

멀미 감소를 위해 최적으로 시야각을 제한하는 방법

Optimally Limit Field of View to Reduce Motion Sickness

송나은

Naeun Song

건국대학교

Konkuk University

ene607@naver.com

김형석

Hyungseok Kim

건국대학교

Konkuk University

hyuskim@konkuk.ac.kr

요약문

시야각을 제한하면, 가상현실 체험자가 한 번에 받아들일 수 있는 정보가 줄어든다. 본 논문에서는 회전이 발생할 때 체험자가 집중하게 되는 시야가 회전 방향과 평행한 방향이라고 가정한다. 이러한 가정으로부터 정보 손실을 최소화하는 시야각 제한 방법을 찾는 것을 목표로 한다. 회전방향과 수직 방향인 시야각만 제한한다면, 체험자가 같은 시간 내에 얻을 수 있는 정보량은 늘어나고, 멀미 저감의 효과도 얻을 것으로 기대하였다. 따라서 상단과 하단에만 블러 효과를 가지는 마스크를 구상하였다. 구상한 마스크가 적용된 영상과 기존에 멀미 감소 효과가 있던 원형의 마스크가 적용된 영상, 마스크가 적용되지 않은 영상에서 체험자가 느끼는 멀미를 SSQ 설문문을 통해 측정한다. 실험 결과, 예상과 다르게 구상한 마스크를 사용 시 멀미를 느끼게 하는 요소로 작동한다는 결과를 도출하였다. 실험 결과를 마스크에 대한 선호도와 피험자의 근시 유무, 영상에서 회전 운동의 분량의 측면에서 분석한다.

주제어

가상현실, 멀미, 시야각

1. 서론

가상현실은 상용화를 필요로 하는 기술이다. 시장의 확장을 실현하기 위해 고민해야 하는 부분은 사람들에게 낯선 분야에 대해 좋은 인상을 남기는 것이나, 가상현실 체험은 어지러움, 두통, 메스꺼움 등의 사이버 멀미를 유발해, 대중화에 어려움을 겪는다. 사이버 멀미의 해결 방안으로 주목받는 시야각 제한이 멀미 저감 요소로서 작동하는 원리를 이해하고, 동시에 가상현실 체험자가 시야각 제한으로 인해 겪게 되는 정보의 손실을 해결할 수 있는 방향에 대해 추측하는 것을 목표로 한다.

2. 관련 연구

가상현실 콘텐츠의 상용화에 있어 가장 고민되는 부분인 멀미를 해결하기 위해 다양한 연구가 진행되어

왔다. 멀미가 발생하는 원인은 사람마다 상이하며 복합적인 이유가 동반되는 경우가 다 수이기 때문에 멀미 해결 방안을 규명하기 위해서는 지속적인 연구가 필요하다.

가상현실을 체험 시, 머리를 빠르게 움직이는 경우에 사이버 멀미가 발생한다는 연구가 있다[1]. 즉, 사이버 멀미를 극심하게 유발시키는 요인에는 가상현실 체험자가 겪는 회전이 있다. 이러한 사이버 멀미를 해결하는 방안으로 주목되는 연구 분야에는 시야각을 조정하여 멀미를 저감하는 분야가 있다[2]. 이전 연구에서는, 시야각을 제한이 가상현실 체험으로 인한 멀미를 감소시킬 수 있다는 점에서 시야각 조정을 멀미 완화 방법으로 생각하였다.

시야각은 렌즈를 통해 헤드 마운티드 디스플레이(HMD)의 디스플레이에 담을 수 있는 각을 의미한다[3]. 즉, 가상 현실에서 시야각은 헤드 마운티드 디스플레이로 제한된 시야를 의미한다.

그림 1 시야각을 나타내는 이미지

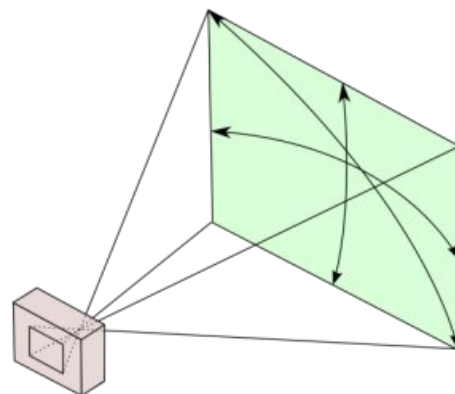


그림 1 과 같이, 시야각의 크기는 수평, 수직 각도로 정의된다. 시야각의 조정은 사용자가 헤드 마운티드 디스플레이를 착용했을 때 보여지는 시야각의 수평과 수직 각도를 조정한다는 것으로, 시야각을 제한하는 것은 사용자가 볼 수 있는 수평, 수직 각도를 줄이는 것을 의미한다.

3. 접근 방법

시야각을 제한해서 가상현실 체험자가 느끼는 사이버 멀미를 감소시킬 수 있다. 시야각은 체험자가 볼 수 있는 수평과 수직 각도를 조절하는 것으로, 기존 연구[2]에서 수평과 수직 각도 둘 다 줄였을 때 사이버 멀미 감소 효과가 있다는 것은 확인되었다. 시야각이 제한되면, 사용자가 한 번에 볼 수 있는 정보가 줄어들게 된다.

회전이 일어났을 경우, 체험자가 집중하게 되는 시야는 회전 방향과 평행한 방향일 것이라는 가정을 세웠다. 이 경우, 시야각을 제한하였을 때 회전 방향과 수직 방향인 시야각 각도만 감소시킨다면 가상현실 체험자는 같은 시간 내에 얻을 수 있는 정보량을 늘릴 수 있는 것과 동시에 멀미 저감의 효과도 얻을 것으로 기대하였다. 가상현실 콘텐츠에서 사용자의 회전 방향은 수평 방향만 존재한다는 전제로, 상단과 하단만 블러(blur) 효과를 가지는 마스크를 생각하였다. 해당 마스크의 효과를 확인하기 위해 대조군으로는 어떠한 마스크도 적용하지 않은 원본 영상과 실험군으로는 수평과 수직 방향으로 시야각을 제한한 마스크를 사용하였다

4. 실험

4.1 실험 설계

• 실험 장비 및 환경

본 연구에서는 피험자의 360도 영상 시청 수단으로 HTC VIVE를 사용하였다. HTC VIVE는 라이트하우스 센서를 가지고 있다. 해당 센서로 실험 공간 안에서의 피험자 위치와 움직임을 트래킹하여 머리 움직임에 따른 영상 제공이 가능하다[4]. 피험자의 신장이 실험에 줄 수 있는 영향을 최소화하기 위해 피험자는 동일한 의자에 앉아있는 상태로 실험을 진행하였다.

• 실험 콘텐츠

실험을 위해 사용한 콘텐츠는 언리얼 엔진 4.26.2로 제작된 360도 영상이다. 영상에서는 회전 운동과 직선 운동이 일어나는 상황이 발생한다. 총 4분의 영상에서 회전 운동의 분량은 1분 30초, 직선 운동의 분량은 2분 30초이다. 세 차례로 진행될 실험에서 모두 동일한 영상이 제공되지만, 각각의 영상은 피험자의 시야각을 제한하는 요소인 마스크가 서로 다르게 적용되어 있다. Set0은 마스크가 적용되지 않은 원본 영상을 지칭한다. Set1은 시야각을 원형으로 제한하는 마스크가 적용된 영상을 지칭하며, Set2는 시야각의 상단과

하단을 제한하는 마스크가 적용된 영상을 지칭한다. 각 Set는 실험에서 하나의 변수로 작용된다.

그림 2 Set1에 적용된 마스크(좌)와 Set2에 적용된 마스크(우)

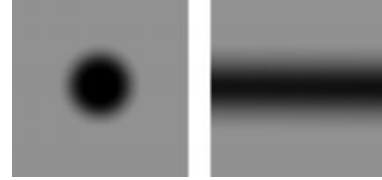
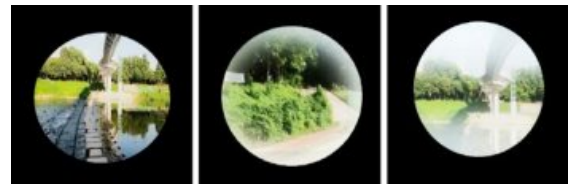


그림 3 영상에서의 Set0(좌), Set1(가운데), Set2(우)



시야각이 제한되는 방식에 따라 피험자가 느끼는 멀미의 차이를 알아보기 위해 마스크가 적용된 영상을 사용하여 실험을 진행하였다.

• 실험 절차

표 1 설문조사 방법

구분	내용
기간	2021.08.17~2021.08.19
설문 방법	사용자 정보, MSSQ, SSQ
대상	성인 6 명(남:3 명 / 여: 3 명)

표 1은 실험에서 전정기관에 이상이 없는 성인 남녀 6명을 대상으로 사용자 정보, MSSQ(Motion Sickness Susceptibility Questionnaire-Short), SSQ(Simulator Sickness Questionnaire)를 측정하는 방법을 나타낸다.

표 2 실험 절차

순서	실험 절차
1	(첫 실험 전) 사용자 정보 설문지와 MSSQ 설문지를 작성
2	각 변수에 대한 실험 시작 전에 현재 상태에 대한 SSQ 설문지를 작성
3	헤드 마운트 디스플레이를 착용 후, 변수가 적용된 360도 영상 시청
4	4 분 간의 영상 시청 직후, 현재 상태에 대한 SSQ 설문지 작성
5	10 분 간의 휴식을 가짐

6	순서 2~5 를 총 3 번 반복
---	-------------------

실험은 각 변수마다 5분간 진행하고, 10분의 휴식 시간을 제공하였다. 휴식 시간을 포함하여 실험은 총 45분의 시간이 소요되도록 설계하였다. 한 피험자를 실험하는 동안은 해당 피험자에 대해서만 실험을 수행하였다. 휴식 시간 10분 중 8~9분 후 설문지 작성을 진행하였다. 표 2는 실험 절차를 서술한다.

4.2 멀미 측정 방법

• 사용자 정보

피험자의 개인적 특성을 확인하기 위해 실험 전에 수집을 진행한다. 해당 설문은 피험자의 이름, 나이, 성별 등의 정보와 멀미에 영향을 미칠 수 있는 시력, 교정수술 여부, 시각장애 여부(근시, 난시, 원시), 피험자의 VR경험 여부에 대한 정보를 수집한다.

• MSSQ

실험 전, 피험자의 멀미 민감도를 측정하기 위한 정보를 수집한다.

• SSQ

표 3 SSQ 요소 별 계산 방법

증상	각 증상에 대한 가중치		
	Nausea	Oculomotor	Disorientation
전반적인 불편	1	1	
피로		1	
두통		1	
눈의 피로		1	
눈의 초점을 맞추기 어려움		1	1
침 분비 증가	1		
발한	1		
메스꺼움	1		1
집중하기 곤란함	1	1	
머리가 팽 찬 느낌			1
뿌연 시야		1	1
눈을 떴을 때의 현기증			1
눈을 감았을 때의 현기증			1

빙빙 도는 느낌	1		
위에 대한 부담감	1		
트림	1		
총계 계산 방법	[1] N =[1]x9.5 4	[2] N =[2]x7.5 8	[3] N =[3]x13. 92
전체 점수	Total = {[1]+[2]+[3]} x 3.74		

피험자의 실험 전 상태는 항상 같지 않으므로, 실험 전과 실험 직후에 SSQ 설문을 실시해 데이터를 정규화 한다. SSQ 의 한 문항에 대한 정규화 방법은 아래의 식과 같다.

$$\text{정규화} = \frac{(\text{실험 직후 측정값}) - (\text{실험 전 측정값})}{(\text{실험 전 측정값의 최대}) - (\text{실험 전 측정값의 최소})}$$

5. 실험 결과

SSQ 계산 방법에 따라 Nausea, Oculomotor, Disorientation, 전체 점수 값을 산출하였다. 각 피험자의 전체 점수를 비교하여 마스크에 대한 선호도와 모든 영역에서 Set0 과 Set1, Set2 의 멀미도를 도출하였다.

5.1 마스크 사용에 대한 경향성

표 4 개인별 SSQ 전체 점수 데이터

	피험자 0	피험자 1	피험자 3	피험자 4	피험자 5	피험자 6
Set0	24.6	14.4	8.4	22.4	0	3.7
Set1	19.3	55.0	3.74	33.7	0	20.6
Set2	22.4	21.9	10.3	24.9	11.2	39.9

그림 4 개인별 SSQ 전체 점수 그래프

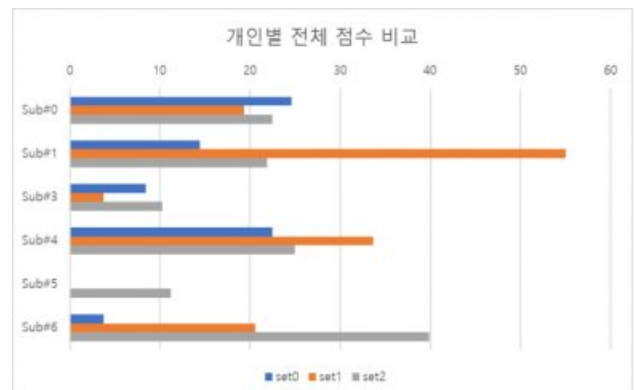


표 4 와 그림 4 에서는 각 Set 에 대해 멀미를 느낀 정도는 개인 간의 편차가 컸다. 각 피험자의 SSQ

점수에 따라 영상에 변수로 적용된 마스크의 선호도를 추정할 수 있다.

5.2 요인 별 SSQ 비교

표 5 요인 별 SSQ 데이터

요인	set0	set1	set2
Nausea	8.2	14.5	19.8
Oculomotor	11.9	17.6	14.3
Disorientation	11.8	28.6	26.0
전체 점수	12.3	22.1	21.8

그림 5 요인 별 SSQ 그래프

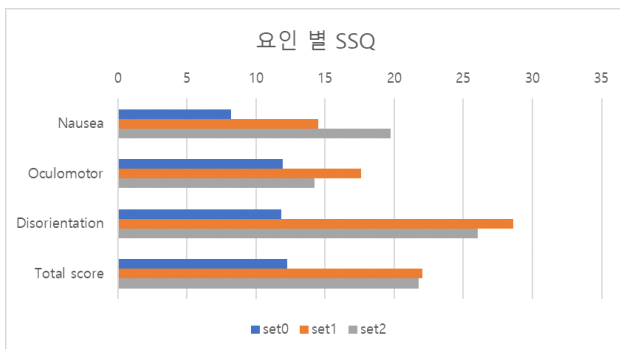


표 5 와 그림 5 를 보면, Nausea, Oculomotor, Disorientation, 전체 점수의 모든 영역에서 Set0 의 점수가 가장 낮다.

5.3 근시 유무에 따른 전체 점수 비교

표 6 각 피험자의 근시 유무와 SSQ 점수 비교

	근시	SSQ 전체 점수
피험자 0	O	Set1 < Set2 < Set0
피험자 1	X	Set0 < Set2 < Set1
피험자 3	O	Set1 < Set0 < Set2
피험자 4	X	Set0 < Set2 < Set1
피험자 5	O	Set0 = Set1 < Set2
피험자 6	X	Set0 < Set1 < Set2

표 7 근시 유무에 따른 전체 점수 데이터

	근시 O	근시 X
set0	16.5	10.2
set1	11.5	27.3
set2	16.4	24.5

그림 6 근시 유무에 따른 전체 점수 그래프

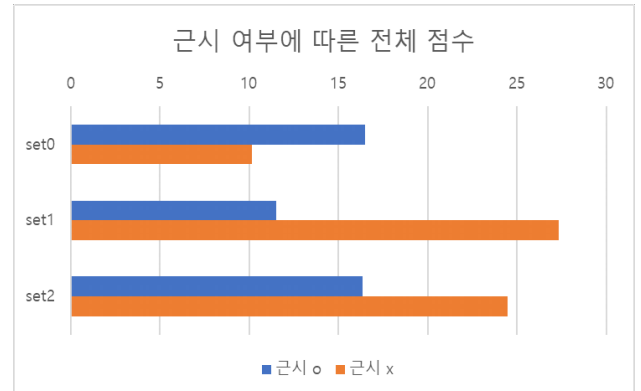


표 6 에서 모든 피험자의 SSQ 점수 경향성이 동일하지는 않다. 표 7 과 그림 6 을 보면, 근시 유무에 따라 근시가 없는 피험자는 Set0 의 전체 점수가 가장 낮고, 근시가 있는 피험자는 Set0 의 전체 점수가 가장 높은 경향성을 가진다.

6. 결론

6.1 결론

• 마스크에 대한 선호도

각 피험자가 각 Set에서 멀미를 느낀 정도는 개인차가 컸기 때문에 모든 피험자의 SSQ 점수를 평균으로 계산한 것으로는 마스크 선호도에 대한 경향성을 알 수 없다. 마스크를 적용한 Set1과 Set2에 대해 피험자 개인의 결과를 확인하였을 때, 두 마스크에 대한 선호도는 뚜렷한 편이었다. 두 명의 피험자를 제외하고 SSQ 전체 점수는 Set1이 Set2에 비해 낮았다. 또한, 각 피험자와의 실험 후 인터뷰에서 체감 상 편안함을 느꼈던 Set의 순서를 요청하였을 때, 모든 피험자는 Set2보다 Set1에서 더 편안함을 느꼈다고 응답하였다.

• 근시 유무

Set0에서 마스크가 적용되지 않은 영상은 Set1과 Set2에서 마스크가 적용된 영상에 비해 선명하게 보인다. 피험자0과 피험자3은 시력이 좋지 않으며, 근시가 있다. 이들이 평소에 시력 교정 장치를 사용한다고 해도, 이들에게 실세계에서 선명하게 보이지 않는 시야는 익숙하다. 따라서 근시가 없는 피험자에 비해 근시가 있는 피험자는 영상이 선명하게 보이지 않는 것에 대해 상대적으로 불편함을 덜 느낄 수 있다. 영상의 선명함에 대해 피험자가 느낀 점은 SSQ 설문 조사에 영향을 미친다. 마스크를 적용한 Set1과 Set2의 SSQ점수는

근시가 없는 피험자보다 근시를 피험자에게서 더 낮았다. 이는 근시를 가진 피험자가 멀미 감소를 위한 마스크에 더 잘 적응하였음을 나타낸다.

• 영상 내 회전운동과 직선운동의 분량

영상에서는 직선 운동의 분량이 회전 운동의 분량보다 많았다. 마스크를 적용하는 이유는 회전 운동 발생 시 사용자의 시야각을 제한하기 위함이다. 직선 운동에서는 마스크의 필요성은 감소한다. 실험에서 사용한 영상에서는 직선 운동의 분량이 더 많았기 때문에 직선 운동 동안 영상에 마스크가 적용되어 있는 상황은 사용자에게 오히려 불편함을 주었고, 실험결과 Set1과 Set2에 비해 Set0의 SSQ 점수가 낮아졌을 가능성이 있다.

6.2 한계점

• SSQ 설문지의 신뢰성

SSQ 설문지는 피험자가 멀미 유발 콘텐츠를 체험하였을 때 발생하는 신체적 변화의 정도를 조사한다. 따라서 SSQ 의 설문 결과는 피험자가 체감 상 느낀 멀미의 정도와 같은 경향성을 가져야 한다. 그러나 SSQ 전체 점수가 작은 Set 의 순서와 피험자가 편안함을 느낀 Set 의 순서는 6 명의 피험자 중 5 명의 피험자에게서 다르게 나타났다. 각 Set 에서 피험자에게 제공하는 영상 외에 다른 실험 조건은 모두 동일하게 갖추었더라도, 설문 조사를 진행할 때의 피험자 감정 상태, 사고 흐름, 판단 기준 등을 동일하게 유지할 수 없다. 따라서 모든 설문을 객관적이고 정확한 데이터로 취급할 수 없으므로, SSQ 설문 조사 결과가 신뢰성 있는 데이터라고 판단하기는 조금 어렵다. 멀미 측정을 위한 설문으로 신뢰도가 높은 SSQ 설문을 사용하였음에도, 실험 결과 분석에서 가장 비중 있게 다루지는 데이터인 SSQ 설문의 신뢰성이 떨어지는 요인으로 작용될 수 있다.

• 적은 피험자 수로 인한 일반화의 어려움

실험에는 6명의 피험자가 참여하였다. 실험 결과에서, Set에 따른 SSQ 점수와 인터뷰를 통해 산출한 편안함은 일관된 경향성이 나타났다. 그러나 피험자 6명의 실험결과만으로 연구 결과를 일반화하기에는 다소 부족하다. 더 많은 피험자를 모집하여 확장 연구를 진행한다면, 일반화된 연구결과를 얻을 수 있을 것이다.

6.3 향후 연구 방향

- 근시를 가진 가상현실 체험자는 시야각을 제한하는 마스크에 적응이 용이할 수 있다.

근시를 가진 피험자는 마스크가 적용된 영상과 적용되지 않은 영상의 차이에 둔감한 반응을 보였다. 피험자가 선명하게 보이지 않는 상황에 익숙하다면, 회전으로 인한 멀미를 감소시키는 마스크에 적응을 쉽게 할 수 있을 것이다. 이는 마스크 사용 효과를 극대화하거나 기존 마스크의 보완할 수 있는 요소로 작용할 수 있다.

- 시야각을 제한하는 마스크 사용은 가상현실에 대한 몰입감을 감소시킬 수 있다.

마스크로 시야각을 제한하는 것은 피험자가 체감할 수 있었다. 실세계에서는 특정한 경우에 시야가 줄어들지 않는다. 따라서 사용자가 시야각이 제한되었음을 체감한다는 것은 가상세계에 대한 사용자의 몰입감을 감소시키는 요인으로 작용할 수 있다. 마스크를 사용함으로써 멀미를 감소시킬 수 있지만, 몰입감이 감소하는 것은 사용자가 가상세계 적응의 저해 요인으로 작용할 수 있다. 따라서 사용자가 시야각 변화를 느낄 수 없는 방법에 대한 연구가 필요하다.

사사의 글

이 논문은 2018년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아서 수행되었다 (NRF-2018S1A5B6069474).

참고 문헌

1. Chung, D. H., 「Does User Head Movement speed Influence on Cybersickness?」, 『한국HCI학회 학술대회』, 2: 69-72, 2019.
2. Lim, S. Y., 「Analysis of Human Factors for Presence and Motion Sickness in Virtual Environments」, 건국대학교 석사학위 논문, 2019.
3. Kim, C. S., 「Research on Virtual Simulator Sickness Using Field of View Restrictor According to Human Factor levels」, 『Korea Computer Graphics Society』, 24(3): 49-59, 2018.
4. Ko, Y. S., 「A study on the effect of virtual reality operations on cyber motion sickness」, 『Journal of Digital Convergence』, 18(6): 451-457, 2020.
5. Jeon, B., 「Analysis of Factor for Motion Sickness in Virtual Reality」, 건국대학교 석사학위 논문, 2019.