

Improving *EEG classification* of *alcoholic* and control subjects using *DWT-CNN-* *BiGRU* with various noise filtering techniques

Daniel Wiszniowski

O ARTYKULE

Nidhi Patel

Jaiprakash Verma

Swati Jain

Department of Computer Science and Engineering,
Nirma University,
Ahmedabad, Gujarat, *India*

Opublikowany: 19 sierpnia 2025, *Frontiers in Neuroinformatics*

PROBLEMY DO ROZWIAZANIA



Obecny sposób diagnozowania alkoholizmu opiera się na podstawie *subiektywnej* oceny



Sygnały EEG są podatne na *zakłócenia* i trudne w analizie

ROZWIAZANIE

Zastosowanie nowatorskiego modelu **DWT-CNN-BiGRU**
łączącego 3 technologie



DWT (Discrete Wavelet Transform)



CNN (Convolutional Neural Network)



BiGRU (Bidirectional Gated Recurrent Units)

METODY FILTRUJĄCE

Eksperyment badał zastosowanie 3 różnych metod filtrujących dane wejściowe



DCT (Discrete Cosine Transform)



DFT (Discrete Fourier Transform)



DWT (Discrete Wavelet Transform)

FILTROWANIE z DCT

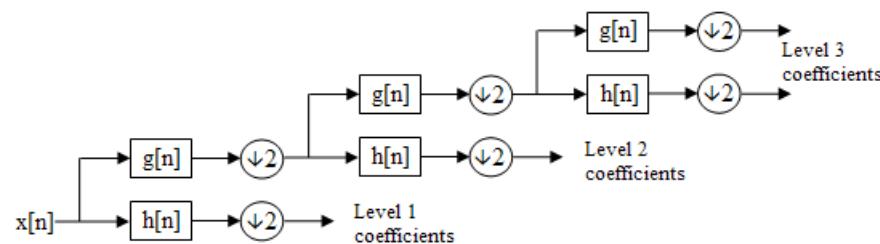
DCT przedstawia sygnał za pomocą sumy cosinusów o różnych częstotliwościach. Następnie odseparowane zostają komponenty o *wysokiej częstotliwości*, a dane są odtwarzane używając funkcji odwrotnej - *IDCT*.

FILTROWANIE z DFT

DFT przekształca sygnał na sumę *zespolonych* fal sinusoidalnych o różnych częstotliwościach, amplitudach i fazach. Następnie zidentyfikowane zostają pasma częstotliwości zdominowane przez zakłocenia, zostaje zastosowany odpowiedni filtr *usuwający niepotrzebne częstotliwości*, a sygnał zostaje odtworzony z użyciem *IDFT*.

FILTROWANIE z DWT

DWT przekształca sygnał na reprezentację *czasowo-częstotliwościową*. Sygnał EEG rozkładany jest na *4 poziomy*, następnie każdy *współczynnik detali* poddawany jest *miękkiemu progowaniu* (soft thresholding), redukując szum i zachowując kluczowe komponenty sygnału. Następnie zostaje on odtworzony poprzez *odwrócenie DWT*.



MODELE

Eksperyment badał zastosowanie 2 modeli

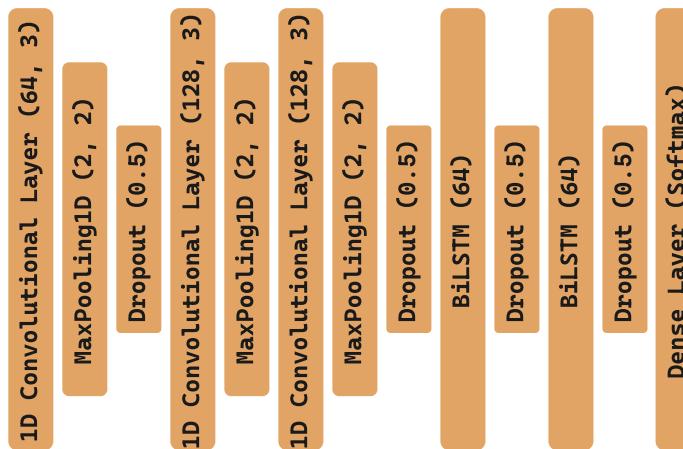


CNN-BiLSTM - Bidirectional Long Short-Term Memory



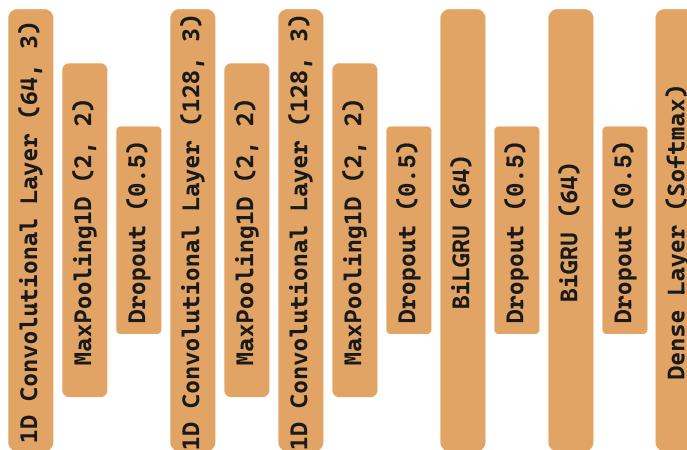
CNN-BiGRU - Bidirectional Gated Recurrent Unit

BiLSTM



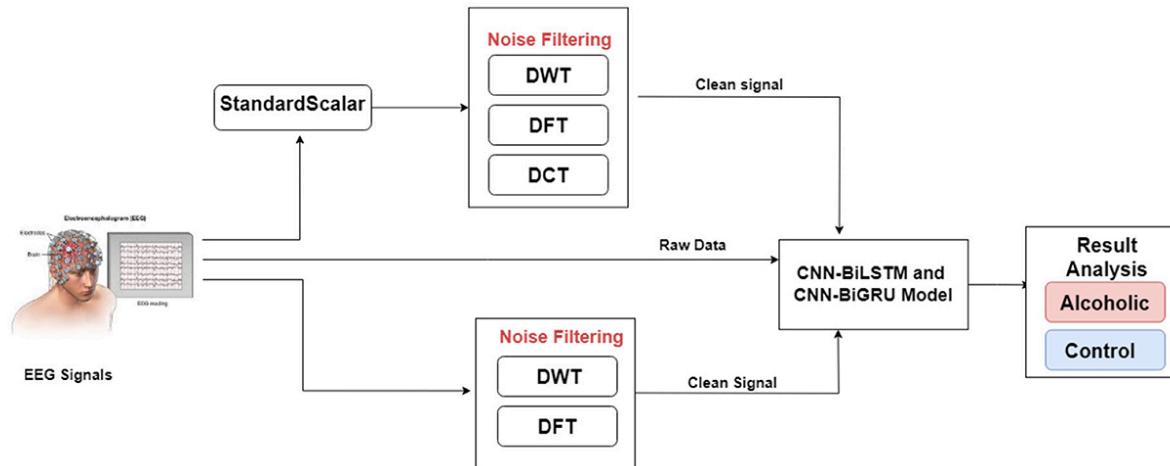
Rysunek warstw modelu BiLSTM odtworzony z opisu

BiGRU



Rysunek warstw modelu BiGRU odtworzony z opisu

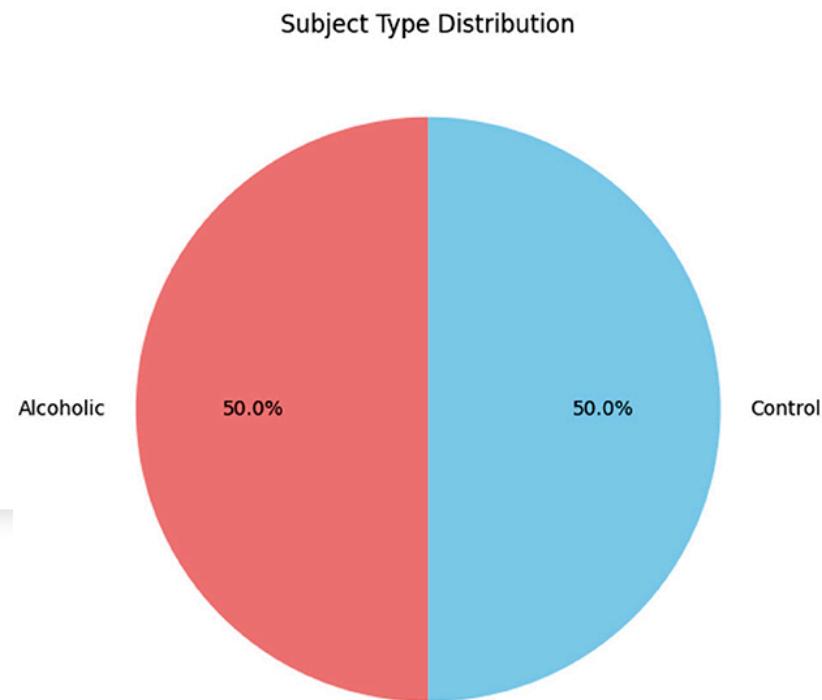
PRZEBIEG BADANIA



Schemat przebiegu badania

BADANI

W badaniu uczestniczyło 16 osób



WYNIKI

Najlepsze wyniki dla sprawdzanych modeli



CNN-BiLSTM - 93% dokładności



CNN-BiGRU - 94% dokładności

WYNIKI

Noise filtering technique	Model	Accuracy	Precision	Recall	F1 score
Raw data	CNN-BiLSTM	90%	0.90	0.91	0.91
DFT	CNN-BiLSTM	68.94%	0.58	1.00	0.73
DFT with standard scalar	CNN-BiLSTM	78%	0.58	0.99	0.73
DCT	CNN-BiLSTM	70%	0.64	0.93	0.76
DWT with standard scalar	CNN-BiLSTM	93%	0.93	0.96	0.95
DWT with standard scalar	CNN-BiGRU	94%	0.94	0.95	0.94

Tabela wyników badania