

## HUD 위치와 컬러의 변화에 따른 뇌 활성화 지수 분석

왕창원, 정화영, 나예지, 민세동  
순천향대

### Analysis of Brain activity quotient change of HUD location and Color

Chang-won Wang, Hwa-young Jung, Ye-Ji Na, Se-dong Min  
Soonchunhyang University

**Abstract** - 본 연구에서는 뇌파를 이용하여 자동차에 HUD를 적용하였을 때, HUD의 위치와 이미지 컬러 변경 시 뇌 활성화 지수(Brain Activity Quotient)의 변화를 관찰하였다. 뇌파데이터는 Fp1, Fp2, O1, O2 총 4채널에서 얻었고, HUD위치는 좌측, 중앙, 우측으로 구성하였고 컬러는 초록, 주황, 빨강 총 3가지 색상을 사용하였다. HUD이미지의 크기는 8x4.5cm<sup>2</sup>로 구성하였다. 뇌 활성화 지수는 상대파워분석(Relative power analysis)를 사용하여 Slow beta wave(13~20 Hz)/alpha wave(4~7.99 Hz)로 계산하였다.

색, 주황, 빨강 순으로 변경하면서 뇌파를 측정하였다. HUD 이미지 크기는 8x4.5cm<sup>2</sup>로 구성하였다(그림 1).

#### 1. 서 론

오늘날 현대 사회에서 자동차 및 열차에서는 HDD(Head Down Display)디스플레이 장치에 표시되는 정보를 이용하고 있다. 하지만 이러한 HDD는 운전자의 시야가 전방과 계기판을 번갈아가며 보기 때문에, 안전성에 문제가 많다는 선행 연구결과가 있다.[1-2]. 이에 HUD(Head Up Display)를 활용한 다양한 연구들이 진행되고 있다. HUD는 HDD에 비해 전면 유리에 계기판 등 중요 정보들을 표시해주기 때문에, 운전자의 시야가 전방에만 집중하게 할 수 있다. 이는 사고의 위험성을 크게 감소시키는 효과가 있다.[3]

하지만 HUD이미지에 관련된 연구는 미비한 실정이고, HUD이미지를 디자인하기 위해서는 HUD에서 제공하는 정보에 따른 운전자의 반응속도, 수행도, 운전자의 감성 등 여러 측면들이 함께 고려되어야 한다[4]. 이러한 복잡한 정보를 인간에게 전달하는 방법은 직관적으로 수치화된 정보 전달 방법의 한계로 문제점이 생기고, 이를 보완하기 위해 감성공학분야가 발전하고 있다[5-6]. 감성공학은 인간의 주관적 감성 상태를 반영하는 심전도, 뇌전도 등 생체신호 및 관련 알고리즘을 이용하여 인간의 감성을 정량화 하는 학문이다. 그 중, 뇌파의 주파수 변화는 다양한 시각 자극에 의해 유발된 감성을 측정할 수 있다는 선행연구 결과가 있다.[7-10]

이에 본 연구에서는 자동차에 HUD를 적용할 때, 뇌파를 이용하여 HUD 이미지의 위치와 컬러가 변할 때, 운전자의 뇌 활성화 지수가 어떻게 변하는지 관찰하였다. 이를 통해 최종적으로 HUD위치와 컬러와의 상관성을 도출하고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 연구 대상

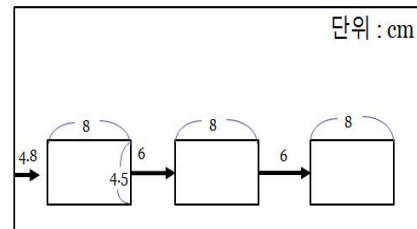
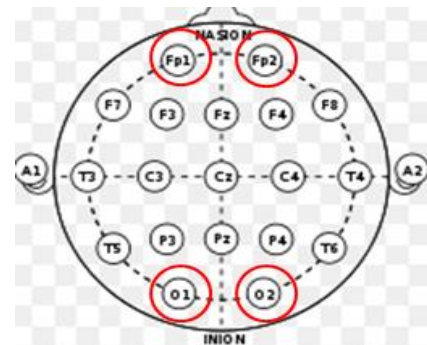
본 연구에서는 2015년 4월부터 5월 말까지 한달 동안 S대학교에 재학 중인 신체적·정신적으로 건강한 성인남녀 5명을 연구 대상으로 선정하였다. 연구 대상의 연령분포는 20-28이고, 평균연령은 24.5세이고, 뇌파 실험임을 충분히 숙지시키고 눈 깜빡임과 움직임 최소화하도록 사전 교육을 실시하였다.

##### 2.2 연구 방법

##### 2.2.1 뇌파 측정

뇌파는 국제 10-20 전극 배치법에 의거하여 뇌파 측정기인 Biopac MP150(U.S.A)을 사용, Fp1, Fp2, O1, O2 총 4채널에서 뇌파 데이터를 수집하였다. F는 Frontal lobe의 약자로 전두엽 부위는 인간이 고도의 인지활동을 할 때 활동이 활발한 영역이고, O는 Occipital lobe의 약자로 후두엽부위로 시각 자극에 가장 영향을 많이 받고 활동이 활발한 영역이다.

뇌파 측정과정은 정지된 모닝 자동차의 운전석에 앉은 후 피험자의 두피에 뇌파 전극을 부착하였다. 이후 HUD의 위치를 좌측, 중앙, 우측 순으로 순차적으로 변경하였고, 각 위치마다 HUD 이미지의 컬러를 녹



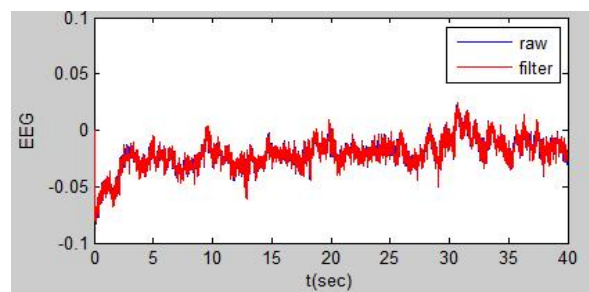
<그림 1> 10-20전극 배치법(상) 및 HUD 이미지의 위치(하)

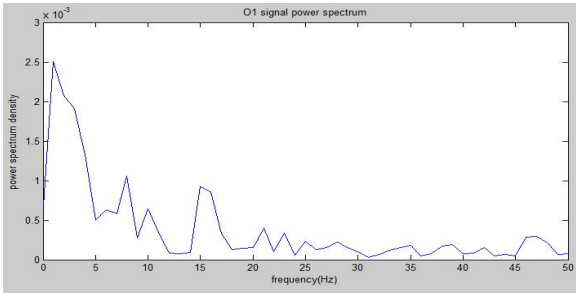
##### 2.2.2 뇌파 분석

뇌파 분석은 MATLAB 2012a를 사용하였고, 50Hz의 cutoff frequency를 갖는 4차 low pass filter를 적용하였다. 이후 FFT(Fast Fourier Transformation)를 통해 주파수축으로 변환하였고, 상대파워분석(Relative power analysis)를 수행하였다(그림 2).

뇌 활성화 지수는 좌뇌와 우뇌의 활성화지수가 거의 비슷하게 균형을 잡고 있을 때가 이상적이고, 어느 한쪽이 너무 높거나 낮으면 정서불안, 행동성향 불안정 등 뇌기능 불균형 문제가 발생된다(Gra, JA., Gotlib, I.A, Ranganath, C & Rosenfeld, J.P.). 계산법은 안정 시 발생하는 Alpha wave와 활동과인 Slow Beta wave의 비율로 행동의 활동성을 판단하는 기준이 된다(Han, Chae, Park, & Park, 2008)는 선행연구의 결과를 바탕으로 식(1)과 같이 계산하였다.

$$\text{활성화지수} = \frac{\text{Slow } \beta \text{ 파}(13\sim 20\text{Hz})}{\alpha \text{ 파}(4\sim 7.99\text{Hz})} \quad (1)$$





〈그림 2〉 4차 low pass filter 및 상대파워 분석 결과

### 3. 결 과

〈표 1〉 뇌 활성화 지수

뇌 활성화 지수	왼쪽/조록	왼쪽/주황	왼쪽/빨강	중간/조록	중간/주황	중간/빨강	오른쪽/조록	오른쪽/주황	오른쪽/강빨
활성지수(좌) - Fp1	95	89	80.6	62.4	90.6	83	66	63.6	81
활성지수(우) - Fp2	148	89.8	65.6	127.2	75.4	67	98.6	77.8	87.6
활성지수(좌) - O1	134.6	143.2	192	112.2	141.6	100.4	84	110.4	183.4
활성지수(우) - O2	124.8	160.8	121.6	127.8	280	101.2	65.4	90.8	110.6

※ 활성화 지수 평가는 20이하는 기능저하, 20-40은 비활성, 40-60은 보통, 60-80은 활성, 80이상은 최상으로 평가  
 ※ 데이터는 각 피험자들의 평균값

뇌 활성화 지수 결과를 보면, 왼쪽에서 HUD이미지의 컬러가 주황색 일 때 전두엽(Fp1, Fp2)의 뇌 활성화 지수가 이상적으로 고르게 나타났고, 왼쪽/조록색 일 때, 중간/조록일 때 뇌 활성화 지수가 좌뇌보다 우뇌에서 더 활성화 지수가 높게 나타나면서 상대적으로 불편, 불안한 것으로 나타났다.

후두엽(O1, O2)의 뇌 활성화 지수를 보면, 대체적으로 HUD는 중간 위치에서 컬러와 관계없이 다른 위치에 비해 우뇌가 좌뇌에 비해 뇌 활성화 지수가 높은 것으로 나타났다. 또한 전두엽(Fp1, Fp2)에 비해 평균의 차이가 크게 나타났는데, 이는 후두엽이 시각 자극에 영향을 가장 많이 받는 부위이기 때문에 전두엽에 비해 평균값이 높게 나타난 것으로 사료된다.

정상인의 경우 HUD위치와 컬러에 상관없이 뇌 활성화 지수는 보통 이상으로 활성화가 되는 것으로 나타났다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 자동차 내에 HUD를 적용한 상태에서 위치와 컬러에 따른 뇌 활성화 지수의 변화를 관찰하였다. 뇌 활성화 지수는 상대파워 분석법을 활용하여 도출하였고, 각각 Fp1, Fp2, O1, O2에 대해 일정한 경향을 나타내는 지표는 없었다. 단 실험에 참여한 피험자가 모두 정상 인임을 감안하였을 때, 정상인의 경우에는 HUD 위치와 컬러에 상관없이 뇌 활성화 지수는 보통 이상으로 나타났다. 또한 뇌 활성화 지수는 전두엽(Fp1, Fp2)이 후두엽(O1, O2)보다 상대적으로 이상적으로 고르게 나타났고, 전두엽에서는 위치에 상관없이 조록색일 경우 상대적으로 좌-

우뇌의 뇌 활성화 지수가 차이가 크게 나타났다.

하지만 뇌 활성화 지수만으로는 HUD위치와 컬러와의 상관성을 보다 객관적으로 평가하기에는 한계점이 있다. 뇌 활성화 지수 외에 기초율동 지수(Basic Rhythm Quotient), 주의지수(Attention Quotient), 정서지수(Emotion Quotient), 좌우뇌균형지수(Correlation Quotient) 등의 지표를 같이 병행하여 분석하고 이를 통계적 방법으로 검증 한다면 HUD위치와 컬러와의 상관성을 보다 명확하게 표현할 수 있을 것으로 사료된다.

### Acknowledgements

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 ICT융합고급인력과정지원사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2015-H8601-15-1009).

### [참 고 문 헌]

- [1] S. H. Yun, H. B. Son, and Y. C. Rhee, "A Study of head up display system for next generation vehicle", *J. KICS*, Vo.6, no.3, pp.106-111, 2011
- [2] R. Kim, J. P. Lee, and B. S. Kim, "A Study on interface of head up display system for automotive", *KSAE 2004 Ann. Fall Conf*, Vol.3, pp.1283-1288, 2004
- [3] M. H. Jung, J. B. Song, Y. S. Han, and Y. S. Yu, "Design and fabrication of holographic head-up display system", *The J. Optical Soc. Korea (Korean Edition)*, Vol. 5, No. 2, pp.225-230, 1994
- [4] Yoo, H., Tsimhoni, O. and Green, P., "The effect of HUD warning location on driver responses", *International Transportation Systems World Congress*, pp.1-10, 1999
- [5] S. C. Chung, B. S. Lee, B. C. Min, "Development of an automatic expert system for human sensibility evaluation based on physiological signal", *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, Vol.23, No.1, pp.1-11, 2004
- [6] T. Musha, Y. Terasaki, H. A. Haque, G. A. Ivanisky, "Feature extraction from EEGs associated with emotions", *Intl. Sympo. Artif. Life Robotics(Invited Paper)*, Vol.1, pp.15-19, 1997
- [7] J. M. Kim, A. Y. Jo, J. Y. Jang, C. S. Song, "Effect of Korean Computer-based Cognitive Rehabilitation Program (CoTras) for the Memory and EEG Activity in Stroke", *The Journal of Korean Society of Occupational Therapy*, No.22, Vol. 4, pp.61-75, 2014
- [8] J. K. Jang, H. S. Kim, "EEG Analysis of Learning Attitude Change of Female College Student on e-Learning", *Journal of the Korea Contents Association*, No. 11, Vol. 4, pp.42-50, 2011
- [9] Y. S. Han, M. S. Chae, P. W. Park, and C. K. Park, "Patterns Analysis of Prefrontal Brain Waves of Cancer Patients using Brain-Computer-Interface", *Journal of KIISE : Software and Applications*, Vol. 35, No. 3, pp.169-178, 2008
- [10] Ian H. Gotlib, "Frontal EEG Alpha Asymmetry, Depression, and Cognitive Functioning", *COGNITION AND EMOTION*, Vol. 12, No. 3, pp.449-478, 1998