

# 脳波を利用したハンドロボット制御に関する研究

S18174 橋本 昂典

## 1. はじめに

事故などで手を無くすなどの障害を得ると、生活に大変な不自由を強いられることになる。手を無くすという事象は、産業や車などの高速に移動できる手段が発達した現代社会において誰にでも起こりうることだと考えられるが、元の腕と同等の動きができる義手は開発されていないため、義手に関する技術のさらなる発展が必要である。

切断された部位を補うために筋電義手を用いる手段があるが、その場合は身体の欠損部位が大きいほど、機械が補う部位が大きくなり、行える操作が制限されると考えられる。また、重度の麻痺患者が外骨格を用いる場合、筋肉が動かないため、筋電を用いて手の部位を操作することができない。そこで、脳波を用いて義手などを操作するBMI (Brain-machine interface) の手法を用いることが考えられる。脳波とは、脳の神経細胞の活動により発せられる電位変動のことで、睡眠の有無などを確かめられる。BMIとは脳と機械を繋ぐ技術(プログラムや機器など)の総称である。

前期ではハンドロボットのプログラムの開発を行った。本稿では、簡易脳波計を用いて実際に指を動かした際の脳波を計測、分類し、どの程度の精度で判別できるのかを明らかにする。

## 2. 本研究の実施方法の理由

脳から情報を得るための手段は近赤外分光法などがあるが、脳波を用いた理由は測定方法が簡単であり、日常の中でも測定しながら作業を行えるため実用性があると考えたからである。

手の形の分類という点では文献[1]と似ているが、文献[1]では手首の動作も含まれているため、本稿では指の動きのみに焦点を当てる。簡易脳波計を用いることから精度が大きくなると予想されるため、要素数となる手の形の数を減らした。

多思考脳波判別手法の開発を行った研究[2]やリーチング課題を行った研究[3]は要素数が4つであり、これらと本研究を大まかに比較したいと考えたため、要素数となる手の形を4種類とした。

## 3. 手法

手をぐう、ちょき、ばあ、親指のみを上げた形の4種類へ動かした際の脳波を計測し、その脳波データを機械学習(ランダムフォレスト)の手法を用いて判別を行う。

機械学習やその評価にはWEKAというソフトウェアを用い、脳波計はEmotiv社製のEpoс+ (図1)という簡易脳波計を用いた。



図1 使用した簡易脳波計

## 4. データ収集について

被験者は20代の健常な右利き男性とし、椅子に座り、脳波計を装着した状態でデータ収集を行う。利き手で手の形を作り、PCの操作を行うため、利き手でない方でマウスの操作を行った。そのため、膝の上にプラスチック製の板を乗せ、その上に両手を置いた。利き手の手の平を下に向けて軽く指を曲げた状態からデータ収集を行う。

実験中は筋電など脳波以外の影響をデータに反映させないため、モニターの中心部に視線を落ち着かせ、歯の噛みしめや本研究に関係のない体の部位の動作、発声をしないこととした。考え事などはせず、疲労を感じた際は適宜休憩をした。

データ収集の手順はモニターの画面に「最初はグー」、「ジャン」、「ケン」、「ポン!!」という文字が1秒間隔で順に表示される。被験者はこの「ポン!!」の表示が出るタイミングで手を動かし、そのまま1秒間、形を維持する。データ収集の順はぐう、ちょき、ばあ、親指のみを上げた形の順で1つずつ

つ行いそれを繰り返した。

データを取るタイミングは、「ポン」が表示される 0.5 秒前、「ポン」が表示された時、「ポン」が表示された 0.5 秒後の 3 つである。

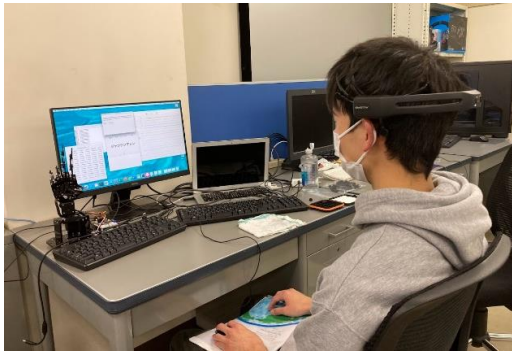


図2 データ収集の様子

## 5. データ分析

ランダムフォレストを用いて学習を行う。評価方法にはクロスバリデーションを用いた。

ぐう、ちょき、ぱあ、親指のみを上げた形の 4 つの脳波データを 1 つのデータセットとし、データセットは 600 個用意した。判別率はデータセット数が 50 個、100 個から 600 個まで 100 個ずつ増加させたデータセット数の場合を求める。

## 6. 評価結果及び考察

評価結果を以下の表 1 と図 3 に示す。

表1 データ数別の判別率

データセット数	判別率(%)
50	22
100	31
200	26
300	27
400	25
500	26
600	25

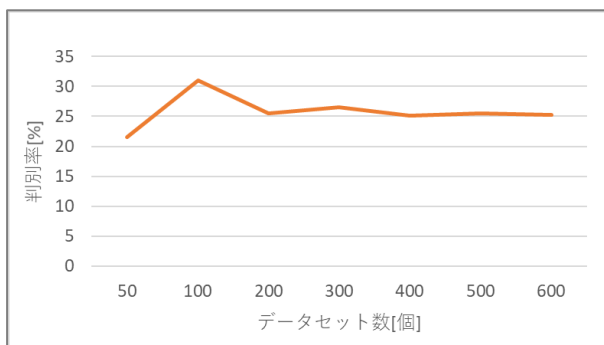


図3 判別率の推移

全体的に値が低く、判別は行えないと判明した。

データセットが 100 個のとき、判別率が 31% と他よりも高くなっているが、別のデータを使用して再度学習を行った所、判別率は 22% であったため、31% という値は偶然であると考えられる。

データセット数が 50 個、100 個の時、値は約 22% であり、200 個以降は約 25% であるため、200 個の時点で精度は頭打ちであると考えられる。

追加実験としてぐう、ぱあの 2 つの判別を、データセットを 600 個用いて行った所、判別率は 50% であり判別は行えないと判明した。

使用した簡易脳波計は一般的な脳波計に比べ、電極数が少ないことと、脳波計の電極の配置位置が脳の手の運動を司る部位（一次運動野）の周辺に配置されていなかったため、判別率が低くなったと考えられる。

## 7. おわりに

本実験方法において、ぐう、ちょき、ぱあ、親指のみを上げた形の 4 種類の判別を行った場合、判別率は約 25% となり判別は現実的ではなく、ハンドロボットの操作はできないと判明した。

複数の機械学習の手法と組み合わせて学習を行う手法を集合学習と言い、脳波の判別において広く用いられている手法である。以後は様々な機械学習の手法を組み合わせて学習を行い、判別率を求めたい。また、簡易脳波計ではなく一般的な脳波計を用いた場合や、簡易脳波計の電極が、脳の手の運動を司る部位に配置されていた場合、どの程度の判別率になるか確かめたい。

## 8. 参考文献

- 1) Chao Chen, Peiji Chen, Abdelkader Nasreddine Belkacem, Lin Lu, Rui Xu, Wenjun Tan, Penghai Li, Qiang Gao, Duk Shin, Changming Wang, Dong Ming, “Neural activities classification of left and right finger gestures during motor execution and motor imagery”, Taylor & Francis, 2021.10.23 時点, <https://doi.org/10.1080/2326263X.2020.1782124>
- 2) 藤中雄大, 大竹博, “畳み込みニューラルネットワークを用いた多思考脳波判別手法の開発”, 第 33 回ファジィシステムシンポジウム 講演論文集, vol.33, pp.173-176, 2017.9.
- 3) 加藤正起, 嶋田総太郎, “畳み込みニューラルネットワークを用いた脳波ブレイン・マシン・インターフェイスの開発”, 人工知能学会 第 33 回人工知能学会全国大会論文集, 2019.6.