

脳波を用いて感情を効率的に分類する 小型の深層学習モデルの構築

A Compact Deep-Learning Model that Efficiently Classifies Emotions Using EEG

松村 滉¹⁾, 小林 伸彰²⁾

Kou Matsumura and Nobuaki Kobayashi

1) 日本大学 精密機械工学専攻 修士 (〒274-0063 千葉県船橋市習志野台7-24-1, E-mail: csku21109@g.nihon-u.ac.jp)

2) 博(工) 日本大学 准教授 (〒274-0063 千葉県船橋市習志野台7-24-1, E-mail: kobayashi.nobuaki@nihon-u.ac.jp)

Emotion classification is an essential technology in mental care and human-computer interaction. Emotion classification using electroencephalography (EEG) has attracted attention as a means of directly grasping the user's internal state. However, due to the high dimensionality of EEG data and the limitations of computing resources, there is a need to achieve both lightweight models and improved accuracy for generalization. In this study, we will adopt a deep learning model called EEG-TCNet to reduce the size of the emotion classification model and improve its accuracy. EEG-TCNet has a structure that combines the compactness of EEGNet with the high classification accuracy of a Temporal Convolutional Network (TCN). It effectively extracts the spatial and temporal features of EEG data. With this model, we aim to reduce the computational cost while maintaining high classification accuracy.

Key Words : BMI, emotion classification

1. はじめに

現代社会では、人間の内的状態を正確に把握し、メンタルケアや人間とコンピュータインタラクションを向上させる技術が求められている。特に、脳波 (EEG) を用いた感情分類は、ユーザーの感情状態をリアルタイムで捉える手段として注目されている。しかし、脳波データの高次元性や計算リソースの制約から、従来モデルの汎用化には課題が残る。

ブレイン・マシン・インターフェース (BMI) は、脳波などの生体信号を介してコンピュータや外部機器と連携する技術である。近年、BMIは身体障害者支援やメンタルヘルスケアの分野で大きな可能性を示しており、本研究もその応用の一端を担うことを目的としている。

本研究は、EEG信号からの感情分類において、従来のEEGNetにTCNの時系列解析能力を組み合わせたEEG-TCNetを提案し、モデルの軽量化と高精度化の両立を目指す。

2. 実験条件

本研究のモデル比較には、NVIDIA GeForce RTX 3090を使用し、感情分類に必要な生体データとしては、多様な感情情報を含むDEAPデータセットを採用した。

3. 実験方法

実験は以下の条件で実施した。DEAPデータセットをランダムに以下の割合で学習 (トレーニング) と分類精度検証 (テスト) データに分け、トレーニングおよびテストを実施した。

(1) トレーニング : テスト=5:5でEEG-TCNetによる実験

(2) トレーニング : テスト=5:5でEEGNetによる実験

(3) トレーニング : テスト=7:3, EEG-TCNetによる実験

(4) トレーニング : テスト=7:3でEEGNetによる実験

各条件において、快不快、覚醒、支配の各次元で高低二値分類の精度と損失を取得した。

4. 結果

各実験条件において、EEG-TCNetはEEGNetに比べ、テスト時の精度低下 (過学習) の傾向が少なく、特に7:3の分割条件で有意な高精度を示した。

各次元の分類精度と損失は、EEG-TCNetの方が安定した学習曲線であった。表1、表2に示す数値比較からも、実用化を見据えた場合、EEG-TCNetの優位性が示唆された。

表1 データを5対5に振り分けたときの精度比較

5対5	快不快	覚醒	支配
EEGTCN	0.6643	0.6714	0.7500
EEGNet	0.6719	0.7143	0.7321

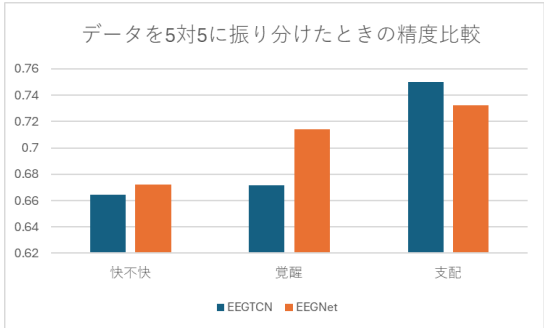


図1 データを5対5に振り分けたときの精度比較

表2 データを7対3に振り分けたときの精度比較

7対3	快不快	覚醒	支配
EEGTCN	0.734	0.7469	0.7857
EEGNet	0.6596	0.7353	0.7714

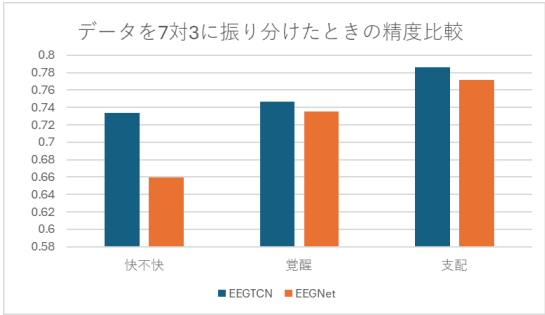


図2 データを7対3に振り分けたときの精度比較

5. まとめ

本研究により、EEG-TCNetは従来のEEGNetに比べ、汎用性と精度の両面で有意な改善が認められた。特に、データ分割比における堅牢性は、実用化に向けた大きな一歩である。また、精神医学的視点からは、感情状態の客観的評価ツールとしての有用性が示唆され、今後はユーザー個々の感情管理やメンタルヘルスケアの分野への応用が期待される。

参考文献

[1] 東広志、中西正樹、田中聡久、「脳波処理とブレイン・コンピュータ・インターフェース-計測・処理・実装・評価の基礎-」 コロナ社、2022.

[2] 無藤隆、森敏昭、遠藤由美、玉瀬耕治、「心理学 新版」有斐閣、2018.