

인체 전기 신호 해석을 통한 광인식시의 최적 광량 설정에 관한 연구

전윤정* · 박형준* · 윤양웅*
*원광대학교 전기공학과

A study about setting optimum Intensity on sensing of light by analysing human electrical signal

Yunjeong Jeon* · Hyungjun Park* · Yangwoong Yoon*
*Dept. of Electrical Engineering, Wonkwang University

Abstract - In this study, the variations of human physiological signals(EEG and ERG) were measured on a various optic stimulation. From the analysis of the physiological signals, it was cleared that the optimum intensity of light exists at its sensing.

1. 서 론

시각 활동은 인간의 지각과 행동의 결정에 있어서 가장 중요한 정보원으로 이는 광이 존재하기 때문에 가능하다. 일반적으로 사람들은 밝을수록 잘 보이며 또 능률도 상승하게 되는 것으로 여기고 있다. 그러나 적정 밝기 이상에서는 오히려 능력 감퇴현상이 일어나게 된다.

광 시설물의 설치 시에는 그 목적을 충분히 발휘하기 위해서는 적정한 밝기의 광도설정이 필요하다. 그러나, 현재 설치되고 있는 대부분의 광 시설물은 광의 밝기에 대한 규정 혹은 사양이 부족한 것이 현실이다. 즉, 광 시설물 인식을 극대화하게 하기 위해서 적절한 광도를 선정하고 시각 환경을 개선할 필요가 있다.

이러한 의미에서, 본 연구에서는 인체에서 발생하는 생리 신호(EEG, ERG)를 광 자극의 거리변화, 광량의 변화, 시각의 변화에 따라 측정하여, 광에 대한 최적 인식 조건을 규명하는 것을 목적으로 한다. 그리고 이 결과의 지시등, 신호등, 표시등 혹은 광고판 등과 같은 광 시설물의 설치 시에 광도 설정에 대한 기준으로 활용될 것이다.

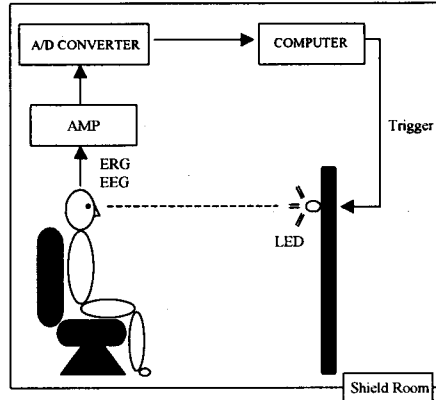
2. 본 론

2.1 실험방법

2.1.1 실험시스템

그림1은 실험시스템을 개략적으로 나타낸 것이다. 그림에서처럼 실험시스템은 외부의 빛을 완전히 차단하기 위하여 암실을 구성하였고, 외부의 외란을 최소화하기 위하여 Shield Room을 제작하였다.

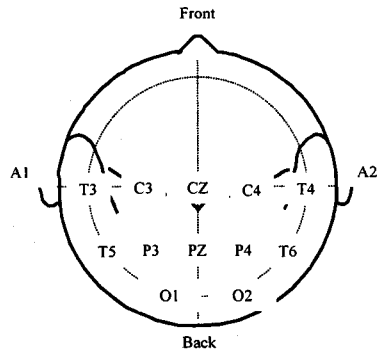
자극신호로는 LED광을 이용하여 거리를 0.5m, 1m, 1.5m, 2m로 조절하여 EEG와 ERG를 측정하였고 광도와 거리를 조절하였을 때의 EEG와 ERG를 측정하였다. 또 인체에서 발생하는 전기적인 신호를 증폭하기 위해 증폭기를 사용하였으며, 또한 이를 A/D 변화하여 Computer에 저장하였다.



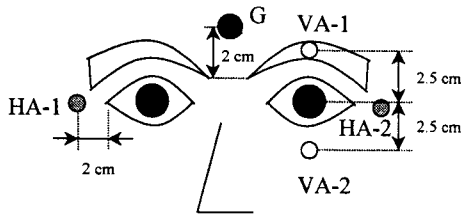
[그림 1] 실험시스템

2.1.2 EEG, ERG 신호의 계측방법

EEG는 오른쪽 귓볼(A2)을 기준전극으로 하여 대뇌 피질의 시각영역이 O2전위를 유도 계측하였으며(그림2의 a), ERG는 양미간의 정 중앙에 기준전극을 부착시키고 오른쪽 눈의 0.5cm에 활성전극을 부착하여 전위차를 유도하였다(그림2의 B).



(a) EEG 계측을 위한 전극부착위치



(b) ERG 측정을 위한 전극부착위치

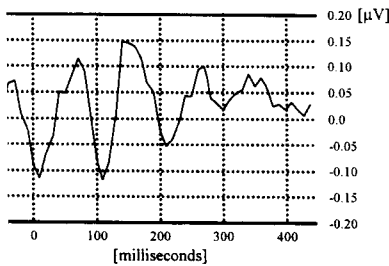
(그림2) EEG, ERG 계측을 위한 전극 부착 위치

실험결과

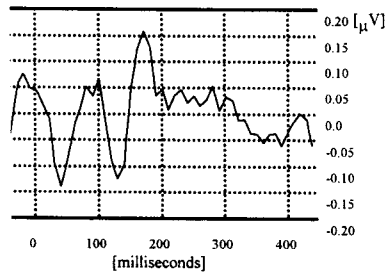
1. 거리변화에 따른 EEG와 ERG

는 뇌에서 발생하는 미세한 전기활동을 두피에 부착시키고 이를 증폭하여 측정하는 것으로 전위를 시간으로 횡축으로 하여 기록한 것을 말한다. 종류는 δ 파, θ 파, α 파, β 파가 있으며, EEG 파에 따라 서로 다른 주파수와 진폭 및 특성을 가

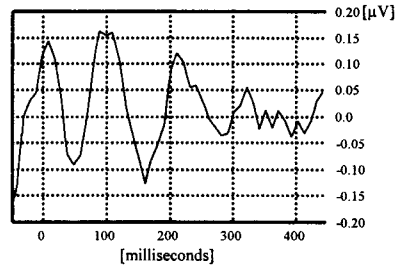
는 광도 10cd/m²에서 수평거리(자극거리)를 달리 EEG를 측정하는 것이다. 이들 각 그림에서 나타내어지면 특정 시간을 기점으로 하여 EEG 파형이 변하는 것을 알 수 있다. 이것은 광자극으로 인하여 α 파 주기가 작고 주파수는 큰 β 파로 변화하는 것으로, r-blocking이라 한다. 또한 자극거리에 따라 β 파의 출현 시기가 달라짐을 나타내고 있다.



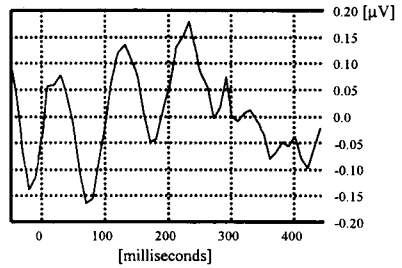
(a) 수평 0.5m 거리에서 측정된 뇌파



(b) 수평 1m 거리에서 측정된 뇌파



(c) 수평 1.5m 거리에서 측정된 뇌파



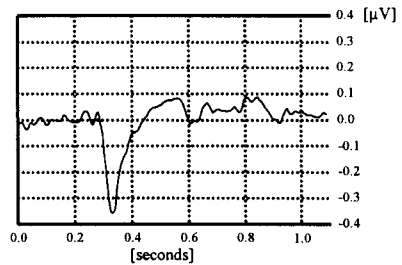
(d) 수평 2m 거리에서 측정된 뇌파

(그림3) 수평거리 0.5m, 1m, 1.5m, 2m에서의 EEG

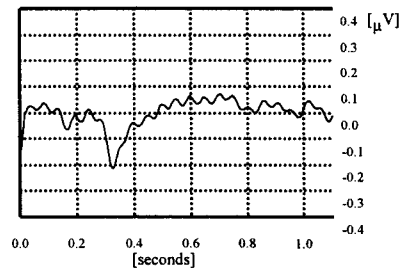
ERG는 빛이 망막을 자극하면 안정전위에 활동전위가 추가되어 미약한 전압변동이 일어나는데, 이때의 발생전압을 측정하는 것이다. 망막을 암순응과 명순응 후에 빛으로 자극하면 일정잠복기가 지난 뒤 a파가 음성동요로 일어나고 그 다음에 OP파가 나타나게 된다.

ERG의 a파는 시세포의 막대세포와 원뿔세포에 의해 발생하는 파로 광수용체의 활성도를 반영한 것이다. OP 파는 amacrine세포에 의해 발생하는 파이고, b파는 쌍극세포와 뿔세포에 의해 발생하는 파이다.

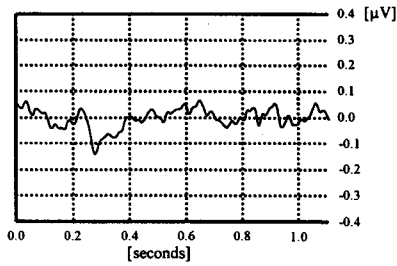
그림4는 같은 조건에서의 ERG를 측정하는 것으로 광자극에 거리에 따라 a파, OP파, b파의 출현시기가 달라지는 것을 보이고 있다.



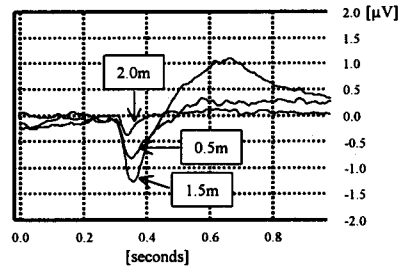
(a) 수평 0.5m 거리에서 측정된 ERG



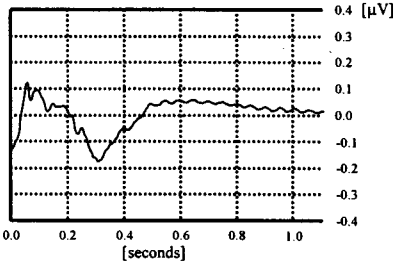
(b) 수평 1m 거리에서 측정된 ERG



(c) 수평 1.5m 거리에서 측정된 ERG



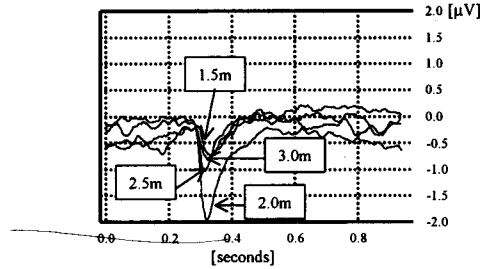
(a) 20cd/m²에서 거리에 따른 ERG 분석 결과



(d) 수평 2m 거리에서 측정된 ERG

(그림4) 수평거리 0.5m, 1m, 1.5m, 2m에서의 ERG

b파의 출현시기가 빨라진다는 것은(b파는 망막의 광수용체와 윌러세포의 활성화 시기에 따라 달라지므로), 망막의 신경절이 더욱 빨리 흥분되고 신경조직의 지지와 대사가 촉진됨을 의미한다. 광자극의 거리가 0.5m, 1m에서의 OP파의 활동이 가장 두드러지는데, 이것은 amacrine세포의 활성화를 의미한다.



(b) 30cd/m²에서 거리에 따른 ERG 분석 결과

(그림5) 20cd/m², 30cd/m²에서 거리에 따른 ERG 분석 결과

그림5를 보면, 20cd/m²(그림5의 a)에서는 광자극의 거리가 1.5m일 때, 30cd/m²(그림5의 b)에서는 광자극의 거리가 2m일 때 시각에 관련하는 세포들이 가장 많이 활성화를 나타낸다.

EEG(표2)와 ERG(그림5)의 분석을 통해 광량이 많을수록 광원을 인식하기가 좋아지고, 최적 인식거리가 증가하는 것을 알 수 있다.

2.2.2 광량 변화에 따른 EEG와 ERG

표1은 광자극의 거리와 광도를 변화시켰을 때 EEG 파형중 α 파와 β 의 비중을 백분율로 구하여 평균값과 표준편차를 구한 것이다.

(표1) 10cd/m², 20cd/m², 30cd/m²에서 EEG 분석 결과

		10(cd/m²)		20(cd/m²)		30(cd/m²)	
		α	β	α	β	α	β
0.5m	평균(%)	28.08	28.83	13.57	51.10	17.67	37.46
	표준편차(%)	11.08	3.08	1.79	4.08	4.27	6.98
1m	평균(%)	32.26	32.50	15.72	42.27	19.08	38.87
	표준편차(%)	7.15	8.24	2.92	5.95	3.17	5.26
1.5m	평균(%)	34.45	30.76	17.19	47.14	21.19	35.92
	표준편차(%)	7.62	5.47	4.41	5.11	3.41	14.25
2m	평균(%)	33.65	28.89	15.85	52.56	16.55	47.11
	표준편차(%)	11.23	8.83	1.86	2.67	3.56	8.10
2.5m	평균(%)			16.21	46.98	10.27	56.86
	표준편차(%)			5.33	8.64	1.00	7.51
3m	평균(%)			17.59	42.74	20.18	41.19
	표준편차(%)			4.15	7.83	7.14	6.61

표1에서 광도가 10cd/m²일때는 1m에서 β 파의 비중이 가장 높고 20cd/m²일때는 2m에서, 30cd/m²일때는 2.5m에서 그 비중이 가장 크다. 이것은 거리에 따라 최적인식 광량이 존재함을 의미한다.

2.2.3 시각의 변화에 따른 EEG와 ERG

이 실험은 광자극을 수평면을 기준으로 15°, 30°의 위치에 두고,

조건1. 광원을 보지않고 시선을 수평한 위치에 둔다.

조건2. 고개를 수평위치에두고 시선을 광원에 둔다.

조건3. 고개를 광원이 있는 곳으로 움직이고 시선도 광원에 둔다.

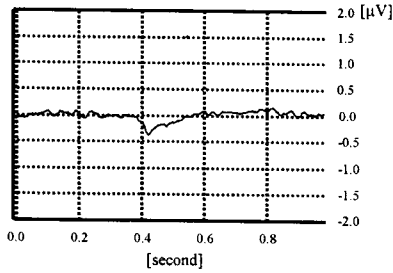
으로 조건을 달리하여 계속하였다.

표2와 그림6, 그림7은 실험 결과를 나타내고 있다.

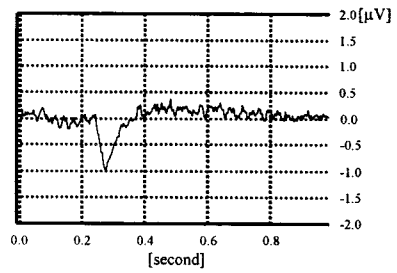
(표2) 15°, 30°에서의 각 조건별 EEG 분석 결과

		15°		30°	
		α	β	α	β
조건 1	평균(%)	30.77	36.96	21.65	29.38
	표준편차(%)	5.98	6.57	4.21	4.78
조건 2	평균(%)	19.69	40.42	14.61	39.65
	표준편차(%)	8.21	8.94	0.35	1.07
조건 3	평균(%)	22.38	41.97	12.37	36.96
	표준편차(%)	5.96	8.51	0.38	8.44

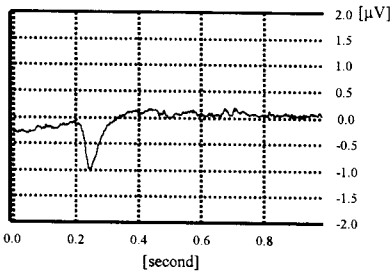
표2에 보이는 것과 같이 β 파의 비중이 15° 일때가 30° 일때보다 더 크게 나타났다.



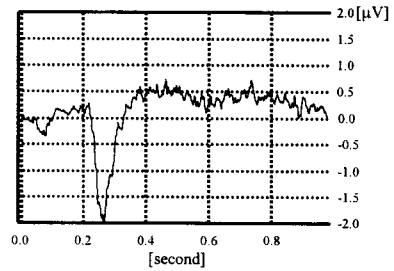
(a) 조건 1에서의 ERG 파형



(b) 조건 2에서의 ERG 파형

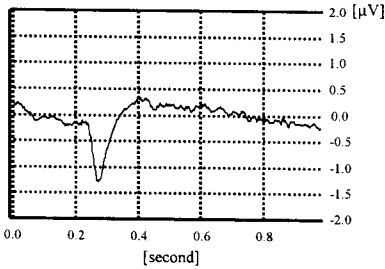


(b) 조건 2에서의 ERG 파형

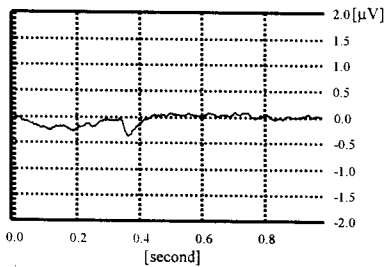


(c) 조건 3에서의 ERG 파형

(그림7) 30° 에서의 각 조건별 ERG 분석 결과



(c) 조건 3에서의 ERG 파형
(그림6) 15° 에서의 각 조건별 ERG 분석 결과



(a) 조건 1에서의 ERG 파형

그림6과 그림7에 나타난 EEG와 ERG의 분석을 통해 시선이 광자극을 향하고 있을 때, 광자극과 시선이 수평각도에 있을 때 광원인식이 용이함을 알 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 광량과 광 자극 거리를 달리하여 인체에서 발생하는 생리 신호중 EEG와 EOG를 제측하고 해석하였다. 그 성과로서는 사람의 광인식시에는 인식 거리에 따른 최적의 광량이 존재하는 것을 규명하였다. 즉, 광량은 최적인식거리에 비례하여 선형적으로 증가하였으며, 그 비례 계수의 실험치는 약 13정도 였다.

(참 고 문 헌)

- [1] Anereassi, J.L. Psychophysiology : Human Behavior and Physiological Response. Lawrence Erlbaum, New Jersey. 1994.
- [2] Biopac System. Acqknowledge III for the MP100WS. Biopac System, Inc. Santa Barbara. 1994.
- [3] Bobak, P. , Bodis-Wollner, I. & Haarno, C. VEPs in Humans reveal high and low spatial contrast mechanism. Invest Ophthalmol Vis Sci, 25, p104-107 1984.
- [4] Bohdanecky, Z., Bozkov, V. & Radil, T. Acoustic stimulus threshold related to EEG alpha and non-alpha epochs. International Journal of Psychophysiology, 2, p63-66.
- [5] Braggio, J. T. & Putney, R. T. UR magnitude as predictor of conditioned alpha blocking. Psychophysiology, 18, p 417-420. 1980.
- [6] Brown, B. Recognition of aspects of consciousness through association with EEG alpha activity represented by a light signal. Psychophysiology, 6, p442-452. 1970.
- [7] Camisa J., Bodis-Wollner I. Stimulus parameters and visual evoked potential diagnosis. Ann NY Acad Sci 388, p645-647. 1982.

- [8] Clarke, A. M., Michie, P. T., Andreassen, A. G., Viney, L. L. & Rosenthal, R. Expectancy effects in a psychophysical experiment. *Physiological Psychology*, 4, p137-144. 1976.
- [9] Cracco, R. Q. & Bodis - Wollner, I. *Evoked Potentials*. Alan R. Liss, Inc. New York. 1986.
- [10] Fisch, B.J. *Spehlmann's EEG Primer*. Elsevier New York. 1988
- [11] Ginnitrapani, D. Scanning mechanism and the EEG. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 30, p 139-146. 1971.
- [12] Kamiya, J. Operant control of EEG alpha rhythm and some of its reported effects on consciousness. In C. T. Tart(Ed), *Altered states of consciousness*. New York : Wiley. p507-515. 1969 .
- [13] Karrer, R., Cohen, J. & Tueting, P. *Brain and information : Event-Related Potentials*. The New York Academy of sciences, New York. 1984.
- [14] Lennerstrand G : Delay visual evoked cortical potentials in retinal disease. *Acta Ophthalmol.* 60, p497-504. 1982.
- [15] Regan D: Spatial frequency mechanism in human vision : VEP evidence. *Vision Research*, 23, p1401-1407. 1983
- [16] Regan D : *human Brain Electrophysiology*. Elsevier, New York. 1989.
- [17] Stern, R. M., Ray, W. J. & Davis, C. M. *Psychophysiological Recording*. Oxford University Press, New York. 1980.