

뇌파의 성격그룹 템플릿 기반 감성평가 알고리즘

우승진, 김동준
청주대학교

A Human Sensibility Evaluation Algorithm Based on the Personality group Templates of EEGs

Seung-Jin Woo, Dong-Jun Kim
Cheongju University

Abstract - This study presents a human sensibility evaluation algorithm based on the personality-group templates of EEGs. For this objective, 16-channel EEG signals of 10 adults are collected. After preprocessing of EEG, various EEG parameters are estimated and compared. The proposed algorithm uses LP coefficients, neural network and pre-/post-processing techniques. The results showed good performance in human sensibility evaluation.

1. 서 론

감성공학이란 인간의 감성을 정성·정량적으로 측정 평가하고, 이를 제품이나 실생활에 접목시켜 생활의 질과 양을 보다 편리하고 안락하게 하고자 하는 연구분야를 말한다. 이를 위하여 우선 인간의 감성을 이해하기 위한 인간의 특성과 감성에 대한 연구가 있어야 하고, 그와 동시에 인간의 감성은 인간 개개인의 특성인 성격(personality)과도 밀접한 연관성을 갖고 있기 때문에, 성격을 이용한 감성 연구도 필요할 것이다. 감성공학에서 이용되는 생리신호는 혈압, 심전도, 맥박, 피부온도, 뇌파(electroencephalogram, EEG) 등이 있는데, 감성이나 감정에 대한 연구에는 뇌파가 많이 이용되고 있다.

Yoshida는 앞쪽 2채널 뇌파의 α 파 fluctuation을 이용하여 쾌적성과 각성도와와의 상관관계를 연구하였다[1]. Davidson은 긍정 감성과 부정 감성에 따라 머리 앞쪽의 좌우 뇌파의 전력이 비대칭임을 입증하였다[2]. Eysenck는 외향적(extrovertive)/내성적(introvertive) 상태의 관계는 세망-피질(reticulo-cortical) 회로의 각성도(arousability)와 관련이 있는 반면, 신경질(neuroticism)/안정(stability) 상태의 관계는 세망-변연(reticulo-limbic) 회로의 각성도와 관련이 있다고 발표하였다[3]. Schmidtke 등은 외향적인 성격의 사람들은 왼쪽 전두영역(frontal)의 파워가 크고, 오른쪽 두정영역(posterior)의 활동성은 증가하는 반면에, 내성적인 사람들은 오른쪽 전두영역의 파워가 크고, 오른쪽 두정영역의 활동성은 감소한다는 것을 보고하였다[4]. 그리고 Musha 등은 10채널 뇌파의 FFT(fast Fourier transform) 스펙트럼에서 θ , α , β 대역의 상호상관계수(cross-correlation coefficients)를 4가지 감정으로 매핑하는 ESAM(emotion spectrum analysis method)에 대한 연구를 발표하였다[5]. Anderson 등은 6채널의 뇌파를 AR(auto-regressive) 모델링을 이용하여 5가지 정신적 작업을 분류하는 연구를 발표하였다[6]. Robinson은 뇌파의 AEP(averaged evoked potential)에서 혼합된 4, 7, 10Hz 반응파를 통하여 시상피질이 뇌간의 억제적 효과를 수행하는데, 이 억제는 성격과 관련되어 있음을 연구하였다[7].

본 연구에서는 인간의 감성을 보다 정확하게 평가하기 위하여 외향적/내성적 성격 그룹에 따른 템플릿을 이용하여 온습도 변화 따라 변화하는 인간의 감성을 평가하

는 감성 평가 알고리즘을 개발하고, 인간의 감성을 안정, 편안, 불편의 3상태로 좀더 정확하게 분류하기 위해 log를 이용한 수식을 이용해 감성상태 값을 재조정하여 보다 뚜렷한 감성평가를 하고자 한다.

2. 본 론

2.1 뇌파 신호처리

뇌파 신호는 수십 μV 정도의 작은 전압으로 나타나는 미약한 신호이므로 외부의 잡음과 아티팩트에 매우 민감하다. 이런 성분들을 제거하여야만 뇌파의 정확한 분석을 할 수 있으므로, 이를 위해 뇌파에서 감성에 영향을 없다고 알려진 주파수 대역을 모두 제거 하였다. 또한 본 연구는 개인 상태의 피검자를 대상으로 실험을 하기 때문에 눈 깜박임도 큰 아티팩트로 작용한다. 따라서 이들을 제거하기 위한 전처리 과정은 눈 깜박임 제거 과정과 디지털 필터링으로 구성된다.

먼저, 눈 깜박임 제거 과정은 다음과 같다. 먼저 눈 깜박임 신호와 순수 뇌파를 구별해 내기 위한 문턱값을 구하였다. 이는 읽어들이는 데이터의 전체길이에 걸쳐서 그것의 평균을 계산한 다음 평균값에 4배를 곱한 값을 문턱값으로 정하였다. 그리고 눈 깜박임 부분을 찾기 위하여 먼저 눈 깜박임 부분의 피크값을 검출한다. 이를 위하여 읽어들이는 데이터들 절대값으로 바꾼 후에, 각각의 포인트에서 기울기 부호를 검색한 다음, 현재 포인트를 기준으로 뒤로 2 포인트에서의 기울기가 +, 앞으로 2 포인트에서의 기울기가 -인 지점을 찾는다. 그리고 그 피크가 순수 뇌파의 피크인지 아니면 눈 깜박임 신호의 피크인지를 구별하기 위해서 그 피크값을 문턱값과 비교한다. 만약에 그 지점에서의 피크값이 문턱값보다 크다면 눈 깜박임 신호로 간주하고, 눈 깜박임 신호가 끝나는 지점을 찾기 위해서는 눈 깜박임 피크 지점에서부터 부호가 두 번 바뀌는 지점을 찾는다. 이 위치를 눈 깜박임의 끝으로 볼 수 있지만, 남아있는 안구 운동의 영향을 고려하여 32 포인트를 더 건너뛴 지점을 새로운 뇌파 처리를 위한 시작점으로 설정한다.

보통 뇌파의 감성공학 연구에서 거의 사용하지 않는 주파수 대역인 30Hz 이상의 고주파 성분을 제거하기 위해 차단주파수 30Hz의 4차 IIR(infinite impulse response) 저역통과필터(low pass filter, LPF)를 구현하여 이용하였고, 직류 오프셋(offset)과 δ 파 성분을 제거하기 위해서는 차단주파수 4Hz의 4차 IIR 고역통과필터(high pass filter, HPF)를 설계하여 이용하였다.

$$H(z) = \frac{z^{-2} - 2z^{-1} + 1}{0.842z^{-2} - 1.981z^{-1} + 1.177} \cdot \frac{z^{-2} - 2z^{-1} + 1}{0.914z^{-2} - 1.981z^{-1} + 1.105} \quad (1)$$

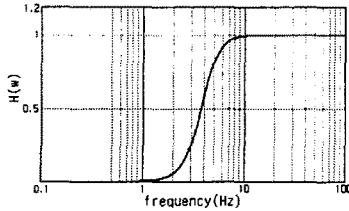


그림 1 디지털 HPF의 크기 특성.
Fig. 1 Magnitude reponses of the digital HPF.

$$H(z) = \frac{0.821(z^{-2} - 2z^{-1} + 1)}{0.281z^2 - 0.357z^{-1} + 3.362} \cdot \frac{0.821(z^{-2} - 2z^{-1} + 1)}{0.915z^2 - 0.357z^{-1} + 2.728} \quad (2)$$

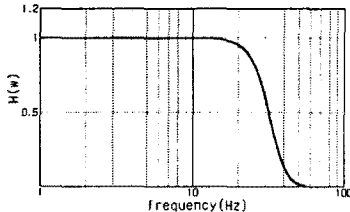


그림 2 디지털 LPF의 크기 및 위상 특성.
Fig. 2 Magnitude and phase reponses of the digital LPF.

2.2 뇌파 데이터 수집

뇌파 데이터 수집 시스템은 전극 캡(electro-cap), EEG 증폭기, A/D 변환기, PC로 구성되어 있다. 전극 캡은 미국 Electro-cap International사의 20채널 전극 캡을 사용하였고, EEG 증폭기는 (주)정상테크노사의 32채널용 증폭기를 사용하였다. A/D 변환기는 미국 Data Translation사의 DT-9804를 사용하였다.

피검자의 두피로부터 전극 캡을 통해 검출된 뇌파는 이득 약 2000의 EEG 증폭기로 증폭되고, 증폭된 뇌파는 128Hz의 샘플링 주파수와 12bit의 해상도로 A/D 변환되고, 변환된 신호는 PC에 의해서 처리된다. 전극의 위치는 국제 표준 전극 배치법에 따라 16채널(Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6)을 선택하여 이용하였고, 오른쪽 귓볼(A2)을 기준 전극으로 하였다. 뇌파 데이터 수집은 일반 대학생 10명을 대상으로 각 피검자마다 약 4~5일에 한번씩 총 3회의 동일한 실험으로 진행하였다. 뇌파 수집은 대학 교수의 연구실에서 실험실 환경조건에 적합한 온도(23~26°C)와 습도(50~65%)를 조성한 상태에서 이루어졌으며, 수집에 앞서 약 10분간 피검자들은 관찰자로부터 수집 중에 움직임과 눈 깜박임을 최소화할 것 등의 실험 지시사항을 들으면서 실험실 적응시간을 가졌다. 뇌파 수집은 온습도의 변화에 따른 감성평가의 경우 편안한 의자에 앉은 상태에서 최대한 긴장을 풀게 한 후, 안정 상태를 최대한 유도한 후 난로와 가습기를 이용하여 온도와 습도를 높여 불편상태를 유도해내었고, 다시 에어컨을 이용하여 편안상태를 유도해내면서 뇌파를 수집 하였다. 뇌파 수집 동안 피검자들이 안정 상태의 감성이 최대로 몰입되었을 때에 오른손의 새끼 손가락을 살짝 움직여서 표시하면, 관찰자에게는 그 시각을 체크하도록 하였다.

2.3 실험 및 결과 고찰

실험 데이터로는 피검자 10명으로부터 3회씩 수집 뇌파 데이터(온습도: 10명×3회=30개)로 온습도에서는 가장 안정, 편안, 불편상태의 지점을 기준으로 앞으로 20초, 뒤로 20초 구간인 총 40초 구간의 데이터를 사용하였다. 그런 뒤, 내성적/외향적 성격그룹에 따라 신경회로망을 이용하여 감성평가를 실시하였다. 표1은 각 성격그룹별 기준 템플릿을 적용했을 때의 결과를 보여준다. 표에서 나타나듯이 외향적인 사람은 외향적 성격그룹에 내성적인 사람은 내성적 성격그룹에 기준 템플릿을 적용했을

때 가장 좋은 결과를 얻을 수 있었다.

표 1. 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성 평가 실험 결과.
Table. 1 Results of human sensibility evaluation using personality-group templates.

실험 방법	테스트 데이터	테스트 데이터 수	기준 템플릿 수	일치율 (%)	평균 (%)
	기준 템플릿				
성격 그룹을 맞춘 실험	외향적	15	4	93.3	90.0
	내성적	15	4	86.7	
섞여 있는 템플릿을 이용한 실험	임의	30	4	76.7	76.7
반대 그룹 템플릿을 이용한 실험	외향적	15	4	66.7	73.4
	내성적	15	4	80.0	

기존의 감성평가 방법으로는 그림 3과 같이 안정, 편안, 불편상태에서 모두 안정의 감성상태 값이 다량 검출되어, 정확한 감성평가에 어려움이 있었다.

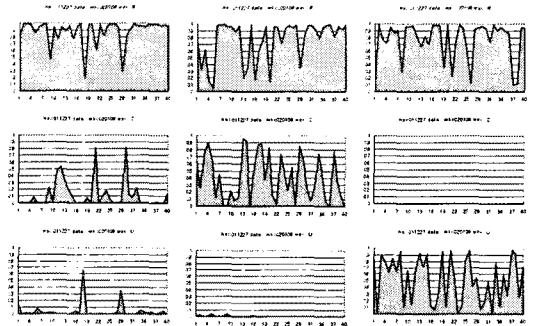


그림 3 후처리 과정이 없는 감성평가 결과
Fig. 3 Sensibility evaluation results without postprocessing

따라서 본 연구에서 제시한 방법은 첫째, 그림 3에서 보듯이 안정, 편안, 불편의 감성상태별 평가치를 다 더하면 직각사각형의 면적이 나온다. 이를 100이라고 봤을 때, 편안이나 불편의 감성 평가치가 전체의 30이상이면, 그 구간의 감성상태는 편안이나 불편의 감성 상태로 보고 안정의 감성 평가치가 전체의 70이상이면 이 때는 완전한 안정상태로 본다. 둘째, 구간의 감성상태가 결정되면 결정된 감성상태의 출력값에 수식(3)을 적용하고, 다른 감성상태의 출력값에는 수식(4)를 적용하여 감성상태의 출력값을 재조정한다.

수식(3)에서 $y[n]$ 은 감성평가를 위한 신경회로망의 출력을 나타낸다. 이 출력값들은 대부분 10^3 이상의 값들로 구성된다. (0인경우만 10^3 보다 작은 값을 갖는다.) 따라서, Log 연산을 하기 위해 출력치를 1000배 증폭시키고, 그 값을 다시 10으로 나눈 후, 3.3을 곱하여 1이하의 값으로 만들면 새로운 출력치 $y'[n]$ 을 얻을 수 있다. 수식(4)는 그 구간에서 결정된 감성 이외의 감성상태 출력값들에 대해 적용하는 수식으로 $y'[n]$ 에서 그 구간의 $y'[n]$ 의 평균 $Aver(y'[n])$ 을 빼면 새로운 출력치인 $y''[n]$ 을 얻게 되는데, 이 출력치의 특징은 큰 값의 출력치는 낮추고 작은 값의 출력치는 크게 만들어 준다.

$$(\text{Log}(y[n] \times 1000) / 10) \times 3.3 = y'[n] \quad (3)$$

$$y'[n] - \text{Aver}(y'[n]) = y''[n] \quad (4)$$

이제 그림 3의 출력값에 수식(3)과 수식(4)를 적용하면 그림 4와 같은 그래프를 얻을 수 있다.

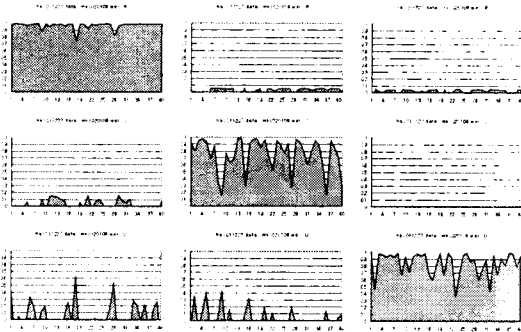


그림 4 후처리 과정을 거친 감성평가 결과
Fig. 3 Sensibility evaluation results with postprocessing

그림 3과 그림 4를 비교해 보면, 기존의 방법보다 본 연구에서 제시한 방법으로 출력값을 재조정할시 각 구간별 감성특징을 그대로 보여주면서도 보다 명확하게 감성평가를 할 수 있는 것을 볼 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는 피검자들로부터 수집한 온습도 변화에 따라 변하는 인간의 감성을 뇌파의 에너지를 이용하여 보다 정확한 인간의 감성을 평가하려 하였다. 이를 위하여 외향적/내성적 성격 그룹에 따라 다른 기준 템플릿을 적용하여 감성평가를 하였고, 이 감성상태의 출력값에 후처리 기법을 적용하여 보다 명확하게 감성평가를 할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 서울대학교 병원 "노인 정신건강 증진 및 인터페이스 개발" 사업 지원으로 수행되었습니다.(M10427030003-04L2703-00300)

[참 고 문 헌]

- [1] T. Yoshida, "The estimation of mental stress by 1/f frequency fluctuation of EEG", Brain topography, pp.771-777, 1998.
- [2] R. J. Davidson, "Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion", Brain and Cognition, vol.20, pp.125-151, 1992.
- [3] H. J. Eysenck, and M. W. Eysenck, *Personality and Individual Differences : a natural science approach*. Plenum Press, London, 1985.
- [4] J. I. Schmidtke, and W. Heller, "Personality, affectand EEG : predicting patterns of regional brain activity related to extraversion and neuroticism", Personality and Individual Differences, In Press, 22, May, 2003.
- [5] T. Musha, Y. Terasaki, H. A. Haque, and G. A. Ivanisky, "Feature extraction from EEGs associated with emotions", Intl. Sympo. Artif. Life Robotics (Invited Paper), vol.1, pp.15-19, 1997.
- [6] C. W. Anderson and Z. Sijercic, "Classification of EEG signals from four subjects during five mental tasks", In Solving Engineering Problems with Neural Networks : Proceedings of the Conference on Engineering Applications in Neural Networks(EANN), pp.407-414, 1996.
- [7] D. L. Robinson, "The technical, neurological, and psychological significance of 'alpha', 'theta', and 'delta' waves confounded in EEG evoked potentials", Personality and Individual Differences, 28, pp.673-693, 2000.