

電極数の最適化のためのPCMを用いた脳波信号のクラスタリング

横羽 曜† Goutam Chakraborty‡

馬淵 浩司‡ 松原 雅文‡

†岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科

‡岩手県立大学ソフトウェア情報学部

1 はじめに

近年、脳波の研究が盛んに行われている。しかし現在の研究では使用する電極の数が多く、取り付けに時間を要してしまう。また分析するデータ数が多く、分析に時間がかかる。これらの問題を解決するため、有効な電極位置や電極の組み合わせを考慮し、使用する電極の削減を行い、分析するデータの削減と取り付け時間の短縮が望まれる。

本研究ではクラスタリング手法を用い、似た特徴を持った脳波信号を分類し、類似電極の最適化を行っている [1]。しかし、クラスタリングに有効な特徴が分からないという問題がある。

そこで、本稿では信号の形状を保ち、強さを揃えることが可能な Pulse Code Modulation(PCM) を使用したデータのクラスタリングを行い、その有効性を検証する。

2 脳波測定

2.1 使用機器

脳波測定には Net Station System 300 [2] の 128 チャンネルの電極を使用する。しかし、128 個の時系列データの分析は困難であるため国際電極配置法で定められている国際 10-20 法の 21 チャンネルの電極を使用する。国際 10-20 法の電極配置を図 1 に示す。国際 10-20 法は、頭部を 10% および 20% 均等間隔に分割し、電極を設置する方法である。

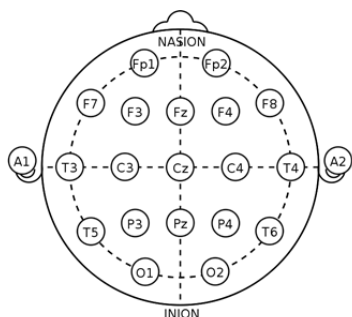


図 1: 国際 10-20 法

Clustering of EEG Signal using PCM to Optimize Number of Electrodes
 †Hikaru YOKOHA ‡Goutam CHAKRABORTY, Hiroshi MABUCHI, Masafumi MATSUHARA
 †Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural University Graduate School
 ‡Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

2.2 測定方法

被験者に Net Station System 300 を装着し、刺激提示装置を使用して、P300 型 BCI Speller [2] と同様の計測を行う。P300 型 BCI Speller の実験では図 2 に示す画面の各行と列がランダムに光る。ターゲットにした文字が光った行または列にある場合、その回数を数えてもらう。このときの点滅間隔は 600ms に設定し、ターゲットが光った回数を数えることで、P300 を発生させ記録する。

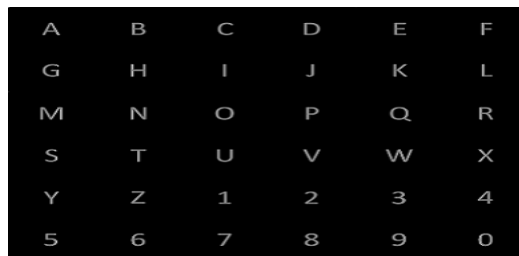


図 2: 実験画面

2.3 P300

P300 は、高頻度の刺激と低頻度の刺激をランダムに提示し、低頻度の刺激が提示された回数を数える課題において、低頻度の刺激が提示されたとき、300ms 前後に陽性の大きな振幅を持つ事象関連電位のことである [3]。P300 の測定に使用する課題には、音刺激か視覚刺激のどちらかを用いる。

P300 は脳波の特徴の中でもっとも変化が分かりやすい。そのため、本研究では P300 を使用していく。

3 提案手法

提案手法の流れを図 3 に示す。

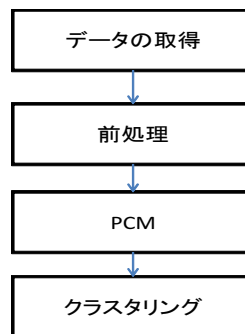


図 3: 提案手法の流れ

3.1 前処理

前処理として、バンドパスフィルタと加算平均を使用する。バンドパスフィルタとは指定した周波数帯のみを取り出すフィルタである [4]。バンドパスフィルタを使用しノイズ除去を行った脳波データに加算平均を行うことで刺激に同期した成分のみを取り出すことができる。

3.2 PCM

PCM とはアナログ信号をデジタル信号に変換する変調方式である。PCM を用いて標本化、量子化、符号化を行う。PCM を用いることで2 値情報を扱うため、コンピュータでの処理がしやすい。また、信号の強さを一定にすることができ、弱い信号と強い信号を同等の強さとして見なすことができるため、信号を似た形で分類することが可能となる。

3.3 クラスタリング

クラスタリング手法には、Fuzzy c-means(FCM) を用いている。FCM とは k-means 法にファジィ理論を導入したクラスタリング手法で、個体の各クラスターへの所属の度合の大きさをあいまいに設定することが可能である [5]。k-means 法では所属するかしないかで分けていたが、FCM によって所属の度合を用いることで各電極が各クラスターにどのくらい属しているのかを判別することができる。

電極の最適化は、各クラスターの中からもっとも所属の度合の高い電極を1 個ずつ選択し、残りを削除することで行う。今回は電極数を21 個から4 個に減らし、分類精度が高くなる位置を特定する。

4 評価と考察

4.1 実験概要

評価実験には学習に Back Propagation(BP) を使用した Neural Network(NN) を用いて、P300 の有無を分類し、その精度を求め、比較を行う。

被験者数は3 名で、前処理の各パラメータは、バンドパスフィルタの範囲を0.1Hz~30Hz、PCM の標本間隔を1ms、量子化 bit 数を4bit に設定した。比較は提案手法によって求めた4 個の電極を用いたときと国際10-20 法の21 個の電極を用いたときの分類精度を使用して行う。

4.2 結果と考察

実験結果を表1 に示す。提案手法と国際10-20 法を比較すると、差は1 ポイント程度と全ての被験者で国

際10-20 法と同等の精度が得られた。しかし、PCM を用いることで信号の強さを一定にしているため、所属の度合の大きさに差が無く、元信号の振幅が小さい電極の選択をした被験者もいた。そのため電極の選択方法を検討することでより分類精度が高くなると考えられる。

表1: 分類結果

	提案手法	10-20 法	差
被験者 1	73.25 %	73.51 %	0.26
被験者 2	71.48 %	72.68 %	1.20
被験者 3	67.76 %	68.34 %	0.58
平均	70.83 %	71.51 %	0.68

5 まとめ

本稿では、バンドパスフィルタと加算平均、PCM を用いたデータにクラスタリングを行い、電極の削減を試みた。選択された電極の脳波データを用い、P300 の有無を BP を使用した NN によって分類し精度を求め、国際10-20 法と比較することで評価を行った。評価実験の結果、電極を削減しても21 個の電極を用いた場合と同等の精度が得られ、本手法の有効性が示された。

今後の予定として、今回は電極の選択に FCM の所属の度合を用いていたため、別の選択方法の検討を行っていく。また、前処理のパラメータを変更した実験を行う。さらに、クラスター数を4 に固定して行っていたため、クラスター数を自動決定する手法を用いて、個人に合った電極の数と位置の特定を行う実験をしていく予定である。

参考文献

- [1] 横羽曜, Chakraborty Goutam, 馬淵浩司・松原雅文, 菊池大悟: “脳波測定時の電極数最適化におけるクラスタリング手法の有用性の検討” FIT2012 第11 回情報科学技術フォーラム講演論文集, F-027, pp.321-322, September 2012.
- [2] 株式会社 ミユキ技研
<http://www.miyuki-net.co.jp/jp/index.shtml> (2014/1/8 参照)
- [3] 加我君孝, 古賀良彦, 大沢美貴雄, 平松謙一編, 事象関連電位 (ERP) マニュアルー P300 を中心にー, 篠原出版, 1995
- [4] 入野野宏, 小野田慶一, “事象関連電位の波形に及ぼすフィルタの効果”, 生理心理学と精神生理学 26(3),237-246, 2008-12
- [5] 宮本定明: “ファジィクラスタリングのあれこれ”, 日本ファジィ学会誌, Vol.8, No3, pp.423-430, 1996, Journal of Neural Engineering, 2007