加算平均処理を用いた脳波による感情推定に関する検討

A Study on EEG-based Emotion Recognition with Arithmetic Mean

野呂優貴*1

吉川大弘*1

古橋武 *1

Yuuki Noro

Tomohiro Yoshikawa

Takeshi Furuhashi

*1名古屋大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering Nagoya University

Recently, the researches on human computer interaction (HCI) have been paid attention. It is said that computers need to understand human emotions in order to realize smooth communication between human and computer. In this paper, we aim to recognize human emotions with electroencephalogram (EEG) measured by affective image stimulation and try to improve the accuracy of emotion recognition with arithmetic mean.

1. はじめに

ヒューマン・コンピュータ・インタラクションの分野において、人の感情推定には多くの応用先が存在する。その中でも筆者らが注目するのは、人と機械のコミュニケーションである。人と機械によるコミュニケーションの機会は、近年の急速な技術進歩に伴って増加している。将来的に円滑なコミュニケーションを可能にするには、機械が人の感情を理解することが重要であると言われている。

脳波は、最も人の感情と密接に関わっているとされる生体 信号である. 脳波を指標とした感情推定に関する研究の多く は、感情を喚起する画像刺激によって得られた脳波に対して特 徴を抽出し、機械学習により感情の推定を試みている. また, この感情を喚起する画像刺激として, 国際感情画像システム (International Affective Picture System: IAPS) [1] が広く 使用されている. IAPS における Negative, Neutral, Positive の3カテゴリの画像を用いた刺激に対して,事象関連電位の一 種である Late Positive Poteitial (LPP) が誘発され、さらに Negative, Positive と比較して Neutral での振幅が抑制される ことが報告がされている [2]. 一方で, 文献 [3] では, 1 回の刺 激で感情の推定を試みているが,脳波は S/N 比が低くノイズ が多く含まれているため、十分な推定精度には至っていない. そこで本稿では、IAPSによる画像刺激に対する脳波を計測 し,LPP が表れる刺激呈示後から 750 ミリ秒までの脳波に対 して,感情の推定を試みる.加えて,複数回の呈示刺激により 得られる脳波を加算平均し、ノイズによる影響を軽減すること で,推定精度を向上させることを試みる.

2. 実験

2.1 呈示刺激

呈示刺激には IAPS と呼ばれる大規模カラー写真画像データセットを用いた。これは Lang らによって考案されたもので、安全かつ非侵襲的な方法で感情を喚起することができるデータセットとされている。感情と注意の実験的研究において世界中で用いられており、感情刺激を選択する際に実験的な統制を可能にしている。大規模な集団によって主観評定がなされ、それぞれの画像に valence、arousal の値が付与されている。図1に、横軸を valence、縦軸を arousal とした IAPS データの分

連絡先: 野呂優貴,名古屋大学大学院工学研究科,052-789-2793, noro@cmplx.cse.nagoya-u.ac.jp

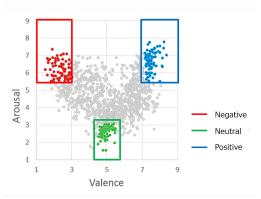


図 1: IAPS データの分布

布を示す. valence は 1.0 から 9.0 までの値をとり、快/不快の程度を表す. 値が高いほど快であることを意味する. arousal も同様に 1.0 から 9.0 までの値をとり、覚醒/眠気の程度を表す. 値が高いほど覚醒を意味する. 本実験では、先行研究 [4] を参考に、図 1 に示す 3 つのカテゴリを作成した. Negative (valence<3.0 かつ 5.5<arousal) 、Neutral (4.5<valence<5.5 かつ arousal<3.0) 、Positive (7.0<valence かつ 5.5<arousal) にあてはまる領域から各 40 枚の画像をランダムに選出し、計 120 枚の画像を呈示する刺激として用いた.

実験は無呈示 400 ミリ秒,IAPS 画像呈示 800 ミリ秒の計 1200 ミリ秒を 1 トライアルとし,120 トライアルを 1 ブロック とした.画像の呈示順はランダムである.実験は 1 人の被験者 に対して,10 ブロック(各画像 10 回呈示)実施した.被験者 には呈示した画像が所属するカテゴリを伝えていない.また,集中力維持と不適切なデータを解析から除外するため,IAPS 画像が呈示された際に,利き腕でのボタン押しを課した.

2.2 実験条件

被験者は 22 歳から 23 歳の健康な男子大学生 5名(sub1-sub5)である. 5名のうち、4名の利き腕が右、また 4名が視力を矯正していた. 実験は椅子に座りリラックスした状態で行われた. ディスプレイから 1 メートル離れた環境の下で、画像が呈示されている間の脳波を計測した. 脳波はサンプリング周波数 1000Hz で計測し、200Hz にダウンサンプリングを行った後に、60Hz のノッチフィルタを適用した. 使用電極は国際 10-20 法 [5] に基づき、図 2 に示す 30 電極、および両耳朶 A1、

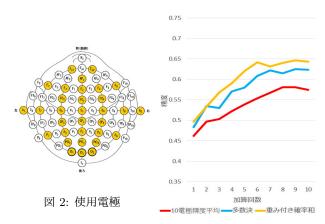


図 3: 推定精度の被験者平均

A2 の計 32 電極とした. 脳波形にはミユキ技研の Polymate V AP 5148 を用い、実験中はインピーダンスが常に 80k Ω 以下の状態となるよう維持した. なお、実験は事前に実験内容、注意事項および被験者自身が負うリスクを説明し、被験者の同意の下で行った。

3. 解析

3.1 前処理

脳波データを解析するにあたり、ボタン押しがされていない、被験者が反応していない可能性のある信頼性の低いデータを除外した。その後、MSD(Modified Stahel-Donoho)法により、データ数の 5%を外れ値として除外した。最後に、100次のバンドパスフィルタを適用した。

3.2 感情推定

各電極において、刺激呈示後から 750 ミリ秒間の脳波データをサポートベクターマシンに入力し学習を行った. その際、10-fold-crossvalidation により画像の種類ごとにデータを 10分割し、一つを評価データ、その他を訓練データとしてモデルを作成した. モデル作成時、訓練データを 9 分割し、一つを検証データ、その他を訓練データとして、検証データにおける各電極の精度(9-fold-crossvalidation における平均精度)を算出し、精度の上位 10 電極でモデルを決定した. 評価は、上位 10 電極の平均精度、多数決法、検証データでの推定精度で重み付けした確率の総和による推定の 3 種類を用いた. また、加算平均処理の回数に応じて、データをモデルに適用した. 実験では 10 ブロックの呈示を行っているため、加算平均は最大10 回行い、加算数と推定精度の推移を確認した.

4. 結果と考察

評価データにおける,加算数と推定精度の被験者平均の推移を図3に示す。図3から,加算平均処理によって精度が向上していることがわかる。10回の加算により,平均して11.3%の精度向上が見られた。また,重み付き確率和による精度が最も高く,10回加算時で64.3%の推定精度が得られた。

図4は、10回加算時の評価データにおける精度の高低を表すトポマップである. 丸は検証データにおける精度の上位10電極を表し、評価データにおける推定に用いたものである. そのため、評価データでは精度が低い部位が選択されてしまっている場合もある. しかし、検証データによる傾向と評価データによる傾向がおよそ一致していることから、過学習はあまり生じていないと考えられる. また、被験者によってトポマップの

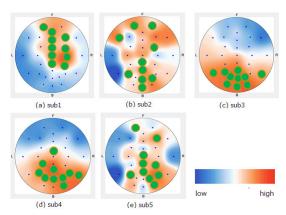


図 4: 評価データの精度によるトポマップ

傾向に違いはあるものの、全ての被験者を通して、視覚情報の処理を司り、LPPの振幅増大が見られる後頭部の電極における精度が高いことがわかる。このことから、LPPの特徴が3カテゴリの推定に寄与していることが推察できる。

5. まとめと今後

本稿では、感情推定による人と機械の円滑なコミュニケーションの実現を目的として、感情が脳波に与える影響とその推定に関する検討を行った。IAPS の Negative、Neutral、Positiveを喚起する画像を呈示刺激として、計測された脳波の解析を行った。LPP が表れる区間の脳波データを特徴量とし、加算平均処理を行うことで、全ての被験者を通して精度の向上が見られ、10回の加算で平均11.3%の精度向上を確認した。また、LPP 振幅が優位である後頭部における推定精度が高い傾向にあることを示した。

今後は、LPP が感情の違いではなく、IAPS の画像の性質の違いに反応している可能性があることから、感情と LPP の関係性をより詳細に検討していく必要があると考えられる.

6. 謝辞

本研究の一部は、独立行政法人科学技術振興機構(JST)の研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム」の支援によって行われた。

参考文献

- Lang, Peter J., et al, "International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual," Technical report A-8, (2008).
- [2] Cacioppo, John T., et al, "If Attitudes Affect How Stimuli are Processed, should They not Affect yje event-related brain potential?," Psychological Science 4.2, pp.108-112, (1993).
- [3] Jatupaiboon, Noppadon., et al, "Real-time EEG-based happiness detection system," The Scientific World Journal 2013, (2013).
- [4] Schaaff, Kristina, and Tanja Schultz, "Towards an EEG-based emotion recognizer for humanoid robots," Robot and Human Interactive Communication, The 18th IEEE International Symposium on IEEE, (2009).
- [5] Jasper, Herbert Henri, "The ten twenty electrode system of the international federation," Electroencephalography and clinical neurophysiology, vol.10, pp.371-375, (1958).