

안정상태 뇌파를 활용한 딥러닝 기반 정신질환 분류 시스템

조은비, 안우석, 황한정, *이승환
고려대학교, 고려대학교, 고려대학교, *비웨이브

chuforyou@korea.ac.kr, harry4746@korea.ac.kr, hwanghj@korea.ac.kr, *lshpss@hanmail.net

Deep Learning Based Classification of Mental Disorders Using Resting-State Electroencephalography

Eunbi Cho, Wooseok Ahn, Han-Jeong Hwang, *Seunghwan Lee
Korea Univ, Korea Univ, Korea Univ, *Bwave.

요약

본 논문은 안정상태의 뇌파(electroencephalography: EEG)를 활용해 주요 우울 장애(major depressive disorder: MDD)와 외상 후 스트레스 장애(post-traumatic stress disorder: PTSD)를 객관적으로 구별하는 딥러닝 기반 분류시스템을 제안한다. 정상인 41명, MDD 46명, PTSD 42명이 연구에 포함되었으며, 전처리된 데이터를 이용하여 딥러닝 분석을 수행하였다. 그 결과, EEGNet이 ShallowNet에 비해 최소 5 % 포인트 이상 향상된 성능을 보였고, 정상인과 MDD는 85.06 %, 정상인과 PTSD는 87.54 %의 분류 정확도를 보였다. 이런 결과는 EEG 기반 딥러닝이 정신질환 구별에 효과적인 도구가 될 수 있음을 보여준다.

I. 서론

주요 우울 장애(major depressive disorder: MDD)와 외상 후 스트레스 장애(post-traumatic stress disorder: PTSD)는 전 세계적으로 높은 유병률을 보이며, 삶의 질을 크게 저해하는 대표적인 정신건강 질환이다. 두 질환은 우울감, 수면장애 등에서 유사성을 보여 현재의 주관적 진단 시스템에서는 오진과 치료 지연의 위험이 크다. 특히 소방관과 같은 정신질환 고위험군에서는 이러한 문제가 반복되면 질환의 만성화 및 재발로 이어질 수 있어 보다 객관적이고 신뢰할 수 있는 진단 도구의 도입이 필요하다. 뇌파(electroencephalography: EEG)는 비침습적이며 개인의 고유한 신경생리학적 특성을 반영하기 때문에, 정신건강 상태를 모니터링하고 질환을 감별하는 데 적합한 도구이다[1]. 본 연구에서는 안정상태 뇌파를 활용해 딥러닝 모델을 통해 정상인과 MDD, PTSD 환자를 구별하고자 한다.

II. 본론

본 연구에는 정상인 41명, MDD 46명, PTSD 42명이 포함되었다. EEG는 62개의 채널에서 1,000Hz의 샘플링 속도로 획득되었고, 눈을 감은 안정상태와 눈을 뜬 불안정상태에서 측정되었다. 외부 자극의 영향을 최소화하기 위해, 눈을 감은 상태의 3분 데이터를 분석에 활용하였다. 수집된 데이터는 1 - 55 Hz의 대역 통과 필터를 거친 후 200 Hz로 다운샘플링 되었고, 자동 블라인드 소스 분리 알고리즘으로 안구 및 근육 움직임에 따른 잡음을 제거하였다. 전처리된 데이터를 CNN 기반 딥러닝 모델인 ShallowNet과 EEGNet에 적용하여 정상인과 정신질환군을 구별하였다. 모델의 학습 및 검증을 위해 전체 데이터를 4:1의 비율로 분할하였고, leave-one-out cross-validation (LOOCV)을 통해 분류 성능을 평가하였다.

III. 결론

표 1은 정상인과 MDD, 정상인과 PTSD로 분류 조건을 나누어 분석한 결과이다. ShallowNet을 적용했을 때, 정상인과 MDD는 80.46 %, 정상인과 PTSD는 80.72 %의 정확도로 분류해냈으며, EEGNet을 적용했을 때는 각각 85.06 %, 87.54 %로 ShallowNet에 비해 향상된 정확도를 보였다. EEGNet이 시계열 데이터인 EEG에 더 최적화된 모델이기 때문에, ShallowNet에 비해 성능이 향상되는 것으로 보인다[2]. 이러한 결과는 EEG 기반 딥러닝이 정상인과 정신질환자를 구별해내는 도구가 될 수 있음을 보여준다. 향후, 추가적인 연구 개발을 통해 분류정확도를 향상시키고자 한다.

표 1. 정상인과 정신질환군의 분류 결과

분류 정확도	ShallowNet	EEGNet
정상인 vs. MDD	80.46 %	85.06 %
정상인 vs. PTSD	80.72 %	87.54 %

ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2024년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. RS-2024-00455484).

참고문헌

- [1] Gordon, E., Palmer, D.M., Cooper, N., "EEG Alpha Asymmetry in Schizophrenia, Depression, PTSD, Panic Disorder, ADHD and Conduct Disorder", *Clinical EEG and Neuroscience*, vol. 41, no. 4, pp. 178-183, 2010.
- [2] Lawhern, V.J., Solon, A.J., Waytowich, N.R., Gordon, S.M., Hung, C.P., Lance, B.J., "EEGNet: a compact convolutional neural network for EEG-based brain-computer interfaces", *Journal of Neural Engineering*, vol. 15, no. 5, 2018.