

# 생체신호를 이용한 정서 판별

## Emotion classification using physiological signal

노지혜, 박혜준, 양실비아, 손진훈  
충남대학교 심리학과

*Key words: Physiological signal, Emotion Classification, Human Computer Interaction*

### 1. 서론

HCI(human computer interaction)에서 인간중심의 인터페이스가 중요하게 여겨지게 됨에 따라, 컴퓨터 혹은 기계의 정서 인식과 판별에 대한 많은 연구가 진행되고 있다. 특히 e-learning, 게임 등을 이용할 때, 사용자가 특정 콘텐츠를 이용할 때 느끼는 감정을 판별해 내는 것이 중요하게 여겨지는데, 사용자가 해당 제품을 사용할 때의 감정을 실시간으로 분석하여 그에 알맞은 피드백을 제공한다면 사용자가 효율적으로 해당 콘텐츠를 사용할 것이다.

기존의 정서 인식, 판별 연구는 주로 사용자의 얼굴 표정에 초점을 맞추고 있다(Zeng, Pantic, Roisma, & Huang, 2009). 예를 들어 Kaliougy 와 Robinson 은 얼굴표정을 이용하여 6 가지의 감정상태를 판별한 결과, 77.4%의 정확 판별률을 보였다. 이처럼 얼굴표정을 기반으로 한 정서 판별은 훌륭한 정확판별률을 보이지만, 얼굴 근육은 수의적 운동이 가능하다는 단점이 있다. 따라서 다양한 사회적 상황에서, 사람들은 얼굴 표정을 감추거나, 다른 표정으로 대체시킬 수 있다(Picard, Vyzas, & Healey, 2001).

이러한 문제를 보완하기 위하여, 자율신경계와 같은 생체신호를 사용할 필요가 있다. 정서를 일으키는 상황이 생리적 반응을 일으키고, 이로 인해 정서의 느낌을 구성한다는 James-Lange 이론(James, 1884; Lange, 1887) 이후 수많은 정서에 대한 생리반응 연구가 진행되어 왔다. 이는 정서인식 연구에서도 마찬가지로인데, Picard 와 동료들(2001)은 8 가지 정서를 생체신호를 통해 판별한 결과, 최고 46.3%의 정확판별률을 획득하였고, Kim 과 동료들(2004)은 생체신호를 이용하여 4 가지 정서를 61.76%의 정확률로 판별하였다.

하지만, 생체신호를 사용한 대부분의 정서 판별 연구에서는 한 사람으로부터 추출한 데이터를 사용하여, 이로부터 도출한 알고리즘을 다양한 사람들에게 적용하기 어렵다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위하여

본 연구에서는 다양한 연령과 성별을 가진 실험참가자로부터 생체 신호 데이터를 수집하여, 지루함, 흥미, 기쁨, 중립을 사용하여 정서 판별을 실시하였다.

### 2. 실험 절차

#### 2.1. 생체신호 측정

본 연구에서는 시각, 청각, 그리고 시청각으로 제시된 4 가지의 정서(지루함, 흥미, 기쁨, 중립)를 실험참가자에게 유발시킨 뒤, 그에 의해 나타나는 자율신경계 반응을 측정하였다. 실험참가자는 대학생 129 명(평균 220) 과 청소년 88 명(평균 16.0 세)이었다.

생리신호는 심전도(Elctrocardiogram; ECG), 호흡(Respiration; Resp), 맥파(Photoplethymograph; PPG), 피부전기활동(Electrodermal activity; EDA), 손가락피부온도(Skin Temperature; SKT)를 측정하였다.

#### 2.2. feature 추출

생체신호에서 추출한 feature 는 다음과 같다. 심전도에서 9 개 feature, 호흡에서 4 개 feature, 맥파에서 2 개 feature, EDA 에서 2 개 feature, SKT 에서 2 개 feature, 총 18 개 feature 를 추출하였다.

표 1. 생체신호 feature

신호	feature
ECG	HR(heart rate), SD_RRI(standard deviation of RR interval), RMSSD(square root of the mean squared of successive normal-to-normal RR interval), pNN50(percentage of successive RR interval differences>50ms), RSA(respiratory sinus arrhythmia), LF(low frequency), HF(high frequency),

	HRV(heart rate variability)
Resp	Resp_R(respiration rate), Resp_Rsd(standard deviation of respiration rate), Resp_A(respiration amplitude), Resp_Asd(standard deviation of respiration amplitude)
PPG	BVP(blood volume pulse), PTT(pulse transit time)
EDA	SCL(skin conductance level), SCR(maximum skin conductance response)
SKT	meanSKT(mean of skin temperature), maxSKT(maximum skin temperature)

### 2.3. 실험 결과

안정상태 30 초와 실험참여자가 가장 정서를 크게 느꼈다고 한 부분 30 초 동안의 feature 값을 추출한 후, 안정상태와 정서유발상태의 생체신호 feature 의 변화량을 이용하여 정서 판별을 하기 위해 선형판별분석을 하였다.

표 2. 선형판별분석을 이용한 네 가지 정서 판별

	지루함	흥미	기쁨	중립
지루함	<b>41.4</b>	13.6	13.6	31.4
흥미	14.2	<b>44.3</b>	13.6	27.8
기쁨	9.2	17.9	<b>69.4</b>	3.5
중립	20.2	21.3	6.9	<b>51.6</b>

51.7% 정확판별률

그 결과, 전체 51.7%, 지루함 41.4%, 흥미, 44.3%, 기쁨 69.4%, 중립 51.6%의 정확판별률로 정서를 판별하였다.

선형판별분석을 사용하여 예측한 정서가 실제 정서와 일치하는지를 알아보기 위해 Kappa 계수를 구하였다. 그 결과 실제 정서와 예측된 정서가 우연수준이상으로 일치하였다(Kappa=0.355, 정확도  $p < 0.001$ ).

흥미를 제외하고 지루함, 기쁨, 중립 세가지 정서에 대해 선형판별분석을 실시하였다.

표 3. 선형판별분석을 이용한 세 가지 정서 판별

	지루함	기쁨	중립
지루함	<b>45.0</b>	14.2	40.8
기쁨	13.3	<b>74.6</b>	12.1
중립	23.4	7.4	<b>69.1</b>

63.2% 정확판별률

그 결과 전체 63.2%, 지루함 45.0%, 기쁨 74.6%, 중립 69.1%의 정확판별률로 세 가지 정서가 판별되었다.

### 3. 결론

본 연구에서는 e-learning, 게임과 같은 HCI 환경에서 중요한 감정으로 여겨지는 지루함, 흥미, 기쁨, 중립을 생체신호를 통하여 판별하도록 하였다. 그 결과 51.7% 정확률로 정서 판별이 가능하였고, 지루함, 기쁨, 중립 세가지 정서를 판별하였을 때, 63.2%의 정확률을 보였다.

본 연구에서는 다양한 나이와 성별의 실험참가자로부터 데이터를 수집하였기 때문에, 본 연구의 결과에서 도출할 수 있는 정서 판별 알고리즘을 성별, 나이에 상관없이 범용적으로 사용할 수 있다는 장점이 있다.

하지만 51.7%의 정확률은 비록 random 확률 보다는 높은 수준이지만, 이를 바로 HCI 환경에 적용하기에는 적절치 않다는 단점이 있다. 따라서 생체신호 뿐 아니라, 얼굴표정과 같은 다른 모달리티를 통합하여 정서 판별률을 높여야 할 필요가 있다.

### 참고문헌

- 이대중, 이경아, 고현주, 전명근 (2005). 정지영상과 동영상의 융합모델에 의한 얼굴 감정인식. *퍼지 및 지능시스템학회 논문지*, 15(5) 573-580.
- James, W. (1884). What is an emotion? *Mind*, 9, 188-205.
- Kaliouby, R. El, & Robinson, P. (2005). Real-time inference of complex mental states from facial expression and head gestures, *Real-time vision for human-computer interaction*, 3, 181-200.
- Kim, K. H., Bang, S. W., & Kim, S. R. (2004). Emotion recognition system using short-term monitoring of physiological signals. *Medical & biological engineering & computing*, 42, 419-427
- Lange, C. G. (1887). *Über Gemuthsbewegungen*. T. Thomas, Leipzig.
- Picard, R. W., Vyzas, E., & Healey, J. (2001). Toward machine emotional intelligence: Analysis of affective physiological state. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 23(10), 1175-1191.
- Zeng, Z., Pantic, M., Roisman, G. I., & Huang, T. S. (2009). A survey of affect recognition methods: Audio, visual, and spontaneous expressions. *IEEE Transactions of pattern analysis and machine intelligence*, 31(1), 39-58.