

성격 그룹의 뇌파 비교를 통한 감성평가 알고리즘의 개발

우승진, 이상한, 김동준
 청주대학교 전자정보공학부

Development of Human Sensibility Evaluation
 Algorithm through Comparison of Personality-group EEGs

Seung-Jin Woo, Sang-Han Lee, Dong-Jun Kim
 School of Electronics and Information Eng. Cheongju Univ.

Abstract - This paper describes a new algorithm for human sensibility evaluation using two personality-group templates of electroencephalogram (EEG) signals. EEG signals of two groups are collected in relaxed state, comfortable state and uncomfortable state. First of all, the characteristics of EEGs in relaxed state for two groups are compared. After verification of the results, an algorithm for sensibility evaluation is developed.

In comparison of the characteristics for two personality-group EEG signals, there are distinct difference between the EEG patterns of the extrovert and the introvert. Upon these findings, the algorithm for human sensibility evaluation is designed. The results of the algorithm showed 90.0% of coincidence with given tasks. This seems to be compromising results for subject independent sensibility evaluation using EEG signal.

1. 서 론

현대의 삶의 질은 예전에 비해 상당한 수준으로 발전하여 사용자의 감각을 고려한 감성 제품의 개발이 제품의 성능 못지않게 더욱 필요하게 되었다. 이러한 흐름에 따라 국내외 많은 연구자들이 인간의 감성을 정량적으로 측정하여 평가하고, 공학적으로 분석하여 이를 제품 개발에 적용함으로써 더욱 편리하고 쾌적한 인간의 삶을 도모하는 기술, 즉, 감성공학에 대한 연구 결과를 발표하고 있다. 그러나 감성을 정확하게 표현할 수 있는 뚜렷한 생리적 지표는 제시하지 못하고 있는 실정이다. 이것은 생체 시스템의 복잡성과 비선형성 등을 고려해 볼 때, 해결하기 쉽지 않은 문제이다.

인간의 감성 평가는 크게 두 가지 방법으로 나눌 수 있는데, 첫째는 생체 신호를 이용한 방법이고, 둘째는 주관적 평가 방법으로 구분할 수 있다. 본 연구에서 이용하는 생체 신호는 두뇌 활동에 대한 정보를 많이 포함하고 있는 뇌파이다. 뇌파를 잘 분석할 수만 있으면 뇌의 활동 및 기능을 간접적으로 평가할 수 있으며, 개인의 생리현상에 따라 보이는 미세한 차이로 신경계 질환 진단과 뇌의 고위 기능 연구에도 응용할 수 있다. Robinson은 뇌파의 AEP에서 혼합된 4Hz, 7Hz, 10Hz 반응파를 통하여 시상피질과 뇌간의 관계에서 성격의 상관관계를 연구하였다[1]. Eysenck 등은 외향적/내성적 상태와 신경질/안정 상태의 관계를 세망-피질 회로와 세망-편연 회로의 각성도와 관련이 있다고 발표하였다[2]. Schmidtke 등은 외향적/내성적인 성격과 신경질/안정의 성격에 따라 전두 영역과 두정 영역의 뇌 활동성이 비대칭적으로 나타난다는 것을 보고하였다[3]. Davidson은 앞쪽 좌우 뇌파의 전력이 긍정 감정과 부정 감정에 따라 비대칭적으로 나타남을 입증하였다[4]. Musha 등은 10채널 뇌파를 이용한 ESAM을 개발하여 감정을 정량화하는 연구를 발표하였다[5]. Anderson 등은 6채널 뇌파에 대하여 AR 모델을

적용하여 5가지 정신 작업 분류에 관한 연구를 발표하였다[6].

본 연구에서는 뇌파를 이용하여 보다 정확하게 인간의 감성을 평가하기 위해 외향적/내성적 성격 그룹의 뇌파 특징을 비교한 후 이를 근거로 한 성격그룹의 템플릿을 이용한 감성평가 알고리즘을 개발하고자 한다. 이를 위해 외향적/내성적 성격의 피검자들을 대상으로 하여 안정, 편안, 불편의 3가지 감성 상태의 뇌파를 수집한 후 두 그룹의 안전 상태 뇌파의 특징을 비교한다. 그리고 나서 뇌파 신호의 선형예측기계수를 추출하여 감성의 특징 파라미터로 사용하고, 신경회로망과 다중 템플릿 방법을 기반으로 한 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성 평가 알고리즘을 개발하고, 이를 이용한 편안과 불편에 대한 감성 평가 실험을 수행하여 그 성능을 확인한다.

2. 본 론

2.1 성격 그룹의 뇌파 비교

외향적/내성적인 피검자들로부터 수집된 안정 상태의 뇌파를 서로 비교하기 위하여 두 가지 방법을 이용하였다. 첫 번째로 사용한 방법은 Laxtha사의 뇌파 분석 프로그램인 brain-map을 이용한 topographic map 형태로 안정 상태의 뇌파를 관찰하였다. 분석 방법은 뇌파 데이터에서 2초 길이마다 50%씩 중첩되도록 하여 즉, 1초 간격으로 모니터링 할 수 있게 하였다. 두 번째 방법으로는 각 채널별 에너지값을 식 (1)에 의하여 계산한 후 비교하였다.

$$E = \sum_{n=0}^{N-1} x^2(n) \quad (1)$$

2.2 감성 평가 알고리즘

2.2.1 전처리

뇌파 신호는 μV 정도의 작은 전압으로 외부 잡음과 아티팩트에 매우 민감하다. 직류 성분이나 전원의 간섭 등 뇌파에서 감성에 영향을 없다고 알려진 주파수 대역은 제거되어야 한다. 이를 위해 전처리 과정은 눈 깜박임 제거 과정과 디지털 필터링으로 구성된다.

눈 깜박임 제거 과정에서는 먼저 눈 깜박임 신호와 순수 뇌파를 구별해 내기 위해 문턱값을 구하였다. 문턱값은 읽어들이는 데이터의 전체 길이에 걸쳐서 평균을 계산한 다음, 평균값의 4배로 설정하였다. 그런 다음 데이터를 절대값으로 바꾼 후에, 각각의 포인트에서 기울기 부호를 검색한 다음, 현재 포인트를 기준으로 뒤로 2 포인트에서의 기울기가 +, 앞으로 2 포인트에서의 기울기가 -인 지점을 찾은 뒤 문턱값과 비교하여 눈 깜박임 신호를 찾아내어 제거하였다[그림 1].

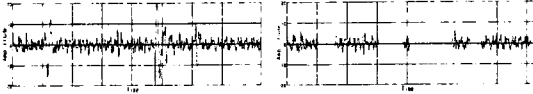


그림 1. 눈 깜박임 제거 전/후의 신호

디지털 필터는 4Hz의 HPF를 4차 IIR 형태의 식 (2)로 구성하여 감성 연구에서는 사용하지 않는 주파수 대역인 δ 파 성분을 제거하였고, 30Hz의 LPF를 4차 IIR 형태도 식 (3)과 같이 구현하여 고주파 잡음을 제거하였다.

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

$$H(z) = \frac{0.821(z^{-2} - 2z^{-1} + 1)}{0.281z^{-2} - 0.357z^{-1} + 3.362} \cdot \frac{0.821(z^{-2} - 2z^{-1} + 1)}{0.915z^{-2} - 0.357z^{-1} + 2.728} \quad (3)$$

2.2.2 감성 파라미터 추출

본 연구에서는 뇌파 신호에서 감성 특징 파라미터를 추출하기 위하여 선형예측기계수를 이용하였다. 이는 뇌파의 발생 과정을 AR 모델로서 모델링하여 특징 파라미터를 추출한 것으로, 이전 신호들의 선형결합으로 예측된 샘플과 현재 신호간의 오차를 비교하여 구한다. 현재 신호 샘플 $s(n)$ 의 M 번째 차의 선형예측기는 이전의 M 개 데이터들의 선형 결합이 필요로 한다. $\hat{s}(n)$ 이 예측된 샘플이라 하면, 예측 오차는

$$e(n) = s(n) - \hat{s}(n) \quad (4)$$

이고,

$$\hat{s}(n) = -\sum_{i=1}^M a_i s(n-i) \quad (5)$$

이며, 여기서 a_i 가 선형예측기계수이다.

본 연구에서는 이와 같이 구한 결과를 6차의 Burg 알고리즘을 이용하여 선형 예측 분석을 하였다[7].

2.2.3 감성 평가를 위한 신경회로망

신경회로망은 상호 연결된 처리 장치들로 구성된 병렬 연산 모델로 문제 해결에 있어서 학습을 통하여 신경 회로망을 적용시키는 능력이 있다.

본 연구에서 사용한 신경회로망은 입력층, 은닉층, 출력층의 3층 구조로 된 다층 퍼셉트론(multilayer perceptron)으로서, 입력층은 60개의 입력 변수로 주어지고, 은닉층은 뉴런의 입력력 패턴관계를 추출하는데 관여하며, 출력층은 3개의 감성상태, 즉 안정, 편안, 불편 감성을 나타내게 되는 구조이다[그림 2].

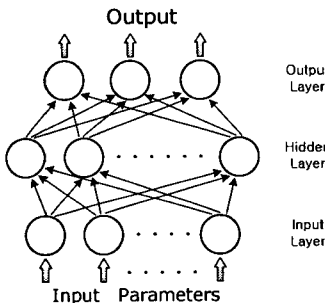


그림 2. 감성 평가를 위한 신경 회로망의 구조

2.2.4 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성 평가

본 연구에서 개발한 감성평가 방법은 다중 템플릿 방법을 기초로 한 성격 그룹 템플릿을 이용한 방법으로서 그

림 3과 같다.

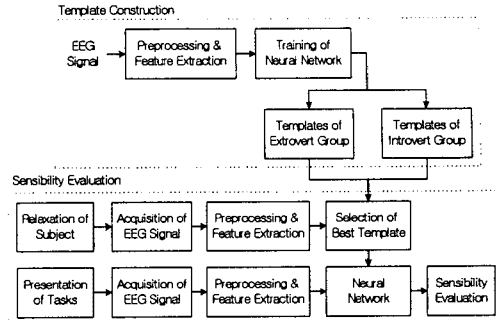


그림 3. 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성 평가 구성도

의향적 성격과 내성적 성격의 피검자들을 분류하여, 그들의 뇌파를 학습시켜 신경회로망 가중치를 생성시킨 뒤 이를 각 성격 그룹별로 템플릿으로 이용한다. 그리고 피검자의 성격 별로 템플릿을 선택하도록 하여 신경회로망 가중치로 읽어들이고 후 나온 출력값으로 감성평가를 하게 된다.

2.3 실험 및 결과

뇌파 데이터 수집 시스템은 전극 캡(electro-cap), EEG 증폭기, A/D 변환기, PC로 구성되어 있으며, 수집용 소프트웨어의 구현은 Visual C++ 6.0을 사용하였다. 전극 캡에서 검출된 뇌파는 이득 2000의 EEG 증폭기로 증폭되고, 증폭된 뇌파는 128Hz의 샘플링 주파수와 12bit의 해상도로 A/D 변환되고, 변환된 신호는 PC에 의해서 처리된다. 뇌파 수집 전극의 위치는 국제 표준 전극 배치법의 기준에 의한 16채널(Fp1, Fp2, F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, T3, T4, T5, T6)을 선택하였고, 공통적으로 오른쪽 컷볼(A2)을 기준 전극으로 하였다. 피검자들은 외향적 성격 12명과 내성적 성격 17명인 총 29명을 대상으로 하였다. 모든 피검자들은 오른손잡이이며, 실험 하루 전부터 담배, 커피, 음주, 들을 피하게 했으며 여학생들의 경우는 생리기간을 피하여 중추신경계 및 자율신경계에 영향을 최소화하도록 하였다. 이 피검자들을 대상으로 편안한 의자를 이용하여 안정과 편안 상태의 뇌파를 수집하고, 불편한 작은 간이의자를 이용하여 불편 상태의 뇌파를 수집하였다. 수집된 뇌파 중에서 안정 상태 뇌파를 이용하여 두 성격 그룹의 특징을 비교하였다. 기록한 데이터 중에서 실험에 사용한 데이터는 피검자들이 감성 몰입이 가장 잘 되었다는 지점을 찾아내어 그 지점을 기준으로 앞뒤로 20초씩 총 40초 구간의 데이터를 사용하였다.

본 연구에서는 이러한 실험 절차로 얻어진 데이터를 topographic map을 이용한 방법과 각 16채널의 에너지값을 이용한 뇌파 비교 방식에 모두 적용하여 평가하였다. 먼저, topographic map을 이용한 방법에서는 외향적인 피검자는 대체적으로 높은 파워를 나타내고, 반면 내성적인 피검자는 낮은 파워를 보이고 있었다. 그러나 이것만으로는 두 성격에 대한 특징을 정확하게 구별하기는 쉽지 않았다. 그래서 두 번째로 실시한 실험은 모든 데이터에 대해서 각 16채널의 에너지값을 구하여 막대그래프 형태를 이용하여 두 성격 그룹의 안정상태의 뇌파를 비교 분석 하였다. 그림 4는 결과의 한 예를 나타낸 것이다.

외향적인 피검자들은 왼쪽 전두 영역의 Fp1, F3, F7이 오른쪽 전두 영역 Fp2, F4, F8 보다 대체로 크게 나타났으며, 내성적인 피검자들의 경우는 오른쪽 전두 영역의 Fp2가 왼쪽 전두 영역의 Fp1보다 크게 나타나는 경향이 있었다. 표 1은 Schmidtke의 이론과 본 연구의 실험 결과를 비교한 것이다.

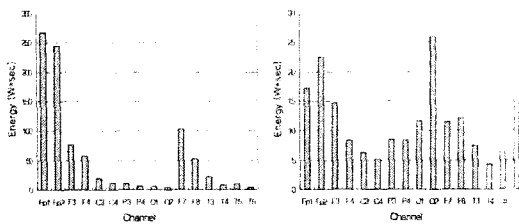


그림 4. 외향적/내성적인 피검자의 채널별 에너지의 예

표 1. 채널 실험 결과 비교

성격	채널 비교	피검자 수	일치율(%)	평균(%)
외향적	Fp1 > Fp2	12	75.0	72.8
내성적	Fp1 < Fp2	17	70.6	
외향적	F3 > F4	12	75.0	58.1
내성적	F3 < F4	17	41.2	
외향적	F7 > F8	12	75.0	58.1
내성적	F7 < F8	17	41.2	
외향적	P3 < P4	12	8.3	45.1
내성적	P3 > P4	17	82.4	

이 결과는 Fp1, Fp2를 이용한 실험은 Schmidtke의 이론이 상당히 일치하는 것을 알 수 있고, 따라서 성격에 따라 뇌파의 형태는 다를 것이다. 이를 토대로 하여 본 연구에서 제안한 외향적/내성적 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성 평가 알고리즘을 적용한 결과는 표 2에 나타났다.

표 2. 감성평가 실험결과

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	73.1
	내성적	15	4	80.0	

표에서 알 수 있듯이, 제안한 방법대로 성격 그룹을 맞춘 템플릿을 이용한 결과가 그렇지 않은 두 경우의 결과에 비해 월등히 우수한 결과를 나타냄을 확인할 수 있었다.

3. 결 론

본 연구에서는 신경회로망과 다중 템플릿 방법을 기반으로 하여, 외향적/내성적 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성 평가 알고리즘을 개발하여 보다 정확하게 인간의 감성을 평가하고자 하였다.

외향적/내성적 성격 그룹의 안정 상태 뇌파의 비교실험에서는 기존의 연구의 결과와 상당히 일치하여 각 채널에서의 에너지 비교로 전두 영역의 Fp1과 Fp2의 비교에서 72.8%의 일치율을 나타내어, 외향적/내성적 성격에 따라 머리 앞쪽 좌우 뇌파의 특징이 비대칭적으로 나타난다는 것을 알 수 있었다. 또한, 이를 근거로 하여 제안한 외향적/내성적 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성 평가 알

고리즘을 이용한 실험 결과에서는 90%의 일치율을 보이는 성능을 나타내었다. 혼란되지 않은 일반 대학생들을 피검자로 선정하였음에도 불구하고 높은 일치율을 보여 본 연구의 감성 평가 방식의 가능성을 확인하였으며, 타인의 템플릿을 이용한 피검자 독립 방식임에도 불구하고 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 지금까지의 결과로, 인간의 감성을 측정하여 평가하는 것은 매우 어려운 것으로 생각되지만, 성격의 특성에 대한 정보와 함께 이용한다면 더 우수한 평가 결과를 기대할 수 있을 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] D. L. Robinson, "How brain arousal systems determine different temperament types and the major dimensions of personality", *Personality and Individual Differences*, vol. 31, no. 8, pp. 1233-1259, 2001.
- [2] H. J. Eysenck, and M. W. Eysenck, *Personality and Individual Differences : a natural science approach*. Plenum Press, London, 1985.
- [3] J. I. Schmidtke and W. Heller, "Personality, affect and EEG : predicting patterns of regional brain activity related to extraversion and neuroticism", *Personality and Individual Differences*, In Press, Corrected Proof, 22, May, 2003.
- [4] R. J. Davidson, "Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion", *Brain and Cognition*, vol. 20, no. 1, pp. 125-151, Jan, 1992.
- [5] T. Musha, S. Kimura, K. I. Kaneko, K. Nishida and K. Sekine, "Emotion spectrum analysis method(ESAM) for Monitoring the effects of art therapy applied on demented patients", *CyberPsychology & Behavior*, vol. 3, no. 3, pp. 441-446, Jun, 2000.
- [6] C. W. Anderson and Z. Sijercic, "Classification of EEG signals from four subjects during five mental tasks", In *Proceedings of the Conference on Engineering Applications in Neural Networks*, pp. 407-414, 1996.
- [7] J. D. Markel and A. H. Gray, Jr., *Linear prediction of Speech*, Springer-Verlag · Berlin Heidelberg · New York, 1980.