

정준상관분석을 이용한 3D 시각피로와 신경반응간 상관성 분석

Correlation analysis between 3D visual fatigue and nervous response using canonical correlation analysis

박상인*, 원명주*, 김종화*, 김송이*, 신승섭*, 이의철**, 황민철***
 상명대학교 감성공학과*, 상명대학교 컴퓨터과학부**, 상명대학교 디지털미디어학부***

Key words: Canonical Correlation Analysis, 3D Visual Fatigue, Physiological Signals

1. 서론

최근 3D TV와 영화가 대중화 됨에 따라, 3D 콘텐츠 시청으로 인해 유발되는 시각피로 문제가 보고되고 있으며, 시각피로를 최소화 하기 위한 노력이 다양한 분야에서 이루어지고 있다. 3D 시각피로를 최소화 하기 위해서는 시각피로를 유발시킬 수 있는 세부유발요인에 대한 연구가 진행되어야 한다. 그러나 세부유발요인을 규명하기 위해서는 그 전에 3D 시각피로를 정량적으로 평가할 수 있는 방법론적 연구가 선행되어야 한다. 이에 따라, ERP(Event related potential) 등의 중추신경계의 인지 반응이나, PPG(Photo-plethysmogram), GSR(Galvanic skin response), SKT(Skin temperature) 등의 자율신경계 반응, 그리고 눈 깜박임(Blinking rate) 등의 시각기능을 통해 시각피로를 정량적으로 평가하기 위한 연구가 진행 중에 있다(문성철 et al., 2011; 박상인 et al., 2011a; 박상인 et al., 2011b; Lee et al., 2010; Li et al., 2008).

2. 연구목적

3D 콘텐츠 시청으로 인해 유발되는 시각피로는 단순 시각적 피로감에서 뇌의 정보처리과정의 과부하로 인한 인지적 피로까지 다양한 관점에서 연구가 진행 중에 있다. 이에 따라 다양한 센서기반의 생체변수를 통해 시각피로를 측정하려는 노력을 하고 있으나, 이들과 시각피로간 상관성에 대한 연구는 아직 미비하다. 따라서, 본 연구는 정준상관분석(Canonical correlation analysis)을 통해 시각피로 평가에 사용되는 생체신호들과 시각피로 사이의 상관성을 분석하고자 한다. 또한 이를 통해 생체신호 중 시각피로와 최대 상관성을 나타내는 생체신호를 확인하고자 한다.

3. 연구방법

3.1. 생체변수추출

본 연구에서는 선행연구결과를 기반으로 시각피로에 유효한 생체변수들을 추출하였다. 본 연구에서 기반으로 한 선행연구로는 자율신경계 대표반응인 맥파(PPG), 피부전도반응(GSR), 피부온도(SKT)를 통해 시각피로를 측정하는 연구(박상인 et al., 2011b)와 PPG 신호에서 PRV(Pulse rate Variability)분석을 통해 교감(LF, Low frequency), 부교감(HF, High frequency) 반응을 확인한 연구(박상인, et al., 2011b), 그리고 인지피로 관점에서 사건관련전위(ERP)를 통해 시각피로를 측정하는 연구가 있다(문성철, et al., 2011). 상기의 연구를 통해 PPG frequency, GSR mean, HF/LF ratio, ERP amplitude, ERP latency 의 생체변수가 시각피로 측정에 유효한 파라미터임을 확인하였다. 또한, 선행 연구에서 시각피로 발생여부를 확인하기 위한 지표로 주관평가와 타겟에 대한 반응시간을 사용하였으며, 이를 피로와 비피로 그룹을 구분하는데 사용하였다(문성철 et al., 2011; 박상인 et al., 2011a; 박상인 et al., 2011b).

3.2. 정준상관분석

다변량분석기법의 하나인 정준상관분석은 두 변인군간의 상관관계를 규명하는데 이용되는 기법이다. 두 변인간의 상관관계를 규명하는 상관분석에 비해 비교적 다수의 변인들간의 상관관계를 규명할 수 있을 뿐만 아니라, 변인군에 포함된 각 변인의 효율적인 정보까지 얻을 수 있다. 따라서 시각피로와 생체변수간 상관성을 확인하기 위해 정준상관분석을 실시하였다. 선행 연구결과에 따라, 주관평가 결과와 타겟에 대한 반응시간을 시각피로군으로 설정하고 PPG frequency, GSR mean, HF/LF ratio 를 자율신경계 변인군으로 하였으며, ERP amplitude, ERP latency 를 중추신경계

변인군으로 설정하였다. 이에 따라, 5 명의 피험자(24±2.25) 데이터를 기반으로 시각피로군과 자율신경계 및 중추신경계 변인군 사이의 상관성을 확인하고 두 변인군간의 상관계수가 최대가 되게 하는 변인을 확인하기 위해 SPSS 17.0K 를 사용하여 정준상관분석을 실시 하였다.

4. 연구결과

시각피로군과 자율신경계 변인군 사이의 정준상관분석 결과는 표 1 과 같다. 도출된 2 개의 함수 중 첫 번째 함수가 유의하게 나타났다(p = .048).

표 1. 정준상관분석 결과(시각피로 & 자율신경계)

변인	Function 1		Function 2	
	W	C-L	W	C-L
제 1 변인군(시각피로)				
반응시간	0.223	0.452	1.077	0.398
주관평가	0.887	0.749	-0.65	-0.1
제 2 변인군(자율신경계)				
PPG frequency	0.110	0.161	1.046	0.195
GSR mean	-0.414	-0.515	-0.435	-0.126
HF/LF ratio	-0.660	-0.575	-0.303	0.013
정준상관계수	0.765		0.494	
유의수준	0.048		0.228	
정준중복지수 1	0.654		0.346	
정준중복지수 2	0.363		0.097	

시각피로군과 중추신경계 변인군 사이의 정준상관분석 결과는 표 2 와 같다. 도출된 2 개의 함수 중 첫 번째 함수가 유의하게 나타났다(p = .017**).

표 2. 정준상관분석 결과(시각피로 & 중추신경계)

변인	Function 1		Function 2	
	W	C-L	W	C-L
제 1 변인군(시각피로)				
반응시간	0.786	0.853	1.225	0.687
주관평가	0.158	0.278	-0.95	-0.14
제 2 변인군(중추신경계)				
ERP latency	0.786	0.658	1.125	0.365
ERP amplitude	-0.125	-0.458	-0.685	-0.156
정준상관계수	0.862		0.654	
유의수준	0.017		0.452	

정준중복지수 1	0.812	0.286
정준중복지수 2	0.542	0.127

5. 결론

시각피로와 생체신호간 정준상관분석 결과, 자율신경계와 중추신경계 변인 중 HF/LF ratio 와 ERP latency 가 시각피로에 가장 큰 영향력을 미치는 것을 확인하였다. 또한 HF/LF ratio 는 주관평가와 ERP latency 는 인지피로를 반영하는 반응시간에 큰 영향력을 미치는 것으로 나타났다. 본 연구결과에 따라, HF/LF ratio 와 ERP latency 가 시각피로를 정량적으로 평가하기 위한 가장 유효한 생리변수임을 확인하였다.

감사의 글

이 논문은 2011 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-공공복지안전사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2011-0020976).

참고문헌

문성철, 황민철, 박상인, 이정년 (2011). 유발뇌파를 이용한 3D 인지피로 평가. *한국감성과학회 2011 추계 학술대회*.
 박상인, 황민철, 김종화, 문성철, 안상민 (2011a). 3D TV 시청으로 유발된 시각피로가 자율신경계 기능에 미치는 영향. *감성과학*, 14(4), 653-662.
 박상인, 황민철, 김종화, 문성철, 안상민 (2011b). 3D TV 시청으로 유발되는 시각피로가 자율신경계에 미치는 영향. *한국감성과학회 2011 추계 학술대회*.
 Lee, E. C., Heo, H., & Park, K. R. (2010). The comparative measurements of eyestrain caused by 2D and 3D displays. *Consumer Electronics, IEEE Transactions on*, 56(3), 1677-1683.
 Li, H.-C. O., Seo, J. H., Kham, K. T. & Lee S. H. (2008). Measurement of 3D Visual Fatigue Using Event-Related Potential (ERP): 3D Oddball Paradigm. *3DTV Conference: The True Vision Capture, Transmission and Display of 3D Video*, 213-216.