

생체신호 분석과 K-Means 분류 알고리즘을 이용한 감정 인식

차상훈 · 김성재 · 김다영 · 김광백 · 윤상석

신라대학교

Emotion Recognition using Bio-signal Measurements & K-Means Classifier

Sang-hun Cha · Sung-Jae Kim · Da-young Kim · Kwang-baek Kim · Sang-Seok Yun

Silla University

E-mail : gbkim@silla.ac.kr / ssyun@silla.ac.kr

요 약

본 논문은 사회적 상호작용 결여로 감정 기록이 심하고 스트레스로 인해 정서불안 증세를 보이는 자폐 범주성 장애아동의 감정 상태를 인식하기 위한 목적으로 4가지 감정 자극에 대하여 생체신호를 분석하고 K-Means 알고리즘을 적용하여 획득한 정보로부터 감정 상태를 인식하는 방법을 제안한다. 실험 구성은 참가자가 주어지는 감정자극 영상을 시청하는 동안 맥파 및 피부전도 센서를 이용하여 생체신호를 측정 후 자율신경 비율을 나타내는 LF/HF의 심박 정보와 피부 반응 정보를 정량적으로 분석하였고, 추출된 정보로부터 K-Means 알고리즘을 적용하여 감정 상태를 분류하는 과정으로 진행된다. 총 3명의 일반인을 대상으로 실험을 진행하였으며, 4가지 감정 자극에 대한 실험을 수행한 결과, 생체신호 측정을 이용한 감정인식 방법이 제시되는 감정 자극을 충분히 분류할 수 있음을 확인할 수 있었다.

키워드

생체신호, 감정인식, Emotion Recognition, HRV, K-Means, LF/HF

I. 서 론

자폐 범주성 장애아동은 사회적 상호작용의 지속적인 결핍의 특징을 보유하고 있으며, 이로 인해 불안정한 정서 및 상대방의 감정에 대한 공감 능력의 결여증상을 나타낸다[1].

이와 같은 특징을 보유한 자폐 범주성 장애아동의 중재 치료를 위해 3D 센서를 이용하여 로봇과의 눈맞춤으로 상호작용을 시도하거나[2], 소리와 행동 자극을 통하여 상호작용을 수행하는 연구[3]들이 대상자들의 의사 표현 행동과 눈맞춤, 주의집중 증진에 효과적이라는 결과를 보이고 있다.

본 연구에서는 사용자의 감정상태를 보다 효과적으로 인식하기 위해 생체측정용 센서를 이용하여 짧은 시간동안 변화하는 대상자의 신경계 변화를 측정하고, 주어지는 기쁨, 슬픔, 혐오, 공포의 4가지 감정자극 영상에 따른 생체신호 분석과 감정 분류 알고리즘을 통하여 대상자의 심리상태를 분류할 수 있는 감정인식 시스템을 제안한다(그림 1 참조).

II. 감정인식 시스템

먼저, 사용자의 생체적 변화를 측정하기 위한 바이오센서에는 맥파(PPG), 피부전기전도도(GSR), 심전도(ECG), 뇌파(EEG) 등이 있다. 하지만 심전도와 뇌파는 머리와 팔, 다리, 흉부 등에 직접 부착하여 측정해야 하므로 움직임이 많은 아이들에게는 적절하지 않다. GSR는 주변 상황과 정신적 자극에 민감한 손가락 부위의 땀샘의 전기 저항을 측정함으로써 실험 대상자의 정신적 상태를 파악할 수 있다[4-5]. PPG는 적외선을 피부에 투사하여 말초 혈류의 양을 측정하는 장비로, 자율신경계의 활동에 따라 그 값이 변화한다. 자율신경계는 교감신경과 부교감신경계로 나누어지는데, 이 중 부교감신경 활성도의 감소는 스트레스와 불안을 겪고 있는 사람들에게서 나타난다[5].

다음으로, 인간의 감정은 상기의 자율신경계의 변화와 관련이 있으며, 심박변이를 분석하기 위하여 PPG신호의 주파수 영역인 LF(Low Freq.), HF(High Freq.), LF/HF Ratio의 수치로 감정상태 분류를 위한 데이터를 획득하게 된다.

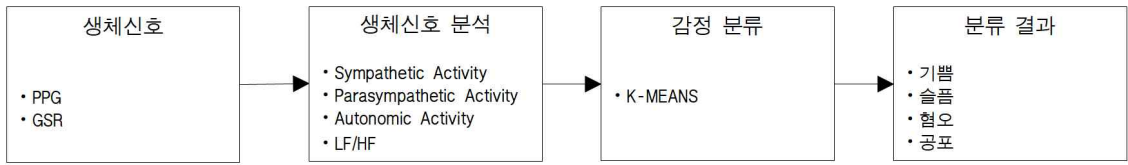


그림 1. 감정인식 시스템 구조도

여기에서, HF는 부교감신경의 활동에 의한 지표로써, 스트레스나 공포, 불안을 겪는 사람에게서 낮게 나타난다. LF는 교감신경과 부교감신경의 활성도를 동시에 반영하지만 대부분 교감신경의 활성화 지표로 보며, LF/HF Ratio는 LF와 HF의 균형을 나타낸다. 이 값이 클 때는 공포의 감정을, 작을 때는 기쁨의 감정 상태를 가지고 있다고 판단한다[6][7].

K-Means 알고리즘은 비지도 학습 알고리즘으로써 본 연구에서는 생체신호를 통해 얻은 정보들을 가지고 보다 정확하게 감정을 분류하는 용도로 쓴다. K-MEANS는 서로 같거나 비슷한 데이터들의 군집화를 위해 사용하며 PPG신호의 LF/HF값에 의한 감정인식 분류 정확도를 높인다.

마지막으로, 감정 구분에는 폴 에크만이 제안하는 6가지 감정[8] 중 기쁨, 슬픔, 혐오, 공포 4가지 감정을 선정한 후, PPG센서 및 생체신호 분석정보로부터 LF/HF값을 K-Means 알고리즘으로 분류하고, GSR 센서로부터 획득된 파형 정보로부터 감정 상태를 분류하게 된다.

III. 실험

실험은 LAXTHA사에서 구매한 PPG 센서인 Ubpulse H3와 GSR 센서가 장착된 아두이노를 노트북과 연결하고, Visual Studio로 프로그래밍 된 감정인식 시스템이 4가지 감정영상을 제공하면서 두 종류의 생체신호 데이터를 추출하고 감정상태를 분류하도록 구성하였다(그림 2 참조).



그림 2. 감정인식을 위한 실험장치 구성

실험의 절차는 그림 2와 같이 PPG센서와 GSR 센서를 장착한 3명의 20대 초반의 대학생을 대상으로 그림 3과 같이 기쁨, 슬픔, 혐오, 공포의 4가지 감정을 자극하는 시청각 자료를 각 3분씩 순차적으로 시청하게 되며, 다음 감정자극의 영상이 이



그림 3. 감정자극에 사용한 시청각 자료

전 영상의 감정에 영향을 미치지 않도록 영상 사이에 3분의 대기 시간을 가지도록 설정하였다.

사용자가 시청각 자료를 시청하는 동안, 감정 시스템은 PPG센서와 생체신호 분석정보로부터 획득된 LF/HF 값을 K-Means 분류기에 전송하여 동일한 감정끼리 4가지의 감정이 각각 뚜렷하게 분류 되는지를 분석하려 하였으며, GSR센서를 통해 자극에 대한 즉각적인 생체적 반응을 살펴보고자 하였다.

IV. 분석 및 결론

상기 실험구성을 통하여 다음의 결과를 도출하였다.

표 1. K-Means 분류를 통한 감정자극 일치율

	기쁨	슬픔	공포	혐오	대기
기쁨	31%	7%	5%	18%	11%
슬픔	17%	41%	1%	23%	18%
공포	21%	20%	88%	18%	20%
혐오	11%	24%	3%	31%	21%
대기	20%	8%	3%	10%	30%

먼저, 표 1과 같이 공포자극에 공감하는 감정 일치율은 88%로 높은 정확성을 보였으나, 다른 감정자극에서는 대략 3-40%의 일치율로 K-Means 분류기가 정확하게 군집화되지 않음을 확인할 수 있었다.

일치율이 낮은 주요 요인으로는 추출한 생체신호 정보가 특정자극(공포)을 차별화하는 주요 특징이기는 하나 다른 심리적인 요소를 차별화하는 부분에 있어서 한계를 보인다고 판단되며, 추가적인 생체신호의 분석정보가 필요함을 확인하였다. 그리고, 분류기에 연속적으로 입력되는 샘플 수 및 분류기준에 대한 선처리 수행 부분도 보완되어야 할 사항으로 판단된다.

다음으로, GSR센서 정보로부터 분석된 실험 참가자의 감정자극 파형은 그림 4-8과 같다.

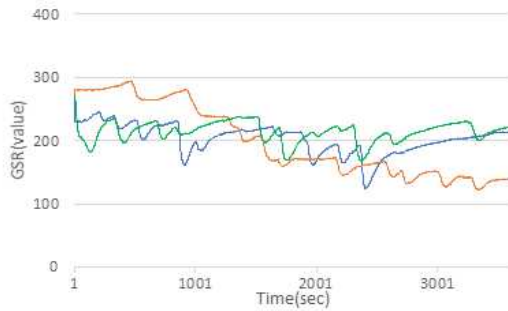


그림 4. 기쁨자극에 대한 파형 변이

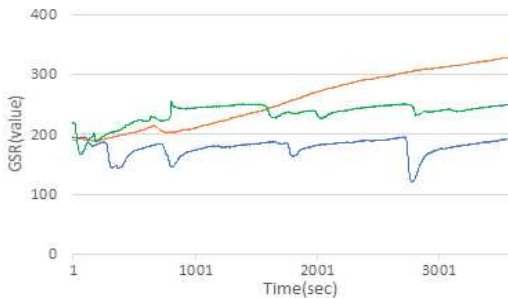


그림 5. 슬픔자극에 대한 파형 변이

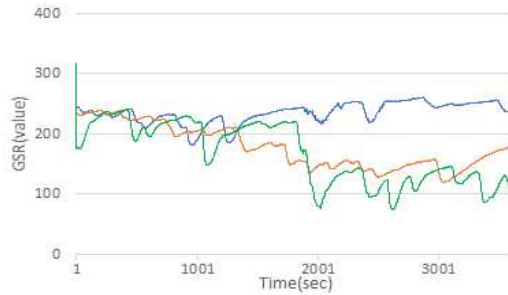


그림 6. 혐오자극에 대한 파형 변이

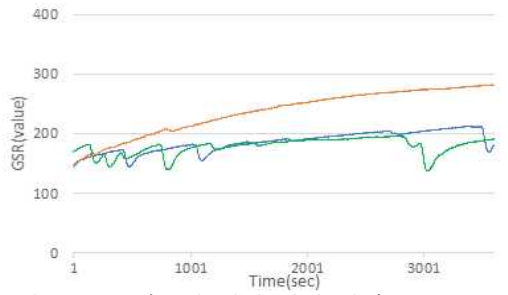


그림 7. 공포자극에 대한 파형 변이

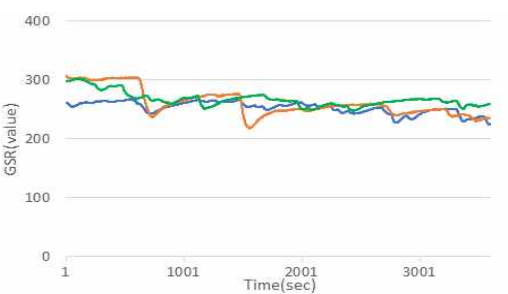


그림 8. 대기상태에 대한 파형 변이

시간경과에 따른 파형을 살펴보면, 기쁨과 혐오 자극이 변동은 크지만 점차 하락하는 추세를 보이고, 슬픔과 공포 자극에서는 단기 변동은 작지만 점차 증가하는 추세를 보임으로써 두 감정자극들 사이에는 명확한 차이를 나타낸다. 하지만, 동일형태의 자극간에는 유의미한 차이를 보이지 않는다.

향후에는, 바이오센서부터 추출되는 생체신호를 보다 다양한 형태로 분석하고 입력샘플의 분류기준을 명확히 설정하여 실험참가자의 심리적인 감정상태를 보다 명확하게 추출할 수 있도록 감정인식 모델을 개선할 계획이다. 뿐만아니라, 감정자극의 선정, 자극 시기 및 평가체계를 마련하여 보다 객관성을 확보하는 데 주력하고자 한다.

Acknowledgement

본 논문은 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2018R1C1B5045213).

References

- [1] 권준수, 김재진, 남궁기, 박원명, 신민섭, 유범희, 윤진상, 이상익, 이상환, 이영식, 이현정, 임효덕, 한국: *정신질환의 진단 및 통계편람* 제5판, 서울: 학지사, 2015.
- [2] S-S. Yun, H. Kim, J. Choi, S.-K. Park, "A Robotic System with Behavioral Intervention facilitating Eye Contact and Facial Emotion Recognition of Children with Autism Spectrum Disorders," *Journal of Korea Robotics Society*, Vol. 10, No. 2, pp. 61-69, 2015.
- [3] K. H. Kim, H. S. Lee, S. J. Jang, H. J. Ku, "The Reaction of Children Labeled with Autism through Interactions with Robot," *Korea Society for the Emotional & Behavioral Disorders*, Vol. 26, No. 1, pp. 331-353, 2010.
- [4] H. Kim and K. Kim, "Comparative Studies on the Measurement of Photoelectric Plethymography between Reflection and Transmission," *Conf. of The Korean Institute of Electrical Engineers*, July, pp. 1948-1949, 2010.
- [5] J. Ryu, S. Beack, S. Paek, and D. Kim, "A Study of GSR Signal Processing for Virtual Reality System for Treatment of Mental Illness," *Conf. of The Korean Institute of Electrical Engineers*, July pp. 149-153, 2004.
- [6] 최병문, 노규정, "Heart Rate Variability, HRV", *대한마취약리학회*, 45-86, 2004.
- [7] D.-M. Shin, D.-I. Shin, D.-K. shin, "Research of Real-Time Emotion Recognition Interface Using Multiple Physiological Signals of EEG and ECG," *Korea Game Society*, Vol. 15, No. 2, pp. 105-114, 2015.
- [8] P. Ekman, "Facial expressions," *Handbook of cognition and emotion* pp. 226-232, 1999.