

# 三極電極のブレイン・コンピュータ・インターフェース (BCI) による外部機器操作

大休寺 颯斗† 小川 均‡ クリサノフ ビクター‡

立命館大学大学院情報理工学研究科† 立命館大学情報理工学部‡

## 1. はじめに

情報科学の進歩に伴い日常生活の様々な場面で情報機器が使用されている。起床するためにスマートフォンを使用する、音楽を聞くためにミュージックプレーヤーを操作する、パソコンにより原稿を作成する、など様々である。また、それにより人々の生活の質は向上した。しかし四肢麻痺患者、あるいは筋萎縮性側索硬化症候群(ALS)患者など、手足が不自由な人々が操作できる情報機器は少ない。そこで、ブレイン・コンピュータ・インターフェース (BCI)が注目されている。

BCIは脳やその周辺の筋肉が発生させる活動を検知しコンピュータなどの外部機器に伝えるための技術である。四肢を使わず意思を伝えられるその特性から、手足の不自由な人々が情報機器と意思疎通を図るための手段として注目されている。

Sebastianらは手足を使わずBCIのみでウェブブラウジングやマルチメディアプレーヤを操作する研究をしており、健常者ならばウェブブラウジングを85%の確率で、マルチメディアプレーヤの操作を90%の確率で成功している[1]。Christoph, Shahabらによる調査ではBCIによる5文字を入力するテストにおいて81名の被験者のうち89%が正確さ80~100%での5文字入力に成功した[2]。

しかしながら、上記のBCIは、多数の電極を頭に取り付ける必要がある。そのとき、多数の電極を正確に設置したり、濡らしたりしなければならない。それらは、実際の使用において使用者や介護者の負担となる。

本研究では濡らす必要のない三極のみの電極から信号を取得することにより、使用者や介護者の負担を軽減することを目的とする。また、本稿ではそのようなBCIを使用し情報機器と通信するためのシステム構成、信号処理を提案する。

## 2. 三極電極のBCI

BCIは図1のヘッドバンド(iFOCUSBAND EEG amplifier)を使用した。鉢巻きのように額に巻き使

用する。乾いた電極を三極持ち、額の中央、左右に接している。中央の電極のデータにより電圧を合わせ、左右の電極から、それぞれ、1~63Hzのelectroencephalogram (EEG)を取得する。サンプリング数は256/secである。



図1 iFOCUSBAND EEG amplifier

## 3. システム構成

図2にシステム構成を示す。ヘッドバンドから取得した、EEGを入力データとしている。Analyzerでは入力されたEEGがどのようなパターンを持つか解析し、そのパターンからユーザの意図を推定する。そのデータをControllerへ出力する。Controllerでは推定されたユーザの意図を受け取り、それを命令に変換し任意の情報機器へ出力する。

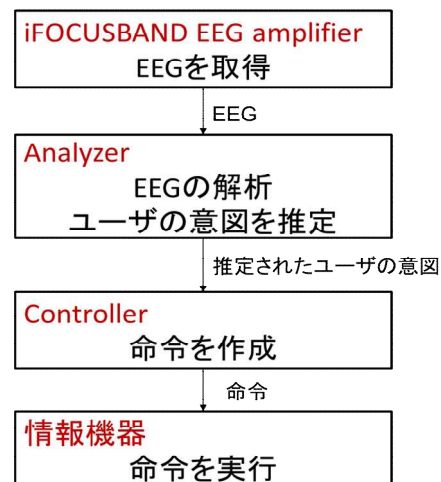


図2 システム構成

A 2-EEG channel Brain-Computer Interface

†Hayato Daikyujii ‡Hitoshi Ogawa ‡Victor Kryssanov.

†Graduate School of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

‡School of Information Sci and Eng, Ritsumeikan University

### 3.1 Analyzer の信号処理

#### 3.1.1 ノイズ除去

BCI のデータからノイズを除去する。データにローパスフィルタをかけ不要な高周波数の振幅を低減する。データに対しスムージングを行うことにより実現する。

#### 3.1.2 特徴抽出

ノイズ除去を終えたデータに対し短時間フーリエ変換を行う。短時間フーリエ変換ではデータを一定の窓ごとに切り取り、各窓に高速フーリエ変換を施す。それにより 1~63Hz の周波数データへ変換する。窓は高い正確性を出している ABDUL-BARY[3]らと同じく 1 秒毎に 50% オーバーラッピングさせシフトを行う。窓関数はハミング窓を使用する。

#### 3.1.3 パターン分類

特徴抽出を終えたデータのパターン进行分类する。また、この結果によりユーザの意図を推定する。そのために、分類するための識別器、各パターンとユーザの意図との関係を事前に学習させる。そのために Convolutional Neural Network(CNN)を使用する。3.2 で詳細を述べる。

### 3.2 Convolutional Neural Network(CNN)

特徴抽出では、左右のチャンネルについて 1~63Hz のデータを取得する。脳波は、 $\alpha$  波、 $\theta$  波のように周波数の幅で扱われることが多い。すなわち、各周波数のデータに関連がある可能性があるため、各周波数データの関連を処理できる Convolutional Neural Network(CNN) を使用することにした。CNN ではデータを畳み込み層やプーリング層に通してから多層ニューラルネットワークにかける。

#### 3.2.1 畳み込み層

カーネルと呼ばれるフィルタを二次元データにかけることで特徴マップを作成する。各カーネルで抽出できる特徴が異なることから、一つのカーネルに対し特徴マップが一つ作成される。データが多チャンネルである場合は各チャンネルにカーネルを適用するが、特徴マップを作成する時点で結合する。

#### 3.2.1 プーリング層

畳み込み層から得られたデータに対しダウンサンプリングを行う。その方法はいくつかあるが本研究ではマックスプーリングを使用する。マックスプーリングでは大きな特徴以外を消去する。

## 4. 実験

ローパスフィルタによるノイズ除去、フーリエ変換による特徴の確認を行うアプリケーションを作成した。図 3 のアプリケーションでは「40 秒リラックスした後に左手を握りしめる動作の脳波」に対しノイズ除去、フーリエ変換を施し、その結果大きな変化をした 32 Hz を視覚化している。横軸は時間変化、縦軸は電圧 ( $\mu\text{V}$ ) の変化を表している。図 3 では時間の推移に伴い電圧に約 20 倍の変化が確認できた。このような変化に対し CNN を適用、それにより特徴を抽出し識別器を作成する。



図 3 フーリエ変換の結果

## 5. おわりに

本研究では主に四肢の不自由な人々のため、着脱が容易な BCI を使用し情報機器を操作する方法を提案する。本稿では脳波を信号処理し、解析した。今後は様々な動作の EEG データを多量に収集し、そのデータに対し、紹介した解析メソッドを適用する。その解析されたデータに CNN を適用し、ユーザの意図を判断する。最終的に、ユーザの意図から様々な情報機器への命令を可能とする。この方法は四肢を使う必要がなく、四肢が不自由な人々でも容易に使用することができる。加えて、ヘッドバンド型の BCI はこれまでのものと比べ容易な着脱が可能である。すなわち、情報機器と四肢の不自由な人々との間にこれまでより容易な意思疎通手段を提供できる可能性がある。更にシステムを発展させ、そのような人々の生活の質を向上させることを狙う。

## 参考文献

- [1] Halder, Sebastian, et al. "Brain-controlled applications using dynamic P300 speller matrices." *Artificial intelligence in medicine* 63.1 (2015): 7-17.
- [2] Guger, Christoph, et al. "How many people are able to control a P300-based brain-computer interface (BCI)?" *Neuroscience letters* 462.1 (2009): 94-98.
- [3] Suleiman, Abdul-Barry Raouf, and Toka Abdul Hameed Fatehi. "Features Extraction Techniques of EEG Signals For BCI Application." (2011).