

가상현실 환경에서 사이버 멀미에 영향을 미치는 요인연구 : VR 게임을 중심으로

공전영¹, 정의준^{2*}

¹우송대학교 테크노미디어융합학과, ²건국대학교 문화콘텐츠학과

A Study on Factors Affecting Cybersickness in Virtual Reality Environment: Focusing on VR Games

Jeonyoung Kong¹, Eui Jun Jeong^{2*}

¹Techno-media Convergence, Woosong University

²Digital Culture & Contents, Konkuk University

요약 본 연구는 가상현실 게이밍 요소 중에서 내러티브와 디스플레이 주사율, 그리고 공간 실재감이 사이버 멀미에 미치는 영향을 평가하였다. 이를 위하여 본 연구에서는 112명의 피실험자가 참여한 실험을 수행하였으며, 이를 통하여 수집된 데이터를 분석하였다. 연구 결과, 가상현실 게임에서 내러티브는 피실험자가 지각하는 높은 수준의 공간 실재감을 바탕으로 콘텐츠 만족도와 플레이 타임에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 내러티브적인 게임 요소가 있는 경우에는 디스플레이 주사율이 공간 실재감에 미치는 영향이 크지 않지만 내러티브가 없는 환경에서는 주사율이 공간 실재감에 영향을 준다고 분석할 수 있다. 주사율은 가상현실 콘텐츠 몰입감과 현존감 향상 배경에 시각적인 요소가 큰 영향을 주기 때문에, 높은 공간 실재감을 통한 긴 게임 플레이 타임이 측정되었으며 높은 게임 경험 만족도를 확인할 수 있었다. 주사율은 사이버 멀미의 발생 시점과 멀미의 정도에는 유의한 정도의 영향을 미치지 않지만, 게임의 만족도나 플레이타임에는 유의미한 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다. 내러티브가 있을 때 주사율이 공간 실재감에 미치는 영향이 크지 않지만 내러티브가 없는 환경에서는 주사율이 공간 실재감에 영향을 미친다고 분석할 수 있다. 가상현실 콘텐츠 개발자나 기획자들은 이러한 연구 결과를 통해 가상현실 콘텐츠의 사이버 멀미 저감 방안에 대한 방향을 정립하는데 유용한 자료로 활용할 수 있을 것이다.

Abstract This study was designed to find ways of reducing the cybersickness issue in virtual reality. As part of this study, relationships among the various factors causing cybersickness in virtual reality games were analyzed. To choose a specific topic for experimental research, we resort to a theoretical review that explained the need to understand factors influencing cybersickness in VR games. The experiment was conducted in an independent space, where 112 subjects were divided into groups of 28. There was only one round of experimentation as part of this study. The subjects had adopted a self-administered evaluation to measure cybersickness, spatial presence, and hours of gaming. Collected data from the experiment were analyzed using a SPSS 22.0 program. The findings of this analysis show that narratives in virtual reality had important impacts in terms of content satisfaction and playtime on users based on their high spatial presence. Scan rates did not have much influence on the spatial presence of users when there were narratives. Whereas in an environment with no narratives, scan rates had impacts on their spatial presence. As visual elements had huge impacts on improved immersion in VR content and presence, high spatial presence had resulted in longer game playtime and higher satisfaction with exceptional gaming experiences. Scan rates had no significant effects on the timing and degree of cybersickness, but they had significant effects on game satisfaction and playtime. Scan rates did not have big impacts on spatial presence in the presence of narratives, but they had impacts on spatial presence in an environment with no narratives. VR content developers and planners can use these findings as useful data to establish a direction to reduce cybersickness in VR content.

Keywords : Virtual Reality, Cybersickness, Game, Narrative, Frame Rate

본 논문은 공전영의 박사학위논문의 데이터를 활용하여 재구성하였음

*Corresponding Author : Eui Jun Jeong(Konkuk Univ.)

email: stevejeong@gmail.com

Received July 7, 2021

Revised August 6, 2021

Accepted October 1, 2021

Published October 31, 2021

1. 서론

가상현실(VR)을 이용한 게임 환경은 게이머에게 공간적 체험과 시간적 체험을 동시에 제공한다는 특징을 가진다[1]. VR 장치를 착용한 게이머는 주변 환경과 상호작용을 한다는 느낌을 가지며 VR이 구현하는 새로운 세상을 경험하게 된다[2]. 그러나 한편으로는, VR 기술을 활용하여 제작된 게임을 즐기는 과정에서 게이머들은 사이버 멀미(cyber sickness)를 경험하는 경향이 높다는 연구 결과가 제시되었다[3]. 사이버 멀미는 약간의 증상만으로도 사용자의 불편을 유발하며, 사이버 멀미에 따른 증상은 가상현실에 노출되기 전과 노출된 후 모든 경우에 발생할 수 있다. 그리고 사이버 멀미 증상이 나타난 이후에는 가상환경을 벗어난 이후의 현실 생활에도 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 연구 결과가 있다[4].

VR 기반의 게임을 위한 하드웨어와 소프트웨어 기술이 발전하고 있음에도 불구하고 게이머들은 여전히 사이버 멀미를 경험하고 있는 것으로 조사되고 있다. 국내외 학계에서는 사이버 멀미와 관련하여 활발한 연구가 수행되고 있음에도 불구하고 그 발생 원인과 해결방안은 명확하게 제시되지 못한 상태이다.

본 연구에서는 디스플레이 주사율과 내러티브의 유무, 그리고 공간 실재감이 게이머의 사이버 멀미에 미치는 영향을 평가할 것이다. VR 게임의 기술적인 요소 중에서 디스플레이 주사율은 사이버 멀미를 일으키는 중요한 원인 중의 하나일 것으로 예상할 수 있다[5]. VR 게임을 즐기는 게이머들은 일반적으로 HMD(Head Mounted Display)를 착용하거나 디스플레이를 통하여 빠르게 회전하거나 이동하는 시각적 자극을 전달받으며, 일반적인 멀미와는 달리 이를 통하여 사이버 멀미가 발생할 수 있다는 주장이 있다[6]. 시각적인 게이밍 요소와 함께 게임에서 중요한 요소로 평가되는 게임 내러티브는 게이머들에게 몰입적 환경을 제공한다[7]. 또한 가상현실 경험에서 촉발되는 공간 실재감은 높은 가상현실 멀미 정도와 유의미한 관계가 있다고 연구되었다[8].

이에 본 연구는 가상현실 게임콘텐츠에서 사이버 멀미를 유발하는 요인에 대해 기술(주사율), 콘텐츠(내러티브), 유저의 개인적 특성(공간 능력)으로 분류하였다. 그리고 각 요인 간의 관계와 사이버 멀미 최초 도달 시간, 게임 노출 시간, 공간 실재감, 사용자 경험 만족도, 사이버 멀미 요인에 대한 상호작용 효과에 초점을 두는 실험을 통한 탐색적 연구를 진행하여 사이버 멀미 유발 요인들에 대한 유의미한 결과를 도출하고자 한다.

가상현실 게임 환경의 사이버 멀미에 영향을 줄 수 있는 요인 중 내러티브와 공간 실재감, 디스플레이 주사율의 선행연구를 바탕으로 사이버 멀미에 미치는 영향을 평가한다. 이를 위하여 본 논문에서는 112명의 피실험자가 참여한 실험을 수행하였으며, 이를 통해 수집된 데이터를 분석하였다.

2. 선행연구

2.1 내러티브

게임 내에서의 내러티브는 게이머에게 상황이나 맥락을 논리적으로 이해시킬 수 있는 게임 스토리의 진행 혹은 시나리오를 의미한다. 그리고 게임 스토리 세계 내에서 주인공이 일련의 도전을 해결함으로써 명확한 목표를 추구한다는 내용을 암시하기도 한다[9]. 내러티브는 가상현실 게임콘텐츠의 진정성을 높일 수 있는 중요한 요인으로 평가된다. 게임 내에서 제공하는 내러티브는 게이머들이 게임 내에서 등장하는 여러 가지의 게임 요소를 이해하고 유지하는데 도움이 되며, 특히 게임을 통한 지식 습득과정에 참여할 수 있다고 주장하는 견해도 있다[10]. 또한, 내러티브가 제공하는 맥락은 게이머들에게 몰입적인 환경을 제공하는데, 이것은 게이머들에게 “무엇이 진짜 그곳에 존재한다” 혹은 “나는 그것과 함께 있다”라는 의식을 갖게 한다. 내러티브는 환경과의 감정적 관계를 발전시킬 수 있게 하는 중요한 요소 중의 하나라고 파악된다[11]. 하지만 극복해야 할 문제도 있다. 내러티브를 구성하기 위해서는 영상을 구현하는 연출기법이 중요하다. 예를 들어 급격한 앵글 변화는 가상현실 게이머에게 사이버 멀미를 일으키는 요인으로 작용한다. 따라서 내러티브를 보다 효과적으로 전달할 수 있으려면 내러티브 구성에 대한 보다 다양한 연구가 필요하다.

2.2 공간 실재감

공간 실재감(Spatial presence)이란 현실 세계에서 느끼는 실재감과는 다른 차원이다. 가상공간에서 자신이 그 안에 실제로 존재한다는 생각을 가지며 다양한 자극을 생생하게 느끼는 현상을 말한다. 눈앞에서 전개된다는 의미에서 이를 공간 현존감이라고 부르기도 한다. 실재감이란 의미는 게이머가 가상현실 속으로 들어가 그 안에 실제로 존재한다는 생각을 가지게 된 것을 말한다. 실재감(presence)은 다양한 학문적 분야에서 널리 활용

되고 있는 용어이다[12]. 가상현실 환경이 여러 가지 종류의 감각 채널을 동시에 다룰 수 있어, 게이머의 감각 몰입과 운동 몰입을 촉진시킬 수 있으며, 이러한 형태의 몰입을 통하여 인간은 환경 혹은 공간에 위치한다는 경험을 향상할 수 있다고 하였다[13]. 따라서 공간 실재감이란 미디어 정보에 의해서 자극을 받아 실제의 공간으로 인식과 경험에 대한 지각을 뜻한다. 혹은 실제로는 물리적 환경에 소속되지 않더라도 매개된 공간 내에서 게이머 혹은 게이머를 둘러싼 다른 사람들과의 주관적 경험을 통하여 공간 내에서 존재한다는 인식에 대한 지각이며, 공간 실재감은 매체가 제공하는 몰입적 특성을 가지고 있다[14]. 예를 들어서, 몰입 행위를 충실하게 제공할 수 있는 디스플레이 환경은 게이머에게 공간 실재감을 강하게 지각시킬 수 있다고 한다.

2.3 디스플레이 주사율

디스플레이 주사율은 디스플레이 장치가 초당 주사하는 이미지의 수를 말하며, 단위로는 fps를 쓴다. 1초에 얼마나 많은 장면을 표시할 수 있는지 나타내는 수치이다. 즉, 1초 동안 화면을 60단계로 쪼개서 보여줄 수 있다는 의미이며, 이 수치가 높을수록 화면 끊김이 없이 부드러운 표현이 가능하다. 선행연구에 따르면 HMD 디스플레이의 주사율이 현존감과 사이버 멀미 모두에 영향을 미친다는 연구가 있다. 즉 프레임 속도가 높을수록 부드러운 동작으로 인한 사실감이 높아져 게임 유저의 현존감이 높아진다고 한다[15]. 주사율과 같은 시각적 요인은 콘텐츠 몰입에 큰 영향을 주며, 가상현실 콘텐츠 몰입감 향상에 시각적인 요소가 큰 영향을 준다는 연구도 있다[16]. 반면 낮은 주사율은 가상현실 환경에서 멀미를 유발하는 것으로 오랫동안 알려져 왔다[17]. 디스플레이 주사율은 다양한 콘텐츠에서 중요한 요소로 작용하고 있다. 주사율은 가상현실 환경의 시각적 부분에서 시야각과 함께 큰 요인으로 작용하고 있다.

3. 연구방법

본 연구는 피실험자가 참여하는 실험을 수행하여 자료를 수집하였다. 실험 수행은 피실험자가 가상현실 게임에 집중할 수 있도록 독립된 공간에서 실험참가자 1인, 실험 진행자 1인으로 진행하였으며, 피실험자는 112명으로 한 그룹당 28명으로 구성하여 실험을 1회 진행하였다. 실험에 사용된 HMD는 소니의 PlayStation VR을

사용하였다. 통제되지 않은 요소의 개입을 최소화하기 위하여 HMD와 눈의 거리를 고정하였으며, 피실험자는 교정시력으로(안경, 렌즈) 진행하였다. HMD의 주사율을 제외한 모든 하드웨어 설정값(해상도, 명도, 채도, 밝기)은 모든 피실험자들에게 동일하게 설정하였다.

자세의 안정성을 위해 지정된 의자에서 착석하여 게임을 진행하도록 하였으며, 시각적 데이터와 콘텐츠로 인해 발생하는 멀미 현상만을 정확하게 분석하고 머리 및 다른 신체적 움직임으로 인한 멀미를 통제했다. 머리의 움직임을 최소화하기 위하여 턱을 고정한 후, 가상현실의 모든 행동은 플레이스테이션 컨트롤러(DUALSHOCK 4 Wireless)로 진행할 수 있도록 플레이를 진행하였다.

실험을 수행하기 전 피실험자들에게 실험 목적 및 절차, 주의사항 등을 충분히 설명하였으며, 본인의 의지에 따라 언제든지 실험 도중에 HMD를 벗어서 게임을 종료할 수 있음을 고지하였다. 개인적인 차이가 있지만, 가상현실 콘텐츠를 장시간 시청 시 사이버 멀미가 급격하게 증가한다는 기존 연구성과를 참고하여, 플레이 도중 피실험자가 불편함을 느끼거나 종료를 희망한다면 언제든지 실험 종료가 가능하다는 사실을 고지하였다[18]. 콘텐츠 시청 후 피실험자의 사이버 멀미를 측정하기 위하여 SSQ 설문지를 작성하였다.

첫째, 사이버 멀미 증상을 측정하기 위하여 자기보고식(self-rated) 평가방법을 사용한다. 본 연구에서는 주관적 설문 도구인 SSQ(Simulator Sickness Questionnaire) 방법을 이용하였다[19]. 16개의 설문 문항으로 구성된 SSQ는 가상현실 게임이나 시뮬레이터를 사용하면서 지각하는 사이버 멀미 증상을 평가하기 위하여 다양한 연구에서 활용되고 있다[20]. 각 문항은 4점 척도(4-points scale) (0점 - 증상이 없다, 1점 - 약한 증상이 있다, 2점 - 보통 증상이 있다, 3점 - 심각한 증상이 있다)로 측정한다. SSQ 값은 Kennedy et al. (1993)의 계산 방법에 따라 전체 값(total score)과 함께 구토감(nausea), 안구운동 불편(oculomotor disturbance), 방향감각 상실(disorientation)을 포함하는 3개의 하위요인에 대한 평가 값에 대하여 가중치를 부여하여 도출하였다. SSQ는 실험 전과 실험 후에 1회씩 총 2회 측정하였다.

둘째, 피실험자의 공간 실재감(spatial presence)은 Vorderer et al. (2004)이 개발한 MEC Spatial Presence Questionnaire (MEC-SPQ) 설문 도구를 사용하였다[21]. MEC-SPQ 설문 방식은 영화 및 가상환경 분야의 연구에서 실재감을 측정하기 위해 사용하고 있으며 게임 분야에서도 일반 영상과 입체 영상의 차이

점 연구 또는 게임 요소들의 연구를 위하여 사용되고 있다. MEC-SPQ는 9개 실재감의 요인들을 정의하고 있다. 9개의 요인은 몰입 (absorption)과 시각적 공간 이미징 (visual spatial imagery), 도메인 특정 관심 (domain specific Interest)의 요소로부터 영향을 받는 2개의 성격 요인과 4개의 프로세스 요인으로 구성된다. 2개의 성격 요인은 인지적 참여도 (cognitive involvement)와 불신의 유예 (suspension of disbelief)로 구성된다. 4개의 프로세스 요인들은 주의 할당 (attention allocation)과 공간 상황 모델 (spatial situation model), 공간 실재감: 자가 위치 (spatial presence: self-location), '공간 실재감: 가능 행동 (spatial presence: self-actions)'으로 구성된다.

각각 8개의 설문 문항으로 구성된 주의할당과 자가위치를 포함하는 2개의 하위요인으로 피실험자가 지각하는 공간 실재감을 평가하였다. 설문 문항은 5점 척도 (1 = 전혀 그렇지 않다, 5 = 매우 그렇다)로 구성되며, 응답자의 주의를 환기시키고 응답 편향 (response bias)을 방지하기 위하여 일부의 문항을 역 코딩하였다.

셋째, 피실험자의 게임 이용 시간을 초 단위로 측정하여 본 연구에서 활용하였다. 본 실험에서는 HMD를 착용하고 영상이 시작되는 시점을 콘텐츠 이용 시작 시간으로 기준을 잡았으며, 피실험자가 HMD를 벗거나 게임 중단을 요청하는 시점을 콘텐츠 노출 종료 시점으로 측정하였다.

넷째, HMD 디스플레이의 주사율은 다양한 콘텐츠에서 중요한 요소로 작용하고 있다. 주사율은 가상현실 환경의 시각적 부분에서 시야각과 함께 큰 요인으로 작용하고 있다. 본 연구에서는 90Hz, 120Hz의 두 가지 조건을 부여하여 주사율 실험을 진행을 하였다.

마지막으로 내러티브 요인은 피실험자에게 게임의 시나리오를 사전에 제공하는 조건 (narrative condition)과 제공하지 않는 조건 (no narrative condition)을 포함하는 2가지 수준을 포함한다. 사전에 시나리오를 제공하는 조건에서는 피실험자가 게임상에서 처하게 되는 상황과 미션에 대한 설명을 텍스트와 음성 정보가 결합된 정보를 받은 후에 실험을 수행하였다. 예를 들어서, 피실험자는 "당신은 지금 지구를 지켜야 하는 운명을 가진 지구의 수호자입니다. 외계인의 침입을 막고 지구인들을 지켜야 합니다. 외계인들은 붉은 보석을 모두 가지고 있습니다. 이 부분을 잘 집중하여 공격하면 외계인들은 쉽게 물러설 것입니다. 당신의 손에 지구의 평화가 달려있습니다"를 포함하는 시나리오를 제공받았다. 사전에 시

나리오를 제공하지 않는 조건에서는 게임과 관련된 상황 혹은 미션에 대한 정보를 피실험자에게 제공하지 않았다.

4. 연구결과

4.1 게임 플레이 타임 차이 검증

(Fig. 1)은 피실험자로부터 측정된 게임 플레이 타임에 대한 내러티브 × 디스플레이 주사율 조건의 효과를 나타내고 있다. 내러티브가 없는 조건에 대하여, 90Hz 주사율 그룹의 평균(=306.1)과 비교하여 120Hz 주사율 그룹의 평균(=450.0)의 평균이 높은 것으로 나타났다. 내러티브가 있는 그룹에 대해서도 90Hz 주사율 그룹의 평균(=468.2)과 비교하여 120Hz 주사율 그룹의 평균(=559.3)이 보다 높은 것으로 관찰되었다.

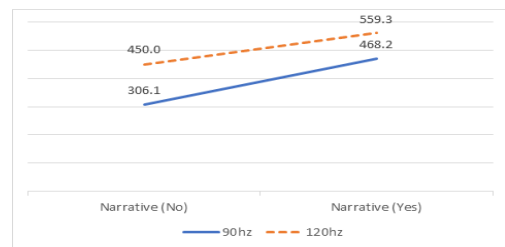


Fig. 1. An illustration of the measures of game playing time for narrative × refresh rate

관찰된 차이가 통계적으로 유의한지를 평가하기 위하여 Kruskal Wallis test를 활용하여 4개 그룹의 평균 차이 검정을 수행하였다. 평가 결과, $\chi^2(3)=26.926$, 점근 유의수준=0.000<0.05로 나타났으며, 따라서 4개 그룹의 평균의 차이는 통계적으로 유의한 것으로 평가되었다 (Table 1).

Table 1. The result of Kruskal Wallis test on the measures of game playing time for narrative × refresh rate

Dependent measure	Narrative × Refresh rate	N	Mean rank	χ^2	Significance
Game playing time	No, 90Hz	28	33.73	26.926	0.000
	Yes, 90Hz	28	57.04		
	No, 120Hz	28	58.59		
	Yes, 120Hz	28	76.64		
	All	112			

사후분석으로서 Bonferroni test를 이용하여 다중 비교를 수행한 결과, 내러티브가 없는 조건에 대하여, 120Hz 그룹의 평균은 90Hz 그룹의 평균보다 통계적 유의수준에서 높은 것으로 나타났다. 그리고 내러티브가 있는 조건에 대하여, 120Hz 그룹의 평균은 90Hz 그룹의 평균보다 통계적으로 의미있는 수준($p=0.063<0.10$)에서 높은 것으로 나타났다(Table 2).

Table 2. The results of Bonferroni test on the measures of game playing time for narrative × refresh rate

I	J	Mean difference (I-J)	p-Value
No, 90Hz	Yes, 90Hz	-143.9286*	.005
	No, 120Hz	-162.1429*	.001
	Yes, 120Hz	-253.2143*	.000
Yes, 90Hz	No, 90Hz	143.9286*	.005
	No, 120Hz	-18.2143	1.000
	Yes, 120Hz	-109.2857	.063
No, 120Hz	No, 90Hz	162.1429*	.001
	Yes, 90Hz	18.2143	1.000
	Yes, 120Hz	-91.0714	.194
Yes, 120Hz	No, 90Hz	253.2143*	.000
	Yes, 90Hz	109.2857	.063
	No, 120Hz	91.0714	.194

4.2 사이버 멀미 차이 검정

(Fig. 2)는 피실험자로부터 측정된 사이버 멀미에 대한 내러티브 × 디스플레이 주사율 조건의 효과를 나타내고 있다. 내러티브가 없는 조건에서, 90Hz 주사율 그룹의 평균(=1369.6)과 비교하여 120Hz 주사율 그룹의 평균(=1379.8)이 다소 높은 것으로 나타났다. 그러나 내러티브가 있는 조건에서는 90Hz 주사율 그룹의 평균(=1386.8)이 120Hz 주사율 그룹(=1085.5)의 평균보다 높은 것으로 관찰되었다.

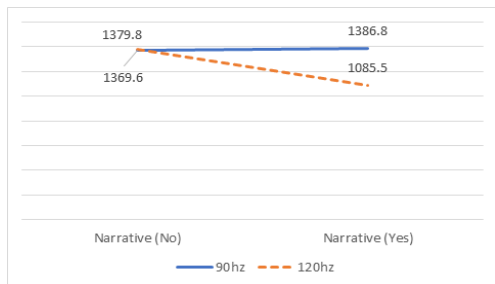


Fig. 2. An illustration of the measures of cyber sickness for narrative × refresh rate

관찰된 차이가 통계적으로 유의한지를 평가하기 위하여 Kruskal Wallis test를 활용하여 4개 그룹의 평균 차이 검정을 수행하였다. 평가 결과, $\chi^2(3)=7.646$, 점근 유의수준= $0.054<0.10$ 으로 나타났으며, 따라서 4개 그룹의 평균의 차이는 통계적으로 유의미한 수준(marginally significant)으로 평가되었다(Table 3).

Table 3. The result of Kruskal Wallis test on the measures of cyber sickness for narrative × refresh rate

Dependent measure	Narrative × Refresh rate	N	Mean rank	χ^2	Significance
Cyber sickness	No, 90Hz	28	61.77	7.646	0.054
	Yes, 90Hz	28	61.88		
	No, 120Hz	28	60.52		
	Yes, 120Hz	28	41.84		
	All	112			

Bonferroni test를 이용하여 사후분석으로서 다중 비교를 수행한 결과, 내러티브가 없는 조건에 대하여, 120Hz 그룹의 평균과 90Hz 그룹의 평균은 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 내러티브가 있는 조건에 대해서는 120Hz 그룹의 평균은 90Hz 그룹의 평균보다 통계적으로 의미있는 수준($p=0.067<0.10$)에서 높은 것으로 나타났다(Table 4).

Table 4. The results of Bonferroni test on the measures of cyber sickness for narrative × refresh rate

I	J	Mean difference (I-J)	p-Value
No, 90Hz	Yes, 90Hz	10.000000	1.000
	No, 120Hz	-7.178571	1.000
	Yes, 120Hz	294.071429	.052
Yes, 90Hz	No, 90Hz	-10.000000	1.000
	No, 120Hz	-17.178571	1.000
	Yes, 120Hz	284.071429	.067
No, 120Hz	No, 90Hz	7.178571	1.000
	Yes, 90Hz	17.178571	1.000
	Yes, 120Hz	301.250000*	.043
Yes, 120Hz	No, 90Hz	-294.071429	.052
	Yes, 90Hz	-284.071429	.067
	No, 120Hz	-301.250000*	.043

4.3 공간 실재감 차이 검정

(Fig. 3)은 피실험자로부터 측정된 공간 실재감에 대한 내러티브 × 디스플레이 주사율 조건의 효과를 나타내고 있다. 내러티브가 없는 조건에 대하여, 90Hz 주사

을 그룹의 평균(=3.8)과 비교하여 120Hz 주사율 그룹의 평균(=4.3)이 높은 것으로 나타났다. 그러나 내러티브가 있는 조건에 대해서는 90Hz 주사율 그룹의 평균(=4.4)과 120Hz 주사율 그룹의 평균(=4.4) 간에는 차이가 없는 것으로 관찰되었다.

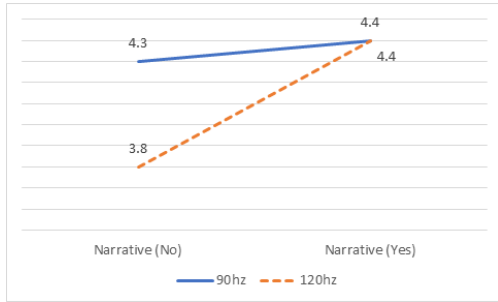


Fig. 3. An illustration of the measures of spatial presence for narrative × refresh rate

관찰된 차이가 통계적으로 유의한지를 평가하기 위하여 Kruskal Wallis test를 활용하여 4개 그룹의 평균 차이 검정을 수행하였다. 평가 결과, $\chi^2(3)=31.073$, 점근 유의수준=0.000<0.05로 나타났으며, 따라서 4개 그룹의 평균의 차이는 통계적 유의수준에서 평가되었다(Table 5).

Table 5. The result of Kruskal Wallis test on the measures of spatial presence for narrative × refresh rate

Dependent measure	Narrative × Refresh rate	N	Mean rank	χ^2	Significance
Spatial presence	No, 90Hz	28	28.39	31.073	0.000
	Yes, 90Hz	28	57.79		
	No, 120Hz	28	67.50		
	Yes, 120Hz	28	72.32		
	All	112			

Bonferroni test를 이용하여 사후분석으로서 다중 비교를 수행한 결과, 내러티브가 없는 조건에서는 120Hz 그룹의 평균이 90Hz 그룹의 평균보다 통계적 유의수준에서 큰 것으로 나타났다. 그러나 내러티브가 있는 조건에서는 120Hz 그룹의 평균과 90Hz 그룹의 평균은 서로 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 6).

Table 6. The results of Bonferroni test on the measures of spatial presence for narrative × refresh rate

I	J	Mean difference (I-J)	p-Value
No, 90Hz	Yes, 90Hz	-.45539*	.000
	No, 120Hz	-.55814*	.000
	Yes, 120Hz	-.60936*	.000
Yes, 90Hz	No, 90Hz	.45539*	.000
	No, 120Hz	-.10275	1.000
	Yes, 120Hz	-.15396	.470
No, 120Hz	No, 90Hz	.55814*	.000
	Yes, 90Hz	.10275	1.000
	Yes, 120Hz	-.05121	1.000
Yes, 120Hz	No, 90Hz	.60936*	.000
	Yes, 90Hz	.15396	.470
	No, 120Hz	.05121	1.000

5. 논의 및 결론

공간 실재감에 대한 내러티브 × 주사율 조건의 효과는 내러티브가 없는 조건에서, 90Hz 주사율 그룹의 평균과 비교했을 때 120Hz 주사율 그룹의 평균이 높은 것으로 나타났다. 그러나 내러티브가 있는 조건에서는 90Hz 주사율 그룹의 평균과 120Hz 주사율 그룹의 평균 간에 차이가 없는 것으로 분석되었다. 내러티브가 있는 환경에서 주사율이 공간 실재감에 미치는 영향이 크지 않지만, 내러티브가 없는 환경에서는 주사율이 공간 실재감에 영향을 미친다고 할 수 있다.

주사율에서는 높은 공간 실재감을 통한 긴 게임 플레이 타임이 측정되었으며 높은 게임 경험 만족도를 확인할 수 있었다. 하지만 사이버 멀미에서는 주사율이 높다고 해도 사이버 멀미가 늦게 발생하지는 않았다. 멀미 정도 또한 주사율과는 유의미한 관계가 나타나지 않았다. 주사율은 사이버 멀미의 발생 시점과 멀미의 정도에는 그다지 영향을 미치지 않지만, 게임의 만족도나 플레이 타임에는 유의미한 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 연구 결과는 하드웨어의 빠른 발전으로 가상현실 콘텐츠의 시각적 효과와 관련 기술이 향상되어도 콘텐츠 만족도에는 영향을 줄 수 있지만, 사이버 멀미에는 유의미한 영향을 줄 수 없다는 것을 말해 준다.

가상현실 게임에서 내러티브는 기존의 게임보다 더 크게 작용한다고 볼 수 있으며, 게임콘텐츠의 진정성을 높일 수 있는 중요한 요인이라고 볼 수 있다. 가상현실 게임 안에 존재하는 다양한 사물 간의 관계나 영향뿐만 아

나라 사물 자체가 포함하는 여러 가지 풍부한 정보를 제공하여, 유저들에게 '무엇인가 진짜 그 안에 존재한다' 혹은 '나는 그것과 함께 있다'라는 공간 실재감을 높여준다. 연구 결과에 따르면 내러티브의 존재는 높은 게임콘텐츠 경험 만족도를 유도하는 것으로 나타났으며, 콘텐츠 이용시간 역시 비약적으로 증가하는 것으로 확인되었다. 하지만 사이버 멀미와 내러티브의 관계에서는 유의한 결과가 나타나지 않았다.

가상현실은 유저에게 기존 콘텐츠 플랫폼보다 많은 정보를 빠르고 직·간접적으로 제공한다. 가상현실 내에서 받아들인 정보는 작동기억에서 처리되어야 한다. 그런데 작동기억의 한계를 초과하면, 정보가 처리되지 못하고, 소멸하거나 과부하를 일으켜 사이버 멀미를 유발하는 것으로 해석할 수 있다. 즉, 많은 시각적 영상 정보를 제공하는 동시에 텍스트와 사운드를 포함한 많은 양의 내러티브가 학습자에게 인지적 과부하를 일으켜 사이버 멀미를 일으키는 요인으로 작용한다고 해석할 수 있다. 하지만 가상현실의 내러티브는 이용자의 높은 공간 실재감을 바탕으로 한 콘텐츠 만족도와 플레이 타임에 상당한 영향을 준다는 것을 확인할 수 있었다.

가상현실 콘텐츠 개발자나 기획자들은 이러한 연구 결과를 통해 가상현실 콘텐츠의 사이버 멀미 저감 방안에 대한 방향을 정립하는데 유용한 자료로 활용할 수 있을 것이다. 본 연구 이후에도 사이버 멀미의 추가적인 요인들을 찾고 이를 활용하여 가상현실 콘텐츠에서 사이버 멀미라는 불편함을 해소하는 과정에서 도움이 되었으면 한다.

References

- [1] Jason Jerald, *The VR book: Human-centered design for virtual reality*. p168, New York, NY: Morgan & Claypool, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1145/2792790>
- [2] Alejandro Baldominos, Yago Saez, Cristina García del Pozo, "An approach to physical rehabilitation using state-of-the-art virtual reality and motion tracking technologies", *Procedia Computer Science* 64, pp. 10-16, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.457>
- [3] Ajoy S Fernandes, Steven K. Feine, "Combating vr sickness through subtle dynamic field-of-view modification", *IEEE Symposium on 3D User Interfaces (3DUI)*, 2016.
DOI: <https://doi.org/10.1109/3DUI.2016.7460053>
- [4] Joseph J. LaViola, "A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments", *ACM SIGCHI Bulletin* 32(1), pp. 47-56, 2000.
DOI: <https://doi.org/10.1145/333329.333344>
- [5] Joseph J. LaViola, "A Discussion of Cybersickness in Virtual Environments", *ACM SIGCHI Bulletin* 32(1), pp. 47-56, 2000.
DOI: <https://doi.org/10.1145/333329.333344>
- [6] Chang Eun-hee, Seo Dae-il, Kim Hyun-Taek, Yoo Byoung-hyun, "An integrated model of cybersickness: Understanding user's discomfort in virtual reality", *Journal of KIISE45(3)*, pp. 251-279, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5626/JOK.2018.45.3.251>
- [7] Bernard Perron, Mark JP Wolf, *The Video Game Theory Reader*, Taylor & Francis Books, Inc, pp. 67-80, 2003.
DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203887660>
- [8] J.J.-W. Lin, H.B.L. Duh, D.E. Parker et al, "Effects of field of view on presence, enjoyment, memory, and simulator sickness in a virtual environment", *Virtual Reality Proceedings IEEE*, 2002.
DOI: <https://doi.org/10.1109/VR.2002.996519>
- [9] Sanna-Mari Äyrämö, Raine Koskimaa, "Narrative definitions for game design : A concept-oriented study of nine computer game design books", In Van Eck, R. (Ed.), *Interdisciplinary models and tools for serious games: Emerging concepts and future directions*. pp. 1-29, 2010.
DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-61520-719-0.ch001>
- [10] Jan Herrington, Thomas C. Reeves, Ron Oliver, *A guide to authentic e-learning*, p127, London & New York: Routledge, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.4324/9780203864265>
- [11] Priscilla Haring, Dimitrina Chakinska, Ute Ritterfeld, "Understanding serious gaming: A psychological perspective. Handbook of research on improving learning and motivation through educational games", *Multidisciplinary approaches 1*, pp. 413-430, 2011.
DOI: <https://doi.org/10.4018/978-1-60960-495-0.ch020>
- [12] Mel Slater, "Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments", *Philosophical Transactions of The Royal Society: Biological Sciences* 364(1535), pp. 3549-3557, 2009.
DOI: <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
- [13] Frank Biocca, "The cyborg's dilemma: progressive embodiment in virtual environments", *Journal of Computer-Mediated Communication* 3(2), 1997.
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1083-6101.1997.tb00070.x>
- [14] Werner Wirth, Tilo Hartmann, Saskia Böcking, et al, "A Process Model of the Formation of Spatial Presence Experiences", *Media Psychology* 9, pp. 493-525, 2007.
DOI: <https://doi.org/10.1080/15213260701283079>
- [15] Michael Meehan, Brent Insko, Mary Whitton, et

al, "Physiological measures of presence in stressful virtual environments," in Proceedings of the 4th International Workshop on Presence Philadelphia, PA: 21-23, 2001.

DOI: <https://doi.org/10.1145/566654.566630>

- [16] James J. Cummings & Jeremy N. Bailenson, "How immersive is enough? Ameta- analysis of the effect of immersive technology on userpresence", Media Psychology 19:2, pp. 272-309, 2006.
DOI: <https://doi.org/10.1080/15213269.2015.1015740>
- [17] Marshall B. Jones, Robert S. Kennedy, Kay M. Stanney, "Toward systematic control of cybersickness", Teleoperators and Virtual Environments 13-5, pp.589-600, 2004.
DOI: <https://doi.org/10.1162/1054746042545247>
- [18] Häkkinen, Jukka; Ohta, Fumiya; Kawai, Takashi, "Time Course of Sickness Symptoms with HMD Viewing of 360-degreeVideos", Electronic Imaging, pp. 60403:1-11, 2019. DOI: <https://doi.org/10.2352/J.ImagingSci.Technol.2018.62.6.060403>
- [19] Robert S. Kennedy, Norman E. Lane, Kevin S. Berbaum & Michael G. Lilienthal, "Simulator Sickness Questionnaire - An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness", The International Journal of Aviation Psychology, p.3, 1993.
DOI: https://doi.org/10.1207/s15327108ijap0303_3
- [20] Simone Borsci, Glyn Lawson & Simon Broome, "Empirical evidence, evaluation criteria and challenges for the effectiveness of virtual and mixed reality tools for training operators of car service maintenance", Computers in Industry 67, pp. 17-26, 2015.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2014.12.002>
- [21] Vorderer, P., Wirth, W., Gouveia, F.R., et al. MEC spatial presence questionnaire(MEC-SPQ):Short documentation and instructions for application. Report to the European Community, Project Presence: MEC (IST-2001-37661), 2004.

정 의 준(Eui Jun Jeong)

[정회원]



- 2001년 5월 ~ 2004년 7월 : 한국 게임산업진흥원 선임연구원
- 2006년 5월 ~ 2011년 8월 : 미시 건주립대 M.I.N.D. Lab 연구원
- 2011년 8월 : 미시건주립대 Telecommunication 박사
- 2012년 3월 ~ 현재 : 건국대학교 문화콘텐츠학과 교수

<관심분야>

디지털 게임, 소셜미디어, 문화기술(CT)

공 전 영(Jeon young Kong)

[정회원]



- 2015년 2월 : 건국대학교 대학원 문화콘텐츠 학과 (문학석사)
- 2021년 2월 : 건국대학교 대학원 문화콘텐츠 학과 (문학박사)
- 2021년 3월 ~ 현재 : 우송대학교 테크노미디어융합학과 초빙교수

<관심분야>

가상현실(VR), 혼합현실(MR), 디지털 게임