

## 성격 그룹의 템플릿을 이용한 뇌파의 감성평가 기술에 관한 연구

이상한, 김동준  
 청주대학교 정보통신공학부

### A Study on a Human Sensibility Evaluation Technique of EEG using Personality-group Templates

Sang-Han Lee, Dong-Jun Kim  
 School of Computer & Communication Eng., Chongju Univ.

**Abstract** - This paper describes a technique for human sensibility evaluation using personality-group templates of EEG(electroencephalogram). 10-channel EEGs of 5 extroverts and 5 introverts are collected in comfortable seat, uncomfortable seat and relaxed state. After preprocessing of EEG, the linear predictor coefficients are extracted and used as feature parameters. A neural network based sensibility classifier is designed and the output of the neural network is assumed as the sensibility index. Multiple templates of two personality-groups are stored and the most similar template can be selected by the proposed method.

The proposed method showed the better performance than our previous results which have used ungrouped templates.

## 1. 서 론

특정한 제품이나 환경이 인간에게 어떠한 느낌을 주는가를 객관적으로 측정하는 것이 가능하다면 우리는 제품이나 환경을 보다 쾌적하고 안락하게 만들 수 있을 것이다. 이렇게, 인간의 감성을 정성, 정량적으로 측정 평가하고, 이를 제품이나 환경설계에 응용하여 보다 편리하고 안락하며, 안전하게 하고 더 나아가 인간의 삶을 쾌적하게 하고자 하는 기술을 감성공학이라 한다. 이 기술은 최근 10여년간 우리나라와 미국, 일본, 유럽 등에서 활발한 연구가 진행되고 있다. 감성공학에서 이용되는 생리신호는 자율신경계에 의한 혈압, 심전도 맥박, 피부 온도 등과 중추신경계의 뇌파(electroencephalogram, EEG) 등이 있는데, 감성이나 감정에 대한 연구에는 뇌파가 많이 이용되고 있다. 뇌파를 잘 분석하면 뇌의 활동 및 대뇌 기능을 간접적으로 평가할 수 있으며, 뇌파가 개인의 생리현상에 따라 미세한 차이를 나타내므로 신경계 질환의 진단에 뿐만 아니라 뇌의 고위 기능 연구에도 응용될 수 있다. Mushi 등은 10채널 뇌파의 FFT 스펙트럼에서  $\theta$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$  대역의 상호상관계수를 4가지 감정으로 매핑하는 ESAM(emotion spectrum analysis method)을 개발하여 감정을 정량화한 연구를 발표하였고[1], Yoshida는 앞쪽 2채널 뇌파의  $\alpha$  파 fluctuation을 이용하여 쾌적성과 각성도와와의 상관관계를 연구하였다[2]. Davidson은 앞쪽 좌우 뇌파의 전력이 긍정 감정과 부정 감정에 따라 비대칭적으로 나타남을 입증하였다[3]. Anderson 등은 가운데와 뒤쪽에서 검출한 6채널의 뇌파를 AR 모델을 이용하여 수학 연산, 편지 쓰기 등의 5가지 정신적 작업을 분류하는 연구를 발표하였다[4]. 이러한 연구들은 의미있는 성과를 배출하였으나, 개인차가 크고 변화가 심한 뇌파의 특성으로 인해 많은 한계를 나타내고 있다.

본 연구에서는 피검자 그룹의 성격을 외향적(extrovertive)/내성적(introvertive)으로 구분한 뇌파의 특징 파라미터 템플릿(template)을 이용하여 인간의 감성을 보다 정확하게 평가할 수 있는 기술을 개발하고자 하였다. 이를 위하여 두 가지 의자를 이용하여 안정(relaxation), 편안(comfortable), 불편(uncomfortable) 상태의 3가지 감성에 대한 뇌파를 수집하였다. 수집된 뇌파는 전처리 필터링을 거친 후, 선형예측 계수(linear predictor coefficients)가 추출되어 이것이 감성의 특징 파라미터로 이용된다. 그리고 나서 감성의 지표(index)를 출력하도록 고안된 신경회로망(neural network)에 입력되어 그 출력을 토대로 감성이 평가된다.

## 2. 본 론

### 2.1 뇌파 신호처리

뇌파는 신호가 매우 미약해서 외부잡음 및 전원 잡음에 매우 민감하므로 필터를 통과하여도 전원 잡음은 제대로 차단되지 않고, 영향을 미치기도 한다. 또한 전원 코드와 연결하지 않고 배터리를 이용해도 주위의 전자파 간섭을 통해 유입되기도 한다. 본 연구에서는 디지털 뇌파 신호에 대해서도 전처리 필터를 설계하여 이러한 각종 잡음에 대처한다. 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  $\delta$ 파 성분을 제거하기 위해서는 차단주파수 4Hz의 4차 IIR 고역통과필터(high pass filter, HPF)를 설계하여 이용하였다.

뇌파의 수집은 피검자가 개안 상태에서 실시하기 때문에, 눈 깜박임, 안구운동, 근전도 등 여러 가지 아티팩트(artifact)가 혼입되는 경우가 있다. 그 중에서도 가장 영향이 큰 눈 깜박임 신호는 제거 기법을 개발하여 이용하였으며, 이는 다음과 같다. 먼저 눈 깜박임 신호와 순수뇌파를 구별해 내기 위한 문턱값을 구한다. 이는 읽어들이는 데이터의 전체길이에 걸쳐서 그것의 평균을 계산한 다음 평균값에 4배를 곱한 값을 문턱값으로 정하는 것이다. 그리고 눈 깜박임 부분을 찾기 위해서 먼저 눈 깜박임 부분의 피크값을 검출한다. 이를 위하여 읽어들이는 데이터를 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 피크인지 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

로 볼 수 있지만, 남아있는 과도성분의 영향을 고려하여는 감박임 신호의 평균 구간만큼의 구간을 더 건너뛴 지점을 새로운 뇌파 처리를 위한 시각점으로 설정하였다.

본 연구에서는 뇌파의 발생 과정을 전극(all-pole) 시스템인 AR 모델로서 모델링하여 추출된 선형예측기 계수를 감성 특징 파라미터로 이용하였다. 선형예측기계수는 현재 신호를 이전 신호들의 선형결합으로 나타낸 예측된 샘플간의 오차를 최소 제곱 기준(least squares criterion)을 적용하여 선형예측분석을 하여 구해진다. 현재 신호 샘플을  $s(n)$ , 예측된 샘플을  $\hat{s}(n)$ 이라 하면, 예측 오차(prediction error)는

$$e(n) = s(n) - \hat{s}(n) \quad (1)$$

이고, 여기서,

$$\hat{s}(n) = -\sum_{i=1}^M a_i s(n-i) \quad (2)$$

이다. 여기서  $-a_i$  ( $i = 1, 2, \dots, M$ )가 선형예측기계수이다. 본 연구에서는 선형예측분석을 위하여 6차의 Burg 알고리즘을 이용한다[5,6].

## 2.2 신경회로망을 이용한 패턴 분류기 구성

패턴 분류를 위해서는 유사도 측정 혹은 거리 측정법과 신경회로망 또는 퍼지이론을 이용하는 방법 등이 있는데, 이 중 신경회로망을 이용하는 방법이 성능이 비교적 우수한 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 신경회로망 중에서도 패턴분류기로 가장 많이 이용되는 다층인식자(multi-layer perceptron, MLP)를 이용하여 이를 감성 지표를 출력하도록 구성하였으며, 구조는 그림 1과 같다.

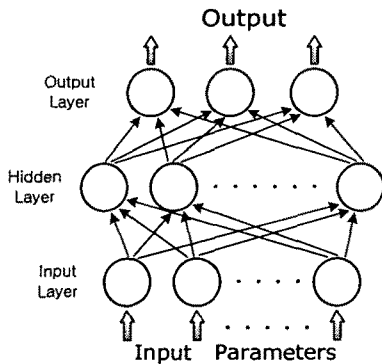


그림 1. 신경회로망의 구조

이용한 신경회로망은 1개 층의 은닉층(hidden layer)을 갖는 3층 구조이다. 입력층은 노드(node) 수가 60개(6차×10채널)인 입력변수로 주어진다. 은닉층은 뉴런의 입출력 패턴간의 관계를 추출하는데 관여하며, 분류 내지 예측 성능의 최적화를 위해 그 수를 실험적으로 조정하여 최적화하는데, 본 연구에서는 많은 수렴성(convergence) 실험 결과를 토대로 은닉층의 노드 수를 60개로 구성하였다. 그리고 입력층에 대응하는 출력변수로 구성된 출력층의 노드 수를 3개로 구성하여 안정, 편안, 불편 감성에 대한 값을 출력하게 된다. 신경회로망은 60-60-3의 구조이며, 오차 역전파(error backpropagation) 학습 알고리즘으로 학습시켰다.

## 2.3 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성평가 방법

본 연구에서 개발한 감성평가 방법은 다음과 같다. 우

선, 외향적/내성적 성격에 따라 여러 피검자를 분류한 후, 각각 그들의 감성에 대한 뇌파를 학습시켜 생성된 신경회로망의 가중치들(weights)을 성격별로 따로 분류하여 템플릿으로 저장해 둔다. 그런 다음, 감성평가가 테스트를 할 때에는 주관평가 설문을 통해 피검자의 성격을 미리 파악해 둔다. 그리고, 초기의 안정 상태의 뇌파를 이용하여 가장 유사한 뇌파의 템플릿을 선택할 때에는, 미리 조사한 피검자의 성격을 기초로 하여 그 성격과 같은 그룹에서 템플릿을 선택하도록 하고, 그것을 신경회로망의 가중치로 읽어들인다. 마지막으로, 신경회로망의 출력을 분석하여 감성을 평가한다. 그림 2는 개발한 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성평가의 구성도를 나타낸 것이다.

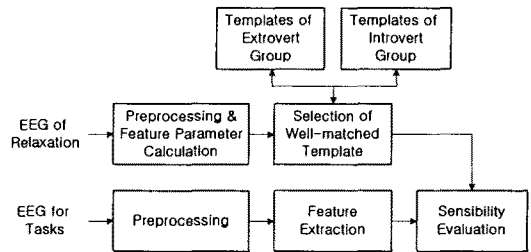


그림 2. 성격 그룹 템플릿을 이용한 감성평가 알고리즘의 블록선도

## 2.4 실험 및 결과 고찰

뇌파 데이터 수집 시스템은 전극 캡(electro-cap), EEG 증폭기, A/D 변환기, PC로 구성되며, 수집용 소프트웨어는 Visual C++로 구현하여 이용하였다. 피검자의 두피로부터 전극 캡을 통해 검출된 뇌파는 이득 2000의 EEG 증폭기로 증폭되고, 증폭된 뇌파는 128 Hz의 샘플링 주파수와 12bit의 해상도로 A/D 변환되고, 변환된 신호는 노트북이나 데스크탑 PC에 의해서 처리된다. 이 때 전극 캡은 미국 Electro-cap International사의 20채널 전극 캡을 사용하였고, EEG 증폭기는 (주)정상테크노사의 32채널용 증폭기를 사용하였다. USB 포트용 A/D 변환기는 미국 Data Translation사의 DT-9804를 사용하였다. 전극의 위치는 국제 전극배치법에 따라 10채널(Fp1, Fp2, F3, F4, T3, T4, P3, P4, O1, O2)을 선택하여 사용하였다. 뇌파 데이터 수집은 외향적 성격의 대학생 5명과 내향적 성격의 대학생 5명을 대상으로 각각의 피검자마다 약 4~5일에 한번씩 총 3회의 동일한 실험을 진행하였다. 모든 피검자는 오른손잡이이며, 실험 당일에 중추신경계 및 자율신경계에 영향을 줄 수 있는 담배, 커피, 음주 등을 피하도록 하였다. 데이터 수집은 대학 교수의 연구실에서 실험실 환경조건에 적합한 온도(23~26℃)와 습도(50~65%)를 조성한 상태에서 이루어졌다. 실험 순서는 안정, 편안, 불편의 순서로 하고, 편안 실험은 편안한 의자(소파)에서 데이터 수집을 하며, 그와 반대로 불편 실험은 매우 불편한 낚시용 간이의자에 앉게 한 후, 다리를 꼬고 있는 상태에서 실험을 하였다. 그리고, 다른 감성 상태로 넘어가기 전에 약 5분간 휴식을 취하게 하였다.

본 연구에서 제안한 방법의 성능 비교를 위해 성격 그룹을 맞춘 실험, 반대 그룹의 템플릿을 이용한 실험, 그리고 성격 그룹이 섞여 있는 템플릿을 이용한 실험을 각각 수행하여 결과를 비교하였다. 이 실험들은 피검자 본인의 템플릿은 배제한 상태인 피검자 독립 실험으로 수행하였다. 우선 외향적/내성적 성격을 가진 피검자 5명의 3회 수집 뇌파 데이터 중에서 주관평가 설문에서 가장 실험이 잘 되었다는 데이터를 1회씩 선택하여 표준 템플릿으로 구성하였다. 성격 그룹이 무작위로 섞여 있는 템플릿을 이용한 실험은 성격 그룹을 맞춘 실험에서

템플릿의 선택률이 가장 높은 외향적/내성적 성격의 템플릿을 2개씩 선택하여 총 4개의 템플릿을 구성하여 사용하였다. 그림 3은 한 피검자의 감성 평가 신경회로망의 출력을 나타낸 것이다.

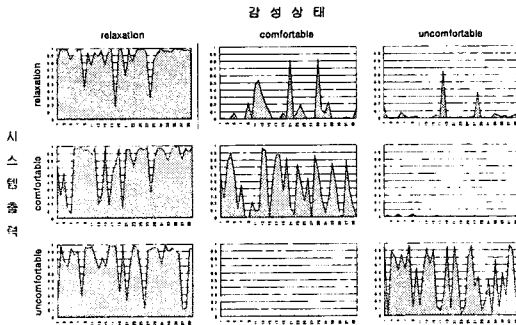


그림 3. 감성평가 결과의 출력파형

그림에서 알 수 있듯이, 편안과 불편 상태의 출력 파형이 현저히 다르게 나타나서 감성의 구분이 가능함을 알 수 있다. 전체 실험 결과는 표 1에 정리하였다.

표 1. 감성평가 실험결과

실험 방법	테스트 데이터	테스트 데이터 수	템플릿 수	일치율 (%)	평균 (%)	
	템플릿					
성격 그룹을 맞춘 실험	외향적	외향적	15	4	93.3	90
	내성적	내성적	15	4	86.7	
	임의	임의	30	4	76.7	
반대 그룹 템플릿을 이용한 실험	외향적	내성적	15	4	66.7	73.4
	내성적	외향적	15	4	80.0	
	임의	임의	30	4	76.7	

위의 실험 결과를 살펴보면, 우선 성능 비교를 위해 실시한 템플릿을 성격에 따라 구분하지 않고 무작위로 선택하여 외향적/내성적 두 가지 성격으로 구성된 실험 결과(76.7%)는 템플릿을 서로 반대 성격으로 구성된 실험 결과(73.4%)보다 약간 우수하나, 본 연구에서 제안한 방식인 테스트 데이터와 템플릿을 같은 성격으로 구성한 실험 결과(90%)보다는 성능이 상당히 떨어짐을 알 수 있다. 따라서 피검자의 성격을 고려하여 이에 적합한 템플릿을 활용하는 것이 임의의 템플릿을 이용하는 것보다 성능이 우수함을 알 수 있다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 피검자 그룹의 성격을 외향적/내성적으로 구분한 뇌파의 특징 파라미터 템플릿을 이용하여 인간의 감성을 보다 정확하게 평가할 수 있는 기술을 제안하였다.

실험을 통하여 얻어진 결론은 다음과 같다. 첫째, 본 연구에서 제시한 외향적/내성적 성격 그룹의 템플릿을 이용한 감성 평가 방법은 타인의 템플릿만을 이용하는 피검자 독립 방식임에도 불구하고 상당히 우수한 결과를 나타내었다. 둘째, 임의의 템플릿을 이용하거나, 반대의 성격 그룹 템플릿을 이용하여도 비교적 양호한 결과를 나타내어 다중 템플릿을 이용한 감성 평가 방식의 가능성을 확인하였다.

지금까지의 실험의 결과를 볼 때 더 많은 템플릿을 구

축하여 시스템을 구성하면 더 개선된 결과를 기대할 수 있을 것이다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 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.
- [2] T. Yoshida, "The estimation of mental stress by 1/f frequency fluctuation of EEG", Brain topography, pp.771-777, 1998.
- [3] R. J. Davidson, "Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion", Brain and Cognition, vol.20, pp.125-151, 1992.
- [4] C. Anderson, and Z. Sijercic, "Classification of EEG signals from four subjects during five mental tasks", Proc. Conf. Eng. Appl. Neur. Net., pp.407-414, 1996.
- [5] J. D. Markel, and A. H. Gray, Jr., *Linear Prediction of Speech*, Springer-Verlag · Berlin · Heidelberg · New York, 1980.
- [6] S. J. Orfanidis, *Optimum Signal Processing : An Introduction, 2nd ed.*, Macmillan Publishing Co., 1988.
- [7] T. Musha, S. Kimura, K. I. Kaneko, K. Nishida, 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, 2000.
- [8] H. Matsunaga, H. Nakazawa, "만족감 계측을 위한 기초적 연구", 일본 인간공학, vol. 34-4, pp. 191-201, 1998.
- [9] 이상한, 김동준, 강동기, 김홍환, 고한우, "뇌파의 AR 모델링을 통한 인간의 감성평가에 관한 연구", 2002년도 대한전기학회/대한전자공학회 시스템 및 제어분야 합동추체 학술대회는문집, pp. 7-10, 2002.