1] 가상공간 상에서 인지하는 사물의 크기와 인물의 크기에 대한 인지는 일정한가?

가설 1-1] 원거리에서 영상안의 대상물의 크기와 실제 대상물의 크기를 다르게 인지할 것이다.

가설 1-2] 근거리에서 영상안의 대상물의 크기와 실제 대상물의 크기를 다르게 인지할 것이다.

IV. 연구결과의 분석

아래와 같은 연구문제를 알아보기 위해 52명의 피험자를 대상으로 설문조사를 진행하였다. 200cm와 50cm의 거리에 있는 실제인물과 가상현실 속 인물의 크기차이를 비교해보았다.

연구문제 1] 가상공간 상에서 모델의 크기와 실제 공간상에서 인물의 크기에 대한 인지는 동일하게 작용하는가?

가설 1-1] 원거리에서 영상안의 대상물의 크기와 실제 대상

물의 크기를 다르게 인지할 것이다.

가설 1-2] 근거리에서 영상안의 대상물의 크기와 실제 대상물의 크기를 다르게 인지할 것이다.

변수	항목	빈도	%
성별	남자	32	61.5
	여자	20	38.5
VR콘텐츠 개발	유	32	61.5
	무	20	38.5
연령	20대	33	63.5
	30대	12	23.1
	40대	7	13.5

표 2. 연구 대상자의 일반적 특성에 대한 빈도분석 (결측값 제외)

표2는 연구 대상자의 일반적 특성에 대한 빈도분석 표이다.

먼저 성별을 살펴보면, 남자는 32명으로 61.5%, 여자는 20명으로 38.5%으로 나타났다. VR콘텐츠 개발을 살펴보면, 유는 32명(61.5%), 무 20명(38.5%)으로 나타났다. 연령을 살펴보면, 20대는 63.5%(33명), 30대는 23.1%(12명), 40대 13.5%(7명)으로 나타났다.

실제인물이 100인 기준에 비해서 가상현실 인물에 차이가 있는지 알아보기 위하여 일표본 t-test를 사용하였다.

	평균	표준편차	t	p
200 Cm	94.51	11.257	-3.511	.001

표 3. 200cm 거리에서 가상현실과 실제인물의 크기차이 검증 결과

위의 표3은 200cm 거리에서 가상현실 인물이 실제인물이 비해 차이가 있는지 알아보기 위하여 알아본 결과이다. 평균이 94.51이고 표준편차가 11.257로 나타났다. 검정통계량을 살펴보

면, t값이 -3.511이고 유의확률이 0.001이므로 통계학적으로 유의하게 차이가 있다고 할 수 있다. 즉 200cm의 거리에서 실제인물에 비해 가상현실의 인물이 작아 보이는 것으로 나타났다.

실제인물이 100인 기준에 비해서 가상현실 인물에 차이가 있는지 알아보기 위하여 일표본 t-test를 사용하였다.

	평균	표준편차	t	p
50 Cm	98.07	16.720	-.829	.411

표 4. 50cm 거리에서 가상현실과 실제인물의 크기차이 검증 결과

표4는 50cm 거리에서 가상현실 인물이 실제인물이 비해 차이가 있는지 알아보기 위하여 알아본 결과이다. 평균이 98.07이고 표준편차가 16.720로 나타났다. 검정통계량을 살펴보면, t값이 -0.829이고 유의확률이 0.411이므로 통계학적으로 유의하게 차이가 있다고 할 수 없다. 즉 50cm의 거리에서 실제인물과 가상인물의 크기에는 차이가 없다.

인구통계학적에 따라서 200cm에 차이를 알아보기 위하여 t-test와 ANOVA를 사용하였다. 사후검증은 Scheffe를 사용하였다.

변수	항목	평균	표준편차	t/F	p	사후검증
성별	남자	94.53	10.803	.010	.992	n/a
	여자	94.50	12.236			
VR콘텐츠 개발	유	93.90	8.204	-.493	.624	n/a
	무	95.50	15.122			
연령	20대	96.36	11.942	1.303	.281	n/a
	30대	92.08	11.171			
	40대	90.00	5.773			

*p<0.05, **p<0.01

표 5. 200cm 거리에서 인구통계학적 차이 검증 결과

성별을 살펴보면, 남자의 평균이 94.53이고, 그리고, 여자는 94.50으로 나타났다. 검정통계량을 살펴보면, F값이 0.010이고 유의확률이 0.992이므로 성별에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 할 수 없다.

VR콘텐츠 개발을 살펴보면, 유의 평균이 93.90이고, 그리고, 무는 95.50으로 나타났다. 검정통계량을 살펴보면, F값이 -.493이고 유의확률이 0.624이므로 VR콘텐츠 개발에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 할 수 없다.

연령을 살펴보면, 20대의 평균이 96.36이고, 30대는 92.08, 그리고, 40대는 90.00으로 나타났다. 검정통계량을 살펴보면, F값이 1.303이고 유의확률이 0.281이므로 연령에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 할 수 없다.

200cm 거리에서는 성별이 가상현실과 실제 인물의 크기 차이를 보이고 있었으며 여자가 남자에 비해 가상현실 속 인물의 크기를 더 작게 느껴지는 것으로 나타났다.

인구통계학적에 따라서 50cm에 차이를 알아보기 위하여 t-test와 ANOVA를 사용하였다. 사후검증은 Scheffe를 사용하였다.

변수	항목	평균	표준편차	t/F	p	사후검증
성별	남자	94.84	16.679	-1.802	.078	n/a
	여자	103.25	15.834			
VR콘텐츠 개발	유	87.18	9.064	-10.598	.000**	n/a
	무	115.50	9.854			
연령	20대(a)	104.54	15.927	9.5494	.000**	a>b
	30대(b)	84.16	9.003			
	40대(c)	91.42	14.351			

*p<0.05, **p<0.01

표 6. 50cm 거리에서 인구통계학적 차이 검증 결과

성별을 살펴보면, 남자의 평균이 94.84이고, 그리고, 여자는

103.25로 나타났다. 검정통계량을 살펴보면, F값이 -1.802이고 유의확률이 0.078이므로 성별에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 할 수 없다.

VR콘텐츠 개발을 살펴보면, 유의 평균이 87.18이고, 그리고, 무는 115.50으로 나타났다. 검정통계량을 살펴보면, F값이 -10.598이고 유의확률이 0.000이므로 VR콘텐츠 개발에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 할 수 있다.

연령을 살펴보면, 20대(a)의 평균이 104.54이고, 30대(b)는 84.16, 그리고, 40대(c)는 91.42로 나타났다. 검정통계량을 살펴보면, F값이 9.5494이고 유의확률이 0.000이므로 연령에 따라서 통계적으로 유의한 차이가 있다고 할 수 있다.

분석결과를 정리해보면, 50cm 거리에서는 VR콘텐츠개발유무와 연령에서 가상현실과 실제 인물의 크기 차이를 보이고 있었다. VR콘텐츠개발을 해본 경험이 있는 개발자가 가상현실 인물을 실제보다 작게 느끼는 반면 개발 경험이 없는 사람들은 가상현실 인물을 실제인물보다 더 크게 느끼는 것으로 나타났다. 나이에 따라서는 20대가 조금 더 가상현실 인물을 더 크게 보는 경향이 있고, 30대와 40대는 가상현실 인물을 더 작게 느끼는 것으로 나타났다. 특히나 다른 연령보다 30대는 가상현실의 인물이 실제인물보다 제일 작게 느끼는 것으로 분석되었다.

V. 결론

가상현실 공간에서 사용자가 현실적으로 그 공간을 인지하기 위해서는 입체감을 높여 사용자의 몰입도를 높이는 것이 필요하다. 인간은 공간에서 사물을 인지할 때 수정체의 두께변화, 양안의 폭주, 양안시차에 의한 시각정보 차이를 통해 뇌에서 입체감 있는 사물로 받아들이게 된다. 실험에서 양안폭주와 양안시차를 동일하게 만들고 물리적으로 수정체 두께의 변화가 없는 경우, 가상공간과 실제공간 상에서 인물의 크기차이는 다르게 작동하는 것으로 나타났다. HMD상에서 가상공간의 물체크기는 실제보다 작

게 느껴진다. 근거리와 원거리로 나누어 실험을 해보았을 때, 원거리에서 실제공간과 가상현실에서의 인물 크기에 대한 감각불일치가 커지는 것으로 나타났다. 또한 인구통계학적 분석을 살펴보면, 여성이 200cm의 거리에서 가상현실 인물이 실제인물보다 작게 느끼는 것으로 분석되었다. 50cm의 거리에서는 VR콘텐츠개발경험이 있는 개발자가 가상현실 속의 인물을 실제보다 작게 느끼는데 반해, 개발 경험이 없는 사용자는 가상현실 속 인물을 실제보다 크게 느끼는 것으로 밝혀졌다. 연령은 30대, 40대 순으로 가상현실 속 인물을 작게 느끼는 것으로 나타났고, 20대가 가상현실 속 인물을 실제인물보다 조금 더 크게 느끼는 것으로 밝혀졌다.

예상한 바와 같이 폭주와 양안시차에 따른 거리감만으로는 인체에 완전한 현실감을 주지 못했다. 같은 거리에 있는 가상현실 속 인물과 실제인물의 크기는 왜곡되어 나타났다. 현실에서 근거리나 원거리를 볼 때의 수정체와는 달리, 가상현실에서 수정체의 두께가 변하지 않는 것이 가상현실과 실제인물의 크기에 차이를 유발하는 것이다. 이후에 남녀성별, VR콘텐츠개발유무, 연령 등과 같은 변수에 따른 추가연구가 더 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

Jason Jerald, *The VR Book : Human-Centered Design for Virtual Reality*, Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool, 2016.

E. Bruce Goldstein, *Sensation and perception, Wadsworth* Publishing Company, 2013.

이상원, 「애니메이션 Movement 연출에 따른 지각반응 연구: 타이밍 기법과 프레임 제작방식, 대상물의 상호작용 효과를 중심으로」, 홍익대학교 박사학위논문(2002, 06).

전국진, 「3D 입체영상 촬영을 위한 장면깊이에 최적화된 폭주면 설계」, 중앙대학교 첨단영상대학원 석사학위논문(2012, 02).

정미현, 「3D영상의 부분 시차 보상을 위한 포스트 프로덕션 과정 연구」, 광운대학교 정보콘텐츠대학원 석사학위논문(2013, 06).
강석현, 홍현기. 「양안시차를 이용한 3D 입체영상 장치의 시청에 있어 성인 및 아동의 동공간거리가 미치는 영향」, 『한국안광학회지』 제 16권 제 3호 통권 44호(2011, 09), pp9-305.
http://address83.tistory.com/213 2017.08.14.
http://biz.newdaily.co.kr/news/article.html?no=10069639, 2017.08.13.
http://cafe.naver.com/oculusvr/14203, 2017.08.13.
https://en.wikipedia.org/wiki/Binocular_disparity, 2017.08.12.

ABSTRACT

Comparison of the Size of objects in the Virtual Reality Space and real space

Kim, Yun-Jung

Virtual Reality contents are being used as media in various fields. In order for the virtual reality contents to be realistic, the scale of the objects in the virtual reality must be the same as the actual size, and the user must feel the same size.

However, even if the size of the character in the virtual reality space is made equal to the size in comparison with the size of the character in the reality, the distortion of the size can occur when the user looks at the object in the image with the HMD.

In this paper, I investigate the requirements related to size in virtual reality, and try to find out what difference these requirements have in virtual reality and how the difference affects users.

Experiments and surveys to compare the size of objects in virtual reality space and the size of objects in real space were conducted to investigate how scale distortion occurs at distant and near places. I hope that this paper will be a useful research for virtual reality developers.

Key Word : Virtual Reality, Stereoscopic Vision, Binocular Parallax, Convergence, Eye lens focal length

김윤정
한림대학교 디지털미디어콘텐츠전공 강사
(24252) 강원도 춘천시 한림대학길 1
ril007@naver.com

논문투고일 : 2017.10.27.
심사종료일 : 2017.12.10.
게재확정일 : 2017.12.10.