감성과 뇌파와의 상관성에 대한 연구

황민철, 류은경, 변은희, 김철중
한국표준과학 연구원, 인간공학실

Normalized Sensitivity Using EEG as an Objective Emotional Index

Min Cheol Whang, Eun Kyung Ryu, Eun Hee Beyn, Chul Jung Kim
Ergonomics Lab, Korea Research Institute of Standards and Science
whang@krissol.kriss.re.kr

요약

본 연구는 뇌파의 주파수 변화특성이 다양한 시각자극에 의해서 유발된 감성을 평가할 수 있는가를 알아보고자 하였다. 특히 쾌감성과 불쾌감성의 차이, 쾌감성내에서의 차이, 불쾌감성내의 차이를 뇌파를 이용하여 객관적으로 변별할 수 있는 가를 알아보았다.

사용된 시각자극은 8개의 긍정자극과 7개의 부정자극이었다. 각각의 자극은 30초씩 무선적으로 제시되었고, 각자극의 제시사이마다 120초씩의 휴식기를 두었다. 매 자극제시 후 피험자는 제시된 자극에 대해 긍정·부정의 정도를 주관적으로 평가하였다.

실험참가자는 20명의 대학생이었으며, 뇌파는 뇌의 21부위에서 기록되었다. 기록된 뇌파에 대해 FFT(Fast Fourier Transformation)분석을 실시한 후, normalized sensitivity를 구하였다. 자극 중 최대긍정(the most positive stimulus), 최대부정(the most negative stimulus), 최소긍정(the least positive stimulus), 최소부정(the least negative stimulus)이라고 주관적으로 평가한 자극을 보고 있을때의 뇌파를 측정하여 비교·분석하였다. 그 결과 뇌파의 주파수 변화는 극단의 긍정감성과 부정감성의 차이를 변별할 수 있고, 긍정감성내의 차이와 부정감성내의 차이를 변별할 수 있었다. 또한 부정감성을 느낄때보다는 긍정감성을 느낄수록 alpha파의 출현량은 증가하고, delta파와 beta파의 출현량은 감소하고 있음을 보여주었다.

결론적으로, 뇌파의 주파수 변화는 다양한 시각자극에 의해 유발된 감성을 측정할 수 있음을 암시한다.

I. 서론

인간은 오감각을 통해서 환경으로부터 정보를 받아들인다. 이 중에서도 시각에 의해 받아들이는 정보가 70% 이상으로 가장 많기 때문에 시각자극에 의해 유발된 감성을 측정·분석하려는 많은 연구들이 진행되어 왔다. 대부분의 선행 연구들은 시각자극에 의해 유발된 감성을 주관적인 평가를 통해서 측정·분석해 왔다. 그러나 기술의 발달로 비침습적인(noninvasive) 측정기법들이 소개되면서 생리신호를 이용해서 감성을 측정·분석하려는 연구들이 시작되었다. 시각감성을 연구하기 위해 가장 많이 사용된 생리신호는 안면근육의 움직임(facial EMG)이었다(Tassinary, 1989; schwartz, 1984 ; Vrana, 1993). 쾌감성을 느낄때는 이마의 추미근에 비해 볼의 관골근의 활동이 활발하고, 볼의 관골근에서도 왼쪽 얼굴 근육보다는 오른쪽 얼굴 근육의 활동이 활발함이 밝혀졌다(Schwartz, 1979).

하지만, 안면근육의 변화나 심장운동, 땀분비등 우리 몸에서 일어나는 자율신경계의 반응을 포함한 모든 변화들은 뇌의 통제를 받는다. 그래서 최근에는 뇌파를 이용하여 감성반응의 차이를 측정하려는 연구가 이루어지고있다. 뇌파를 이용한 시각감성연구는 아직까지는 많지 않을 뿐만아니라 주로 좌/우반구의 편측성에 관심을 가지고 진행되어왔다(Tuker, 1981 ; Davidson, 1993). 혐오감을 유발하는 자극제시시에는 우전두엽의 활동이 더 크고, 행복감을 유발하는 자극제시시에는 좌전두엽의 활동이 더 큼을 보고하고 있는 연구와(Ekman & Davidson, 1990) 안정상태에서 우전두엽의 활동이 우세한 집단이 불쾌장면에 대해서 더 불쾌감성을 느끼고, 반대로 안정상태에 좌전두엽의 활동이 우세한 집단이 쾌장면에 대해서 더 크게 쾌감성을 느낌을 보고하는 연구들이 있다(Wheeler & Davidson, 1993).

상기한 연구 결과들이 제시하고 있듯이 선행연구

들은 시각감성을 측정하기 위해서 주관적인 평가를 주로 사용하였고, 감성을 범주화하는데 많은 관심을 가지고 있음을 알 수 있다.

본 연구는 선행연구들과는 달리 뇌파의 주파수 변화특성이 다양한 시각자극에 의해서 유발되어지는 감성을 평가할 수 있는 가를 알아보고자 하였다. 특히 긍정감성과 부정감성의 차이, 긍정감성내에서의 차이, 부정감성내의 차이를 뇌파를 이용하여 객관적으로 측정할 수 있는 가를 알아보고자 수행되어졌다.

II. 연구방법

1. 피험자

피험자는 충남대학교에 재학중인 20명의 남,여 대학생을 대상으로 하였다. 이들의 연령분포는 20~24세 사이이고 평균연령은 22.5세였다.

2. 실험장비 및 실험환경

<그림 1>은 전체 실험실 개요도이다. 실험은 가로 2m, 세로 4.5m, 높이 2.5m의 피험자실에서 실시하였다. 피실험자실의 한가운데에는 피험자가 앉을 수 있는 안락의자가 놓여있고, 피실험자실 앞쪽 전면에는 대형 스크린(1.5m × 1.5m)이 설치되어 있었고, 피험자의 등 뒤쪽에는 자극을 제시할 수 있는 프로젝터(Epson, EMP-3300, Japan)가 설치되어 있었다. 피실험자실 밖에 있는 준비실에 Cadwell 사에서 제작한 "Spectrum 32 D/P"장치를 설치하여 뇌파를 기록하고 분석하였다.

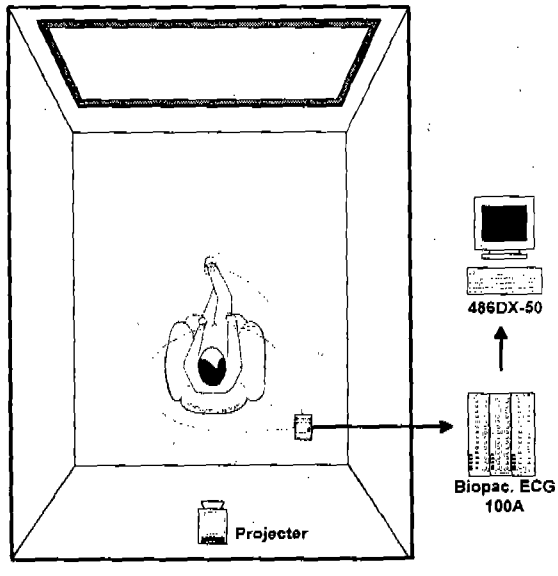

그림 1. 실험실 개요도

3. 실험자극

시각자극은 IAPS(International Affective Picture System; Lang, Bradly, & Cuthbert, 1995)에서 긍정-부정 차원에서의 평균과 표준편차를 고려하여 15개의 자극을 선정하여 사용하였다.

긍정자극으로는 " 뒤에 호수가 있고 여러 가지 꽃이 피어있는 장면", "미키마우스", "버섯", "은하계", "꽃", "침엽수림", "시골집 앞에 들국화가 피어있는 장면", "벚꽃풍경"과 같은 8개의 장면을 선정하였고, 부정자극으로는 "얼굴상처", "해골","뱀","번개","죽은개","심장", "거미"와 같은 7개의 장면을 선정하였다.

4. 실험절차

피험자가 도착하면 준비실에서 우선 뇌파 측정을 위한 전극을 부착하였다. 국제 전극 배치법인 10-20 electrode system에 따라 명상전극(cup electrode)을 사용하여 동측의 귓볼(A1, A2)을 기준전극으로 하여 뇌의 21부위(Fp1, Fp2, Fpz, F3, F4, F7, F8, Fz, C3, C4, Cz, T3, T4, T5, T6, P3, P4, Pz, O1, O2, Oz)에서 뇌파를 측정하였다. 전극부착에 대해 익숙해지면, 실험실로 들어가 약 30분간의 적응시간을 가졌다. 피험자가 실험실에 충분히 적응하고 안정이 된 후에, 눈을 뜨고 있는 안정상태의 뇌파를 30초간 기록하였다. 그 다음에는 자극을 30초간 제시받았다. 자극 제시후에는 자극에 대한 주관적인 쾌감/불쾌감의 정도를 질문지에 평가하였다. 평가가 끝나면 90초간의 휴식기를 가진 후에 다시 눈을 뜨고 있는 안정상태의 뇌파를 측정하였다. 이와 같은 방법으로 15개의 자극을 무선적인 순서로 제시받고 나면 실험이 끝났다. 자극을 무선적으로 제시하는 순서는 2가지가 있었다. 매 자극 후에 실시한 주관적인 평가는 이만영과 이홍철(1990)의 정서관련 어휘목록에서 선택한 5문항('불쾌하다-상쾌하다', '불만스럽다-만족스럽다', '불안하다-편안하다',' 괴롭다-즐겁다', '싫다-좋다')이었으며, 각 문항은 11점척도(-5~+5) 로 평가하도록 하였다.

III. 결과

1.자료 분석방법

본 연구에서는 자극제시 전후 30초동안의 데이터를 분석하였다. 데이터는 FFF(Fast Fourier Transformation)분석을 통하여 뇌파의 주파수 대역별(delta, theta, alpha, beta) 상대 power spectrum을 구한 후, 최종적으로 normalized sensitivity를 구하였다. 뇌파의 주파수 대역은 delta(1.1~3.99 Hz), theta (4~

7.99 Hz), alpha (8~12.99 Hz), beta(13~30Hz) 로 구분하였다.

뇌파의 주파수 대역별 상대 power값은 시간대역에서 총 power값에 대한 각 주파수 대역에 해당하는 부분(delta, theta, alpha, beta)의 power값의 비율을 구하는 방식으로 normalize시켰다. 이렇게 함으로써 각 자극반응에 대한 power값과 각 자극 제시 직전의 무자극 안정상태의 power값을 구하였다. 그 다음 각각의 자극마다 2가지 power값, 즉 안정상태와 자극시 power값을 가지고 normalized sensitivity(NS)를 구하였다. 보다 구체적으로 NS는 자극을 제시받고 있을 때의 각파의 상대 power값에서 자극을 제시받기 직전의 안정상태의 각 파의 상대 power값을 뺀 값을 구한 다음, 이 값으로 각 자극을 제시받기 직전의 안정상태의 각 파의 상대 power값을 나누어서 구하였다.

NS가 0이면 자극에 대한 반응이 없는 상태이고, 1이면 자극에 대한 반응이 무자극안정상태의 2배에 해당한다. 자극에 따른 뇌파의 차이를 보기 위해서 구해진 각 자극마다의 NS값에 대해 paired t-test를 실시하였다. 주관적 평가에서 피험자들이 가장 쾌하다(the most positive stimulus), 가장 불쾌하다(the most negative stimulus), 가장 조금 쾌하다(the least positive stimulus), 가장 조금 불쾌하다(the least negative stimulus)고 보고한 자극들에 대한 NS가 비교되었다.

2. 자료분석 결과

1. 최대긍정장면과 최대부정장면을 보고있을 때의 뇌파비교

<그림 2>는 피험자들이 가장 쾌하다고 보고한 장면과 가장 불쾌하다고 보고한 장면에 대해서 각각의 NS값을 구한 다음 paired t-test를 실시한 결과들이다. <그림 2>는 뇌의 표면을 도식화한 것으로서, 삼각형은 코를 나타낸다. 뇌 도식도 안에 적혀 있는 영문글자는 뇌부위의 명칭이다. F는 전두엽(Frontal lobe) , C는 중심엽(Central lobe), P는 두정엽(Parietal lobe), T는 측두엽(Temporal lobe), O는 후두엽(Occipital lobe)에 각각 해당한다. 색칠된 부분은 통계적으로 유의미한 차이(p<.05이하)를 보이는 부위이다.

<그림 2>에서 볼 수 있듯이 쾌한 장면을 볼 때 F7, F3, F4, C4부위에서는 alpha파의 출현량은 증가하고, 같은 부위에서 delta파의 출현량은 증가하고 있다. 또한 P3, P4, O1, O2부위에서는 beta파의 출현량이 통계적으로 유의미하게 감소하고 있다.

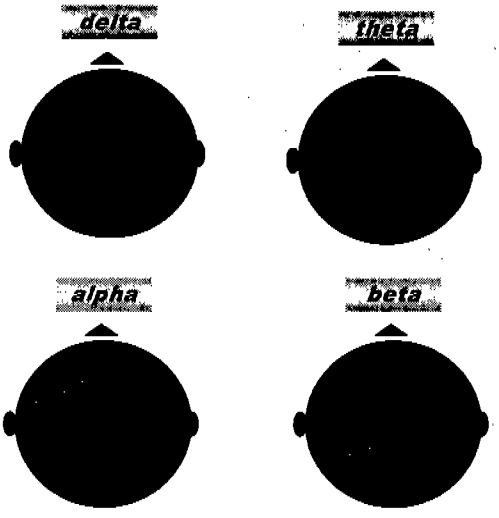

그림 2. 가장 쾌하다고 보고한 자극과 가장 불쾌하다고 보고한 자극간의 뇌파비교

2. 최대긍정장면과 최소긍정장면을 보고있을 때의 뇌파비교

<그림 3>은 피험자들이 가장 쾌하다고 보고한 장면과 가장 조금 쾌하다고 보고한 장면에 대해서 각각의 NS값을 구해, paired t-test를 실시한 결과들이다. <그림 3>에서 볼 수 있듯이 가장 쾌한 장면을 볼 때가 가장 조금 쾌하다고 보고한 장면을 볼 때보다 F7, F3, F4부위에서 alpha파의 출현량이 증가하고 delta파의 출현량은 감소하고 있다. 또한 C3부위의 beta파의 출현량은 증가하고 P3부위의 beta파의 출현량은 감소하고 있다.

3. 최대부정장면과 최수부정장면을 보고 있을때의 뇌파비교

<그림 4>는 피험자들이 가장 불쾌하다고 보고한 장면과 가장 조금 불쾌하다고 보고한 장면에 대해서 각각의 NS값을 구해, paired t-test를 실시한 결과들이다. <그림 4>에서 볼 수 있듯이 가장 조금 불쾌한 장면을 볼 때가 가장 불쾌하다고 보고한 장면을 볼 때보다 F4, C4, P4부위에서 alpha파의 출현량이 증가하고 delta파의 출현량은 감소하고 있다. 또한 P3, P4, O1, O2부위에서 beta파의 출현량이 감소하고 있다.

그림 3. 가장 쾌하다고 보고한 자극과 가장 조금 쾌하다고 보고한 자극간의 뇌파비교

그림 4. 가장 불쾌하다고 보고한 자극과 가장 조금 불쾌하다고 보고한 자극간의 뇌파비교

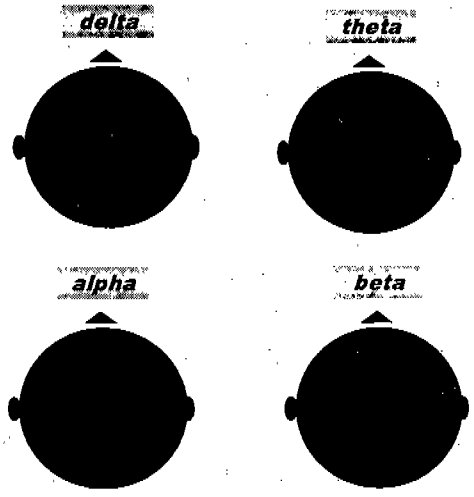

그림 5. 가장 조금 쾌하다고 보고한 자극과 가장 조금 불쾌하다고 보고한 자극간에 뇌파비교

4. 최소긍정장면과 최소부정장면을 보고 있을때의 뇌파비교

<그림 5>는 피험자들이 가장 조금 쾌하다고 보고한 장면과 가장 조금 불쾌하다고 보고한 장면에 대해서 각각의 NS값을 구해, paired t-test를 실시한 결과들이다. <그림 5>에서 볼 수 있듯이 가장 조금 쾌한 장면을 볼 때가 가장 조금 불쾌하다고 보고한 장면을 볼 때보다 O1부위에서 delta파의 출현량이 증가하고, O2부위에서 beta파의 출현량이 증가하고 있다.

IV. 결론 및 논의

뇌파의 주파수 분석은 극단적인 쾌감성과 불쾌감성을 구분하는 것은 물론이고, 쾌감성내에서의 차이와 불쾌감성내에서의 차이를 측정해 낼 수 있었다. 구체적으로, 가장 쾌하다고 보고한 장면을 보고 있을 때가 가장 불쾌하다고 보고한 장면을 보고있을 때보다 F3, F4, F7, C3부위에서는 alpha파의 출현량이 증가하고 delta파의 출현량은 감소하였다. P3, P4, O1, O2부위에서는 beta파의 출현량이 감소하였다.

또한 가장 쾌하다고 보고한 장면과 가장 조금 쾌하다고 보고한 장면을 보고 있을 때를 비교해본 결과에서도 쾌하다고 느낄수록 F3, F4, F7부위에서 alpha파의 출현량은 증가하고, 동일 부위에서 delta파의 출

현량은 감소하고 있음을 알 수 있었다.

더불어 가장 불쾌하다고 보고한 장면과 가장 조금 불쾌하다고 보고한 장면을 보고 있을 때를 비교한 결과도 쾌하다고 느낄수록 F4, C4, P4부위에서 alpha파의 출현량은 증가하고 동일 부위에서 delta파의 출현량은 감소하는 일관된 경향을 보여주고 있다. 그리고 P3, P4, O1, O2부위에서 beta파의 출현량은 감소하는 경향을 보인다.

위의 결과들을 종합해 보면 사람들이 쾌하다고 느낄수록 뇌파의 alpha파의 출현량은 증가하고, 동일 부위에서 delta파의 출현량은 반대로 감소하는 방향으로 움직이고 있음을 알 수 있다. 또한 beta파의 출현량은 감소하는 것을 보여주었다. 지금까지의 연구들은 alpha파와 beta파가 상반되게 움직인다는 결과들을 보고하여 왔다. 하지만 본 연구의 결과들에서 보면 alpha파와 delta파가 같은 측정 부위에서 반대 방향으로 움직이고, beta파는 다른 부위에서 alpha파와 반대 방향으로 움직이고 있는 것을 볼 수 있었다.

본 연구의 결과들은 뇌파의 주파수 분석이 다양한 시각자극에 의해 유발된 감성을 세부적으로 평가할 수 있는 유용한 지표가 될 수 있음을 나타내는 것이다.

V 참고문헌

1. Schwartz, G. E., Ahern, G.L., & Brown, S. L., "Lateralized Facial Muscle Response to Positive and Negative Emotional Stimulus", Psychophysiology, 16, 561-571 ,1979 .
2. Vrana, S. R., "The Psychophysiology of disgust: Differentiating Negative Emotional Contexts with Facial EMG", Psychophysiology, 30, 279- 286, 1993.
3. Tassinary, L.G., Casioppo, J. T., & Geen T.R., "A Psychometric Study of Surface Electrode Placements for Facial Electromyographic Recording", Psychophysiology, 26, 1- 15, 1989.
4. Davidson, R.J., & Fox, N.A., "Asymmetrical Brain Activity Discriminates Between Positive and Negative Stimuli in Human Infants", Science, 218, 1235-1237, 1992..
5. Davidson, R. J., Schwartz, G.E., Saron, C., & Bennett, J., "Frontal versus Parietal EEG Asymmetry During Positive and Negative Affect(abstract)", Psychophysiology, 16, 202-203, 1979.
6. Davidson, R.J., Chapman, J.P., & Hentiques, J.B., "Asymmetrical Brain Electrical Activity Discriminates Between Psychometrically-Matched Verbal and Spatial Cognitive Tasks", Psychophysiology, 27, 1990.
7. Tuker, D.M., "Lateral Brain Function, Emotion, and Conceptualization, Psychophysiology, 19, 63-75, 1981.
8. 이만영, 이홍철, "형용사 서술 의미의 구조에 관한 연구: 정서관련어휘를 중심으로," 한국심리학회지, 2, 118-138, 1990.
9. 황민철, 조희판, 김진호, 김철중, "뇌파의 감성자극에 의한 변화," 대한인간공학춘계학술대회논문집, 3-9, 1997.
10. Brewer, E., Doughtie, E.B., & Lubin, B., "Induction of mood and mood shift," Journal of Clinical Psychology, 36, 215-226, 1980.
11. Harmony, T., Fernandez, T., Silva, J., Bernal, J., Diaz-Comas, L., Reyes, A., Marosi, E., Rodriguez, M., & Rodriguez, M., "EEG delta activity: an indicator of attention to internal processing during performance of mental tasks," International Journal of Psychophysiology, 24, 161-171, 1996.
12. Lang, P.J., Greenwald, M.K., Bradley, M.M., & Hamm, A.O., "Looking at picture: affective, facial, visceral and behavioral reactions," J. Psychophysiology, 30, 1993, 261-273.
13. Lang, P.J., Bradley, M.M., & Cuthbert, B.N., "International affective picture system (IAPS): Technical manual and affective rating," NIMH Center for the Study of Emotion and Attention, 1995
14. Russel, J., "A circumplex model of affect. Journal of Personality and Social Psychology," 39, 1161-1178, 1980.
15. Sutton, S.K, Davidson, R.J., Donzella, B., Irwin, W., & Dottl, D.A., "Manipulating affective state using extended picture presentations," Psychophysiology, 34, 217-226, 1997.
16. Vogel, W., Broverman, D.M., & Klaiber, E.L., "EEG and mental abilities", Electroencephalography Clinical Neurophysiology, 24, 166-175, 1968.
17. Ekman P., Davidson, R. J., & Friesen, W. V., " The Duchenne Smile: Emotional Express and Brain Physiology II", Journal of Personality and Social Psychology, 58, 342-353, 1990.