

VR 콘텐츠의 사이버 멀미 유발 요인: 시점과 움직임의 효과에 대한 실험 연구

Causes of Cyber Sickness of VR Contents: An Experimental Study on the Viewpoint and Movement

정지영*, 조광수*, 최진해**, 최준호*
연세대학교 정보대학원 UX 트랙*, LG전자**

Ji-Young Jung(jyung224@yonsei.ac.kr)*, Kwang-Su Cho(kwangsu.cho@gmail.com)*,
Jinhae Choi(mail.jinchoi@gmail.com)**, Junho Choi(junhochoi@yonsei.ac.kr)*

요약

가상현실 시장의 빠른 성장에도 불구하고 사이버멀미(Cyber sickness) 증상은 여전히 사용자 경험 차원에서 가장 심각한 문제점이다. 본 연구의 목적은 VR 콘텐츠의 시점과 움직임에 따라 사용자가 느끼는 멀미 증상에 차이가 있는지 확인하는 것이다. 실험 설계를 통해 VR 헤드셋을 착용하고 게임 콘텐츠를 수행할 때 1인칭-3인칭의 시점 조건과 수직축-수평축의 머리 움직임 조건이 사이버 멀미에 영향을 미치는지 검증하였다. 분석 결과 3인칭보다 1인칭 시점에서, 수직축보다 수평축 회전 움직임 조건에서 멀미 증상이 더 심했다. VR 착용시의 시점과 움직임은 사이버 멀미에 영향을 미치지만, 시점과 움직임간의 상호작용은 나타나지 않았다. 이러한 결과에 기반하여 멀미감 감소와 함께 균형있는 VR 사용자 경험을 구축하기 위해 콘텐츠 기획에서 고려해야 실무적 요소들을 제시하였다. 적절 수준의 콘텐츠 몰입을 위한 시각적 디자인, 다중감각 인터페이스 디자인, 체험 마케팅 전략을 통해 VR의 긍정적 경험을 강화할 수 있다. 다양한 VR 콘텐츠 장르 개발을 위한 좌우 이동축에 대한 후속 연구를 제안하였다.

■ 중심어 : | 가상현실 | 사이버멀미 | 시점 | 움직임 | 몰입감 |

Abstract

Despite a rapid market growth in VR, cyber sickness has become the most serious problem in terms of user experience. The aim of this study is to verify whether there are differences in user's perception of cyber sickness by the point-of-view and the movement in VR contents. An experimental testing of game playing with VR headset was conducted on the effects of two conditions: first-person and third-person views in the point-of-view condition, and yaw - pitch rotations in the head movement condition. The results showed that cyber sickness worsened in the first-person point-of-view and in the yaw rotation movement. Point-of-view and movement had main effects on the cyber sickness, but an interaction effect between point-of-view and movement was not found. Based on the findings, along with reducing VR sickness, we proposed practical implications for VR contents planning for building balanced VR user experience. Positive VR experience can be reinforced through visual design, multi-modal interface design, and experience marketing for the optimal level of contents immersion. A future research was suggested on the roll rotation for diverse content genre development.

■ keyword : | Virtual Reality | Cyber Sickness | Point of View | Movements | Immersion |

I. 서론

1. 연구 배경

2016년 CES(Consumer Electronics Show)와 MWC(Mobile World Congress) 등 ICT 관련 전시현장에서 가상현실(VR) 체험이 큰 인기를 누렸다. 통신, 전자, 자동차 산업 뿐 아니라 게임, 영상 등 다양한 이중 분야의 업체들이 새로운 기기와 콘텐츠를 소개하면서 VR이 미래 성장 분야로 주목받고 있다. 산업 통계 포털인 Statista 자료에 따르면 글로벌 VR 시장규모는 하드웨어와 소프트웨어를 모두 포함하여 2015년 23억 달러에서 2016년에는 전년 대비 65.2% 성장한 38억 달러, 2018년에는 52억 달러로 가파른 성장을 기록할 것으로 전망된다[1][2].

VR 시스템은 머리에 착용하는 HMD(Head Mounted Display) 기기를 기반으로 하고 있는데, 소셜 플랫폼 서비스인 Facebook이 2014년 오쿨러스(Oculus)를 인수하는 등 다양한 사업 분야의 기업들이 HMD 기기를 출시하고 있다. 스마트폰 제조사인 삼성전자는 기어VR, LG전자는 360VR HTC는 Vive를 소개하였고 게임분야에서는 소니가 플레이스테이션 VR을 2016년 하반기에 출시하였다. 구글은 Cardboard에 이어 Daydream 헤드셋을 출시하면서 차세대 VR 기술 규격을 발표하였다. 현재 VR 시장은 PC기반으로 동작하는 오쿨러스와 HTC, 게임 콘솔 기반으로 동작하는 소니, 스마트폰 기반으로 동작하는 삼성전자, LG전자, 구글 진영으로 나눌 수 있다. 향후에는 스마트폰 기반으로 동작하는 모바일 VR의 수요가 확산될 것으로 예상된다.

콘텐츠 측면에서 VR의 영역은 게임, 영상 외에도 교육, 웹툰, 저널리즘, 헬스케어, 가상박물관 등 다양하다[3-7]. 물론, 이중 가장 활발한 콘텐츠 보급이 이뤄지고 있는 영역은 게임이다. 아직, 슈팅, 퍼즐, 액션 등의 단순 게임 콘텐츠가 주류를 이루고 있으나, 캐릭터와의 상호작용을 고도화하여 높은 몰입감과 현장감을 느끼게 하여 기존 게임과 차별화된 경험을 제공하면서 이용이 확산될 것으로 전망된다.

그러나 휴먼팩터적인 차원에서 부정적인 전망도 존재한다. VR의 이용이 확산되고 긍정적인 사용자 경험

이 형성되는 데 가장 장애가 되는 휴먼 팩터는 멀미증상이다. VR 헤드셋으로 가상 환경을 체험하는 사용자들은 대부분 어느 정도의 멀미 현상을 겪게 되는데 이것을 사이버 멀미(Cyber sickness)라고 한다[8]. 가상현실을 처음 접할 때 60% 이상의 사용자들이 멀미를 느끼는데[9], 멀미 증상은 불쾌한 사용 경험을 불러오고 VR 사용 시간을 단축시키다[10]. 가상현실의 핵심 기능인 ‘헤드 트래킹(Head tracking)’ 과정에서 머리의 움직임과 영상의 움직임 간에 시차가 존재하며, 이러한 지연시간이 멀미를 유발시키는 근본 원인으로 알려져 있다.

사이버 멀미를 줄이기 위해서는 VR 기기의 하드웨어적인 기술 개선도 중요하지만, 소프트웨어적인 부분 즉, VR 콘텐츠와 인터페이스 디자인에 대한 연구와 실무적 적용도 필요하다. VR 콘텐츠에서 가장 기초적인 시각적 인터페이스 이슈는 스크린의 시점(Point of view)이다. 기존 VR 콘텐츠는 주로 1인칭 시점을 사용하여 현재감(Presence)과 몰입감을 높여, 다른 디스플레이와 차별화된 사용 경험을 추구해왔다. 그러나, 사이버 멀미와 피로도에 대한 부정적 사용 경험이 동반되자, 최근에는 3인칭 시점 모드의 VR 게임도 많이 출시되고 있다.

하지만, 기존의 사이버 멀미 연구는 시야각(FOV) 등 하드웨어적 요인에 집중되어 왔으며[11], 시점 차이와 같은 콘텐츠 요인에 대한 실증적인 연구나 사용자 경험(User Experience) 차원에서의 접근은 미비한 실정이다.

헤드셋 형태의 VR 시스템에서 헤드 트래킹은 콘텐츠와 연계된 고유한 상호작용 모드이기 때문에, 머리 움직임이 사이버 멀미에 대한 영향과 구체적으로 어떤 회전축이 멀미 유발 효과가 더 큰지에 대한 연구가 우선적으로 필요하다. VR 헤드셋에는 자이로 센서와 가속도 센서가 포함되어 머리의 움직임과 화면의 움직임을 연동한다. 예를 들어, 롤러코스터, 비행기, 모터사이클 등 시뮬레이션 게임은 다양한 회전축의 머리 움직임을 요구하기 때문에 특정 회전축의 멀미 유발 효과에 대한 세부적인 연구도 필요한 실정이다.

따라서 이 연구는 VR 환경에서 콘텐츠 기획과 시각적 인터페이스 모드와 관련된 두 가지 요인, 즉 콘텐츠의 시점과 머리 움직임 축방향이 사이버 멀미에 영향을 미치는지에 대한 실증적 검증을 목표로 하였다. 시점,

움직임의 효과에 대한 기존 연구 검토를 바탕으로 1인칭-3인칭 시점 조건과 수평-수직 회전축의 머리 움직임 조건으로 실험 연구를 설계하였다.

II. 이론적 검토

1. 사이버멀미와 감각갈등이론

사이버멀미(Cyber sickness)의 유발 원인을 설명하는 대표적인 이론은 감각갈등이론(Sensory conflict theory)이다. 감각갈등이론은 멀미 유발에 관련된 중요한 두 가지 감각이 시각과 전정 감각이라고 가정한다. 전정 신경은 이동 속도에 의한 평형감각과 머리의 방향 변화에 의한 위치 감각 정보를 뇌에 전달한다. 인간은 보통의 경우 시각 체계와 전정 체계의 협응을 통해 적절한 자세로 균형을 잡으며 움직일 수 있지만, 움직이는 배나 차 안에서는 시각 정보와 전정 정보가 괴리되어 두 감각간의 충돌이 발생하여 멀미가 생기는 것으로 알려져 있다. 이 두 가지 감각이 전달하는 감각 정보가 이전 경험을 바탕으로 한 예상과 어긋날 때 감각갈등이 일어나며 이로 인해 멀미가 발생하는 것이다[12].

가상환경에서는 실제 환경에서 경험 값과 다르기 때문에 두 감각기관의 협응이 부조화를 이루어 감각 간의 갈등이 발생하기 쉽다. 가상환경 안에서 피험자는 시각적 자극에 의해서만 특정 방향으로 움직인다는 신호를 받지만, 전정 신경에 들어오는 각 가속과 직선 가속의 입력 정보가 없기 때문에 시각정보에 따른 실제 물리적 움직임이 일치하지 않는 상태, 즉 두 감각 사이의 갈등 현상이 극대화되어 멀미감을 느끼게 되는 것이다[13]. HMD로 가상현실 콘텐츠를 체험한 사용자는 불편감(Discomfort), 메스꺼움(Nausea), 현기증이나 어지러움(Dizziness or Vertigo), 방향감각상실(Disorientation), 창백해짐(Pallor), 발한(Sweating), 두통(Headaches), 구토(Vomiting) 등의 증상을 경험하게 된다[14].

양안 시차의 크기나 영상의 운동 정보와 같은 VR의 기기적 특성과[15] 좌우 영상의 불완전 분리에 의해 발생하는 디스플레이 특성[16] 등 사이버 멀미의 다양한 요인에 대한 연구가 이루어져 왔다. VR 환경에서는 반

응 대기시간(Latency), 시야각(Field of view), 광학 왜곡(Optical distortion), 트래킹 오류 등의 하드웨어적인 요소 뿐 아니라, 컷 편집, 카메라 이동과 회전 등 콘텐츠 관련 요소도 멀미유발의 요인이 된다[17].

2. 시점 : 1인칭과 3인칭

영상 콘텐츠의 '시점(Point of view)'은 시각적 깊이 정보 중 하나이며, 일반적으로 카메라의 위치를 뜻한다. 시점을 기준으로 광범위하게 1인칭(First-person) 시점과 3인칭(Third-person) 시점으로 구분된다[17]. 1인칭(First-person) 시점은 eye level angle이 사용되며, 3인칭(Third-person) 시점은 high angle로 카메라가 아바타 뒤에서 화면을 보여준다.

1인칭 시점의 장점은 현장감과 속도감이다. 반면, 3인칭 시점은 스스로의 상태를 인지할 수 있게끔 정보를 제공하고 주변을 관찰할 수 있게 하여 예상치 못한 움직임을 최소화할 수 있다. 3인칭 시점을 사용하는 VR 게임의 경우 사용자가 관찰자적 시점으로 자신의 아바타를 조종하면서 다른 캐릭터, 사물과 상호작용을 수행한다. VR 영상물의 경우 카메라 움직임 연출에 대한 제약이 많으므로 3인칭 시점이 콘텐츠 연출에 더 수월한 선택일 수는 있으나, VR 콘텐츠에서 시점과 멀미 증세와의 관계는 아직 체계적으로 밝혀져 있지 않다.

3. 머리 움직임 : 수평축과 수직축

VR 관련 움직임에 대한 연구 대상은 주로 사용자의 머리 움직임과 화면 자체의 움직임으로 구분 된다 [18]. 이중 사이버 멀미와 관련성이 높은 머리 움직임의 경우 노출 시간과 함께 축의 움직임이 멀미에 영향을 미치는 것으로 밝혀져 있다[19]. FPS게임에서 1인칭 시점에서 아바타를 조작했을 때, 헤드 트래킹 조작방식이 키보드 조작 방식보다 멀미 유발 정도가 높았다[20].

[그림 1]은 머리 움직임의 세 가지 축 방향을 나타낸 것이다. Roll은 이동방향에 대한 평행한 수평면에 있는 축 주위의 회전으로, 머리를 옆으로 기울이는 것이다. Pitch는 이동 방향에 대해 수직의 수평면에 있는 축 주위의 회전이며, 머리를 들거나 숙여서 화면이 위아래로 움직이는 것에 해당된다. Yaw는 이동방향에 대해 수직

면에 있는 축 주위의 좌우 회전으로 화면이 좌우로 움직이는 것에 해당된다. Pitch, Roll, Yaw 축의 움직임을 통해 멀미 현상을 일으키는 주된 축을 조사한 연구에서는 수평축(Pitch)과 수직축(Yaw)의 움직임이 메스꺼움(Nausea)에 영향이 크며[21], 그 중 수직축 회전 이동이 사이버멀미를 가장 많이 일으키는 요인으로 나타난 경우도 있다[22]. 따라서 이 연구에서는 VR 환경에서 Pitch와 Yaw 두 축의 움직임에 초점을 두어 멀미증상 영향을 살펴보려 한다.

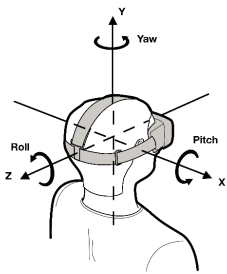


그림 1. VR 헤드셋 착용자 머리 움직임의 축 방향 (출처: Oculus 개발자 웹사이트[23])

III. 연구 방법

1. 실험 설계

실험은 시점(1인칭 - 3인칭)과 머리 움직임의 회전축(Pitch - Yaw) 조건을 조합하여 총 4개의 실험 자극물을 사용하여 수행하였다. 자극물은 <세컨드라이프 VR> 콘텐츠를 사용하였고 시점 자극은 1인칭과 3인칭의 화면 설정 변경 메뉴를 통해 조작하였다. 움직임에 대한 조작은 z축에 따라 Yaw 움직임 자극을, y축에 따라 Pitch 움직임 자극을 실험 보조자가 키보드 키로 조작하였다. 메뉴의 Zoom Pan 기능을 통해 화면상의 카메라 각속도를 기준으로 매 실험마다 동일한 각속도와 자극 시간을 유지하였다. 시야각은 시판되는 VR 하드웨어의 시야각 평균치인 100°로 설정하였다. 움직임 자극을 조작하는 동안 실험참여자가 무의식적으로 헤드셋을 움직이지 않도록 보조자가 통제하였다.



그림 2. 실험 자극물의 Pitch 움직임 예시: 1인칭(위), 3인칭(아래)

2. 실험 참가자와 진행방법

본 실험은 표준화된 SSQ(Simulator Sickness Questionnaire) 설문지를 통해 사이버멀미 증상을 측정하기 때문에 실험참가자 모든 처치 조건을 수행하는 피험자내 설계방법(within subjects design)을 채택하였다. 다만, 이전 실험 조건이 다음 실험에 미치는 영향을 최소화하기 위해 최소 하루의 시간차를 두고 다음 조건의 실험을 시행하여 개인별로 총 4일간 참여하였다. 사전 실험 결과 VR 콘텐츠에 대한 사이버 멀미 증상이 대부분 10분 이내에 나타났기 때문에, 실험 수행 시간은 10분으로 하였다.

사용기기는 시야각 100°를 지원하는 오쿨러스 리프트 Dk2를 사용하였다. 참가자들은 실험 시작전 3분간 방향 키 조작법을 숙지하였다. 실험 참여 전후에 사이버멀미 증상 정도를 측정하기 위해 SSQ 설문지를 작성하였다. 16개로 구성된 SSQ 설문 문항은 4점 척도(증상 없음 - 약한 증상 - 보통 증상 - 심각한 증상)로 측정하였다. 실험참가자 보호를 위해 실험 시작 5분 후 상태를 구두로 물어 본 뒤 멀미 증상이 심한 경우 중단할 수 있도록 하였다. 총 21명의 참여자중 1명이 탈락하여 총 20명의 실험 데이터를 수집하였다.

IV. 분석 결과

1. SSQ값 산출

SSQ 값을 Kennedy 등(1993)의 계산 방법에 따라 전체 증상 값 (Total Score)과 3개의 세부 증상, 즉, 구토

감(Nuasea), 안구운동불편(Oculomotor), 방향감각상실(Disorientation)으로 각각 도출하였다. VR 노출 전후의 SSQ 값 차이를 확인한 결과, 전체 증상 값에서 실험 참가자들의 멀미 증상 값 상승이 확인되었다. 분석을 위하여 전체 증상 값 차이의 평균을 구한 결과, 시점은 36, 움직임은 54 로 일반적인 시뮬레이터의 사이버 멀미 증상 범위인 19~55 구간에 해당되었다[16]. SSQ의 전후 값 비교 결과 따라 SSQ 척도의 본 실험 적용은 적절하였다고 판단되었다. 통계 변수에 대한 분석을 실시한 결과, 성별, 연령, VR사용 경험 유무에 따른 사이버 멀미 증상의 유효한 차이는 나타나지 않았다.

표 1. SSQ 평균값과 표준편차

증상	시점	움직임	
		Pitch	Yaw
전체 증상	1인칭	64.14(43.72)	86.02(43.02)
	3인칭	38.33(23.14)	55.72(40.46)
구토감	1인칭	49.13(38.93)	70.11(31.90)
	3인칭	20.03(17.75)	38.16(30.64)
안구운동불편	1인칭	51.92(35.23)	67.84(40.29)
	3인칭	36.00(22.92)	47.37(34.41)
방향감각상실	1인칭	71.68(50.75)	93.26(53.64)
	3인칭	47.32(30.76)	64.72(48.27)

2. 시점이 멀미 증상에 미치는 영향

[표 2]에 나타난 것과 같이 SSQ 측정 결과, 시점(Point of view)에 따라 멀미현상은 큰 차이가 나타났다. 구역질이나 구토 증상, 눈의 피로와 같은 안구 운동 불편, 방향감각 상실의 하위항목과 전체 증상 값에서 1인칭 시점이 3인칭 시점보다 멀미 증상이 더 심각했다.

표 2. 시점을 기준으로 한 SSQ 평균값과 표준편차

시점	1인칭	3인칭
	평균(표준편차)	평균(표준편차)
전체증상	75.0 (44.4)	47.0 (33.7)
구토감	59.6 (36.7)	29.0 (26.3)
안구운동불편	59.8 (38.2)	41.6 (29.4)
방향감각상실	82.4 (52.6)	56.0 (40.9)

3. 움직임이 멀미증상에 미치는 영향

SSQ 측정 결과, 머리 움직임의 축방향에 따라 멀미 현상이 다르게 나타났다. 구토감, 안구 운동 불편, 방향

감각 상실의 하위항목과 전체 증상 값에서 Pitch 보다 Yaw가 멀미 증상이 더 컸다.

표 3. 움직임을 기준으로 한 SSQ평균값과 표준편차

움직임	Pitch	Yaw
	평균(표준편차)	평균(표준편차)
전체 증상	51.2 (36.9)	70.8 (44.2)
구토감	34.5 (33.3)	54.1 (34.8)
안구운동불편	43.9 (30.4)	57.6 (38.4)
방향감각상실	59.5 (43.2)	78.9 (52.4)

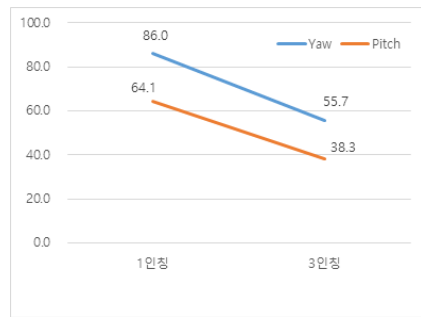


그림 3. 사이버 멀미 전체 증상 값의 조건별 비교

4. 분산분석 결과

구토, 안구불편, 방향감각 등 세부증상과 전체 증상값의 분포 유형이 유사하게 나타났기 때문에, 결과 제시의 간소화를 위해 전체 증상 값만으로 조건별 비교를 하였다. 1인칭 시점에서 Yaw 움직임이 있을 때 멀미 증상이 가장 심했고, 3인칭 시점에서 Pitch 움직임이 있을 때 가장 약했다. 이원 배치 분산 분석(Two way ANOVA) 결과 움직임의 주효과가 검증되었다 ($F(1, 18) = 5.15, p < .01, \eta^2 = .06$). 또한, 시점의 주효과도 검증되었다 ($F(1, 18) = 10.51, p < .01, \eta^2 = .12$). 그러나, 움직임과 시점의 상호작용은 나타나지 않았다.

표 4. 움직임과 시점의 사이버 멀미 효과에 대한 이원 배치 분산 분석

요인	제 III 유형 제곱합	자유도	F	유의확률(p)	부분에타 제곱
움직임	7710.66	1	5.15	.026**	.06
시점	15736.05	1	10.51	.002**	.12
상호작용효과	100.71	1	.06	.796	.01

** p<.01

V. 결론

1. 분석 결과 요약

이 연구는 VR 헤드셋을 착용하고 게임 콘텐츠를 수행할 때 1인칭-3인칭의 시점 조건과 수직축-수평축의 머리 움직임 조건이 사이버 멀미에 영향을 미치는지에 대한 실험 조사를 수행하였다. 분석 결과 3인칭보다 1인칭 시점에서, 수직축보다 수평축 회전 움직임 조건에서 멀미 증상이 심했다. 즉, VR 이용 시 시점과 움직임은 사이버 멀미에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다만, 시점과 움직임간의 상호작용은 나타나지 않았다.

움직임 축에 관한 분석 결과는 회전축과 멀미현상의 관계에 대한 선행 연구에서 수평축의 멀미가 가장 심하다는 연구 결과와 일치하는 것이다. 수평축 회전이 사이버 멀미를 더 심하게 유발하는 이유는 Yaw축 회전에서 중력가속도가 발생하지 않기 때문이라고 추정되나, 아직 명확하게 물리적, 생리학적 인과 관계가 밝혀지지 않고 있다[25].

시점과 멀미감의 관계에 대한 분석 결과는 정지 좌표계(Rest frame) 활용에 대한 기존 연구의 제안을 지지한다. 1인칭 시점에서 정지좌표계는 움직이지 않는 시각적인 힌트를 주어 사용자에게 안정감을 주기 때문에 사이버 멀미를 줄일 수 있다[26]. 즉, 정지 좌표계는 1인칭 시점의 장점인 현장감과 속도감을 유지하면서, 3인칭 시점에서 제공할 수 있는 공간 정보를 인식하게 하는 시각적 인터페이스 솔루션으로 볼 수 있다.

2. 실무적 함의

이 연구는 VR 플랫폼의 사용자 경험 측면에서 부정적 경험인 멀미감에 초점을 두었다. 하지만, VR의 차별화된 경험 구축을 위해서는 멀미감을 줄이는 동시에 몰입감과 현재감과 같은 긍정적 요소와의 균형도 함께 고려해야 할 것이다. 이를 위한 실무적 이슈와 함의를 세 가지 차원으로 정리해본다.

첫째는 VR 콘텐츠의 시각적 인터페이스 디자인 이슈이다. 사용자가 수시로 사용하는 홈 화면이나 설정 메뉴의 배치는 좌우 35°, 상측 25°, 하측 35° 이내에 배치시켜 눈의 피로를 최소화 할 수 있다[27]. 이 영역 안에 세

팅 메뉴를 디자인하여 초기 체험시 멀미감을 방지하여야 하며, 아이콘이나 버튼에 과하게 적용된 움직임과 그림자가 배경 화면의 공간감과 일치 하지 않을 경우도 멀미를 유발할 수 있으므로 신중한 적용이 필요하다. 또한 난이도가 높은 태스크 수행 전에는 표지물(Reticle)을 통해 자신의 위치나 움직임을 알게 하는 것도 멀미를 줄이기 위한 시각적 디자인 방안이다. 또한, 자세에 따라 수시로 변하는 시각적 위상을 쉽고 빠르게 교정하기 위한 인터페이스 솔루션도 필요할 것이다.

둘째는 VR 콘텐츠의 청각, 진동 등 다중감각 인터페이스 디자인 이슈이다. 현실 세계에서 경험할 수 있는 다중 감각의 피드백을 제공하는 것은 몰입감(Immersion)을 높일 수 있다. 청각 자극의 경우, 방향성과 거리에 따른 볼륨의 차이로 공간감을 제공할 수 있고 진동의 경우, 실제 사물과 유사한 촉각 피드백을 제공하여 마치 사물과 접촉하는 경험을 제공할 수 있다[28]. 따라서 VR 콘텐츠 기획자는 과도한 시각적 자극을 위해 1인칭 시점과 수평축 회전에만 의존하지 말고, 청각과 촉각 피드백으로 보완하여 멀미감을 줄이면서도 동시에 풍부한 사용자 경험을 제공하여야 한다. 단, 다중 감각 자극간의 기술적 지연(Latency)이 느껴지지 않도록 인간공학적 관점에서 설계하여야 한다.

셋째는 헤드셋 디바이스와 체험 마케팅 관련 이슈이다. 스마트폰 제조사들도 VR을 차세대 성장 동력으로 생각하지만 부족한 콘텐츠, 사이버 멀미 등으로 인하여 매스 마켓으로 확산되지 못하고 있는 현실이다. 따라서 제조사에서는 전략적인 체험 마케팅을 통해 저변 확대를 도모할 필요가 있다. 초기 사용자에게 멀미감과 같은 부정적 경험을 주지 말아야 하므로, TV 시청과 같이 이완된(Lean-back) 자세에서 VR 영상물을 감상하는 저관여 단계의 체험장 세팅을 기획하고 차차 게임, 교육 콘텐츠 등 고관여 단계 체험으로 진행하도록 하여야 한다.

3. 연구 한계 및 제언

이 연구의 가장 큰 한계는 멀미 증상 측정이라는 생리적 반응 실험의 제약상 충분한 수의 실험 참가자를 확보하지 못한 점이다. 또한, 이 실험에서 사용한 오쿨

러스 리프트 헤드셋 외에 다른 유형의 헤드셋에 대한 비교 검증은 시도하지 못하였으며, 다양한 장르의 콘텐츠 비교 검증도 수행하지 못하였다. 실험의 효율성을 위해 움직임 조건에서 Roll 축은 제외하였는데, 비행기, 모터사이클 체험 게임 콘텐츠의 경우 기울기축의 활용이 필요하므로 이에 대한 부분도 향후 연구 과제로 제안하는 바이다.

참고 문헌

- [1] Statistica, *Virtual Reality(VR)*, 2016.
- [2] SuperData, *Report: Virtual Reality Consumers*, 2017.
- [3] 박형웅, 김기정, “웹툰의 가상현실 콘텐츠로의 매체 전환에 관한 연구,” 한국콘텐츠학회논문지, 제17권, 제2호, pp.308-315, 2017.
- [4] 양일, 이숙향, 서민경, “자폐 범주성 학생을 위한 가상현실 기반 중재 연구동향 및 중재 특성 고찰,” 한국콘텐츠학회논문지, 제17권, 제2호, pp.623-636, 2017.
- [5] 소요환, “웹 3D와 가상현실 시뮬레이션 학습의 사용성 평가 비교분석,” 한국콘텐츠학회논문지, 제16권, 제10호, pp.719-729, 2016.
- [6] 박준형, 양종훈, “VR 뉴스에 관한 연구,” 한국콘텐츠학회논문지, 제16권, 제12호, pp.50-59, 2016.
- [7] 강영환, “VR기술을 활용한 암각화 박물관의 콘텐츠 개발 연구,” 한국콘텐츠학회논문지, 제16권, 제10호, pp.443-453, 2016.
- [8] M. E. McCauley and T. J. Sharkey, “Cybersickness: perception of self-motion in virtual environments,” *Presence*, Vol.1, No.3, pp.311-318, 1992.
- [9] B. D. Lawson, D. A. Graeber, A. M. Mead, and E. R. Muth, “Signs and symptoms of human syndromes associated with synthetic experiences,” *Handbook of virtual environments: Design, implementation, and applications*, pp.589-618, 2002.
- [10] A. S. Fernandes and S. K. Feiner, “Combating vr sickness through subtle dynamic field-of-view modification,” *3D User Interfaces (3DUI)*, 2016 IEEE Symposium on IEEE, 2016.
- [11] Michael J. Potel, “Motion Sick in Cyberspace,” *IEEE Computer Graphics and Applications*, Vol.18, No.1, 1998.
- [12] J. T. Reason and J. J. Brand, *Motion Sickness*, London: Academic Press, 1975.
- [13] 한경훈, 김현택, “사이버멀미의 유발원인과 감소 방법,” 한국심리학회지: 인지 및 생물, 제23권, 제2호, pp.287-299, 2011.
- [14] R. S. Kennedy, N. E. Lane, K. S. Berbaum, and M. G. Lilienthal, “Simulator Sickness Questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness,” *International Journal of Aviation Psychology*, Vol.3, No.3, pp.203-220, 1993.
- [15] S. Yano, M. Emoto, and T. Mitsuhashi, “Two factors in visual fatigue caused by stereoscopic HDTV images,” *Displays*, Vol.25, No.4, pp.141-150, 2004.
- [16] T. H. Apperley, “Genre and game studies: Toward a critical approach to video game genres,” *Simulation & Gaming*, Vol.37, No.1, pp.6-23, 2006.
- [17] 김윤정, “VR콘텐츠의 멀미유발요인 감소를 위한 연출법 연구,” 한국 애니메이션 연구, Vol.12, No.2, pp.27-45, 2016.
- [18] R. S. Kennedy, J. M. Drexler, and K. S. Berbaum, “Methodological and measurement issues for identification of engineering features contributing to virtual reality sickness,” *Proceedings of the Image 7 Conference*, Tucson, Arizona, Vol.12, No.17, 1994.
- [19] W. T. Lo and R. H. Y. So, “Cybersickness in the presence of scene of scene rotational

movement along different axes,” Applied Ergonomics, Vol.32, No.1, pp.1-14, 2011.

- [20] 이홍섭, 박의준, “3D HMD의 멀미증상 완화를 위한 조작방법에 관한 연구,” 한국컴퓨터 게임학회논문지, 제27권, 제4호, pp.85-91, 2014.
- [21] W. Chen, J. Z. Chen, and R. H. Y. So, “Visually induced motion sickness: Effects of translational visual motion along different axes,” Proceedings of the international conference on Ergonomics & Human Factors 2011, Stoke Rochford, Lincolnshire, p.281, 2011.
- [22] 최정아, *Effects of scene movements on cyber sickness in VR*, 한국과학기술원, 석사학위논문, 2001.
- [23] <https://developer.oculus.com>
- [24] R. S. Kennedy and K. M. Stanney, “Aftereffects of virtual exposure: psychometric issues,” Proceeding of the HCI International, August San Francisco, CA, Vol.24, No.29, 1997.
- [25] Y. Tiande and P. Jingshen, “Motion sickness severity unde movements,” Aviation Space Environ, Vol.3, No.2, pp.141-144, 1991.
- [26] J. Jerald, *The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality*, Association for Computing Machinery and Morgan & Claypool Publishers, 2016.
- [27] A. Tilley, *The Measure of Man and Woman: Human Factors in Design*, Henry Dreyfuss Associate, 1993.
- [28] M. Azmandian, M. Hancock, H. Benko, E. Ofek, and A. Wilson, “Haptic retargeting: Dynamic repurposing of passive haptics for enhanced virtual reality experiences,” CHI 2016, pp.1968-1979, 2016.

저 자 소 개

정 지 영(Ji-Young Jung)

준회원



- 2012년 3월 : 서울여자대학교 방송영상학과(학사)
- 2017년 2월 : 연세대학교 정보대학원 UX 트랙(석사과정)

<관심분야> : UX 기획, 콘텐츠 UX

조 광 수(Kwang-Su Cho)

정회원



- 2004년 8월 : 피츠버그대학 인지과학(박사)
- 2006년 8월 ~ 2011년 5월 : 미주리대학 정보과학/학습공학과/컴퓨터과학과 교수
- 2009년 8월 ~ 2014년 2월 : 성균관대학교 WCU 인터랙션사이언스학과 교수

• 2014년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 정보대학원 UX 트랙 교수

<관심분야> : 인지심리학과 인공지능, 디자인의 융합을 기반으로 하는 사용자경험(UX)/사용자인터페이스(UI), 드론, VR, 스마트카, 커머스, 학습, 스마트TV, 게임, 뉴로 마케팅, 머신러닝, 로봇, 접근성

최 진 해(Jinhae Choi)

정회원



- 2008년 3월 : Chiba University 인간환경디자인과학(공학박사)
- 2013년 6월 ~ 현재 : LG전자 MC연구소 UX실장

<관심분야> : UX Design, User Interface, Human Centered Design, HCI, Design System

최 준 호(Junho Choi)

정회원



- 2002년 5월 : 뉴욕주립대학(버팔로) 커뮤니케이션학(박사)
 - 2002년 8월 ~ 2006년 5월 : Rensselaer Polytechnic Institute, Department of Language, Literature, & Communication 조교수
 - 2006년 9월 ~ 2009년 2월 : 광운대학교 미디어영상학부 부교수
 - 2009년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 정보대학원 UX 트랙 부교수
- <관심분야> : UX 평가방법론, 자동차 UX, 콘텐츠 UX