

3D게임의 입체영상효과와 피로도에 대한 실험연구: 뇌생리학 측정의 결합

장한진*, 노기영**

한림대학교 대학원 언론정보학과, 디지털콘텐츠전공
ff7cloud5@naver.com, gnoh@hallym.ac.kr

An Experimental Study of Stereoscopic Image and Fatigue Effect
for 3D Video Game: Linking Cerebral Physiologic Measure

Han Jin, Jang*, Ghee Young Noh**

Graduate School¹, Dept. of Digital Contents², Hallym University

요 약

본 연구는 3D 입체영상게임의 영상효과와 실재감, 피로도 효과를 검증하기 위해 플레이테스트 실험처치 방법론을 통해 2D게임과 비교하여 효과를 분석하였다. 첫째로 3D게임과 2D게임에 대해 사용자들의 영상경험의 차이를 검증하고자 했던 가설은 영상선명도를 제외하고 실물감, 입체감, 실재감가설 모두 채택되었다. 둘째로 3D게임과 2D게임은 안구피로도와 신체피로도 모두 차이가 없는 것으로 나타났다. 이 연구결과는 그동안 3D 입체영상에서 발생하는 영상왜곡과 피로 유발요인으로 피로도가 발생한다고 하는 기존의 연구결과와는 다른 것이다. 셋째로 3D게임과 2D게임 플레이과정에서 발생한 뇌파의 변화를 측정하여 분석한 결과 EEG 알파파의 평균 진폭은 차이가 없었으나 EEG 베타파는 더 높은 진폭대로 발생하는 것으로 확인되었다. 이 연구는 전통적인 실험연구 방법에 EEG 뇌파측정을 방법론적으로 보완하여 3D 입체영상게임의 사용경험과정에서의 뇌생리학적 변화와 차이를 검증하였다.

ABSTRACT

This study analyzed the effect by comparing it with 2D game using playtest experimental treatment methodology to verify the video effect, materiality and fatigue effect of 3D video game. First, for the hypothesis to verify the difference of video experience of users for 3D and 2D games, visual clarity was rejected, but materiality, tangibility and presence hypotheses were all accepted. Second, it was shown that there was no difference in eye fatigue and physical fatigue in 3D and 2D games. It was different from results of existing research which claimed that fatigue occurred due to video distortion occurring in 3D video and fatigue inducing factors. Third, the results of measurement of changes in brain wave occurring in the course of playing 3D and 2D games showed that there was no difference in average amplitude of EEG alpha wave, but EEG beta wave occurred in higher amplitude. This study proved the cerebral physiological change and difference in the process of experience to use 3D video game by complementing the methodology in measurement in EEG brain wave in the traditional experimental method.

Keywords : 3D Video Game, Visual Effect, Presence, Fatigue, Cerebral Physiology, EEG

Received: May 21, 2013 Accepted: Jun. 07, 2013
Corresponding Author: Ghee Young Noh(Hallym University)
E-mail: gnoh@hallym.ac.kr

© The Korea Game Society. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1598-4540 / eISSN: 2287-8211

1. 문제의 제기

최근 디지털 기술은 새로운 3차원 즉 3D영상의 출현으로 영화산업뿐만 아니라 가정의 TV 시청 환경, 게임 산업, 모바일 산업에도 커다란 변화를 가져오고 있다. 가정용 3DTV가 빠르게 보급되고 3D영상을 즐길 수 있는 콘텐츠 역시 꾸준히 늘어나고 있다. 3D영상은 거기에 있는 것 같은 현실감, 정교하고 탁월한 재현능력, 강력한 시선집중 효과, 현실보다 더 실감나는 영상을 제공해준다는 장점을 가지고 있다고 설명하고 있다[1].

이처럼 실재감은 미디어를 통해 매개된 현상을 경험하는 수용자가 미디어의 가상성을 인지하지 못하고 현실로 인식하는 과정에서 수반되는 다양한 생체심리적 반응을 의미하는데, 2D영상에 관한 실재감 연구에서도 ‘감각 깊이의 확장(extension of sensory depth)’과 ‘감각 폭의 확장(extension of sensory breadth)’은 수용자가 경험하는 실재감의 수준을 증가시키는 중요한 요인으로 제시되어 왔다[2]. 그러나 3D영상이 2D영상과 비교해서 자동적으로 높은 실재감을 불러일으키는 것은 아니라는 의견들도 증가하고 있다. 3D영상을 시청하기 위한 안경은 장시간 착용하기에 불편하고, 일부 사용자들은 3D영상으로 인한 두통, 눈의 피로, 어지럼증을 호소하기도 하였다. 또한 3D와 2D가 주는 감동과 즐거움에는 별 차이가 없고, 오히려 2D가 익숙해 편하다는 부정적인 의견도 있다.

따라서 3D영상의 매체 특성에 따라 사용자들은 어떠한 지각적 반응을 보이고, 환경적으로 이용에 영향을 주는 요인들은 무엇인가 그리고 사용자 개인의 특성에 따라 어떠한 효과를 나타내는가에 대한 심도 있는 연구가 필요하다. 이러한 3D영상에 대한 가능성과 큰 관심이 얼마나 오래 지속될 수 있을지는 미지수다. 소비자들은 사회문화 환경 변인에서 오는 그들의 누적된 경험과 지배적인 의식이 있기 때문에, 3D영상 제품들의 발전은 이 점을 고려하지 않을 수 없다. 때문에 3D영상과 2D가 실재감이나 피로감의 지속성 등의 차원에서 어떤 차

이를 보이는가에 대해 알아보는 것은 영상 분야나 게임을 포함한 3D영상 산업에의 투자 가치를 예측함에 있어 유용한 정보를 제공하리라 본다.

하지만 최근의 연구들은 3D영상과 2D영상의 비교를 주로 영화나 광고, TV방송시장 등에 국한되어 연구가 이루어지고 있으며, 3D영상을 게임 분야까지 적용시킨 연구는 미비한 실정이다. 이러한 문제의식을 바탕으로 본 연구는 3D영상게임을 이용하는 사용자 경험에 대한 이해를 위한 하나의 방법으로 사용자들이 3D영상게임을 이용하면서 경험하는 실재감과 피로도 특성에 관한 연구가 필요하다고 판단하였다. 왜냐하면 기존의 2D영상게임에 비해 3D영상게임은 직접 게임을 플레이하면서 게임 속 아바타와 수용자가 동일시되는 가상현실 속의 환경이 입체영상으로 제공되어 현실감을 부여해주기 때문에 사용자가 느끼는 감각과 지각적 차이를 나타낼 것이라 예상되기 때문이다.

본 연구에서는 3D영상게임의 지각적 효과와 생리적 효과에 대한 이해와 이론화에 기여하고자 한다. 첫째, 3D가 유도하는 지각적 반응에 미치는 영향과 피로도와 영상효과에 관해 2D와 상대적인 비교를 통해 탐색해보고자 한다. 기존의 연구에서 매체를 경험할 때 이용 가능한 감각 영역의 범위, 스크린의 사이즈 혹은 이미지의 질 등 다양한 영상의 특성이 실재감에 미치는 영향에 관한 연구들이 있었으나[3], 3D영상게임의 효과에 관해서는 아직까지 관심과 체계적 분석이 시작단계에 있는 상황이다.

둘째, 본 연구는 3D영상게임이 창출하는 실재감이나 피로도 효과에 대한 분석에서 나아가 3D영상 게임을 받아들이는 수용자들의 심리적 반응의 차별적인 효과를 생리심리학적(psychophysiological) 접근을 통한 뇌파(EEG(Electroencephalography))측정을 통해 3D영상 게임의 효과를 좀 더 과학적으로 분석하여 이론적 틀을 마련하는데 도움이 되고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 3D 입체영상 게임과 영상효과

2.1.1 선명도

3D 입체영상을 시청한 수용자들이 느끼는 선명도와 주관적인 이미지에 관한 연구는 2D 화면을 시청하는 것보다 3D 입체영상을 시청할 때 보다 선명한 영상이나 화면을 시청하고 있다고 느끼는 것으로 나타났다[4]. Berthhold의 연구에서도 수용자들은 2D 영상보다 3D 입체영상을 시청할 때 영상의 선명도를 높게 인식하는 것으로 나타났다[5]. 또한 정지된 화면과 동영상 화면에서 실험자들이 동일한 영상을 시청할 때 2D의 영상보다는 3D 입체영상을 선호하고, 같은 화질일 경우 3D 입체영상에서 2D 영상보다 선명하고 깨끗한 화면을 시청했다는 느낌을 받았다는 연구결과도 있다[6]. 반면에 Tam과 그의 동료들의 연구에서는 실험자들에게 동일한 영상을 2D와 3D 입체영상을 전환하면서 보여준 실험을 진행하였는데, 2D 이미지와 3D 입체영상의 선명도를 거의 비슷한 수준으로 인식하는 것으로 나타나 다른 연구들과는 상이한 결과가 제시되기도 하였다[7]. 따라서 3D 입체영상 게임경험은 2D 영상게임경험보다 높은 수준의 선명도를 경험하게 될 것이라는 다수 연구결과를 바탕으로 다음과 같은 가설을 설정하였다.

연구가설 1: 3D 입체영상 게임경험은 2D 영상 게임경험에 비해 높은 수준의 선명도를 나타낼 것이다.

2.1.2 입체감

한쪽 눈으로 물체를 바라보면 모든 물체는 입체라는 잠재의식의 작용으로 입체로 생각될 따름이지 실제 입체로 보이는 것은 아니다. 입체로 본다는 의미는 물체와의 거리감이 직감적으로 느껴진다는 것이 내포된다[8]. 일반적으로 입체감을 느끼기 위

해서는 여러 가지 요인이 복합적으로 작용하게 된다. Iisselsteijin은 3D 입체영상을 TV로 시청한 후, 입체감의 깊이나 콘텐츠의 이미지에 따른 프레즌스 수준을 측정하였는데, 연구결과 콘텐츠의 내용과 화면 변화에 따라 프레즌스 수준에 차이가 있고 피험자들이 자연스러운 입체감을 느낄수록 프레즌스 경험 수준이 증가하는 것으로 나타났다[9]. 자연스러운 입체감이 3D 입체영상에서 표현될 때 사람들은 더 높은 수준의 프레즌스를 경험하게 된다. 이러한 기존 연구들의 결과를 바탕으로 3D 입체영상 게임경험은 2D 영상게임경험보다 높은 수준의 입체감을 경험하게 될 것이라는 추론에 따라 다음과 같은 가설을 설정하였다.

연구가설 2 : 3D 입체영상 게임경험은 2D 영상 게임경험에 비해 높은 수준의 입체감을 나타낼 것이다.

2.1.3 실물감

어떠한 사실적인 영상도 현실 그 자체를 있는 그대로 묘사할 수는 없다. 하지만 현실을 그대로 재현한다고 지각하게 되는데, 이것은 영상을 시각화하는 과정에서 리얼리티의 환영을 받아들이기 때문이다. 따라서 이러한 리얼리티는 현실과의 일치라기보다는 현실이라고 받아들여지는 것과의 일치라고 할 수 있다[10]. 이는 영상이 비록 가상현실이어도 수용자가 현실이라고 지각한다면 그것은 리얼리티가 된다는 의미이다.

즉 실물감은 현실과의 관계가 아니라 대부분의 사람들이 현실이라고 믿는 것이라고 할 수 있다. 이처럼 실물감이란 실제 현실과의 일체감, 사실적인 실감을 뜻하긴 하지만 그렇다고 해서 꼭 현실과 같다는 의미로 해석이 되지는 않는다. 컴퓨터 이미지는 전통적인 영화에서와 같은 실물감을 가상적으로 추구할 뿐이지만 가상적인 실체와의 지시적 관계를 전제로 사물이나 사건에 대한 사실적인 묘사를 추구하게 된다[11]. 컴퓨터 그래픽 기술의 발

전으로 현실에 가까운 시각적 정보를 제공함으로써 인간은 더욱더 큰 실물감을 느끼게 되었고, 그보다 조금 더 현실에 가까운 영상을 즐기려는 노력은 3D 입체영상으로 나타나게 되었다. 지금까지의 논의를 바탕으로 3D 입체영상 게임경험은 2D 영상 게임 경험보다 높은 수준의 실물감을 경험하게 될 것이라는 다음과 같은 가설이 설정되었다.

연구가설 3 : 3D 입체영상 게임경험은 2D 영상 게임경험에 비해 높은 수준의 실물감을 나타낼 것이다.

2.1.4 멀티미디어 실재감

실재감이란 매체가 없는 것처럼 느끼는 지각적 착각으로 정의된다[12]. 지각적이라는 의미는 실재감이 사용자가 매체 환경 안에서 대상에 대해 감각적, 인지적, 정서적으로 반응하면서 갖게 되기 때문이다. 즉 매체 환경에서 그 존재를 인식하지 못하고 마치 매체가 없는 것처럼 반응하는 것을 의미한다. 지각적 리얼리즘으로서 실재감이란 풍부한 감각적 자극을 제공하여 미디어 속의 대상이나 등장인물이 실제적으로 존재하는 것처럼 느껴지는 정도를 의미한다. 게임의 가상현실에서 플레이어는 게임세계의 대상이 현실의 사물처럼 느끼고 지각하는 경험을 갖게 되며 이때 발생하는 것이 지각적 리얼리즘으로서의 실재감이다.

실재감은 외생적 측면과 내생적 측면으로 구분되는데 외생적 요인들은 실재감을 얻기 위한 환경적 조건이고, 내생적인 요인들은 사용자 개인의 특성에 해당하고, 매개된 환경이 제공하는 환경적인 속성인 외부적요소를 통해 제공되는 자극을 개인에 인지적인 처리과정에 따라 선택과 해석을 하게 된다[13]. 이때 실재감의 원인이 되는 변인인 미디어형태 변인은 얼마만큼 감각적인 풍부성이나 생생함을 전달할 수 있느냐와 연관된다. 미디어를 이용하기 위해서 사용되는 감각기관의 수가 많고 시청각적인 자극이 크고 강하며 상호작용성이 높고

함께 미디어를 사용하는 사람들이 많을수록 실재감을 많이 느끼게 된다[14].

Freeman & Avons(2000)는 3D 디스플레이의 적용이 2D 디스플레이에 비해 사람들이 더 많은 실재감을 느낄 수 있다고 했다[15]. 수용자들은 3D 미디어를 2D 미디어의 매개된 현상에서는 제한적이었던 경험과 인식의 외연을 확장시킬 수 있는 기회를 제공하는 뉴미디어로 인식하기도 한다[16]. 또한 3D로 유도된 실재감은 영화 속 주인공과의 동일시를 촉진하고, 그 결과 영화 전반에서 느끼는 즐거움과 호감도를 높이는 것으로 나타났다[17].

앞에서 논의한 바와 같이 영상 콘텐츠 이용에 관한 연구에서 실재감은 기술적 측면인 영상의 형식적 특성과의 연관성이 깊다고 할 수 있다. 기존 연구들의 결과를 바탕으로 3D입체영상 게임경험은 2D영상게임경험보다 높은 수준의 멀티미디어 실재감을 경험하게 될 것이라는 다음과 같은 가설이 설정되었다.

연구가설 4: 3D 입체영상 게임경험은 2D 영상 게임경험보다 높은 수준의 멀티미디어 실재감을 나타낼 것이다.

2.2 피로감

3차원 영상의 피로는 3D 입체영상 시장의 성공을 위해서 반드시 해결되어야 할 문제로 지적되고 있다. 사용자들이 3D영상에 대해 피로하다는 선입견을 가지게 되면 이를 극복하기가 상당히 어렵기 때문이다. 3D영상의 시청피로도에 미치는 영향에 대한 주관적 시청 실험연구결과에 따르면 입체영상에서 발생하는 시청피로도는 고정된 배경에 빠르게 움직이는 입체 피사체에서 보다 높은 극치를 가지게 되고, 카메라의 움직임이 존재하는 경우 두 영상의 밝기 차이에 의한 문제를 제외하면 피사체의 움직임은 시청피로도의 극치에 제한적인 영향을 미치는 것으로 나타났다[18]. 그리고 게임에서의 입체영상 및 안경 착용여부가 영상의 특성, 프레즌스 그리고 피로도 등에 어떠한 영향을 미치는지에 대

한 연구에서는 인지된 특성과 피로도 변인에서는 영상 여부의 주효과에서만 유의미한 것으로 나타났다. 인지된 특성 구성요소 중 선명도에서는 3D입체영상 보다 2D영상의 화질이 좋다고 평가하였으며, 피로도는 2D영상 보다는 3D입체영상에서 높은 것으로 나타났다[19].

감기택·이형철·이승현은 시각적 피로도에 시정 환경을 대표적인 특성으로 삼고 각 요인에 의해 발생하는 시각적 피로도를 측정 한 결과, 시청시간이 증가함에 따라 피로도가 높아지고, 운동속도와 응시거리에 따른 차이는 없다는 결과를 보고했다 [20]. 또한 시각피로도 5개의 하위요인에서 어지러움이 운동 속도가 증가될수록 증가하는 것으로 나타났다. 이는 시정환경에 따라 시각피로도가 변화될 수 있음을 보여주고, 시각피로도 발생요인에 따라 각기 다른 종류의 시각피로도가 발생할 수 있음을 보여준다. 이와 같은 일련의 연구결과를 토대로 3D입체영상 게임경험은 2D영상 게임경험보다 높은 수준의 피로도를 경험하게 될 것이라는 추론이 가능해진다.

연구가설 5: 3D게임은 2D게임보다 안구피로도가 더 높을 것이다.

연구가설 6: 3D게임은 2D게임보다 신체피로도가 더 높을 것이다.

2.3 뇌파효과

뇌파는 1초 미만의 짧은 자극에 대한 반응 변화도 측정할 수 있기 때문에 감성과학 분야에서 시각, 청각 및 후각에 기반한 감성 반응과 인지처리 연구에 많이 이용된다[20]. 대뇌의 피질은 전두엽, 두정부엽, 측두엽, 후두엽 등으로 크게 나뉘며, 전두엽은 의사결정과 관련된 역할을 담당하고, 두정부엽은 신체를 담당하며, 후두엽은 시각과 관련이 깊고, 측두엽은 청각과 관련이 있다. 뇌파는 일반적으로 주파수 대역에 따라 δ 파(0.2~4Hz), θ 파(4~8Hz), α 파(8~13Hz), β 파(13~30Hz), γ 파(30~50Hz)로 나누어지며, δ 파(0.2~4Hz)는 주로 수면

시에 발생하며 뇌종양, 뇌염, 의식장애 등으로 나타난다. θ 파(4~8Hz)는 즐겁거나 졸고 있는 상태에서 발생되며 창조력이나, 학습능력 등을 결정하는 뇌파이다. δ 파와 θ 파는 서파의 형태로 α 파보다 낮은 주파수대역을 가지고 있다. α 파(8~13Hz)는 사람 뇌파의 대표적인 성분이며 보통 10Hz 전후의 규칙적인 파동이고 연속적으로 나타난다. α 파가 안정하게 나타나는 것은 눈을 감고 진정 한 상태로 있을 때이며, 눈을 뜨고 물체를 주시하거나 정신적으로 흥분하면 α 파는 억제된다. 모든 뇌파의 기본이 되며 기초울동을 표현하고, 보통 정상 성인의 각성, 안정, 폐안 상태에서 잘 나타난다. β 파(13~30Hz)는 α 파보다 빠른 속파로 과도할 경우 불안을 유발하는 활동파이다. β 파는 각성상태에서 두뇌 외부의 정보를 활발히 받아들이는 학습활동을 하거나 책이나 화면의 그림을 보는 시청각 학습이나 긴장할 때와 같은 동작이 일어날 때 많이 발생한다. 주로 민첩성, 각성, 집중, 인식력 등과 관련되어 있다. γ 파(30~50Hz)는 흥분하거나 각성 시에 잘 나타나는 뇌파로 주로 두엽과 두정엽에서 많이 발생한다.

한편, 손광훈 등은(2010)은 3D 영상에서 발생할 수 있는 왜곡의 종류, 피로도 유발 요인, 피로도 측정방법을 분류하였고, 특히 3D영상의 피로도 문제에 있어서 가장 어려운 부분은 피로도의 개인차라고 기술하며, 피로도 측정에 EEG와 fMRI 등의 생체 신호 분석방법을 이용한 연구가 필요하다고 논의하였다[21]. 이에 EEG(뇌파)실험을 기반한 3DTV 시각피로도 연구에서 입체영상의 시각적 자극으로 눈에서부터 시작된 시각피로감이 인체에 전해지는 단계, 즉 정보의 최종 통합기관인 뇌에 전달결과로서의 생체적 반응을 EEG 방법으로 측정하였다. 3DTV 시청 전·후의 뇌파측정과 뇌기능지수 분석에 의한 방법으로 실험한 결과 시각피로는 여러 종류의 뇌파 밴드에 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한, 신체의 긴장도와 산만도의 변화, 육체적이고 정신적인 스트레스에 의한 뇌파반응의 변화를 통해 시각피로도에 따른 뇌신경이 속

파(fast wave)와 서파(slow wave)의 상대적인 리듬으로 작용하였다[22].

또 외적활동과 관련된 다른 연구를 살펴보면 사격과제 수행에 대한 뇌파조절 연구를 들 수 있다 [23]. 이 연구에서 뇌파 자기조절 훈련에 사용한 뇌파 발생 부위는 전두엽 부분으로, 피험자가 뇌파를 스스로 조절하여 뇌 활동이 안정되고 알파파(8-13Hz)대역의 뇌파가 나올 때 컵 만들기과 화살 쏘기 게임이 성공적으로 이루어지는 시뮬레이션 기구를 이용하였다. 실험결과, 뇌파를 스스로 조절하기 전보다 뇌파를 스스로 조절한 후에 조준율이 증가된 연구결과를 보였다. 비슷한 연구로 뇌파 측정 장비를 통해 측정된 뇌파를 활용하여 집중력 지표를 구하고 이를 게임에 활용하여 집중력 향상 훈련이 가능한 게임을 구현하였다[24].

이처럼 뇌파연구는 주로 뇌파의 기본이 되는 α 파와 주로 나타나는 활동파인 β 파의 뇌파신호를 이용한 연구들이 주를 이루고 있다. 이는 뇌파에는 정상인에서 볼 수 있는 정상뇌파와 병적 상태에서 나타나는 이상뇌파가 있는데, 이상 뇌파 중에서 전형적인 것은 α 파 이하에 속하는 서파인 δ 파 또는 θ 파가 반복하여 측정되는 경우이기 때문에 본 연구에서는 정상인의 뇌파를 기준으로 2D 영상 게임과 3D 입체영상 게임을 플레이 했을 때 α 파와 β 파의 변화를 살펴보려 한다. 이와 같은 일련의 연구 결과를 토대로 다음과 같은 연구문제를 설정하였다.

연구문제1: 3D게임과 2D게임 플레이과정에서 EEG 알파파의 진폭은 어떠한 차이를 보이는가?

연구문제2: 3D게임과 2D게임 플레이과정에서 EEG 베타파의 진폭은 어떠한 차이를 보이는가?

3. 연구방법

3.1 연구설계

본 연구는 3D 입체영상게임의 영상효과와 실제감, 피로도 효과를 검증하기 위해 플레이테스트(Playtest) 실험처치 방법론을 채택하였다. 플레이테스트 방법은 전통적인 과학적 설문조사방법과 통제실험실 환경을 결합함으로써 이용자들의 게임에 대한 인식에 대한 체계적이고 양적인 정보를 수집하도록 하는 방법론이다[25]. 일반적으로 게임분석과 평가 방법론으로 사용되어 왔던 사용성 테스트(Usability Test)의 경우 소비자에 관한 행동주의적 정보를 제공할 수는 있지만 게이머들이 어떻게 특정게임을 지각하고 있는지에 관한 정보를 제공하지는 못한다. 반면 플레이테스트는 사용성 테스트와는 달리 과학적 방법을 사용해서 체계적 방식으로 특정게임에 대한 경험과 인식에 관한 정보를 제공할 수 있다. 실험설계는 동일집단을 여러 번 측정하여 실험처치의 차이를 효과적으로 검증할 수 있는 반복측정설계(Repeated Measure Design) 방식을 사용하였다. 실험자들이 서로 다른 미디어 유형으로 게임을 진행한 이후 실험측정 및 뇌파측정으로 수집된 데이터를 분석하였다. 연구문제와 가설을 검증하기 위해 본 연구에서는 SPSS 19.0을 이용하여 대응표본 평균값의 차이를 비교하여 효과를 분석하였다.

3.2 실험대상

본 연구는 강원도에 소재한 대학교 학생들을 대상으로 디지털 게임 실험실에서 진행되었으며, 3D 입체영상게임 경험의 유무와 관계없이 여학생 30명, 남학생 30명 등 60명의 학생의 지원신청을 받아 2013년 5월 7일부터 5월 16일까지 실시하였다. 실험자 선정을 위해 게임패드를 사용 할 줄 아는 학생들을 선별하여 실험을 진행하였다. 게임 실험을 진행하기 위해 먼저 하드웨어로 HDMI(High-Definition Multimedia Interface)포트가 제공되는 그래픽카드

가 설치된 PC 1대와 XBOX360전용 유선 컨트롤러를 설치하였다. 실험에 사용된 디스플레이 장비는 HMD(Head mounted Display) 장비인 mybud를 선택하였다. 게임은 2D영상게임의 형태와 3D입체영상게임의 형태로 제공하여 실시하였다. 사전사후 실험조사방법과 게임을 플레이하면서 동시에 뇌파측정을 진행하는 플레이테스팅 방법으로 구성하였다. 플레이 테스트과정은 사전설문 작성이후에 게임플레이를 수행하면서 뇌파측정을 같이 진행하고 본 설문에 답하는 사전사후 실험설계의 모형을 따라 진행되었다. 사전설문은 실험을 시작하기 전에 실험실 외부에 설치된 장소에서 실험절차와 주의해야 할 사항들에 대해 안내를 받고 순서대로 설문지를 작성하였다.

3.3 실험방법

실험은 연구자 1명과 보조연구원 2명으로 진행되었으며 1대의 컴퓨터와 HDMI 장비, HMD 장비, 뇌파측정장비, 게임패드, 편안한 소파를 설치한 실험실에서 소닉 제너레이션즈(Sonic Generations) 게임으로 실시하였다. 소닉은 어드벤처/액션게임으로 HDTV 720P/1080i/1080p 해상도를 지원하며 SEGA에서 개발된 소프트웨어이다. 또한 side by side 3D영상을 지원하는 게임소프트웨어이다. 따라서 소닉은 3D영상과 2D영상을 동시에 제공하기 때문에 이 실험조사에 적합한 소프트웨어라 판단하여 선정하여 실험을 진행하였다.

게임은 실험실에서 한 사람씩 독립적으로 2D영상게임 10분, 3D입체영상게임 10분씩 게임플레이를 하면서 뇌파측정을 하고 이후에 설문에 응답하는 방식으로 수행되었다. 뇌파측정은 국제전극배치도치법(international 10/20 electrode system)에 의해 차례로 Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, P3, P4 위치에 총 8부위에 차례로 측정전극을 부착하였으며, 이 8영역에서 측정된 EEG신호를 1초에 256 데이터씩 실시간으로 저장하여 실험의 데이터로 활용하였다. 반복측정 실험설계에서 발생할 수 있는 독립변인의 처치에 대한 순차효과(sequence effect)를 통제하기 위해 교차균형화(cross-balancing)방식에 따라 실험대상자 60명중 30명은 2D영상게임을 먼저 한 후에 10분간 휴식을 취하고 3D입체영상 게임실험을 실시하였으며 나머지 30명은 역순으로 3D입체영상 게임 실험이후에 2D영상게임 실험을 실시하는 방식으로 수행하였다.

또한 실험과정에서 게임의 친숙효과를 통제하기 위해 소닉게임에서 제공하는 게임 스테이지를 분류하여 실험을 진행하였다. 먼저 3D입체영상의 게임은 소닉게임에서 지원하는 side by side 3D 옵션을 설정하여 게임 스테이지의 Act 2로 진행하였다. 2D영상게임은 소닉게임에서 일반영상 옵션으로 설정하여 Act 1으로 진행하였다. 3D게임에 사용된 S.B.S 3D 옵션은 사물의 입체감과 배경의 원근감을 더욱 부각시켜주어 사용자의 몰입감과 실재감을 더욱 크게 증가시켜주는 옵션이다. 이 옵션은 소닉 게임 Act2에만 적용시켜 진행을 하였고, 일반옵션인 2D옵션은 Act1에만 적용시켜 실험진행을 하였다. 게임실험에 사용된 스테이지 Act1과 Act2는 게임배경과 사물의 위치만 다를 뿐 난이도는 동일한 스테이지다. 동일 스테이지를 반복플레이하게 되면 게임 실험 수행 중 주어진 미션에 이미 익숙한 상태이므로 실험결과에 영향을 미칠 수 있다고 판단해서 통제하였다.

뇌파측정을 하는 동안 눈동자를 움직이거나 손이나 발, 몸을 움직여 나타날 수 있는 잡파를 줄이기 위해 가급적 바른 자세로 앉아 있기를 미리 당부하였다. 먼저 피험자들을 편안한 의자에 앉힌 다음, 두피에 전극이 부착이 되면 눈을 감고 연구자의 안내에 따르도록 지시하였다. 그런 후에 HMD장비를 쓰고 안경형 모니터를 통해 비치는 게임화면을 게임컨트롤러를 통해 게임을 진행하게 하였다.

또한, 뇌파측정의 신뢰성을 높이기 위해 편안한 상태에서 제시된 시각자극에 몰입할 수 있도록 유도해 주었으며, 잦은 눈 깜빡임이나 몸을 흔드는 행위에 대해서는 사전에 설명을 통해 최소화 하였다. 실험 소개단계에서는 실험을 하게 된 목적과 게임에 대한 설명, 게임 플레이 주의사항을 공지사항의 형태로 제시하였다. 뇌파 측정은 전극부착 및

실험소개, 배경뇌파 측정, 게임플레이, 뇌파측정, 설문작성 및 휴식, 게임플레이 및 뇌파측정, 설문작성, 전극제거의 순서로 진행되었으며 실험대상자 한 명 당 50분정도 소요되었다. 실험 이후 실험 대상자간의 실험정보에 대한 이야기를 최대한 통제하여 실험의 내적타당도를 저해할 수 있는 평가에 대한 우려현상이나 실험자들의 의도적 반응(Demand characteristics) 특성 등을 최소화하고자 하였다.

3.4 실험도구 및 측정

3.4.1 영상효과 척도

영상효과 척도는 3D영상의 효과 측정도구 개발을 위한 정동훈·양호철의 측정문항과 2D 영상게임과 3D 입체영상게임의 실재감을 측정하기 노기영의 멀티미디어 실재감수준 측정을 위한 문항을 재구성하여 사용하였다. 정동훈·양호철의 영상효과 항목 중 '선명도(clarity)', '실물감(materiality)', '입체감(tangibility)'과 노기영의 '실재감(presence)' 총 4개위 하위척도로 구성되었고, 4개의 하위척도는 모두 17개의 측정항목을 사용하였다[17,26]. 각 항목은 5점 척도로 응답하게 하였으며, '전혀 그렇지 않다'는 1점, '그렇지 않다'는 2점, '보통이다'는 3점, '그렇다'는 4점, '매우 그렇다'는 5점으로 처리하여 측정하였다.

가. 선명도

선명도 척도는 '게임 화질이 선명하다.', '색상이 선명하다.', '원근감이 잘 느껴진다.', '게임 화면의 화질이 좋아보였다.'의 4개 문항이 포함되었으며, 2D 영상게임의 신뢰도 α 계수는 .836이었으며 3D 입체영상 게임의 신뢰도 α 계수는 .867로 나타났다.

나. 실물감

실물감 척도는 '사물의 모서리를 잘 구별 할 수 있었다.', '사물의 질감이 느껴진다.', '사물 옆면이 자연스럽게 보인다.', '사물의 뒷면이 자연스럽게 보

인다.', '배경과 사물이 시각적으로 잘 구분된다.'의 5개 문항이 포함되었으며, 2D 영상게임의 신뢰도 α 계수는 .779이었으며 3D 입체영상 게임의 신뢰도 α 계수는 .772로 나타났다.

다. 입체감

입체감 척도는 '화면이 튀어나오는 것처럼 느껴진다.', '사물이 튀어나오는 것처럼 느껴진다.', '사물이 내 주변을 지나는 것처럼 느껴진다.', '사물이 손에 잡힐 듯 느껴진다.'의 4개 문항이 포함되었으며, 2D 영상게임의 신뢰도 α 계수는 .795이었으며 3D 입체영상 게임의 신뢰도 α 계수는 .865로 나타났다.

라. 실재감

실재감 척도는 '게임의 영상효과와 배경음악이 현장감이 있었다.', '게임의 영상효과나 게임배경이 게임 플레이에 적절하였다.', '나는 게임을 하는 동안 내 자신이 끌려들어가는 것처럼 느껴졌다.', '나는 게임을 하는 동안 게임 속 환경이 매력적이였다.'의 4개 문항이 포함되었으며, 2D 영상게임의 신뢰도 α 계수는 .799이었으며 3D 입체영상 게임의 신뢰도 α 계수는 .802로 나타났다.

3.4.2 피로도

피로도는 감기택, 이형철 및 이승현(2009)의 피로도 측정도구의 28개 문항을 재구성하여 '안구피로도'와 '신체피로도'의 2개의 척도로 5점 척도를 사용하여 측정하였다[20].

가. 안구피로도

안구피로도의 경우 '나는 게임을 하는 동안 눈이 피로 하였다.', '나는 게임을 하는 동안 눈이 아팠다.', '나는 게임을 하는 동안 눈 깜빡임이 증가하였다.', '나는 게임을 하는 동안 눈에 긴장감이 느껴졌다.', '나는 게임을 하는 동안 눈이 뻑뻑하였다.', '나는 게임을 하는 동안 눈에 힘이 들어갔다.'

‘나는 게임을 하는 동안 눈물이 나왔다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 눈이 빠근하였다.’의 8개 문항이 포함되었으며, 2D 영상게임의 신뢰도 α 계수는 .882이었으며 3D 입체영상 게임의 신뢰도 α 계수는 .892로 나타났다.

나. 신체피로도

신체피로도도의 경우 ‘나는 게임을 하는 동안 어지러웠다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 게임 화면을 보는 것이 불편하였다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 가슴이 답답했다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 머리가 아팠다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 속이 울렁거렸다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 손가락이 저리었다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 콧대 부분이 아팠다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 어깨가 빠근했다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 목이 아팠다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 허리가 빠근했다.’, ‘나는 게임을 하는 동안 게임 컨트롤러 조작이 피곤하였다.’의 11개 문항이 포함되었으며, 2D 영상게임의 신뢰도 α 계수는 .871이었으며 3D 입체영상 게임의 신뢰도 α 계수는 .888로 나타났다.

3.4.3 뇌파측정

뇌파는 사고중추와 시각중추의 좌, 우를 각각 측정하였다. 뇌파를 측정하는 채널이 늘어날수록 데이터의 양과 정보처리 시간도 늘어나서 측정이 힘들어지기 때문에 국제전극배치도치법(international 10/20 electrode system)에 의해 총 8부위에 차례로 측정전극을 부착하여 측정된 EEG신호를 실험의 데이터로 활용하였다. 측정 시 기준전극은 귀의 오른쪽 귓볼 뒤에 부착하였으며, 접지전극은 귀의 왼쪽 귓볼 뒤의 부위에서 측정하였다. 뇌파측정 시 사용한 장비는 WEEG-32 장비를 사용하였으며, Sampling Frequency는 256Hz로 설정하여 측정하였다. 뇌파측정은 TeleScan을 이용하여 EEG신호를 컴퓨터로 전송받고, 획득한 뇌파신호를 텍스트 파일로 추출하고 엑셀파일로 변환하여 데이터베이

스화 하였다.

4. 연구결과

4.1 3D게임과 2D게임의 영상경험 차이검증

가설 1은 3D게임이 2D게임보다 영상의 선명도가 더 높을 것이라고 설정되었다. 이를 분석하기 위해 대응표본 t-test를 실시하였다. [Table 1]에 제시된 분석결과와 같이 3D화면 게임과 2D화면 게임에서의 선명도의 차이는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다($t=1.486$, $p.=n.s.$). 3D화면 게임과 2D화면 게임을 플레이한 후 사용자들은 화질의 선명성, 해상도, 색상의 선명성과 같은 영상선명도에서 차이를 느끼지 못하는 것으로 확인되었다. 가설 2는 3D화면 게임이 2D화면 게임보다 실물감이 더 높을 것이라고 설정되었다. 대응표본 t-test 분석결과 3D화면 게임은 2D화면 게임보다 영상에서의 실물감에서 더 높은 것으로 나타나 가설 2는 가설화된 방향으로 채택되었다($t=2.759$, $p.<.01$). 즉 3D게임은 2D게임보다 게임 화면내의 사물 모서리의 구별, 질감, 배경과 사물의 구별, 사물의 자연스러움과 같은 요소로 측정된 영상의 실물감이 더 높은 것으로 나타났다.

3D화면 게임이 2D화면 게임보다 입체감이 더 높을 것이라고 설정된 가설 3도 지지되었다($t=5.507$, $p.<.00$). 3D화면 게임은 2D화면 게임보다 사물입체감, 화면입체감, 사물근접감과 같은 영상입체감이 더 높은 것으로 나타났다. 가설4는 3D화면 게임이 2D화면 게임보다 멀티미디어로 구성된 실재감이 더 높을 것이라고 가설화하였다. 대응표본 t-test 분석결과 3D화면 게임은 2D화면 게임보다 영상과 음악의 현장감, 게임플레이와 그래픽의 조화, 주변환경의 사실감 등과 같은 멀티미디어 실재감이 유의미하게 더 높은 것으로 나타났다($t=2.472$, $p.<.05$).

[Table 1] Paired-sample T-test of Visual Experience Difference Between 3D Game and 2D Game

Visual Expr	Game	M	N	SD	t	p
Clarity	3D	3.8250	60	.7275	1.486	.143
	2D	3.6833	60	.6810		
Materiality	3D	3.6000	60	.6546	2.759	.008
	2D	3.3567	60	.6588		
Tangibility	3D	3.4208	60	.7818	5.313	.000
	2D	2.8667	60	.6819		
Pesence	3D	3.8875	60	.6251	2.472	.016
	2D	3.6667	60	.6712		

4.2 3D게임과 2D게임의 피로도 차이검증

가설 5는 3D게임은 2D게임보다 안구피로도가 높을 것이라고 설정되었다. [Table 2]에서 제시된 대로 대응표본 t-test 검증결과 3D게임과 2D게임은 게임 플레이과정에서 안구피로도도 유의미한 차이는 없는 것으로 나타났다($t=.228, p.= n.s.$). 동일한 환경에서 3D게임과 2D게임은 안구피로, 안구통증, 안구긴장과 같은 안구피로도에서 차이를 보이지 않는 것으로 확인되었다. 또한 3D게임은 2D게임보다 신체피로도가 높을 것이라고 설정된 가설 6도 기각되었다($t=.386 p.= n.s.$). 3D게임과 2D게임은 어지럼증, 두통, 어깨통증, 가슴답답증, 메스꺼움과 같은 신체상의 피로도 증상에서 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

[Table 2] Paired-sample T-test of Fatigue Difference Between 3D Game and 2D Game

Fatigue Exp	Game	M	N	SD	t	p
Eyeball Fatigue	3D	2.7271	60	.8780	.228	.820
	2D	2.7083	60	.8402		
Body Fatigue	3D	2.0318	60	.7053	.386	.701
	2D	2.0091	60	.6629		

4.3 3D게임과 2D게임의 EEG 뇌파의 진폭에 대한 차이검증

연구문제 1은 3D게임과 2D게임 플레이과정에서 발생한 EEG 알파파의 진폭은 어떠한 차이를 보이는가로 설정하였다. EEG 알파파는 총 10분간 2번의 측정을 통해 데이터를 수집하였다. 먼저 2D 영상게임 10분을 플레이 했을 때 측정된 알파 및 베타파와 3D 입체영상 게임 10분을 플레이 했을 때 측정된 알파 및 베타파를 뇌파측정장비 WEEG-32 장비를 활용하여 측정하였다. 측정된 EEG신호를 Telescan 프로그램으로 측정된 Law data를 토대로 Power Spectrum Analysis의 Absolute Band Power Parameter를 이용하여 분석하였다. EEG알파파의 주파수대인 Low Frequency는 8Hz로 설정하고 High Frequency는 13Hz으로 설정하여 EEG알파파를 추출하였다. 측정된 EEG알파파는 1초에 1개씩 2D 영상 게임 10분의 데이터 600개와 3D 입체영상 게임 10분의 데이터 600개가 저장되었다. Sampling Frequency를 256Hz으로 설정했으므로 600개의 샘플은 600x256의 수치와 동일하다. 이렇게 측정된 EEG알파파는 txt파일로 변환하여 엑셀에 코딩을 하고, 2D 영상 게임과 3D 입체영상 게임의 EEG알파파의 평균값을 산출한 후 SPSS 19.0로 재코딩하는 작업을 병행하여 EEG 알파파의 평균값을 산출하였다.

4.3.1 EEG 알파파의 진폭차이

EEG 알파파의 진폭의 차이를 분석하기 위해 3D게임과 2D게임 플레이과정에서 측정된 알파파의 수치의 평균값에 대한 대응표본 t-test를 통해 검증하였다. 대응표본 T-test검증 결과 3D 게임과정에서 발생한 알파파가 평균진폭과 2D과정에서 발생한 알파파보다 측정치는 높았으나 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았다($t=1.338, p.= n.s.$). 3D 입체화면으로 게임을 하든 2D 화면으로 게임을 하든 게임하는 과정에서 발생하는 EEG 알파파의 진폭에는 차이가 없는 것으로 나

타났다.

4.3.2 EEG 베타파의 진폭차이

연구문제 2는 3D게임과 2D게임 플레이과정에서 발생한 EEG 베타파의 진폭은 어떠한 차이를 보이는지 분석하기 위해 설정하였다. EEG알파파 측정치 동일한 방식으로 산출된 베타파 수치의 평균값에 대한 대응표본 t-test를 통해 검증한 결과 3D게임과 2D 게임 간에 유의미한 차이를 보이는 것으로 나타났다($t= 2.537, p.<.05$). 3D입체화면으로 게임을 할 경우 2D화면으로 게임을 하는 경우보다 게임하는 과정에서 발생하는 EEG 베타파가 더 높은 진폭대로 발생하는 것으로 확인되었다. β 파는 각성상태에서 두뇌 외부의 정보를 활발히 받아들이는 학습활동을 하거나 책이나 화면의 그림을 보는 시청각 학습이나 긴장할 때와 같은 동작이 일어날 때 많이 발생한다. 따라서 3D게임이 2D게임보다 각성이나 집중도에서 더 높을 가능성이 많다고 할 수 있다.

[Table 3] Paired-sample T-test of EEG Difference Between 3D Game and 2D Game

EEG	Game	M	N	SD	t	p
α	3D	30.849	60	31.740	1.338	.186
	2D	26.272	60	22.683		
β	3D	55.735	60	53.656	2.537	.014
	2D	46.795	60	39.004		

5. 결론 및 논의

본 연구는 3D 입체영상게임의 영상효과와 실제감, 피로도 효과를 검증하기 위해 플레이테스트 실험처치 방법론을 통해 2D게임과 비교하여 효과를 분석하였다. 특히 전통적인 실험연구 방법에 EEG 뇌파측정을 방법론적으로 보완하여 3D 입체영상게임의 사용경험과정에서의 뇌생리학적 변화와 차이

를 검증하고자 하였다.

첫째로 3D게임과 2D게임에 대해 사용자들의 영상경험의 차이를 검증하고자 했던 가설은 영상선명도를 제외하고 실물감, 입체감, 실제감가설 모두 채택되었다. 3D화면 게임과 2D화면 게임을 플레이한 후 사용자들은 화질의 선명성, 해상도, 색상의 선명성과 같은 영상선명도에서 차이를 느끼지 못하는 것으로 나타났다. 반면 3D게임은 2D게임보다 게임화면내의 사물 모서리의 구별, 질감, 배경과 사물의 구별, 사물의 자연스러움과 같은 요소로 측정된 영상의 실물감이 더 높은 것으로 나타났다. 또한 3D화면 게임은 2D화면 게임보다 사물입체감, 화면입체감, 사물근접감과 같은 영상입체감이 더 높은 것으로 나타났다. 멀티미디어 구성요소에 의한 실제감의 경우 3D화면 게임은 2D화면 게임보다 영상과 음악의 현장감, 게임플레이와 그래픽의 조화, 주변 환경의 사실감 등과 같은 멀티미디어 실제감이 유의미하게 더 높은 것으로 나타났다. 사용자들은 2D와 3D게임을 플레이하면서 느낀 영상경험에서 화질이나 해상도 색상 등에서는 차이를 느끼지 못했지만 실물감이나 입체감등으로 형성된 실제감을 더 높게 경험하는 것으로 확인되었다.

둘째로 3D게임과 2D게임의 피로도 차이분석 결과 안구피로도와 신체피로도 모두 차이가 없는 것으로 나타났다. 동일한 장비와 환경에서 2D와 3D 게임 플레이하는 경우 안구피로, 통증이나 가슴답답증 어지럼증 등을 포함하는 피로도 증상에서 차이를 보이지 않는다는 것이다. 이러한 연구결과는 그동안 3D 입체영상에서 발생하는 영상왜곡과 피로 유발요인으로 피로도가 발생한다고 하는 기존의 연구결과와는 다른 것이다. 동일한 스크린 환경과 게임조건하에서 3D 입체영상으로 게임을 하게 될 경우 2D게임과 비교할 때 특별한 피로도 증상이 발생하지는 않는다는 것이 이 연구결과에서 시사하고 있는 점이다. 그러나 실험환경이라는 조건에서 단기간 플레이 이후의 측정결과이기 때문에 장기간 게임 플레이이후의 효과로 확대 해석하는 데는 주의할 필요가 있다고 하겠다.

셋째로 3D게임과 2D게임 플레이과정에서 발생한 뇌파의 변화를 측정하여 분석한 결과 EEG 알파파의 평균진폭은 차이가 없는 것으로 나타났다. 반면 3D입체화면으로 게임을 할 경우 2D화면으로 게임을 하는 경우 보다 게임하는 과정에서 발생하는 EEG 베타파가 더 높은 진폭대로 발생하는 것으로 확인되었다. 안정성으로 해석되는 알파파는 2D와 3D게임과정에서 차이가 없었지만 각성이나 활동성 또는 집중도로 해석되는 베타파의 경우 3D 게임을 하는 경우 더 높게 나타나는 것으로 확인되었다.

이 연구는 3D 입체영상게임은 2D게임보다 영상 경험에서 분명한 차이를 보이고 있으나 동일한 환경에서 게임을 플레이할 경우 피로도에서는 차이가 없는 것으로 확인되었다. 따라서 기존 연구에서 확인되었던 3D 입체영상의 피로도는 주로 3D 입체영상을 시청하기 위한 인터페이스의 특수성 때문일 가능성이 크다고 할 수 있다. 마지막으로 뇌파측정 결과에서 확인된 3D게임과정에서의 EEG 베타파의 증가현상에 대해 향후 인지 및 감성변인과의 상관성연구를 통해 뇌파변인의 효과측정의 개념적 타당도를 높일 필요가 있다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the National Research Foundation of Korea Grant funded by the Korean Government (NRF-2012-S1A3A2033480) and Hallym University Group Research Fund (HRF-G-2012-2).

REFERENCES

- [1] N. Negroponte, "Being Digital", London: Coronet Books, 1995.
- [2] T. B. Sheridan, "Teleoperation, Telerobotics and Telepresence: A Progress Report", Control Engineering Practice, Vol. 3, No. 2, pp. 205-214, 1995.
- [3] Lombard, M. and Ditton, T. and Grabe, M. E. and Reich, R. D, "The role of screen size in viewer responses to television fare", Communication Reports, Vol. 10, No. 1, pp. 95-106, 1997.
- [4] Emoto, M. and Mitushashi, T, "Perception of edge sharpness in three dimensional images", Proceedings of SPIE, Vol. 2411, pp. 250-261, 1995.
- [5] A. Berthold, "The influence of blur on the perceived quality and sensation of depth of 2D and stereo images", Technical report, ART Human Information Processing Research Laboratories, 1997.
- [6] Yano, S. and Yuyama, I, "Stereoscopic HDTV: Experimental system and psychological effects", Journal of the SMPTE 100, 14 - 18, 1991.
- [7] Tam, W. and Stelmach, L. and Corriveau, P, "Psychovisual aspects of viewing stereoscopic video sequences", Proceedings of the SPIE, Vol. 3295, pp. 226-235, 1998.
- [8] Moon-Young Lee, Jean-Hun Chung, "A Study on the Technique of producing Stereoscopic Image for 3D animation", The Society of Korea Illusart, The Treatise on The Plastic Media, Vol. 11, No. 4, pp. 85-92, 2008.
- [9] Iisselsteijin, W. A. and de Ridder, H. and Freeman, J. and Avons, S. E, "Presence: Concept, determinants and measurement", Proceedings of the SPIE, Human Vision and Electronic Imaging V, Presented at Photonics West-Human Vision and Electronic Imaging V, Vol. 3959, No. 76, pp. 23-28, 2000.
- [10] Nah Somi, "The Pre-Visualization of Digital Image to increase the verisimilitude", Majoring in image design, Graduate school of Film and digital Media, Hongik University, 2007.
- [11] Jea-Hyun Lee, "Multimedia and digital world", Communication books, 2004.
- [12] Lombard, M. and Ditton, T, "At the heart of it all: The concept of presence", Journal of Computer-Mediated Communication, Vol. 3, No. 2, 1997.
- [13] Slater, M. and Usoh, M., "Representation systems, perceptual position and presence in virtual environments", Presence: Teleoperators

- and Virtual Environment, Vol. 2, No. 3, MIT Press, pp. 221-234, 1994.
- [14] Soo-Young Lee, Media Convergence and Audience Media Use Patterns, Journal of the Korean Association for Broadcasting, Vol. - No. 58, pp. 145-175, 2004.
- [15] Freeman, J. and Avons, S. E. and Meddis, R. and Pearson, D. E. and Ijsselsteijn, W. A., "Using Behavioral Realism to Estimate Presence: A Study of the Utility of Postural Responses to Motion Stimuli", Presence: Teleoperators and Virtual Environments, Vol. 9, No. 2, pp. 149-164, 2000b.
- [16] Hung-Kyu Kim, Yong-Phil Yoon, "A Study on the Subjective Typology of Stereoscopic Presence", Korean Association for Broadcasting & Telecommunication Studies, Vol. 71, pp. 164-204, 2010.
- [17] Dong-Hoon Jung, Ho-Chul Yang, "exploratory analysis in 3D Video Measurement", Journal of the Korea Society of Digital Industry, Vol. 6, No. 4, pp. 225-235, 2010.
- [18] Hyung-Jun Jang, Yong-Goo Kim, "An Analysis of Visual Fatigue Caused From Distortions in 3D Video Production", Korean Society Broadcast Engineers Magazine, Vol. 17, No. 1, pp. 1-16, 2012.
- [19] Hyun-Ji Lee, Sang-Wook Lee, Ok Heo, Dong-Hoon Chung, "Influence of Gaming Display and Wearing Glasses on Perceived Characteristics, Presence, and Fatigue", Korean Society Broadcast Engineers Magazine, Vol. 1, No. 7, pp. 438-441, 2012.
- [20] Kee-Taek Kham, Hyung-Chul Lee, Seung-Hyun Lee, "The effect of viewing distance and the speed of motion-in-depth on visual fatigue", Korean Journal of the science of Emotion & sensibility, Vol. 12, No. 2, pp. 169-180, 2009.
- [21] Kwang-Hoon Son, Dong-Hyun Kim, Jae-Sub Choi, Sung-Hwan Choi "3D imaging fatigue measurement technology", Korea Society Broadcast Engineers Magazine, Vol. 15, No. 2, pp. 44-52, 2010.
- [22] Guk-Se Lee, Nam-Mi Moon, "Study of a Measuring Method for 3DTV Visual Fatigue based on EEG test", Korea Society Broadcast Engineers Magazine, pp. 258-259, 2011.11
- [23] Jae-Sik Park, Hak-Soo Shin, "The Effects of Brain Wave Self-Regulation Training on Shooting Performance", International Journal of Coaching Science, Vol. 7, No. 2, pp. 205-211, 2005.6
- [24] Chang-Jo Lee, "Development of the Game for Increasing Intensive Power using EEG Signal", Korea Game Society, Vol. 9, No. 2, pp. 23-28, 2009.
- [25] John, P. and Davis, J. and Steury, K. and Pagulayan, R., "A survey method for assessing perceptions of a game", Game Studies, Vol. 1, 2005.
- [26] Noh, G. Y., "A Structural Equation Modelling of the Relationship between User Experience, Self-efficacy and Game Performance in Healthcare Serious Game", Korea Game Society, Vol. 12, No. 2, 2012.



장한진(Jang, Han Jin)

한림대학교 언론정보학부 인터넷미디어 졸업
한림대학교 대학원 언론정보학 석사과정
2009-2011 한림대학교 디지털콘텐츠센터 교육조교
현재 한림대학교 헬스커뮤니케이션연구소 간사

관심분야 : 디지털게임, 소셜미디어, 인터넷미디어



노기영(Noh, Ghee Young)

고려대학교 신문방송학과 졸업
University of Texas at Austin, Radio-TV-Film, M.A.
Michigan State University, Telecommunication, Ph.D.
2002-2003 한림대학교 디지털미디어특성화사업단 단장
2006-2008 한국사회과학협의회 행정집행위원장
현재 한림대학교 디지털게임 융복합전공 주임교수
현재 한국언론학회 미디어경제경영연구회 회장
현재 한림대학교 헬스커뮤니케이션연구소장

관심분야 : 디지털게임, 미디어산업정책, 소셜미디어

