



KYUNGHEE  
UNIVERSITY

# EEG 데이터를 이용한 알츠하이머병 진단을 위한 딥러닝 기반 분류 모델의 성능 평가

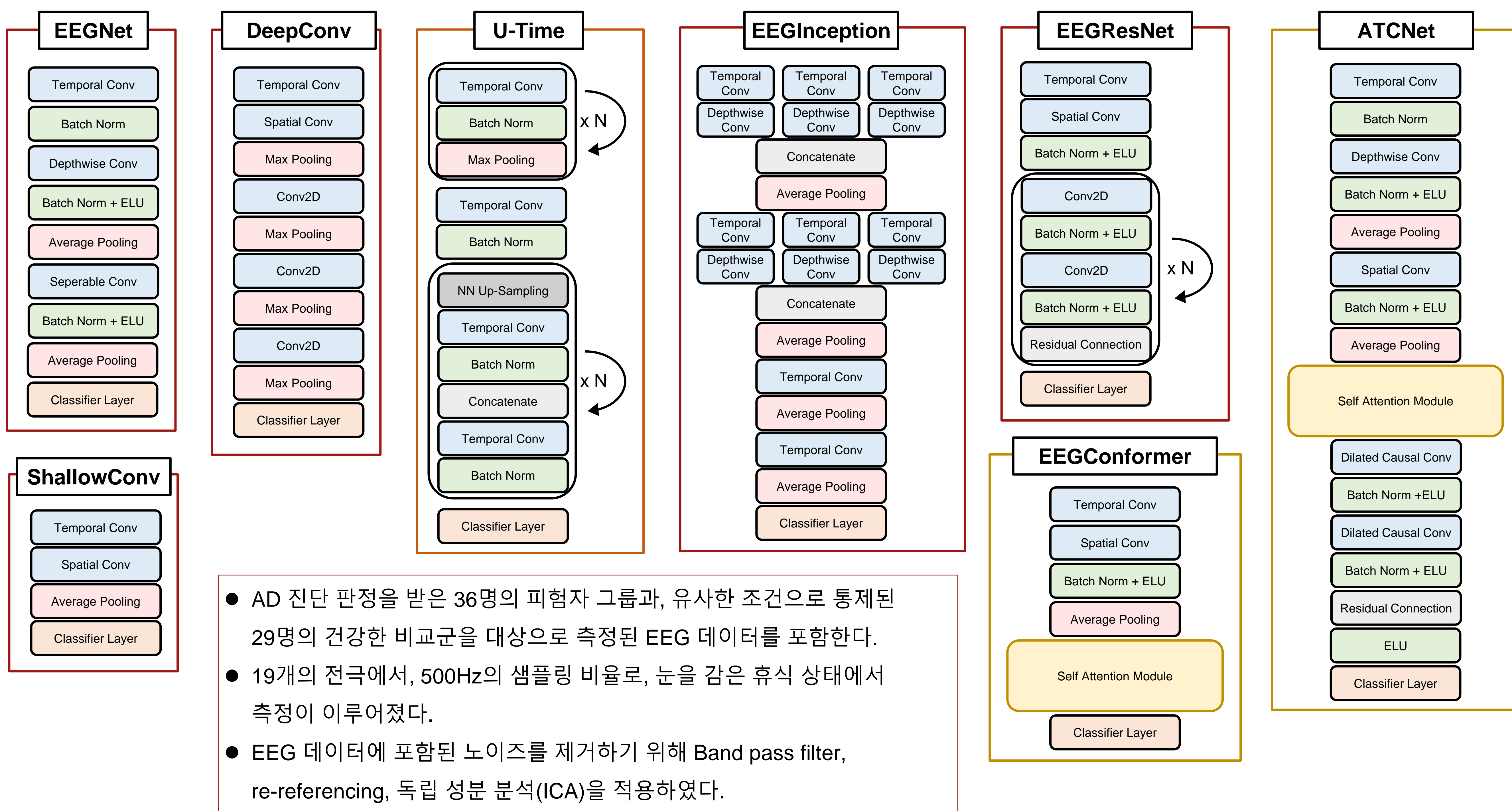
Department of Software Convergence, Kyung Hee University, Republic of Korea



## Introduction

- 알츠하이머병(Alzheimer's Disease, AD)은 치매의 주된 원인으로 알려진 퇴행성 뇌질환으로, 기억력 감퇴, 인지 기능의 저하 같은 점진적인 증상을 보이며, 현재까지 이 병을 근본적으로 치료할 수 있는 방법은 발견되지 않았다.
- 알츠하이머병의 진단에는 주로 MRI나 PET 스캔이 사용된다. 이러한 방법들은 시간과 비용이 많이 소요되고, 상당한 신경 변성이 진행된 후에야 진단을 받게 되는 경우가 많기 때문에, 보다 접근성이 높은 대안을 필요로 한다.
- 뇌파 검사(Electroencephalogram ,EEG)는 뇌 질환 검출에 신뢰할 수 있는 임상 도구로 확립되었으며, 최근에는 딥러닝 기술이 EEG 데이터를 활용한 알츠하이머병 진단에 효과적인 접근 방식으로 부상하고 있다.
- CNN, RNN, 트랜스포머 등 다양한 아키텍처를 통해 EEG 신호의 복잡한 패턴을 학습하고, 이를 통해 AD의 잠재적인 생체 지표를 정확하게 식별할 수 있다.
- 본 논문에서는 EEG를 이용하여 알츠하이머병 진단을 위해 최적화된 8가지 딥러닝 기반 분류 모델의 성능을 평가하고 비교한다. 이는 각 모델의 특징과 그 구조가 성능에 미치는 영향을 이해하고, 더 나아가 알츠하이머병의 조기 진단 및 모니터링에 가장 적합한 모델을 선별하는 데 중요한 기여를 할 수 있을 것으로 기대한다.

## Data & Model Description



## Model optimization and performance evaluation

모델	정확도	재현율	특이도	F1-Score
EEGConformer	0.7859	0.6935	0.8974	0.7518
ATCnet	0.7636	0.7714	0.7541	0.8220
EEGNet	0.7511	0.7469	0.7562	0.7979
U-Time	0.7375	0.7322	0.7438	0.8019
DeepConvNet	0.7335	0.7729	0.6860	0.8296
ShallowConvNet	0.7272	0.7214	0.7341	0.7811
EEGResNet	0.6989	0.7291	0.6625	0.7890
EEGInception	0.6889	0.6101	0.7841	0.6813

- 각 모델들은 Optuna 프레임워크를 활용하여 최적의 하이퍼파라미터 조합을 탐색하였다.
- 필터 크기와 개수, 풀링, 스트라이드, dilation 크기, layer 수, Attention head 수, 등을 대상으로 최적화를 진행하였고, 총 100회의 탐색 결과 가장 우수한 Validation loss를 갖는 하이퍼파라미터 집합으로 각 분류 모델을 설계하였다.
- 모델 성능 평가에는 Leave-One-Subject-Out(LOSO) 검증 방법을 사용하였고, 분류 평가 지표로 정확도, 재현율, 특이도, F1-Score를 사용한다.

## Conclusions

- 실험 결과, EEGConformer와 ATCNet 모델이 각각 78.59%와 76.36%의 정확도를 기록하여 가장 높은 성능을 나타냈으며, 이 두 모델은 트랜스포머 네트워크의 Multi-Head Attention 모듈을 통합하여 구성된 것이 공통적인 특징이다.
- 추가 데이터 수집이나 데이터 증강 기법의 적용을 통해 모델의 표현력과 하이퍼파라미터의 최적화를 더욱 극대화할 수 있을 것으로 기대된다.
- 또한, 본 연구는 향후 EEG 데이터를 활용하여 알츠하이머병 진단을 위한 독자적인 딥러닝 기반 분류 모델을 개발할 때 중요한 비교 평가 자료로 활용될 수 있을 것이다.
- 딥러닝 모델을 이용한 조기 진단 방법은 비용과 시간을 절약하고, 알츠하이머병 환자의 삶의 질을 향상시킬 수 있는 중요한 진전을 제공할 것으로 기대된다.