

EEG(뇌파)실험을 기반한 3DTV 시각피로도 연구

*이국세 **문남미

*수원과학대학교, **호서대학교 벤처전문대학원

kslee@kbs.co.kr, **mnm@hoseo.edu

Study of a Measuring Method for 3DTV Visual Fatigue based on EEG test

*Kook-See Lee **Moon, Nammee

*Suwon Science College, *Hoseo University, GSV

요 약

3DTV를 시청하는 경우 조절거리는 TV 화면까지의 거리에 해당하지만, 수렴거리는 좌·우 영상의 화면 시차에 따라 영상의 도출과 후퇴의 깊이가 변하게 되고 수렴거리와 조절거리에 불일치가 발생하게 된다. 3DTV의 입체영상을 시청할 때 발생하는 시각적 불편감은 이러한 수렴과 조절과정의 불일치가 가장 주된 원인으로 알려졌다. 본 연구에서는 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 δ , θ , α , SMR, β_{Low} , β_{High} 파 등 여러 종류의 뇌파 밴드에 영향을 미치고 있었다.

1. 서론

3DTV는 UHDTV(Ultra High Definition TV)와 더불어 마치 영상 속의 장소에 머물고 있는 것 같은 생동감 및 현실감을 느끼며 몰입감에 빠져들게 되는 실감형 방송이다. 3차원 입체영상 기술은 2차원 영상에 깊이(Depth) 감의 정보를 부여하여 더 사실적인 영상을 표현하는 기술이다. 사람의 두 눈이 가로방향으로 약 65mm 정도 떨어져서 존재하는 양안시차(Binocular Cues)는 입체감의 가장 중요한 요인이다. 왼쪽 눈과 오른쪽 눈 두 눈은 각각 서로 다른 2차원 영상을 보게 되고, 이 두 개의 영상이 망막을 통해 뇌로 전달된다. 뇌로 전달된 좌우 영상은 뇌의 경험적 요인(Experiential Cues)과 생리적 요인(Physiological Cues)으로 대변되는 3차원 정보 복원 시스템을 이용하여 두 영상을 서로 융합시켜 3D 영상의 원근감과 실재감을 재생하는 것이다[1].

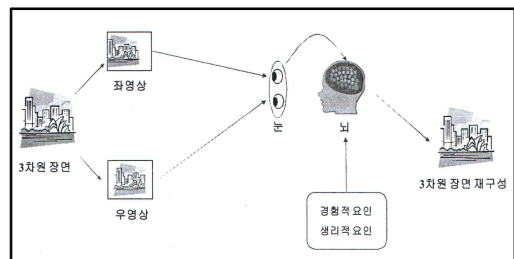
그러나 3D 입체영상은 바람직한 감각을 주는 것과 동시에, 영상에 따라서는 눈이나 머리가 아프기도 하고 어지러움이나 멀미와 같은 상황을 유발하기도 하며, 개인에 따라서는 피로감이 생기기도 한다. 이러한 현상을 시각피로(Visual Fatigue)라 고하며 시각적 피로를 유발하는 여러 요인을 휴먼팩터(Human Factor)한다. 시각피로의 원인은 매우 다양하다. 크게 구분해서 디스플레이가 지닌 결함 때문에 발생하는 디스플레이 요인, 시청자의 편의성을 고려하지 않고 제작된 입체영상물에 의한 콘텐츠 요인, 시청자의 시각 메커니즘 상의 불완전성 때문에 발생하는 시청자

요인 그리고 적절하지 못한 시청환경에서 시청하기 때문에 발생하는 시청환경 요인이 있다. 네 가지 요인 모두 시청자와의 관계 속에서 문제를 일으키는 것이므로 휴먼팩터에서 중요하게 다루어야 하는 문제들이다.

본 논문에서는 이러한 눈의 피로감을 측정하는 도구로 뇌파(EEG; Electroencephalogram) 측정 방법을 사용한다.[2]

2. 관련연구

2.1 시각 특성



<그림 1> 시각시스템[1]

현재 사용되고 있는 대부분의 입체영상 디스플레이 기술들은 초점조절과 폭주 사이의 관계를 따르지 않고, 관찰자가 초점을 고정해야 할 거리(시차 정보에 따라 물체가 위치하는 깊이)에 상관없이 하나의 고정된 거리(영상이 가장 선명한 디스플레이 평면)에 초점을 맞추도록 강요하게 된다. 이에 따라 3D시각 시스템에는 시각피로도 2D에 비해 다른 양상을 갖을 것임을 추측할 수 있으나, 이를 실험을 통하여 입증하였다. 시각적 피로는 3D 디스플레이뿐

아니라 장시간 2D 디스플레이 앞에서 작업할 때 발생하는 피로까지 포함한다[2].

2.2 국내의 연구동향

DTV의 시청 안전성에 대한 세계적인 연구 동향을 살펴 보면, 최근 10년간의 연구실적 통계로 볼 때 일본(27%), 미국(25%), 영국(20%), 기타(23%) 등으로 나타나고 있다 [2]. 일본에서의 연구 동향의 특징은 일본 학계에서 보유하고 있는 기술 및 역량을 파악하여 부족한 부분은 해외에서 수급하고, 산업계 및 NHK 기술연구소의 연구활동 등을 정부주도의 체계화된 연구 유도와 지원을 통해 효율을 극대화하고 있다. 국내의 3D 휴먼팩터 연구 특성은 세계적인 휴먼팩터 연구특성과 크게 다르지 않다.

2.3 뇌파 종류

전통적 뇌파검사의 시각적 해석에서는 의식적 행동을 줄이면 α 파가 감소하고, 의식적 노력을 기울일 때는 β 파가 증가한다고 보았다. 주로 α 와 β 파가 변하는 형태로 뇌의 상태를 파악하는 데 그쳤다[3]. 그 후 수면 연구와 함께 δ 파, θ 파, γ 파에 관련된 연구들이 계속되었다[4].

<표 1> 뇌파의 종류

종류	진동수	상태
델타(δ)파	0 ~ 3 Hz	깊은 수면
세타(θ)파	4 ~ 7 Hz	수면
알파(α)파	8 ~ 12 Hz	안정, 휴식
저베타(β_{Low})파	13 ~ 20 Hz	작업중
고베타(β_{High})파	21 ~ 30 Hz	작업중, 스트레스
감마(γ)파	38 ~ 42 Hz	스트레스, 흥분
SMR파	12 ~ 15 Hz	각성, 준비

3. 실험

3DTV 시각자극을 독립변수로, 피험자의 연령과 성별을 조절변수로, 실험에서 수집한 EEG 자료의 뇌기능지수 8항목의 지수 중 시각적 피로도와 상관성이 높은 4항목(주의 지수, 활성지수, 항스트레스지수, 좌우뇌균형지수)을 종속변수로 하여 뇌파측정 실험의 가설을 <표 2>와 같이 설정하였다.

<표 2> 연구가설과 분석 인자

가설	내용	분석 인자
가설1-1 (H1-1)	3DTV 시청에 의한 시각피로도는 주의지수에 부(-)적인 영향을 미칠 것이다.	주의지수 긴장도 산만도
가설1-2 (H1-2)	3DTV 시청에 의한 시각피로도는 활성지수에 부(-)적인 영향을 미칠 것이다.	활성지수 절대세기 상대세기
가설1-3 (H1-3)	3DTV 시청에 의한 시각피로도는 항스트레스 지수에 부(-)적인 영향을 미칠 것이다.	항스트레스지수 육체적스트레스 정신적스트레스
가설1-4 (H1-4)	3DTV 시청에 의한 시각피로도는 좌우뇌균형 지수에 부(-)적인 영향을 미칠 것이다.	좌우뇌균형지수 대칭성(전압) 동시성(위상)
가설-2 (H-2)	3DTV 시각피로도에 의한 뇌기능지수의 변화는 연령대에 따른 차이가 있을 것이다.	뇌기능지수 4항목 비교 분석
가설-3 (H-3)	3DTV 시각피로도에 의한 뇌기능지수의 변화는 성별에 따른 차이가 있을 것이다.	뇌기능지수 4항목 비교 분석

- 피험자 : 49명의 피험자 중 표본추출 조건에 적합한 40명을 선정하여 실제 실험에 참여
- 실험환경 : 본 연구의 실험에 사용한 2채널 뇌파 측정기를 사용. 비침습형 헤드 밴드 형태로 되어 있어 전극의 접촉이 용이하고 취급이 간편하며, 단극유도법과 쌍극유도법을 혼합하여 사용하고 있다. 뇌파 측정은 국제

10-20 시스템 기준에 의해 정해진 위치인 전전두엽(Prefrontal Lobe)의 Fp₁(좌측), Fp₂(우측), Fp_Z 3지점에 전극을 접촉하여 측정하고, Fp_Z를 비교 전극, 좌측 컷볼을 기준전극(Ground Electrode)으로 사용하였다. 2채널 시스템의 권장 사용환경은 다음과 같다.

- PC : Intel Pentium IV 2.0GHz 이상 또는 호환 기종
 - 메모리 : 256MB RAM
 - OS : Microsoft Windows 98/2000/NT/XP/7
 - 그래픽 : 8MB 이상 PCI 또는 AGP 카드
 - 하드 디스크 : 1GB 이상 Free Space
 - 음향 : 16Bit 사운드 카드
 - Direct X : ver. 7.0
 - CD ROM : 24배속 이상
 - USB 포트, 마우스 필수
- <표 2> 뇌파의 종류

뇌기능지수	3DTV 시청 전	3DTV 시청 후	t	p
	평균(표준편차)	평균(표준편차)		
주의지수(좌)	45.24 (17.52)	39.87 (12.52)	2.248	0.030 *
주의지수(우)	44.27 (17.51)	40.71 (10.60)	1.514	0.138
활성지수(좌)	50.35 (15.00)	41.80 (11.23)	4.372	0.000 *
활성지수(우)	51.41 (15.09)	43.50 (8.85)	3.510	0.001 *
항스트레스지수(좌)	73.66 (9.13)	65.01 (15.08)	4.686	0.000 *
항스트레스지수(우)	71.23 (8.96)	63.86 (16.05)	3.451	0.001 *
좌우뇌균형지수	72.84 (12.26)	77.69 (11.44)	-3.620	0.001 *

* p<.05 **참고문헌**

- 실험결과 : 3DTV 시청 전 · 후의 뇌파측정과 뇌기능지수 분석에 의한 방법으로 실험한 결과 시각피로는 δ , θ , α , SMR, β_{Low} , β_{High} 파 등 여러 종류의 뇌파 밴드에 영향을 미치고 있었다. 또한, 신체의 긴장도와 산만도의 변화, 육체적이고 정신적인 스트레스에 의한 뇌파 반응의 변화를 통해 시각피로도에 따른 뇌신경이 속파(fast wave)와 서파(slow wave)의 상대적인 리듬으로 작용하고 있음을 알 수 있었다.

4. 결론

EEG를 3D 입체영상에 적용하는 연구는 현재까지 매우 미비하다.. 최근 EEG를 이용한 미디어 연구는 주로 광고물을 중심으로 한 연구와 색채와 음향 등 감성반응 평가에 집중되고 있을 뿐이다. 따라서 본 연구는 3D방송 산업의 지속적인 발전을 저해하는 가장 큰 장애물인 입체영상물이 유발하는 시각피로도와 같은 시청자의 안전성과 관련된 문제에 대한 새로운 구체적인 접근 방안을 제시할 수 있다. 나아가 이러한 접근방안으로 3DTV의 소비자인 시청자와 직접적으로 관련된 휴먼팩터 문제를 해결에 도움을 주고 시장경쟁력을 높여 3D 관련 산업의 활성화에 이바지하게 될 것이다.

참고문헌

- [1]호요성,김성열, 3차원 입체영상 정보처리, 두양사,2010,P.12
- [2]박병운, "뇌파 밴드별 상호 연관성에 따른 뇌기능 최적화 연구", 한국정신과학학회 2004 추계학술대회 논문집", 제21회(2004. 10), pp.103-108
- [3] Papanicolaou, A. C., Loring, D. W., Deutsch, G., Eisenberg, H.M., "Task-related EEG asymmetries; a comparison of alpha blocking and beta enhancement," International Journal of Neuroscience, 30(1998), pp.81-85
- [4] Petsche, H., kapln, S., Stein, A. V., Filz O., "The possible meaning of the upper and lower alpha frequency ranges for cognitive and creative tasks", International Journal of Psychophysiology, 26(1997), pp.77-97