

EEG 기반의 어지럼증 최소화 방안에 관한 연구

서현철¹, 신정훈^{2*}

¹대구가톨릭대학교 컴퓨터공학과, ²대구가톨릭대학교 IT공학부

Research on EEG-based minimization plan of motion sickness

Hyeon-Cheol Seo¹, Jeong-Hoon Shin^{2*}

¹Department of Computer Engineering, Dae-gu Catholic University

²School of Information Technology, Dae-gu Catholic University

요약 멀미(Motion Sickness)란 전정기관에서 감지된 움직임과 시각적으로 감지된 움직임이 서로 충돌하는 경우에 발생하는 어지럼증 증상이다. 어지럼증이 발생할 경우 사용자는 메스꺼움 및 구토감, 방향 감각 이상과 피로 등의 증세를 호소한다. 이러한 어지럼증 원인이 다양하여 증상에 대한 감별과 치료가 어려운 질환이다. 특히 어지럼증의 유형 중 시각 정보로 인해 유발되는 어지럼증(Visually Induced Motion Sickness)은 발전하는 VR산업에서 해결해야 할 고질적인 숙제로 남아있다. 이러한 VIMS에 대한 분석은 사용자의 활력 징후 측정 및 특징 분석과 EEG 특성 분석을 통하여 가능하다. 이에 본 논문에서는 EEG 신호를 기반으로 시각 정보로 인해 유발되는 어지럼증(VIMS)의 최소화 방안에 대해 고찰하며, 그와 관련된 연구 동향들을 분석한다.

• 주제어 : EEG, VIMS, 멀미, 시각 정보로 인해 유발되는 어지럼증, 가상현실

Abstract Motion sickness is dizziness symptom that occurs when movement detected in the vestibular organ and movement detected visually are collide with each other. When dizziness occurs, user complains of symptoms such as nausea and vomiting, sense of direction abnormality, and fatigue. These causes of dizziness are various and difficult to differentiate and treat the symptoms. Especially, among the types of dizziness VIMS(Visually Induced Motion Sickness) is a problem to solve in developing VR industry. These VIMS analysis can be done through user's vital signs measurement and feature analysis, and EEG characteristics analysis. Therefore, this paper is discuss the minimization of motion sickness caused by visual information based on EEG signal and present research trends related to it.

• Key Words : EEG, motion sickness, Visually Induced Motion Sickness, VIMS, Virtual Reality

Received 23 August 2018, Revised 30 September 2018, Accepted 21 January 2019

* Corresponding Author Jeong-Hoon Shin, School of Information Technology, Dae-gu Catholic University, 13-13, Hayang-ro, Hayang-eup, Gyeong-san, Korea. E-mail: only4you@cu.ac.kr

I. 서론

멀미(motion sickness)란 눈의 피로, 두통 등의 이상 감각과 어지러운 느낌, 돌아가는 느낌 등의 부적절한 감각상태를 나타낸다[1]. 이러한 어지럼증은 유발원인에 따라 세 가지 유형으로 분류된다[2][3]. 첫 번째 유형은 모션에 대한 고정된 시각정보와 전정기관의 감각 정보가 서로 불일치하는 경우에 발생한다. 예를 들어 차멀미, 배멀미, 비행멀미 등이 있다[4]. 두 번째 유형은 모션이 전정기관의 감각 정보와 시각 정보 모두 감지되나 두 감각기관의 모션에 대한 정보가 서로 일치하지 않는 경우이다. 이러한 유형은 회전계에서 느껴지는 관성력인 코리올리 효과(Coriolis effect)와 관련이 있다[4]. 마지막 유형은 시각 정보로 인해 유발되는 멀미(Visually Induced Motion Sickness)라고 하며, 이는 모션을 감지한 시각 정보에 반해서 전정기관의 감각 정보는 모션에 대한 정보가 배제되어 있을 경우 발생하는 어지럼증이다[5].

특히 마지막 유형인 시각 정보로 인해 유발되는 멀미(VIMS)는 대형 스크린을 통한 3D 영화 관람, 가상현실 환경에서 미디어를 사용할 경우 발생하며, 비디오 영상이나 컴퓨터 게임 등을 이용하는 도중에 느끼는 멀미를 말한다. 이 중 가상현실 환경에서 발생하는 VIMS의 경우 착용하는 HMD(Head Mounted Display)에 의해 발생하는 경우가 대부분이다. 착용하는 HMD의 대비 불량, 명도 불량, 사용자와의 가까운 작동거리 등이 VIMS의 원인이 되는 경우가 대다수이다[6]. 또한 HMD의 경우 데스크톱 디스플레이나 프로젝션 스크린 등 다른 디스플레이보다 VIMS유발 수준이 높다[7]. 이러한 HMD에 의해 유발되는 멀미의 원인은 시간이 지남에 따라 시각 정보는 변화하지만 전정기관의 감각 정보는 그에 따른 정보 변경이 불충분하기 때문이다. 예를 들어 가상현실 환경에서 미디어 내의 충격으로 인해 사용자가 뒤로 밀려나는 경우, 시각 정보는 사용자가 뒤로 움직이는 상태라고 판단하지만, 전정기관의 감각 정보는 사용자가 의자에 앉은 상태라고 판단한다. 이 때, 시각 정보에 반해 전정기관의 감각 정보 변경이 불충분하여 VIMS가 유발된다.

Table 1.은 VIMS가 발생하는 동안의 사용자의 대뇌 피질 영역의 EEG 특성 변화를 보여준다. EEG란 뇌신경 사이의 신호가 전달될 때 생기는 전기의 흐름이다. 이는 뇌의 상태를 나타내는 가장 중요한 지표이며 개

개인의 심신 상태에 따라 다르게 나타난다[8].

Table 1. EEG changes during VIMS

Cerebral cortex area	EEG Characteristic Change
Frontal lobe	Decreased theta wave energy
Parietal lobe	Increased alpha wave energy
Occipital lobe	Increased theta wave energy
Occipital midline	Increased all frequency bands energy
Left and Right motor area	Increased theta wave energy

VIMS가 유발 될 경우, 사용자의 EEG 변화와 활력 징후 변화가 관측된다. 사용자의 EEG 대역 중 가장 두드러지는 변화가 일어나는 부분은 Fig. 1에서 나타내는 두정엽 부근의 알파 파 증가이다.

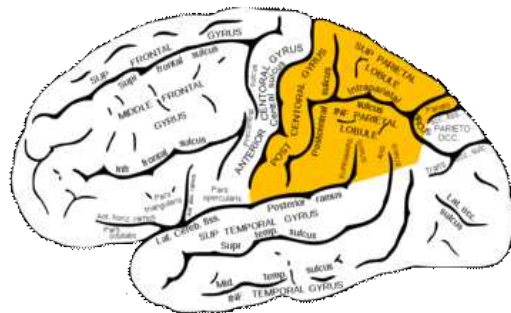


Fig. 1. parietal lobe

두정엽은 감각 및 운동신경과 관련 있는 영역이다. 또한, 자신의 신체가 어디 있는지를 아는 자기수용(proprioception)과 좌우 구분, 신체 인지, 수학 기호의 판독과 관련 있는 영역이다. 이러한 두정엽 부근의 알파 파 증가는 다양한 감각기관에서 감각 정보를 통합하는 과정에 멀미가 관여를 한다는 것이다. 또한 후두엽 영역에서는 세타 파가 증가하는 것을 관찰 할 수 있다. 오른쪽 및 왼쪽 운동 영역의 세타 파 증가도 관찰된다. 이러한 세타 파 증가는 운동성 멀미에 관한 수많은 연구에서도 기록되었다. 또 후두부 정중선의 경우 모든 주파수 대역이 단조롭게 증가한다. 이러한 광대역 전력 증가는 VIMS가 발생하는 동안의 작업의

어려움 때문에 멀미가 근본적인 뇌 활성화 과정을 강화 시킨다고 볼 수 있다. 사용자의 활력 징후 변화의 경우 멀미가 발생하게 되면 사용자는 혈압, 맥박 및 호흡이 변화하게 된다. 정상인과 멀미를 느낀 사용자 사이의 활력 징후 상관관계를 비교 분석 시, 활력 징후 변화에 따른 멀미 유무 분류가 가능하게 된다.

EEG 측정의 경우 본 연구실에서는 32 채널 전극 캡을 사용하여 측정한다. 전극의 위치는 10-20 국제전극 배치법에 의해 결정된다. 피험자로부터 측정된 EEG 신호는 250Hz로 샘플링 되며, 이후 0.5Hz ~ 50Hz의 특정 대역 통과 필터(Band Pass Filter)를 사용하여 근육 및 전원 잡음을 제거한다. 해당 과정을 거친 EEG 데이터는 추후 분석에 사용된다.

이러한 EEG 특성 변화를 바탕으로 VIMS발생을 미리 예측하고 사전에 VIMS 발생을 최소화 할 수 있다면 가상현실을 이용하는 사용자들의 어지럼증을 해소할 수 있고, 사용자들이 자신이 이용하는 콘텐츠에 몰입할 수 있게 되어 더 큰 효과와 만족감을 이끌어낼 수 있다. 나아가 아직 정확한 VR 멀미 해결법이 나오지 않은 가상현실 산업에서 VR 멀미와 관련된 더 많은 연구가 이루어 질 것이라 예측된다.

이에 본 논문에서는 VIMS가 유발될 경우에 변화하는 사용자의 EEG 특성과 관련된 연구 동향을 분석하고 이를 바탕으로 EEG 제어를 활용하여 어지럼증 최소화 방안에 대해 분석하고자 한다. 나아가 VR환경에서 EEG 신호를 이용하여 미리 사용자의 멀미 증상을 예측하고 사전에 어지럼증 발생을 최소화 할 수 있는 방안에 대해 제시하고자 한다.

II. 관련 연구 동향

2.1 Spatial and temporal EEG dynamics of motion sickness[9]

본 논문은 사용자에게 VR 기반의 주행 시뮬레이션 장면을 360도 투영하고 6단계의 자유도(DOF)를 갖는 모션플랫폼으로 실험 환경을 구성하였다. 이를 바탕으로 사용자에게 일상생활과 거의 유사한 방식으로 멀미를 유발했다.

Fig. 2에서 나타나듯이, 이 논문의 연구가 도출해 낸 결과는 두정엽 영역의 알파 대역 증가, 후두부 정중선 영역의 모든 주파수 대역 증가, 왼쪽 및 오른쪽 운동

영역의 세타 대역 증가이다. 왼쪽 및 오른쪽 운동 영역의 세타 대역 증가는 운동성 멀미에 관한 수많은 연구에서도 기록되었다.

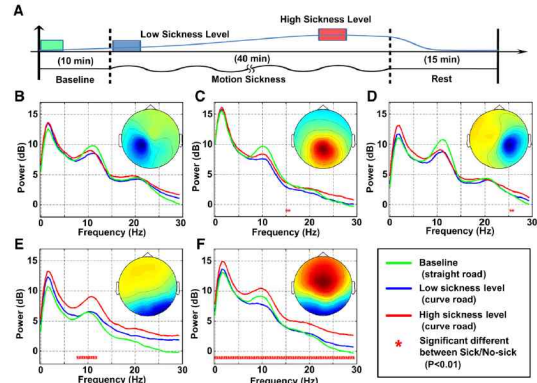


Fig. 2. Comparison of IC's power spectra comparison under different motion-sickness levels and various road conditions

본 논문에서는 시각 장애와 전정 자극을 모두 사용하여 현실적인 멀미를 MS(Motion Sickness) 단계별로 구분할 수 있는 연속 등급 메커니즘을 제안하고, 멀미 발생 시 여러 뇌 영역에서 재현 가능한 스펙트럼 변화를 평가하였다.

2.2 Estimating the Level of Motion Sickness Based on EEG spectra[10]

본 논문에서는 실제 자동차가 장착된 모션플랫폼과 실시간으로 사용자의 멀미 수준을 측정할 수 있는 조이스틱, 32 채널 EEG 시스템을 사용하여 실험 환경을 구성하였다.

Fig. 3은 실험 섹션을 나타낸다. 첫 번째 섹션에서는 10분 동안의 직선 구간으로 사용자의 기본 상태를 기록한다. 두 번째 섹션에서는 40분 동안 사용자에게 멀미를 유발한다. 마지막 섹션에서는 휴식 구간을 통해 사용자의 상태를 기본 상태로 되돌린다.

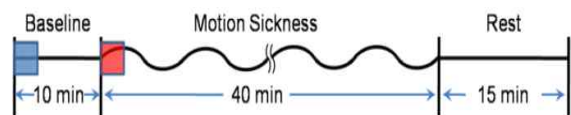


Fig. 3. Experimental design of motion sickness experiments

실험 결과 정수리 영역, 운동 영역, 후두부 영역의 유의한 EEG 변화가 관찰되었다. 또한 본 논문에서 제안한 EEG 기반 평가 시스템이 개별 피험자에 의해 보고된 멀미를 성공적으로 평가할 수 있음을 보여주었으며, SVR(Support Vector Regression) 모델을 사용하여 운전 환경에서의 멀미를 추정 할 수 있음을 시사한다.

2.3 EEG based time and frequency dynamics analysis of visually induced motion sickness (VIMS)[11]

본 논문에서는 128 채널 EEG 시스템을 기반으로 영화를 보는 피실험자들의 뇌파 변화를 관찰하였다. 또, 2D 기술과 3D 기술을 비교하여 3D 가 시청자에게 멀미를 일으키는 여부에 중점을 두고 실험을 진행하였다.

Fig. 4는 2D 그룹에 비해 3D 그룹의 SSQ(Simulator Sickness Questionnaire)점수가 높다는 것을 나타낸다. 이는 피실험자들이 느낀 주관적인 멀미 척도가 2D에 비해 3D에서 높다고 말할 수 있다.

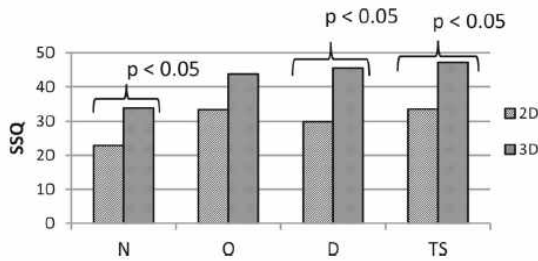


Fig. 4. Average SSQ score for 2D and 3D condition

피실험자들의 뇌파 변화에 대한 결과는 세타 파의 경우 후두엽 영역에서 증가하는 반응을 나타냈고, 전두엽 영역에서 감소하는 반응을 나타냈다. 이는 결과가 모호하여 세타 파로는 멀미의 유발을 증명할 수 없다. 알파 파의 경우 두정엽 영역에서 출력 증가가 관찰되었다. 베타 파의 경우 2D그룹은 모든 뇌 영역에서 증가한 반면 3D그룹은 증가하지 않았다. 실험 결과들을 바탕으로 특수한 움직임으로 인해 VIMS가 발생한다는 것을 가정할 수 있다. 이는 3D환경에서 멀미는 특별한 움직임에 의해 유발될 수 있다는 것을 강조한다. 따라서 세타 파, 알파 파, 베타 파의 뇌전도 리듬은 VIMS와 같은 특정 생리학적 조건에서 분석되어야 한다는 결론이 내려졌다.

2.4 A study on the precise classification and diversification of audiovisual stimuli for improved neurofeedback therapy / training[12]

본 논문에서는 기존에 존재하는 뉴로피드백 시청각 자극 기법을 개선하여 보다 세분화되고 다양한 자극을 생성하였다.

또 사용자에게 따른 효율적인 맞춤형 뉴로피드백 자극을 제시할 수 있도록 새로운 시청각 자극 기법 및 패턴 제작 방안을 제시하였다. 시각 반응 분석을 위하여 RGB 3가지 색을 활용하여 단일 광원 실험에 사용할 자극 패턴을 생성하였고, 복합 광원 실험의 경우 R, G, B 각각의 밝기를 30%, 60%, 100%, 3단계로 나누어 R+G+B/3의 수식을 적용하여 패턴을 제작하였다. 또한 청각 반응 분석을 위하여 25개의 임계대역 중심주파수를 활용하여 단일 톤 자극 음원으로 활용한다. 복합 톤 자극 음원의 경우 가장 인지성이 높은 1도 화음을 활용하여 4:5:6의 음의 비율인 순정률을 바탕으로 각각의 임계대역 중심주파수가 3가지의 기준으로 활용되어 총 75개의 복합 톤 자극 음원을 제작하였다.

Fig. 5와 Fig. 6은 본 논문에서 활용하여 피험자들의 뇌 활성화 상태 제어를 위하여 제시된 시청각 자극이다. 이를 적극 활용하기 위해서는 사용자에게 따른 시청각 자극 모델과 관련한 연구가 지속적으로 수행되어야 할 것으로 판단된다.

Light source brightness	Single light source		Composite light source	
	Color	RGB value	Color	RGB value
100%	Red	255,0,0	Red+Green	127,128,0
	Green	0,255,0	Green+Blue	0,127,128
	Blue	0,0,255	Red+Blue	127,0,128
60%	Red	153,0,0	Red+Green	76,77,0
	Green	0,153,0	Green+Blue	0,76,77
	Blue	0,0,153	Red+Blue	76,0,77
30%	Red	77,0,0	Red+Green	38,39,0
	Green	0,77,0	Green+Blue	0,38,39
	Blue	0,0,77	Red+Blue	38,0,39

Fig. 5. Signal light source and composite light source RGB values according to brightness

Single tone stimulus (Hz)	Composite tone stimulation(Just intonation: 4 : 5 : 6)								
	Tonic chord (Use the critical band center frequency as the beginning of a chord)			Tonic chord (Use the critical band center frequency as the middle note of the chord)			Tonic chord (Use the critical band center frequency as the end of a chord)		
50	50	62	75	40	50	60	33.3	41.6	50
150	150	187	225	120	150	180	100	125	150
250	250	312	375	200	250	300	166.6	208.3	250
350	350	437	525	280	350	420	233.3	291.6	350
455	455	568	682.5	364	455	546	303.3	379.2	455
570	570	712	855	456	570	684	380	475	570
700	700	875	1050	560	700	840	466.6	583.3	700
845	845	1056	1267.5	676	845	1014	563.3	704.2	845
1000	1000	1250	1500	800	1000	1200	666.6	833.3	1000
1175	1175	1468	1782.5	940	1175	1410	783.3	979.2	1175
1375	1375	1718	2082.5	1100	1375	1650	916.6	1145.8	1375
1600	1600	2000	2400	1280	1600	1920	1066.6	1333.3	1600
1860	1860	2325	2790	1488	1860	2232	1240	1550	1860
2160	2160	2700	3240	1728	2160	2592	1440	1800	2160
2510	2510	3137	3765	2008	2510	3012	1673.3	2091.6	2510
2925	2925	3656	4387.5	2340	2925	3510	1950	2437.5	2925
3425	3425	4281	5137.5	2740	3425	4110	2283.3	2854.2	3425
4050	4050	5052	6075	3240	4050	4860	2700	3375	4050
4850	4850	6052	7275	3880	4850	5820	3233.3	4041.6	4850
5850	5850	7312	8775	4680	5850	7020	3900	4875	5850
7050	7050	8812	10675	5640	7050	8460	4700	5875	7050
8500	8500	10750	12900	6880	8500	10320	5733.3	7166.6	8500
10750	10750	13437	16125	8600	10750	12900	7166.6	8958.3	10750
13750	13750	17187	20825	11000	13750	16500	9166.6	11458.3	13750
19000	19000	23750	28500	15200	19000	22800	12666.6	15833.3	19000

Fig. 6. Signal and composite tone stimulus source frequency

해당 논문을 바탕으로 각각의 사용자에게 맞는 최적의 외부 시청각 자극을 선정할 시, 향후 실험 도중 어지럼증이 발생할 경우 사용자에게 맞는 최적의 외부 시청각 자극을 즉각적으로 부여함으로써 어지럼증을 최소화시킬 것으로 기대된다.

III. VR 환경에서의 어지럼증 최소화 방안

현재의 가상현실 생태계는 기존의 가상현실(Virtual Reality)의 개념에서 나아가 증강현실(Augmented Reality)과 혼합현실(Mixed Reality)의 영역에 이르기까지 기술이 발전하고, 산업이 확대되고 있다[13]. 이미 해외에서는 2014년 이후로 가상현실과 증강현실에 대한 기대가 지속적으로 증가해왔으며, 현재는 수익화와 거품을 고민하는 단계이다. 한국도 이에 발맞춰 가상현실을 미래성장 동력으로 인식하여, 대기업들을 시작

으로 R&D 및 가상현실 산업 초기 생태계 선점에 주력하고 있다. 이렇듯 가상현실 산업은 비약적으로 발전하는 추세이지만, 가상현실에서 발생하는 어지럼증에 대한 정확한 해결책은 나오지 않은 실정이다.

따라서 가상현실에서 발생하는 어지럼증에 대한 정확한 해결책이 나오게 된다면 가상현실 산업이 더욱 빠르게 발전하고 보다 빠르게 실생활에 확산 될 것이라 예측된다.

Table 2. VIMS Minimization Method and Features

How to minimize VIMS	Method	Application field	theory
Minimize visual rotation	VIMS is induced when visual rotation is 30 to 60 degrees per second	3D industry	When visual rotation was 30 ~ 60 degree, the score related to motion sickness was the highest.[14]
Decrement FOV	Increment FOV is increased immersion and realism Decrement FOV is reducing motion sickness	Display industry	The greater the viewing angle, the better the vection is triggered, and the greater the conflict between visual and vestibular senses according to sensory conflict theory[15]
Use stationary reference frame	Using stationary reference frame is decreased VIMS, reduce visual disturbance side effects	Virtual Reality industry	When projecting a stationary coordinate system in a virtual environment, the user feels a sense of stability more than when there is no stationary coordinate system[16]
Use motion platform	VIMS can be minimized by precisely setting the physical motion of the visual image	Virtual Reality industry	because motion platform gives real physical movement, it can minimize the conflict between the visual and the vestibular senses in the theory of sensory conflict[16]

Table 2. 에서는 시각 정보로 인해 유발되는 멀미 (VIMS)를 최소화하기 위한 방법 4가지를 제시하고 있

다. 첫 번째, 비주얼 로테이션(Visual rotation)의 최소화이다. 가상현실에서 멀미가 가장 많이 일어나는 이유는 카메라의 회전 때문이다[14]. 비주얼 로테이션의 스피드가 초당 30~60도 일 때, 멀미 점수가 가장 높은 것으로 나타난다. 따라서 비주얼 로테이션을 최소화하는 것이 VIMS 최소화를 위한 방법이다.

두 번째, 디스플레이 시야각(FOV)을 줄이는 것이다. 디스플레이 시야각이 클 경우 현실성과 몰입감을 증가시키지만, 전이성 착각이 일어나기 때문에 멀미가 증가한다[15]. 디스플레이 시야각이 클수록 멀미가 증가하는 이유는 감각충돌이론에서 말하는 시각 정보와 전정기관의 감각정보 사이의 갈등이 커지기 때문이다[16]. 하지만 이를 방지하기 위하여 무조건적인 시야각 감소는 현실성 저하를 야기하고, 몰입을 방해한다. 이 문제를 해결하기 위해서는 화면의 크기를 축소시키거나 영상 내에 고정된 물체를 나타내야 한다.

세 번째, 정지좌표계의 사용이다. Fig. 7에서 볼 수 있듯이 정지좌표계란 가상현실에서 사용자가 자신의 위치를 공간적으로나마 판단하기 위해서 만들어진 참조 틀(reference frame)이다. 정지좌표계를 사용할 경우 가상현실에서 발생하는 멀미를 감소시키고, 시야 방해 부작용 또한 감소하는 효과가 발생한다[17].

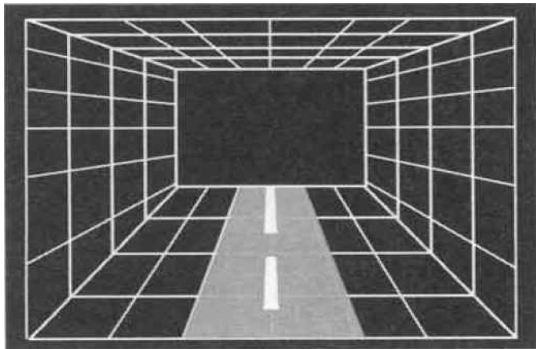


Fig. 7. 3D square tunnel type of rest frame

마지막 방법은 모션플랫폼의 사용이다. 모션플랫폼은 사용자에게 실제 환경에 있다는 감정을 만들어내는 메커니즘이다. 이는 물리적인 실제 움직임을 사용자에게 부여함으로써 감각충돌이론에서 말하는 시각과 전정기관의 감각 충돌을 최소화하는 역할을 수행한다. 모션플랫폼의 이러한 효과 때문에 멀미와 EEG의 상관성을 다루는 논문들은 대개 모션플랫폼을 기반으로 실험을 진행하였다. 하지만 모션플랫폼이 멀미를 완전히 예방할 수는 없다. 만약 가상현실 환경에서 사용자에게

게 부여되는 시각적 영상에 대한 실제의 물리적인 움직임을 모션플랫폼에서 정확하게 표현하지 못하는 경우, 사용자는 어지러움을 호소한다. 따라서 모션플랫폼을 사용할 경우 시각적 영상에 대한 실제의 물리적인 움직임을 정확히 설정해 주어야 한다. 예를 들어 구불구불한 노면을 주행 중인 자동차의 경우, 구불구불한 노면을 통해 사용자에게 제공되는 시각적 영상과 모션플랫폼에서의 물리적인 움직임을 최대한 일치시켜야 한다.

본 논문에서는 시각 정보로 인해 유발되는 멀미의 최소화 방안을 분석하였고 각각의 방법들의 장단점을 충분히 검토한 후 향후에 진행 될 연구 주제와 기대 효과에 알맞은 방법을 선택하는 것이 중요할 것이라고 예측한다.

IV. 결론

본 논문에서는 시각 정보로 인해 유발되는 멀미가 발생할 경우 사용자의 EEG 변화와 관련된 연구 동향들을 분석하고 이를 바탕으로 가상환경에서의 어지럼증 최소화 방안에 대해서 논의하였다. 많은 선행 연구들은 VIMS가 발생할 경우 두정엽의 알파 대역 출력 증가, 왼쪽 및 오른쪽 운동 영역의 세타 대역 출력 증가와, 후두부 정중선 영역의 모든 주파수 대역 출력 증가가 이루어진다고 보고하고 있다.

하지만 변화하는 사용자의 EEG 신호를 제어하기 위해서는 사용자의 신체 특성이나 보유하고 있는 질환 등의 이유로 다르게 나타나는 문제점을 인지해야 한다. 이러한 문제점은 사용자 맞춤형 자극을 선정하고 이를 사용자에게 적용함으로써 해결할 수 있다. 따라서 가상현실을 기반으로 HMD착용을 통해 실험을 진행하는 경우 실시간으로 사용자의 EEG 변화를 분석하고, 어지럼증이 발생하는 경우 나타나는 특정 대뇌 피질 영역의 EEG 특성 변화는 사용자 맞춤형 자극을 통해 즉각적인 EEG 제어로 어지럼증을 사전에 예방할 수 있을 것이라 예측된다. 예를 들면, 멀미 발생 시 두정엽의 알파 대역 출력 증가, 왼쪽 및 오른쪽 운동 영역의 세타 대역 출력 증가와, 후두부 정중선 영역의 모든 주파수 대역 출력 증가 등의 변화가 피험자 뇌파 신호에서 발생하게 되며 이 때, 외부 시청각 자극을 활용하여 두정엽의 알파 대역 출력 감소, 왼쪽 및 오른쪽 운동 영역의 세타 대역 출력 감소와, 후두부 정중선 영

역의 모든 주파수 대역 출력 감소가 이루어질 수 있도록 유도함으로써 멀미를 최소화 할 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENTS

본 논문은 2017년도 교육부의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2016R1D1A3B03934985)을 받아 수행된 연구임

REFERENCES

- [1] Hyeon-Cheol Seo, Jeong-Hoon Shin, "Research on minimization of motion sickness using EEG control," Conference of Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 19, Issue. 1, pp. 48-51, 2018.
- [2] Jung-Min Oh, Tae-Min Um, Go-Eun Choi, Jong-won Hu, Hyeon-Tae Kim, Hyeon-Gyeong Jo, Ho-Ryeong Yu, In-Chan Sul, Yoon-Sik, Kim, "Study of the Patients with Dizziness who visited the Korean Medicine Hospital," Journal of Physiology & Pathology in Korean Medicine, Vol. 29, Issue. 5, pp. 378-385, Oct. 2010.
- [3] Hyeon-Jeong Kim, Jung-Ho Lee, Ju-Yeoung Oh, Ho-Jun Lee, Ji-Hyeong Park, "Simulator sickness in differences between HMD display distance and IPD," PROCEEDINGS OF HCI KOREA 2018 Symposium of Conference Announcement, 2018, pp. 253-256.
- [4] Wikipedia, Motion sickness, https://en.wikipedia.org/wiki/Motion_sickness, 2018.
- [5] Chae-Won Lee, Min-Gook Choi, Gyu-Sung Kim, Sang-Cheol Lee, "Analysis of causal factors and physical reactions according to visually induced motion sickness," Journal of HCI Korea, Vol. 9, No. 1, pp. 11-21, May. 2014.
- [6] Jae-Pil Lee, "Analysis of Video Image Based Element for Motion Sickness," Master Thesis, Dept. Smart ICT Convergence, Konkuk University, Feb. 2018.
- [7] Sarah Sharples, Sue Cobb, Amanda Moody, John R. Wilson, "Virtual reality induced symptoms and effects (VIRSE): Comparison of head mounted display (HMD), desktop and projection display systems," Display, Vol. 29, Issue. 2, pp. 58-69, Mar. 2008.
- [8] Jeong-Hoon Shin, "A Study on the Measure to Maximize the Effects of Functional Games in Relation to the Changes in Visual and Auditory Stimulations," The Journal of Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 14, No. 3, pp. 147-153, Jul. 2013.
- [9] Yu-Chien Chen, Jeng-Ren Duann, Shang-Wen Chuang, Chun-Ling Lin, Li-Wei Ko, Tzyy-Ping Jung, Chin-Teng Lin, "Spatial and temporal EEG dynamics of motion sickness," NeuroImage, Vol. 49, Issue. 3, pp. 2862-2870, Feb. 2010.
- [10] Li-Wei Ko, Chun-Shu Wei, Tzyy-Ping Jung, Chin-Teng Lin, "Estimating the Level of Motion Sickness Based on EEG Spectra," Lecture Notes in Computer Science, Vol. 6780, pp. 169-176, 2011.
- [11] Syed Ali Arsalan Naqvi, Nasreen Badruddin, Munsif Ali Jatoti, Aamir Saeed Malik, Wan Hazabbah, aharudin Abdullah, "EEG based time and frequency dynamics analysis of visually induced motion sickness (VIMS)," Australasian Physical & Engineering Sciences in Medicine, Vol. 38, Issue. 4, pp. 721-729, Dec. 2015.
- [12] Hyo-Won Jeon, Jae-Gap Lee, Jeong-Hoon Shin, "A study on the precise classification and diversification of audiovisual stimuli for improved neurofeedback therapy / training," Conference of Korea Institute of Convergence Signal Processing, Vol. 19, Issue. 1, pp. 65-67, 2018.
- [13] Young-Mo Im, Byeong-suk Yang, "Development direction of VR/AR and domestic industrial activation plan," Software Policy & Research Institute, Research Report, 2016-012, 2017.
- [14] H. Ujike, T. Yokoi, S. Saida, "Effects of virtual body motion on visually-induced motion sickness," Int. Conf. of IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Vol. 1, 2004, pp. 2399-2402.
- [15] Young-Yoon Kim, Eun-Nam Kim, Chan-Young Jung, Hee-Dong Go, Hyun-Taek Kim, "The Efficacy of Biofeedback in Reducing Cybersickness in Virtual Navigation," The journal of Korean Society for Emotion and Sensibility, Vol. 5, No. 2, pp. 29-34, 2002.

- [16] Gyoung-Hoon Han, Hyeon-Taek Kim, "The Cause and Solution of Cybersickness in 3D Virtual Environments," The Korean Journal of Cognitive and Biological Psychology, Vol. 23, No. 2, pp. 287-299, 2011.
- [17] Se-Uk Oh, "The effect of the shape and the intensity of rest frame on reduction of virtual sickness," Master Thesis, Dept. Computer Software, University of science and Technology, Feb. 2018.

저자 소개

서 현 철 (Hyeon-Cheol Seo)



2014년 2월 : 대구가톨릭대학교
IT공학부
2018년 2월 : 대구가톨릭대학교
IT공학부 HCI연구실 연구원
관심분야 : HCI, BCI

신 정 훈 (Jeong-Hoon Shin)



1992년 2월 : 성균관대학교
전자공학과(공학사)
1994년 2월 : 성균관대학교
전자공학과(공학석사)
2005년 2월 : 성균관대학교
전기전자 및 컴퓨터공학과
(공학박사)

1994년 : SKC 중앙연구소
1995년 ~ 2002년 : DACOM 종합연구소
2002년 : (주)시너텔 연구소 책임연구원
2003년 : (주)아진비전 연구소 수석연구원
2003년 : 인덕대학 정보통신전공 겸임교수
2006년 ~ 2013년 : 대구전략산업기획단 임베디드SW분과
위원장
2006년 ~ 현재 : 대구가톨릭대학교 IT공학부 교수
2017년 ~ 현재 : 대구가톨릭대학교 IT공학부 학부장
관심분야 : HCI, BCI, 오감정보처리