

深層学習を用いた脳磁図計測による 子どもの自閉スペクトラム症識別

○立川 和樹¹, 河合 祐司¹, 朴 志勲¹, 高橋 哲也², 池田 尊司³, 吉村 優子⁴, 菊知 充³,
浅田 稔¹

¹大阪大学大学院工学研究科, ²福井大学保健管理センター,

³金沢大学子どものこころの発達研究センター, ⁴金沢大学人間社会研究域

現在, 早期かつ短時間での客観的指標に基づく自閉スペクトラム症 (Autism Spectrum Disorder: ASD) の診断が求められている. そのバイオマーカーとして, 脳波や脳磁図 (MEG) の信号複雑性である Multi-Scale Entropy (MSE) や, 機能的結合などが有望視されている (Bosl et al., 2011; Duffy et al., 2012; Takahashi et al., 2016) . また, 深層学習の一つの手法である畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network: CNN) は, 画像認識だけでなく, 脳波を用いたてんかん発作の検出などにおいて高い性能を示している (Thodoroff et al., 2016) .

そこで, 本研究では, 子どもの MEG データを CNN への入力とし, ASD と定型発達 (Typical Development: TD) に区分した診断結果を教師ラベルとして, CNN を学習させることにより, MSE や機能的結合といった既存の指標よりも識別精度を向上させることを目標とした.

データセットとして, ASD43 人 (月齢 40-92) と TD90 人 (月齢 35-121) の脳活動を, 151 チャンネル子ども用脳磁図計を用いて, 1 回のデータ計測から体動などのアーチファクトが含まれた区間を除去した後に, 5 秒間のエポックに区切ったものを 1 人あたり複数個 (4-20 個) 用いた. CNN の構成は, 畳み込み層が 5 層, プーリング層が 5 層, 全結合層が 1 層とした. 比較手法としては, (L1, あるいは, L2 正則化した) SVM とロジスティック回帰を用いた. ここでの特徴量は, MSE, または, 機能的結合の推定でよく用いられる Phase-Lag Index (PLI) とした. 識別性能の評価は 10 分割交差検証を 9 回行い, その平均値を用いた.

その結果, CNN を用いた場合の識別率は, 82.4% (Sensitivity:79.8%, Specificity:83.1%) で最も高かった. 一方, MSE を特徴量とした場合, L1 ロジスティック回帰で識別した場合の識別率は 77.8% (Sensitivity:69.2%, Specificity:81.8%) であり, PLI を用いた識別は, どの識別器でもチャンスレベルである 68%以下であった. さらに, CNN の ASD 識別に貢献した入力箇所を可視化すると, CNN が右側頭葉前方の活動に大きく着目していることが明らかになった. この結果は, MSE を特徴量として, 線形識別した場合の重みを解析した結果とおよそ一致した.