

深層学習を用いた脳波による 視覚情報の予測に向けた基礎研究

奈良女子大学附属中等教育学校2年 濱野泰地

Introduction

◆視力検査の問題点

- ・視力検査はランドルト環を用いて行われることが多い
- ・ランドルト環のみでは色覚異常など、その他の視覚に関する情報の測定はできない
→そういった情報を得るためには色覚検査など、別途で検査をする必要がある
→余計に時間や費用がかかる
幼児など長時間検査をすることが難しい人の場合、検査者、被検査者両方に**負荷がかかる**

◆脳波とは

- ・脳の活動のほとんどは脳の神経細胞に流れる電気信号によって行われている
→その電気信号を計測できれば**脳の活動を検出**できる
- ・脳波とは、その電気信号(電流)を、頭皮より計測したもの
→非常に微弱なので(200 μ V以下)専用のセンサが必要となる

Aim

◆色の判別

- ・視覚は視神経で感知されたのち、脳で解釈される
→脳波には視覚の情報が含まれている
→脳波を解析すれば、視覚情報を得ることが可能ならば
- ・本研究では特に**色の情報**を予測することを目的とした

Method

◆深層学習

- ・深層学習
→大量のデータから規則性を見出し、データを分類することが可能
本研究の目的に最適
- ・畳み込みニューラルネットワーク(CNN)
→画像認識から株価予測まで様々な分野で活躍している
- ・使用したモデル
→本研究では主に左記のアーキテクチャに乗っ取ったモデルを使用した

◆脳波センサ

- ・ドライ型の電極を採用
→精度はやや低いですが着脱が容易
- ・Ultracortex Mark IV EEG ヘッドセット
→電極を国際10/20法に従い配置できる
- ・国際10/20法
→脳波を計測するための電極の配置法
頭の大きさに関係なく配置できる
- ・電極の配置
→4個の電極を、C3,C4,T5,T6に配置



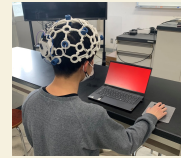
Experiment

◆実験目的

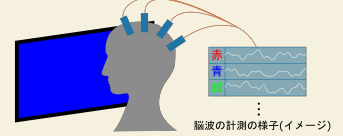
被験者の脳波から被験者が見ている色を深層学習を用いて予測できるか

◆実験手順

- ① パソコンの画面に映る画像(単色画像で赤、青、緑、白、黒の5種類)を見る。
- ② ①の時の脳波を計測する。
- ③ 計測した脳波と被験者が見ていた色を紐づけて保存する。
- ④ ①～③を繰り返し、複数個データを用意する。
- ⑤ 用意したデータを脳波を入力、色を出力として、深層学習のモデルに学習させる。



実験の様子(写真)



脳波の計測の様子(イメージ)

◆実験環境

- ・自身を被験者とした
- ・周囲が静かな場所で椅子に座り、机の上に置かれたノートPCの画面を見ながら行った

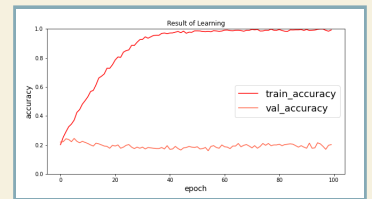
◆深層学習のモデル

- ・データの数、脳波センサの電極の位置、モデルのハイパーパラメータ、層の数、正規化やドロップアウトの有無など、変更可能な箇所を変更して同様の実験を複数回行った
- ・実験で用いた色の赤、青、緑、白、黒、に0~4の番号を割り振り、他クラス分類の形で出力層を設定した
- ・出力層の活性化関数には**softmax**を使用した
- ・最適化関数に**Adam**、損失関数は**交差エントロピー誤差**を用いた

Result

◆実験結果

- ・約**2000**のデータを計測し、8割を学習用、2割を検証用として学習を行った
- ・結果は以下のグラフの通り
- ・accuracyとはモデルの予測結果の正答率で、1.0が最大
- ・本グラフではtrain_accuracyが学習時、val_accuracyが検証時の値
- ・本実験は5つの選択肢に分類させている
→無作為に分類した場合、accuracyは0.2
→val_accuracyが0.2付近から増減していない
→このモデルは**学習ができていない**
- ・train_accuracyは1.0付近に収束している
→モデルが局所解にのみ最適化してしまう、過学習の傾向がある
- ・他の値で行った実験でも、同様に学習できていない結果となった。



縦軸:accuracy(全体正解率)
横軸:epoch(学習回数)

Consideration

◆考察

複数回行った実験により、学習ができていない原因として複数の仮説を立てた。以下はその仮説の中でも直接的な原因である可能性の最も高い2つである。

①脳波の測定方法に問題がある

- ・脳から出る電流を頭皮より測定しているため、**ノイズの影響**を受けやすい
→ノイズの影響で正常な脳波を測定できなくなることがある
- ・ノイズは不規則であるため、判別が容易ではない
→ノイズをも考慮して学習するのは**難しい**
- 適切に装着できていない場合、学習が進まない可能性がある

②脳波センサの電極の数が足りない

- ・本研究で使用した電極は**4個**
- ・参考文献[2]においては**60個**の電極
- ・参考文献[3]においては**32個**の電極
- ・いずれの参考文献も深層学習を用いて脳波を解析している
- 脳波から深層学習によって分析するには4個の電極では**不十分**な可能性がある。

参考文献

- [1]ダイナブレイン株式会社: Ultracortex Mark IV EEG ヘッドセット(参照日2022/01/27) <https://dynambrain.jp/collections/headsets/products/ultracortex-mark-iv-eeeg>
- [2]加藤 正起, 嶋田 総太郎(2019): 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. 2019年度人工知能学会全国大会(第33回), pp.1-2.
- [3] Wataru Akashi, Hiroyuki Kambara, Yousuke Ogata, Yasuharu Koike, Ludovico Minati, Natsue Yoshimura(2021): Vowel Sound Synthesis from Electroencephalography during Listening and Recalling. Advanced Intelligent Systems published by Wiley-VCH GmbH, pp.2-3.
- [4] Tenca, M., Haselager, P. & Emanuel, E.J. Author Correction: Brain leaks and consumer neurotechnology. Nat Biotechnol 37, 819 (2019). <https://doi.org/10.1038/s41587-019-0167-2>

謝辞

本研究にあたり、直接の御指導をいただいた顧問の藤野智美先生に深謝いたします。また、本研究の実験にあたり有益なご助言を戴いた奈良女子大学大学院生活環境科学系准教授中田大貴先生に感謝の意を表します。基盤探究(科学探究)の授業においても本研究の研究活動に対しては浦松紀之先生、松原俊二先生に有益な助言をいただきました。ここに感謝の意を表します。