

A-01 各種ニューラルネットワークを用いた脳内血流情報からの P300 反応検出に関する研究

堺大隼*, 合志和洋**, 新谷洋人**

(*熊本高専専攻科電子情報システム工学専攻, **熊本高専)

1. 背景・目的

P300とは、視覚や聴覚から刺激を受けた際、その刺激が全体に対して低頻度なものであった場合、その低頻度刺激の提示から300ミリ秒後に脳波上に励起する陽性成分のことである。このようなP300の性質により、隠蔽情報調査[1]や意識配分量の推定[2]などに活用されている。

P300は通常、脳波から反応が確認されるが、脳波は反応の強さに個人差が激しいことや、環境からの影響を強く受けてしまうという理由から、反応を確認することが難しい。

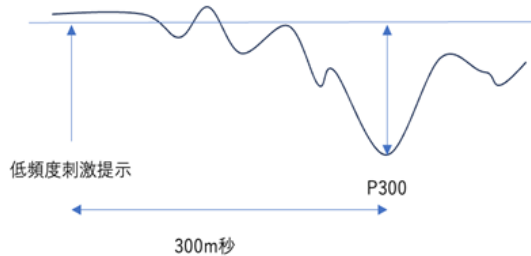


図1 P300波形例

これらを踏まえて、本研究では脳内血流のHb酸素保有量の変化データからP300反応を確認することを目的として研究を進めている。脳内血流のHb酸素保有量変化は非常に緩やかであり、人力での確認が難しい。そのため、機械学習によって反応の確認を試みている。

ニューラルネットワークを構築する上で、P300反応検出における適切な機械学習手法を検討するために、P300反応検出を複数の手法で行い、それらの結果を比較する。

2. データ測定

P300は低頻度な刺激を受けた際に誘発されるため、誘発にはオドボール課題が用いられる[3]。今回は、視覚情報によるオドボール課題を用いてP300を誘発する実験を行った。オドボール課題とは、あるランダムなパターンに沿って低頻度刺激と高頻度刺激を被験者に提示する課題である。今回は、赤色の円を低頻度刺激、緑色の円を高頻度刺激として被験者に提示した。提示時間は一つあたり0.3秒とし、一度の総提示回数は20回とした。



図2 測定の様子

3. データ整形

データの前処理として、測定機器のドリフトノイズと心拍ノイズを除去するために、フィルタを適用している。これらはいずれも低周波成分である。低周波成分をすべて除去したハイパスフィルタ(HPF)と、該当のノイズの周波数成分のみを除去したバンドストップフィルタ(BSF)の二種類のフィルタによるデータを作成した。これらをそれぞれモデルに入力して、フィルタの有用性を検証する。

4. 結果

今回は3層のMLP、時系列情報の解析に有用されているLSTM、Transformerの三種類を用いた。MLPとLSTMにはBSFを適用したデータとHPFを適用したデータそれぞれで解析を行った。TransformerにはBSFを適用したデータのみ入力している。モデルの出力を0もしくは1の予測に変換する際のしきい値は0.8とした。

表1 検証結果の比較

| | 正解率 | 適合率 | 再現率 | F-score |
|-------------|-------|-------|-------|---------|
| MLP(BSF) | 0.936 | 0.688 | 0.798 | 0.739 |
| MLP(HPF) | 0.727 | 0.219 | 0.282 | 0.247 |
| LSTM(BSF) | 0.946 | 0.779 | 0.92 | 0.844 |
| LSTM(HPF) | 0.936 | 0.762 | 0.867 | 0.811 |
| Transformer | 0.897 | 0.64 | 0.803 | 0.712 |

5. 考察

テストデータの低頻度刺激と高頻度刺激の不均衡は正は行っていないため、正解率ではなく適合率と再現率に着目する必要がある。MLPによる検証結果では、BSFを適用したデータとHPFを適用したデータでは、HPFを適用した場合に性能が大きく低下した。対して、LSTMでは、HPFを適用しても大きく性能が落ちていない。このことから、LSTMは細かな特徴から分類を行っていると考えられる。また、MLPとLSTMのいずれにおいてもBSFを適用したデータの方がより高いスコアを示していることから、BSFはHPFよりも有用であると考えられる。

参考文献

- [1]久保賢太, 入野野宏, "情報の隠蔽意図が事象関連電位に及ぼす効果", 日心第71回大会, 2007年
- [2]杉本史恵, 片山純一, "注意資源配分量の指標としてのP300: 体性感覚プローブ刺激と聴覚プローブ刺激の比較", 生理心理学と精神生理学, 18-28, 2014年
- [3]加賀佳美, 相原正男, "P300 基礎", 臨床神経生理学 41巻2号, 80-85, 2013年