

## 1 はじめに

ブレインマシンインターフェース (BMI) とは、脳と機械をつなぐ技術である。人の脳波から思考を読み取り、機械を操作する研究が盛んにおこなわれている。例えば、障がい者に向けた義手の開発や、障がいを持たない健常者に向けた第3の手の開発に関する研究もある。国際電気通信基礎技術研究所 (ATR) により、両腕を動かしながら第3の手を BMI によって操作できることが明らかになった [1]。ところが、第3の手と生来の手の脳波を分類できるかは明らかになっていない。本研究では、BMI による第3の手の制御を実現するために、CNN による第3の手と生来の手の脳波分類を試みる。具体的には、単一課題実行時の脳波を計測して CNN による分類精度を算出することで検証する。また、第3の手を右に表示した場合と左に表示した場合の CNN による分類精度を比較し、利き手と表示位置の関係を検証する。

## 2 単一課題実行時における脳波分類

単一課題実行時の脳波を計測し CNN で学習させ、テスト用のデータに適用し分類精度を算出した (実験 1)。単一課題は、生来の手と第3の手の3本の手のうちランダムに指定された1つの手を握るものである。脳波の計測には脳波計、Emotiv EPOC Flex Gel Kit を使用し、手を握る動作についてそれぞれ3秒間の計測を360試行ずつ行った (図1, 図2)。このうち300試行ずつ、計900試行を CNN の学習に使うための学習用脳波データとした。また60試行ずつ、計180試行を分類精度を算出するためのテスト用脳波データとした。学習用脳波データはクロップによりデータ拡張を行った。CNN の入力サイズを128、クロップ時のステップ幅を40に設定したものと、CNN の入力サイズを256、クロップ時のステップ幅を80に設定したものをを用いた。クロップすることで入力サイズが128の CNN の学習用脳波データ数を5040、入力サイズが256の CNN の学習用脳波データ数を1440とした。CNN による分類結果を表1, 表2に示す。入力サイズが128の CNN は生来の手において分類精度が低かったが、入力サイズが256の CNN は分類精度が高かった。CNN による生来の手と第3の手の分類は可能であると考えられる。

次に、第3の手を右に表示した場合と左に表示した場合の CNN による分類性能を比較し、利き手と表示位置の関係を検証した (実験2, 表1, 表2)。分類精度が少ししか変わっておらず、第3の手を右と左のどちらに表示しても分類精度に影響はなさそうである。



図1: EPOC Flex による脳波計測の様子



図2: 単一課題の画面

表1: 入力サイズが128の CNN での分類精度 (%)

	右手	左手	第3の手
実験1	48.1	42.5	91.9
実験2	46.8	45.9	87.9

表2: 入力サイズが256の CNN での分類精度 (%)

	右手	左手	第3の手
実験1	77.9	78.6	90.8
実験2	73.5	72.4	87.5

## 3 むすび

本研究では、BMI によるロボットハンドのような第3の手の制御を実現するために、第3の手と生来の手の脳波を CNN によって分類できるかどうか、単一課題実行時の脳波を計測して CNN による分類精度を算出することで検証した。また、第3の手を右に表示した場合と左に表示した場合の比較を行い、利き手と表示位置の関係を検証した。実験の結果、CNN による分類精度は十分であり、第3の手と生来の手の脳波を分類できると考えられる。第3の手は右と左のどちらに表示しても分類精度に影響はないことが分かった。今後は第3の手を実用化することも考え、ロボットハンドを用いた実験を行うことを検討していきたい。

### 参考文献

- [1] Christian I. Penalzoa and Shuichi Nishio “BMI Control of a Third Arm for Multi-Tasking,” *Science Robotics*, Vol 3, Issue 20 (2018).