

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2022.8.5.603>

JCCT 2022-9-76

## VR매체에서의 뇌인지와 사이버 멀미의 상관관계

### Correlation between Brain Cognition and Cyberdisease in VR Media

김민서\*, 김균호\*\*, 김유리\*\*\*, 김은서\*\*\*\*, 허원희\*\*\*\*\*

Min-Seo Kim\*, Kyun-Ho Kim\*\*, Yu-Ri Kim\*\*\*, Eun-Seo Kim\*\*\*\*, Won-Whoi HUH\*\*\*\*\*

**요약** 메타버스의 시대가 다가옴에 따라 해결해야 하는 난제가 있다. 그 중 '사이버 멀미'는 VR 기술이 주목받기 시작한 2016년부터 현재까지 VR의 대표적인 문제점이다. 감각 갈등이론에 따르면 멀미는 지각되는 운동 방향 정보와 기댓값이 같지 않을 때 유발한다. 본 논문은 뇌인지와 사이버 멀미의 상관관계에 대해 이론적으로 탐구하고, 이를 바탕으로 사용자의 몰입도가 멀미 증상에 미치는 영향에 관하여 연구하였다. SSQ 실험을 통해 카메라의 회전 값이 시청자의 사이버 멀미 증상을 악화시킨다는 점과 시청자가 해결해야 할 시각적·변속적 미션을 줌으로써 게임의 몰입도를 높여 사이버 멀미를 완화할 수 있다는 사실을 입증하였다. 본 연구는 VR 리듬 게임인 "beatale"을 개발하는 과정 중 사이버 멀미 문제를 해결하고자 진행되었으며, 해당 프로젝트 개발뿐만 아니라 향후 VR 콘텐츠 제작 시 사이버 멀미를 개선하기 위한 기반이 될 것으로 기대된다.

**주요어** : 가상현실(VR), 뇌인지, SSQ실험, 몰입도, 사이버 멀미 개선

**Abstract** As the era of metaverse approaches, there are challenges that need to be solved. Among them, 'cyber motion sickness' is a representative problem from 2016;when VR technology began to attract attention. According to the theory of sensory conflict, motion sickness is caused when the perceived direction of motion information and the expected value are not the same. The paper was written to theoretically explore the relationship between brain cognition and cyber motion sickness, and to prove the effect of user immersion on motion sickness symptoms based on this. Through the SSQ experiment, it was found that the rotation value of the camera aggravates the symptoms of cyber motion sickness and can alleviate cyber motion sickness by increasing the immersion of the game by giving the viewer visual and shift missions to solve. This study was conducted to solve the problem of cyber motion sickness during the process of developing the VR rhythm game "beatale", and it is expected to be the basis for improving cyber motion sickness not only in the development of the project but also in the production of VR contents in the future.

**Key words** : Virtual Reality, Brain Cognition, SSQ Experiments, Immersion, Improved Cyber Motion Sickness

\*준회원, 성결대학교 미디어소프트웨어학부 학사과정 (제1저자) Received: July 28, 2022 / Revised: August 18, 2022

\*\*준회원, 성결대학교 미디어소프트웨어학부 학사과정  
(참여저자)

Accepted: September 3, 2022

\*\*\*\*\*Corresponding Author: wonwhoi@naver.com

\*\*\*준회원, 성결대학교 미디어소프트웨어학부 학사과정  
(참여저자)

Dept. of Media Software, SungkyulUniv, Korea

\*\*\*\*준회원, 성결대학교 미디어소프트웨어학부 학사과정  
(참여저자)

\*\*\*\*\*정회원, 성결대학교 미디어소프트웨어학부 교수  
(교신저자)

접수일: 2022년 7월 28일, 수정완료일: 2022년 8월 18일

게재확정일: 2022년 9월 3일

## I. 서론

메타버스가 IT 산업의 화두로 떠오르면서 가상현실(VR)과 증강현실(AR), 혼합현실(XR) 기술을 총망라하는 확장 현실(XR)이 차세대 IT 기술로 주목받고 있다. [1] 그중 VR은 오락 및 엔터테인먼트, 서비스업, 교육 및 미디어 그리고 산업 분야 등에서 폭넓은 이용 가치를 갖고 있는데, 현대자동차 '아이오닉'의 360도 VR 광고 영상이나 외과수술의 교육 및 훈련, 제조 및 생산 과정 시뮬레이션을 통한 기기 불량 검출 등이 이를 보여주는 대표적 예시다. 이처럼 이미 VR 기술은 다양한 분야에서 활용되고 있고 앞으로 더 다양한 산업에 활용될 잠재력이 충분하다. 한편, 한국콘텐츠진흥원의 '2021 장르별 콘텐츠 해외시장 동향 분석 - VR·AR편(인포그래픽)'에 따르면 점차 하드웨어의 가격이 낮아지면서 기기 보급률이 올라가면 앞으로는 VR 소프트웨어, 콘텐츠 시장이 더 크게 성장하리라 전망하고 있다.[2] 따라서 앞으로 VR 콘텐츠의 연구와 개발의 중요성이 더욱 높아질 것으로 예상된다.

이처럼 VR이 발전과 확산, 메타버스의 시대가 다가옴에 따라 해결해야 하는 난제가 있다. 그 중 '사이버 멀미'는 VR 기술이 주목받기 시작한 2016년부터[3] 현재까지 VR의 대표적인 문제점이다. VR 기기로 가상현실을 경험하는 사용자들은 대부분 어느 정도의 사이버 멀미를 겪게 된다.[4] 따라서 가상현실 산업의 성장 측면에서 볼 때, 사이버 멀미는 반드시 해결해야 할 중요한 문제지만 지금까지 명확하게 해결 방법이 나오지 않았다. 이에 따라 완전 몰입형 VR 기기를 착용하고 가상현실을 체험하는 것에 대한 불편감은 해소되지 않았고, 하드웨어적인 연구가 아닌 콘텐츠 적 측면의 연구는 부족한 실정이다.[5]

본 연구에서는 SSQ 테스트를 바탕으로 뇌의 감각 인지 부조화가 사이버 멀미에 주는 영향을 다룰 것이며, 이를 기반으로 한 새로운 문제 해결 모델-뇌인지를 VR 매체와 일치하게 유도하거나 눈속임으로 가리는 방법을 채택한 VR 콘텐츠 개발 방법-을 제안하며, 해당 방법이 사이버 멀미를 최소화하는데 유의미한 방법인가에 대한 실증적 검토를 거쳐 증명하는 것을 목표로 한다.

## II. 관련 연구

### 1. 인지부조화

#### 1) 사이버멀미와 인지부조화의 관계

1975년 Reason과 Brand의 감각 갈등이론(sensory conflict theory)에 따르면 전정감각과 시각으로부터 수용되는 각 정보가 일치하지 않을 때, 즉 지각되는 운동 방향 정보와 기댓값이 같지 않을 때 멀미를 유발한다고 주장한다.[6] 이러한 감각 갈등에는 크게 두 가지 유형이 존재하는데, 하나는 둘 중 한 감각 정보가 부재함으로 생기는 뇌 인지 불균형이 있고, 둘째로 두 감각 모두 실제 하나 상호 간 동기화가 이루어지지 않는 경우가 있다.[7]

사람은 시각세포로부터 받은 정보에 근거하여 주변 환경의 변화를 확인하고 다양한 운동 현상과의 상호작용을 예상한다. 그러나 특정 감각이 다른 감각에 비해 우세한 입력값을 주거나 극도로 제한된 값만을 제공할 시 단일 감각에 의한 멀미가 발생하게 된다. 이것이 바로 우리에게 익숙한 차멀미의 원리다. 좌석에 고정된 채 수직운동 정보가 입력되면 실제로 이루어지는 동작이 없으므로 뇌가 갖는 감각의 기댓값에 모순이 생기고 신체적 불편감을 초래한다. 이는 시각 자극에 의한 멀미(visually induced motion sickness, VIMS)라 특정해 명명되며[8] 실제 사이버 멀미가 유발되는 메커니즘을 효과적으로 설명해준다. VR 매체를 이용하는 사용자의 경우, 가상공간의 시점이동이나 회전, 속도감의 변화 등이 이러한 기전을 심화시킬 수 있다.

두 감각 정보 모두 온전히 존재하나 상호 간의 동기화가 이루어지지 않을 때, 즉 다 다 감각 정보가 통합되지 않을 때 멀미 현상의 발생 기전은 앞서 말한 단일 감각에 의한 멀미보다 더욱 복잡한 처리 과정을 겪는다. 전정감각과 시각 정보 양쪽에서 모두 운동 정보가 입력될 시 우리 뇌는 다양한 운동 시뮬레이션을 돌리게 된다. 이때 시각 정보와 전정감각 및 체성감각 정보가 불일치하다면 멀미 증상이 나타난다. 하지만 트레드밀 보행이나 혹은 제자리걸음 등을 통해 신체가 보행한다는 정보를 입력받는다면 멀미는 줄어들고 가상현실에서 이동한다는 느낌은 더 강화될 것이다.[8]

#### 2) 인지부조화의 원인과 연구 방법

사이버 멀미 연구의 가장 큰 문제점은 측정치를

추출하기 어렵다는 점이다. 따라서 현재 사이버 멀미가 연구되는 주된 방향성은 설문지 조사를 통한 주관적 보고를 분석하는 것이다. 다만 이러한 설문 방식은 가상 현실 기기 이용을 중단하고 진행될 수밖에 없기에 멀미와 관련된 데이터를 실시간으로 수집할 수 없다는 단점을 갖고 있으며, 주관적으로 느껴지는 신체 반응과 멀미 현상 사이의 시간적 대응 관계 역시 아직 밝혀진 바가 없다. 거기다 주관적 보고의 고질적인 문제점인 자가 규정 수준의 척도 주관화를 안고 가야 하기에 객관성을 갖춘 정량 측정 도구와 함께 조사될 것이 요구되는데, 그 예시로써 자주 소개되는 것이 바로 신체 동작(postural sway)이나 심전도(electrocardiogram, ECG), 뇌전도(electroencephalogram, EEG), 위전도(electrogastragram, EGG)와 같은 전기생리학적 신호들이다.

이 신체 반응의 관찰은 외부에서 이루어지기 때문에 가상현실 체험과 동시에 이루어질 수 있으며, 설문 조사 방식과 병행될 때 두 실험 결과 간 상관분석을 통해 더욱 신뢰도 있는 결과를 도출해낼 수 있다. [7]

사이버 멀미의 주관적 측정에 자주 이용되는 설문 모델로는 Kennedy가 1993년도에 개발한 Simulator Sickness Questionnaire (SSQ)이 있다. SSQ 요인 분석은 MSQ(Motion Sickness Questionnaire)를 기초로 체크리스트 형식으로 구성된 시뮬레이터 멀미 측정 도구로, 10가지 시뮬레이션을 통해 1,119개의 설문 요인을 수집 및 분석하여 선별한 16개의 증상을 3가지 하위 척도로 분류한 것과 그 총점으로 구성되어 있다. 여기서 3가지 척도는 각 메스꺼움(nausea)과 안구 운동(oculomotor), 방향감각 상실(disorientation) 등의 변인을 중점으로 구성되어 있으며, 채점 결과 20점을 기준으로 사용자가 유의미한 불편감을 느꼈느냐를 판단하게 된다.[9]

## 2. VFX

### 1) VFX가 멀미 완화에 주는 영향

비주얼 이펙트 (VFX; visual effects)는 영상, 게임 등을 위한 디지털 시각 효과를 뜻한다.[10] 장옥상·박선영(2021)은 VFX의 공간감 부여, 시선 유도등의 실험을 통해 “관객들을 작품에 더욱 몰입시킨다. VFX는 관객들이 내러티브 외적으로 VR에서 경험할 수 있는 다른 요소들(시선을 둘 수 있는 공간의 확장, 사이버 멀미, 인터랙션 과정 중의 해뎀)을 배제해주는 역할을 함으로써 관객이 내러티브에 더욱 몰입하고 집중할 수 있게

만들어준다.”라고 설명하며 가상현실 애니메이션에서의 VFX의 역할과 멀미의 상관관계에 관해 서술한다.[10]

### 2) VFX의 공간감 부여

장옥상·박선영(2021)은 VR 애니메이션 &t;헨리(Henry) &t; (2016)의 연출을 VFX에 집중하여 분석하였다.[10] ‘헨리’에는 아무것도 안 보이는 어두운 공간을 활용한 연출이 등장하는데, 이는 자칫하면 공간의 깊이감을 배제해 3차원 공간감에 대한 지각력을 차단할 수 있다는 문제점을 갖고 있다. 이처럼 사용자가 가상현실 세계에서 자신의 위치와 공간의 크기 등의 지각정보를 얻을 수 없을 때 인지부조화가 나타나고, 이때 사이버 멀미 유발 문제가 발생하게 된다. ‘헨리’는 먼저 VFX를 사용해 공간의 깊이감을 시각적으로 구현함으로써 해당 문제를 해결한다. 이는 VFX를 이용해 사이버 멀미를 완화할 수 있다는 중요한 힌트가 되는데, 먼저 같은 VFX 요소를 사용해 공간 인지에 도움을 준다면 해당 부조화 원인을 보완하게 되는 것이므로 멀미의 심화 정도가 줄어든다.

### 3) VFX의 시선유도

가상현실에서 사이버 멀미를 완화하기 위해서는 고정된 위치에 시선을 유도하는 몰입 요소가 굉장히 중요한데, VFX가 이러한 시선유도 요소 중 하나이다. 상호작용(사용자와 물체, 혹은 사용자와 사용자 등)에서 VFX를 활용하면 사용자가 대상 요소에 시선을 두게 유도할 수 있다. 이를 통해 사용자는 현재 자신의 행위와 상호작용하고 있는 요소를 정확히 알 수 있고, 해당 객체에 집중하여 가상현실의 몰입도를 증진할 수 있다. 애니메이션 ‘헨리’의 어두운 공간은 빛과의 대비를 통해 관객의 선택적 응시를 유도하는데 이는 공간지각에 대한 집중력을 분산시켜 인지부조화로 인한 멀미를 차단하는 효과가 있다. 이렇듯 VFX를 잘 활용하면 정보처리에 집중할 수 있는 환경을 조성할 수 있어 사이버 멀미를 완화한다.

## III. 실험 방법 및 분석

### 1. 실험목적

해당 실험의 목적은 VR 콘텐츠 개발자들의 관점에서 어떤 방식을 적용해야 사용자가 멀미를 덜 느끼지에

대한 정보를 수집하는 것이므로, 결과값을 가장 단순한 형태로 비교할 수 있도록 실험을 계획, 추진하였다.

2. 실험 계획

1) 실험 대상

실험군은 대학 교육을 받은 20대 중반 3명을 선정하였으며, 평상시 느끼던 주관적 멀미 척도를 중심으로 세 유형으로 구분 지어 SSQ 설문을 이용한 심층 인터뷰를 진행했다. 멀미 척도 유형은 다음과 같다 - A: 멀미 심함, B: 멀미 보통, C: 멀미 안 함

2) 변인 요소

변인 요소로는 VR 콘텐츠의 대표적 특성인 카메라 움직임(직진과 회전)과 콘텐츠의 변속(사용자가 처리해야 할 시각적 미션의 등속운동과 변속 운동)등 총 4가지 혼합된 경우를 통제하며, 이때 실험에 쓰일 미디어 콘텐츠로는 현재 개발 중인 VR 리듬 게임 “beatale”의 프로토타입이 사용됨에 따라 사용자의 처리가 요구되는 시각적 미션은 리듬 게임을 플레이하는 것으로 진행된다.

3) 실험 방법

피실험자에게는 4가지 변인 요소를 조합한 4가지 상황을 주며, 이는 각각 case 1(카메라 직진과 콘텐츠의 등속운동), case 2(카메라 직진과 콘텐츠의 등속운동), case 3(카메라 직진과 콘텐츠의 등속운동), case 4(카메라 직진과 콘텐츠의 등속운동)로 명명한다. 1분간 주어진 미션을 수행한 후 SSQ 설문지작성과 5~10분간의 구두 보고로 본인이 느낀 주관적 멀미 수치와 그 외의 의견을 제시하며, 각 실험은 서로의 멀미 수치에 영향을 주는 것을 막기 위해서 5분가량 휴식 시간을 가질 것을 원칙으로 한다. 모든 실험이 종료되면 도출한 멀미 수치를 비교 및 분석해 어느 경우에 어떤 종류의 변인이 가장 많이 멀미를 유발하는가와 어떤 종류의 멀미 요소( SSQ 테스트에 따른 분류; N :메스꺼움(nausea), O : 안구 운동(oculomotor), D : 방향감각 상실(disorientation))를 자극하는지, 그리고 어떻게 하면 멀미를 완화할 수 있을지에 대한 해결책을 모색한다.

표1은 SSQ 테스트의 점수계산표로, 피실험자는 각 문항에 해당 없을 0, 미세한 수준 1, 보통 수준 2, 혹독한 수준 3으로 값을 매기며 하단의 계산 방법에 따라 가중치를 부여해 세 하위요소별 점수를 계산함으로써

멀미의 주관적 수치를 계산할 수 있다. SSQ 테스트 결과는 평균을 계산해 변인 상황별로 비교·분석한다.

표 1. SSQ점수 계산 표  
Table 1. SSQ Score Calculation Table

SSQ 증상	가중치		
	N	O	D
일반적인 불편 (General discomfort)	1	1	
피로 (Fatigue)		1	
두통 (Headache)		1	
눈의 피로 (Eyestrain)		1	
눈의 초점을 맞추기 어려움 (Difficulty focusing)		1	1
침분비의 증가 (Increased salivation)	1		
발열 (Sweating)	1		
메스꺼움 (Nausea)	1		1
집중하기 곤란함 (Difficulty concentrating)	1	1	
머리가 팽 찬 느낌 (Fullness of head)			1
뿌연 시야 (Blurred vision)		1	1
눈을 떴을때 현기증 (Dizziness eyes open)			1
눈을 감았을때 현기증 (Dizziness eyes closed)			1
빙빙 도는 느낌의 어지러움 (Vertigo)			1
위의 부담감 (Stomach awareness)	1		
트림 (Burping)	1		
계산방법	N=[1]x9.54	O=[2]x7.58	D=[3]x13.92
	Total Score= ([1]+[2]+[3])x3.74		

4) 실험 설계

구자윤·김승인(2019)의 SSQ 설문 및 심층 인터뷰를 [12] 바탕으로 설계하였다. 카메라 경로의 단순/복잡성과 집중할만한 시각적 미션(리듬게임 콘텐츠)의 단순/복잡도의 조건을 조합해 4가지의 사례를 분류하였고, 현재 개발 중인 VR 리듬 게임 beatale을 사용해 해당 변인 요소들을 실험의 목적에 맞춰 통제함으로써 실험의 정확성을 높였다. 영상 화질이 멀미에 줄 영향을 최소화하기 위해 4k의 높은 해상도의 영상으로 백그라운드 애니메이션을 재생했으며[13], 피실험자별로 겪을 환경변화 요소를 줄이기 위해 같은 디바이스(오쿨러스 퀘스트2)를 이용하여 실험하였다.

해당 실험은 대표적인 정상 조사 방법인 심층 인터뷰도 병행됨에 따라 일대일 개인 면접을 통해 진행되며, 교감이 중요한 특성을 유의하여 실험 진행자와의 관계가 깊고 의사소통이 원활한 이를 대상으로 피 실험군을 뽑았다. 또 다양한 의견을 집중도 있게 다루어 질적으로 좋은 결과를 낼 수 있으므로 다수의 표본집단보다 소수의 인원을 선정해 실험하였다.[14]

3. 실험 결과

실험 결과를 토대로 4가지 상황에 따라 메스꺼움(nausea), 안구 운동(oculomotor), 방향감각 상실(disorientation)에 관한 결과의 증가율을 계산하여 표와 그래프를 작성했다. 카메라와 시각적 미션(콘텐츠), 이 두 가지 변인 요소 중 한 가지만을 비교할 수 있도록 두 상황씩 짝지어 비교했으며, 증가율은 복잡한 상황의 수치에서 단순한 상황의 수치를 뺀 후 다시 복잡한 상황의 수치로 나눠 연산했다. 이때 상황의 복잡도는 카메라의 경우 직진&회전, 시각적 미션의 경우 등속&변속의 규칙으로 정하며, 카메라 경로의 변화가 시각적 미션의 변화보다 더 복잡한 것으로 한다.

표2는 주요 콘텐츠가 등속 운동할 때 카메라 경로의 직진-회전 별 멀미 증상 값 및 증가율을 정리한 것이며, 그림1과 그림2는 각각 표2로부터 산출된 증상 값 비교 그래프와 증가율 그래프다. 그림1을 보면 카메라 움직임이 직선일 때보다 회전일 때 사용자가 평균적으로 세 가지 멀미 요소를 모두 심하게 호소한다는 것을 확인할 수 있다. 그중에서도 카메라 움직임이 회전일 때 방향감각 상실(Disorientation) 증상이 88.16으로 가장 심하게 측정된다. 특히 직진일 때보다 회전일 때 메스

꺼움(Nausea) 증상이 500% 상승한다는 것을 확인할 수 있다. 이것은 카메라가 회전함에 따라 사용자가 평균적으로 메스꺼움을 심하게 느낀다는 지표이다.

표 2. 콘텐츠 등속 시 카메라 직진-회전 별 멀미증상 비교  
 Table 2. Comparison of motion sickness symptoms by two case - camera moves straight or rotation when content has constant velocity motion

요인	case 1	case 2	증가율 (%)
Nausea	3.81	19.08	500
Oculomotor	20.21	45.48	125.04
Disorientation	41.76	88.16	111.11
Total	22.44	53.61	138.90

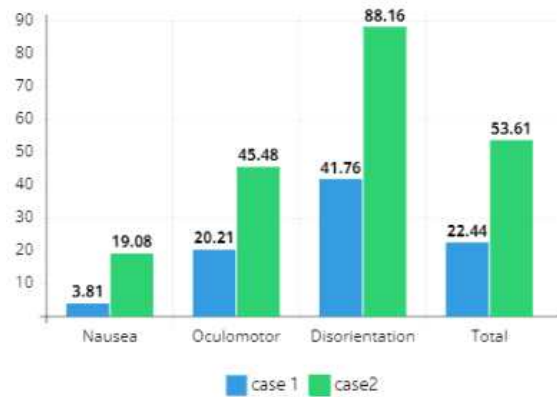


그림 1. (1-A)콘텐츠 등속 시 카메라 직진-회전 별 멀미증상 비교  
 Figure 1. (1-A)Comparison of motion sickness symptoms by two case - camera moves straight or rotation when content has constant velocity motion



그림 2. (1-B)콘텐츠 등속 시 카메라 직진-회전 별 멀미 증가율 비교  
 Figure 2. (1-B)Comparison of motion sickness increase rate by two case - camera moves straight or rotation when content has constant velocity motion

표3은 콘텐츠 변속 시 카메라 움직임 별 멀미 증상 값 및 증가율을 정리한 것이며, 그림3과 그림4는 각각 표 3으로부터 산출된 증상 값 비교 그래프와 증가율 그래프다.

앞서 단순 카메라 움직임일 때와 비슷하게 직진보다 회전이 멀미 증상을 심하게 호소한다. 그중 회전 변속일 때 방향감각 상실 증상은 97.44로 최대치이다. 이번에는 직진 변속일 때보다 회전 변속일 때 방향감각 상실 증상이 250% 상승하는 것을 확인할 수 있다.

표 3. 콘텐츠 변속 시 카메라 직진-회전 별 멀미증상 비교  
Table 3. Comparison of motion sickness symptoms by two case - camera moves straight or rotation when content has shifting motion

요인	case 3	case 4	증가율 (%)
Nausea	12.72	31.8	150
Oculomotor	32.85	50.53	53.82
Disorientation	27.84	97.44	250
Total	28.68	63.58	121.69



그림 3. (2-A)콘텐츠 변속 시 카메라 직진-회전 별 멀미증상 비교  
Figure 3. (2-A)Comparison of motion sickness symptoms by two case - camera moves straight or rotation when content has shifting motion

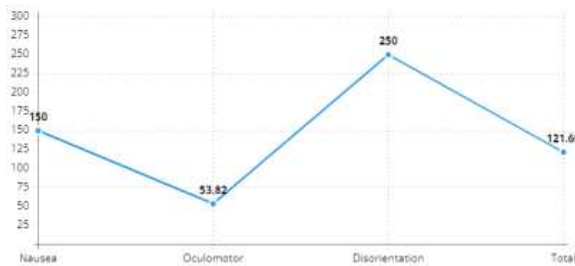


그림 4. (2-B)콘텐츠 변속 시 카메라 직진-회전 별 멀미 증가율 비교  
Figure 4. (2-B)Comparison of motion sickness increase rate by two case - camera moves straight or rotation when content has shifting motion

해당 변화를 통해 직진할 때 변속이 일어나는 것보다 회전하면서 변속이 일어날 때 방향감각을 더 크게

상실한다는 것을 확인할 수 있다.

표 4. 카메라 직진 시 콘텐츠 등속-변속 별 멀미증상 비교  
Table 4. Comparison of motion sickness symptoms by two case - content has constant velocity or shifting motion When Camera Goes Straight

요인	case 1	case 3	증가율 (%)
Nausea	3.81	12.72	300
Oculomotor	20.21	32.85	62.54
Disorientation	41.76	27.84	-33.33
Total	22.44	28.68	27.81

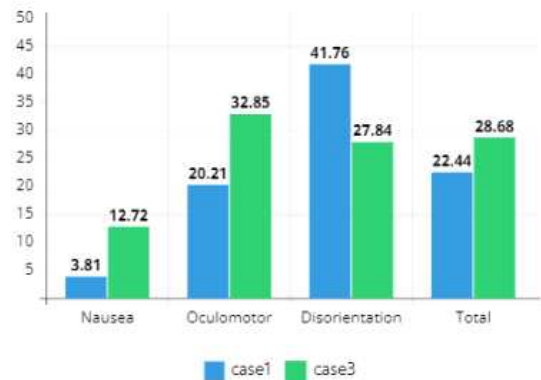


그림 5. (3-A)카메라 직진 시 콘텐츠 등속-변속 별 멀미증상 비교  
Figure 5. (3-A)Comparison of motion sickness symptoms by two case - content has constant velocity or shifting motion When Camera Goes Straight

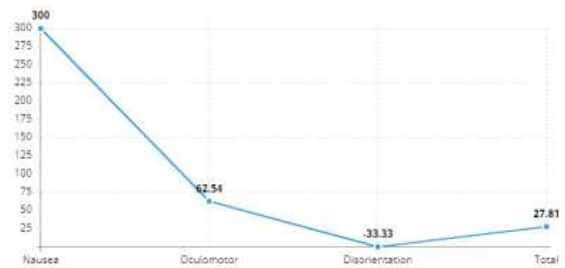


그림 6. (3-B)카메라 직진 시 콘텐츠 등속-변속 별 멀미 증가율 비교  
Figure 6. (3-B)Comparison of motion sickness increase rate by two case - content has constant velocity or shifting motion When Camera Goes Straight

표4는 카메라 움직임이 직진으로 고정된 상태에서 콘텐츠가 변속할 때 멀미 증상 값 및 증가율을 정리한 것이며, 그림5와 그림6은 각각 표4로부터 산출된 증상 값 비교 그래프와 증가율 그래프다. 여기서 방향감각 상실 증상의 증가율을 보면, 지금까지 비교한 실험 결과

중 유일하게 음수값을 갖는 것을 볼 수 있다. 이는 집중도가 요구되는 미션을 수행하는 것이 방향감각에 도움을 준다는 결정적 지표이다.

표 5. 카메라 회전 시 콘텐츠 등속-변속 별 멀미증상 비교  
 Table 5. Comparison of motion sickness symptoms by two case - content has constant velocity or shifting motion when camera is rotated

요인	case 2	case 4	증가율 (%)
Nausea	19.08	31.8	66.67
Oculomotor	45.48	50.53	11.10
Disorientation	88.16	97.44	10.53
Total	53.61	63.58	18.6

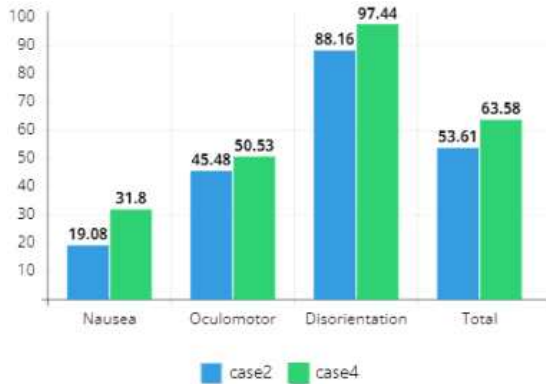


그림 7. (4-A)카메라 회전 시 콘텐츠 등속-변속 별 멀미증상 비교  
 Figure 7. (4-A)Comparison of motion sickness symptoms by two case - content has constant velocity or shifting motion when camera is rotated

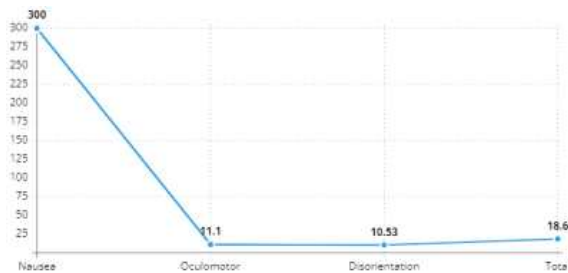


그림 8. (4-B)카메라 회전 시 콘텐츠 등속-변속 별 멀미 증가율 비교  
 Figure 8. (4-B)Comparison of motion sickness increase rate by two case - content has constant velocity or shifting motion when camera is rotated

표5는 카메라가 회전하면서 콘텐츠가 변속할 때, 그리고 등속운동 할 때의 두 가지 사례에서 멀미 증상 값 및 증가율을 정리한 것이며, 그림7과 그림8은 각각 표5

로부터 산출된 증상 값 비교 그래프와 증가율 그래프다. 그림8에 따르면 두 케이스별 멀미 증상 증가율이 전반적으로 적다는 것을 알 수 있으며, 그림 7을 보면 수행해야 하는 미션의 복잡도와 상관없이 모든 멀미 증상이 심각함을 확인할 수 있다.

표 6. 멀미 수치 값 평균 표  
 Table 6. Table of motion sickness values average

요인	case 1	case 2	case 3	case 4
Nausea	3.18	19.08	12.72	31.8
Oculomotor	20.21	45.48	32.85	50.53
Disorientation	41.76	88.16	27.84	97.44
Total	22.44	53.61	28.68	63.58

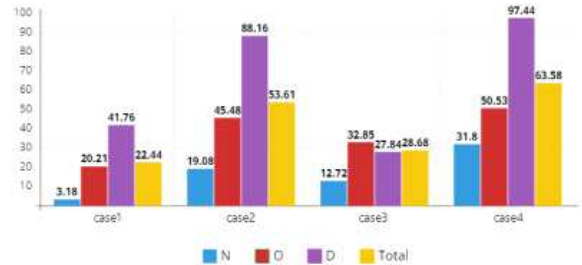


그림 9. 멀미 수치 값 평균 비교 그래프  
 Figure 9. Comparison graph of motion sickness values average

표6은 각 멀미 항목과 케이스별로 멀미 수치 평균값을 정리한 것이며, 그림9는 표6의 증상 값을 비교하는 그래프다. 전반적으로 방향감각 상실이 가장 높은 수치를 나타냈고(case 4, 97.44), 메스꺼움이 가장 낮은 수치를 나타내고 있다. (case 4, 3.18) Total과 안구운동은 비슷한 그래프 양상과 수치를 띄고 있으나 Total이 편차가 더 크다. 그 외에도 그래프를 전체적으로 봤을 때 카메라 움직임이 멀미에 미치는 영향이 절대적임을 알 수 있다. 또 제시되는 미션의 복잡도 보다는 방향감각 상실의 경우 증상 호전에 유의미한 지표 값을 나타낸다.

#### 4. 분석

해당 항목에서는 위의 결과물을 토대로 멀미 완화를 위한 VR 콘텐츠 개발 모델을 제시한다.

카메라 경로의 회전은 평균적으로 모든 요소에서 멀미를 유발하며, 영향력이 절대적이다. 그중 가장 크게

해감되는 요소는 방향감각 상실이며 직선 경로와 비교해 가장 큰 차이가 나는 것은 메스꺼움이다.

시각적 미션의 복잡도는 멀미 증상에 미치는 영향이 전반적으로 미미하지만, 방향감각 상실에 한하여 증세를 완화할 수 있으며 카메라 이동이 단순할수록 호전까지도 가능하다. 즉, 집중도가 요구되는 미션을 수행하는 것이 방향감각 혼란을 줄이는 것에 도움을 준다는 결론을 얻을 수 있다.

위의 내용에 따르면 불필요한 카메라 회전을 줄이는 것이 가장 효과적인 멀미 예방책이라 볼 수 있지만, VR 콘텐츠를 제작하는 데 있어 카메라 경로의 다양성을 제한하는 것은 한계가 있다. 따라서 카메라의 이동이 복잡해질수록 여러 시각적 요소를 배치해 사용자의 시선을 특정 영역 혹은 사물에 집중시켜야 하며, 이처럼 좁은 시야 속에서 사이버 멀미 증상이 완화되는 현상은 김영윤 외 4인(2002)의 생체신호 피드백을 적용한 가상주행 실험에서도 증명됐다.[15] 시선을 유도하는 요소로는 앞서 실험에 사용됐던 리듬 게임 노트의 변속되는 연출이나 애니메이션 ‘헨리’의 강한 빛의 대비, 그 외 카메라 진행 방향을 예고하는 VFX 효과나 경로의 시각화 등이 존재한다. 이 외에 제시되는 또 다른 방법으론 뇌 속에 고정된 세반고리관의 운동감각과 시각 정보 간의 상충을 보완하는 비주얼 가속도 조절 방법이 있다.[11] 카메라 움직임이 복잡해 멀미가 유발되는 연출 이후 단순한 카메라 연출과 인지능력을 보조하는 집중 요소를 함께 할당하면 직전에 상실된 방향감각을 회복시킬 수 있다. 이는 카메라 움직임과 시각적 미션의 복잡성을 능동적으로 활용 및 조절하는 것이 중요함을 뜻하며 직진상태에서 콘텐츠 속도가 변할 시 방향감각이 증가한다는 지표로 근거로 한다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 메타버스 시대에 주목받고 있는 VR 매체에서의 문제점-사이버 멀미와 그 원인, 해결 방법에 대해 연구하였다. 이에 뇌 감각 인지부조화와 사이버 멀미의 상관관계, 시각적 몰입이 주는 인지적 도움, 그리고 VR 매체에서의 VFX의 공간감과 시선유도 등에 대한 이론적 탐구가 이루어졌으며, 해당 이론을 바탕으로 설계된 SSQ 실험과 심층 인터뷰를 진행하여 멀미에 관한 실증적 탐구를 진행하였다. 이를 통해 본 논

문은 VR 매체에서 사이버 멀미의 발생기전 및 보완책을 제시한다. 해당 연구는 변인 요소 수가 적어 연구 결과물이 다양한 상황에 즉각적으로 적용되기 어렵다는 한계점을 안고 있으나 VR 콘텐츠의 사이버 멀미 개선 방법의 기반을 구축하였다는 데 의의가 있으며, 이에 따라 확장될 VR 시장과 관련 연구에 관하여 학술적·경제적 가치를 가질 것으로 기대한다.

#### References

- [1] S. H. Bak, J. H. Bae, J. P. Ko, and K.W. Lee, "An Analysis of the Operating Effects of 'VR-based emergency patient treatment and decontamination procedure training system'", *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 22, No. 10, pp. 1069-1575, Oct. 2021, DOI: <http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.10.1569>
- [2] "2021 Contents Overseas Market Trend Analysis by Genre - VR·AR (Infographic)", Korea Creative Content Agency(KCCA), last modified June 1, 2021, accessed June 1, 2021, <https://welcon.kocca.kr/ko/info/analysis/1951114>
- [3] Donghoon Jeong, "[Virtual Reality Contents] Virtual reality content, for optimal user experience", *Korean Broadcasters Association(KBA)*, No. 405, pp. 171-196, June 2016
- [4] Jung, Ji-Young, Cho, Kwangsu, Choi, Jinhae, and Choi, Junho, "Causes of Cyber Sickness of VR Contents: An Experimental Study on the Viewpoint and Movement," *The Journal of the Korea Contents Association*, Vol. 17, No. 4, pp. 200 - 208, April 2017
- [5] TaeGu Lee & ChanJe Ahn, "A study on the relationship between gaze guidance and cybersickness using Eyetracking", *The journal of Convergence on Culture Technology (JCCT)*, Vol. 8, No. 3, pp. 167-173, 2022
- [6] In Jae Hwang, Seok Chan Kim, Eun Hee Chang, Hyeon Jin Jeon, Ye Seul Chun, Chang Hoon Park, and Hyun Taek Kim, "Effect of an Independent Visual Foreground on Cybersickness in Virtual Environment", *The Korean Psychological Association*, Vol. 24, No. 3, pp. 251-263, september 2012,
- [7] Eunhee Chang, Daeil Seo, Hyun-Taek Kim, and Byounghyun Yoo, "An Integrated Model of Cybersickness: Understanding User's Discomfort in Virtual Reality", *Journal of KIISE (JOK)*, Vol.



- 45, No. 3 pp.251-279, March 2018, DOI : <https://doi.org/10.5626/JOK.2018.45.3.251>
- [8] Jong-jin Park, Shinwoo Kim, and Hyung-chul O Li. "Effect of Inconsistency Between Visually Perceived Walking Speed and Physically Perceived Walking Speed on VR Sickness in VR-Treadmill Walking". *Science of Emotion & Sensibility*, Vol. 23, No. 3, pp.79-90, Sep. 2020
- [9] Jisoo Kim & Taegu Lee, "A Study on Video Directing for Reducing VR Animation Cyber Sickness" *Journal of Next-generation Convergence Information Services Technology (JNCIST)*, Vol 8, No. 3, pp. 235-244, 2019 DOI: <http://dx.doi.org/10.29056/jncist.2019.09.01>.
- [10] Wooksang Chang & Sun-Young Park "A Study on the role of Visual Effects in Virtual Reality Animation", *Journal of Digital Contents Society* Vol. 22, No. 2, pp. 223-231, 2021, DOI : 10.9728/dcs.2021.22.2.223
- [11] Yun Jung Kim, "A Study on Dramaturgy for Reducing Motion Sickness Inducer of VR Contents", *The Animation Society of Korea*, Vol. 12, No.2, pp. 27-45, June 2016
- [12] Ja-yoon Koo & Seung-In Kim, "A Study on the Cyber motion sickness of VR Content -Focused on Content Environment-", *Journal of the Korea Convergence Society(JKCS)*, Vol.10, No.3, pp. 135-140, 2019
- [13] Hyejin Leea & Donghun Chungb, "Effects of Image Resolution and HMD Luminance on Virtual Reality Viewing Experience", *Journal of Broadcast Engineering(JBE)*, Vol. 23, No. 1, pp. 74-85, January 2018
- [14] Seong-eun Kim, 『Digital content planning』, HANBIT Academy, pp.160, 2016
- [15] Young-Youn Kim, Eun-Nam Kim, Chan-Yong Jung, Hee-dong Go, and Hyun-Taek Kim, "The efficacy of biofeedback in reducing cybersickness in virtual navigation", *Science of Emotion & Sensibility (KOSES)*, vol.5, no.2, pp. 4-4, 2002