

# BMIにおける転移学習を用いたCNNの性能向上

高橋 亮太\*

\* 法政大学 東京都小金井市梶野町 3-7-2  
\* Hosei University, 3-7-2 Kajinocho, Koganei, Tokyo, Japan  
\* E-mail: ryotakahashi0322@gmail.com

キーワード: Brain-Machine Interface, 脳波 (Electroencephalogram), 畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional neural network), 転移学習 (Transfer learning).

JL 0006/23/6206-0359 © 2023 SICE

## 1. 研究略歴

筆者は研究室に配属された学部生時代より、脳波を用いた機械制御の研究に取り組んできた。脳波制御手法 (Brain-Machine Interface, 以下「BMI」) の用途として、主に介護の補助やリハビリテーション支援などでの活用が期待されている。こうした脳波を用いた機械制御システムの構築には、脳波の自動認識性能の向上が必要である。この課題は長年取り組まれてきており、自動認識には機械学習手法が用いられることが多く、近年では畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network, 以下「CNN」) のような深層学習手法の採用が増加しつつある。しかし、CNNは学習に要する時間が長いという課題を抱えている。そこで筆者は、脳波データ分類におけるCNNの学習性能の向上の研究に着手した。その中でも学習効率を改善させる手法である転移学習手法に重点を置いて研究に取り組んだ。

## 2. 受賞論文の紹介

近年、脳波データ分類にも用いられる例が増えているCNNは、認識性能という面で強みをもつとされる。実際、脳波データを用いた場合においても、学習精度で従来の機械学習手法を上回った先行研究が確認できる<sup>1)</sup>。一方で、学習時間の長さが課題として挙げられる。その課題の解決策の1つとされるのが転移学習手法である。転移学習はほかのデータですでに学習を終えた事前学習済みの学習器を活用することで、通常の学習と比較して学習を効率的に進める手法である。転移学習を脳波データの分類学習に用いた結果、学習精度の向上や学習時間の短縮を実現した先行研究が確認できる<sup>2)</sup>。

CNNは通常、複数の畳み込み層をもつ形式で構成される。転移学習では各畳み込み層を新たな学習データで微調整、あるいは事前学習の状態のまま用いる設定 (学習の凍結) を行うことができる。転移学習をより有効に活用するためには、学習の凍結条件が学習結果にもたらす効果の理解も必要になってくると考えられる。本研究では5つの畳み込み層をもつCNNを使用し、転移学習を用いない場合と、凍結/微調整する畳み込み層のパターンを変えた4通りの学習凍結条件の転移学習の計5種類の学習結果を比較した。各学習結果を比較する際には学

習精度の面だけでなく、学習過程から学習における効率にも注目し、脳波データを用いた転移学習における学習凍結条件と学習結果の関係について検証した<sup>3)</sup>。

## 3. 今後の展望

本研究では脳波データの分類学習における、さまざまな学習凍結条件による転移学習を学習精度、学習効率の両面から比較検証した。本研究で用いたCNNは5つの畳み込み層をもっていたが、より大規模なCNNを用いるようになると、各条件の結果を比較して効果を判断するという方法は難しくなっていくと考えられる。そのため、今後の展望としてはGenetic algorithm (GA) のような手法を用いることで、最適な転移学習条件探索の自動化を検討していく。

(2023年3月14日受付)

### 参考文献

- 1) J. Wang, G. Yu, L. Zhong, W. Chen, and Y. Sun: Classification of EEG Signal Using Convolutional Neural Networks, 2019 14th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 1694/1698 (2019)
- 2) G. Xu, et al.: A Deep Transfer Convolutional Neural Network Framework for EEG Signal Classification, in IEEE Access, 7, 112767/112776 (2019)
- 3) 高橋, 杉山, ベトク, 白井, チャビ: BMIにおける転移学習を用いたCNNの性能向上, 第19回コンピューターショナル・インテリジェンス研究会講演論文集, 5/8 (2021)

受賞種別 [技術奨励賞]

論文タイトル [BMIにおける転移学習を用いたCNNの性能向上]

発表講演会名 [第19回コンピューターショナル・インテリジェンス研究会]

### [著者紹介]

高橋 亮太 君 (学生会員)



2021年法政大学理工学部機械工学科機械工学専修卒業。2023年法政大学理工学研究科機械工学専攻修士課程修了。在学中は脳波を用いたロボット制御の研究に従事。