

個人写真閲覧時の脳波を用いた主観状態の推定

野村 太輝† 森田 純哉‡ 平山 高嗣† 榎堀 優† 間瀬 健二†

†名古屋大学 大学院 情報科学研究科

‡静岡大学 情報学部

1 序論

コンピュータに人の主観状態を理解させることはヒューマンコンピュータインタラクションにおいて非常に有用である。コンピュータが人の主観状態を理解することで、利用者の主観状態に応じた情報の提示といったサービスや、精神状態の自己把握や医師へのフィードバックといった医療的なサポートなど、様々な応用が可能になる。従来の研究では、人間の主観状態の把握のために会話、表情、ジェスチャーといった行動の変化が用いられてきた。近年では、呼吸、脈拍、脳波といった生理的な反応が主観状態の把握に対して注目を集めている。特に脳波は主観状態の把握に有用な結果を示すものとして、研究が行われている。

一方で、近年の Instagram などの写真投稿型の SNS 等の普及により個人写真（自身で撮影した写真）に対する注目が集まっている。また、写真提示のアプリケーションでは、写真中の物の種類、撮影された場所や時間、撮影時の感情といった付加情報を利用して提示方法を変えたり [1]、高齢者向けの認知症に対する予防治療である回想法では、個人写真の閲覧での過去の振り返りによって、活動意欲の向上の効果があることが認められている。本研究では、特に個人写真閲覧時の主観状態に焦点を当てる。日常的な個人写真の閲覧時の脳波を利用し、感情や記憶などの主観状態の推定を目的としている。

2 関連研究

過去の研究では、脳波のチャンネル位置や各周波数帯のパワースペクトル成分が主観状態との高い関連を持つことが示されている。Sarlo らは前頭葉の左右対称な位置のチャンネル間での α 波の強度に差があることを示した [2]。一方、Sammler らは正中線の θ 波のパワースペクトル分布の時間的な変化に着目している [3]。また、Lin らは喜び、悲しみ、怒り、楽しみの 4 つの主観状態の識別に関して、ニューラルネットワークと SVM によ

る比較を行った。脳波の左右対称の位置にあるチャンネル間の、パワースペクトルの差を取った特徴ベクトルと、差を取らず用いた特徴ベクトルをそれぞれ入力とした結果、差を取った特徴ベクトルを SVM に与えた場合に最も高い精度が得られることを示した [4]。

3 データセット

本研究では、速水らが被験者 12 人（男性 5 人、女性 7 人）から収集した、個人写真、脳波、視線及び自己申告による写真閲覧中の主観評定で構成されるデータセット [5] から、個人写真、脳波及び主観評定のサブセットを利用した。このデータセットの脳波計測には Emotiv EPOC+ が使用された。脳波データはチャンネル数 14、サンプリング周波数 128Hz で取得された。脳波を収集した電極の頭皮への接触部位を図 1 に示す。被験者には個人写真と個人写真ではない写真を無作為順に同数ずつそれぞれ 4 秒間提示し、各写真の閲覧直後に「幸福度」「興奮度」「記憶の鮮明さ」を評価させた。

4 提案手法

提案手法では、前処理としてパワースペクトルを算出するために、脳波データに対してウェーブレット変換を適用する。各チャンネルに対し、閲覧開始直後の 3 秒間を 0.125 秒ごとに、3Hz から 50Hz までの 3Hz ごとの平均パワースペクトルを計算し、 $16(= (48/3)) \times 24(= 3/0.125)$ 次元の脳波のスペクトログラムを生成した。さらに、Lin らの手法と同様に図 1 の電極位置が左右対称である 7 つのペア間でスペクトログラムの差を算出し、 $16 \times 24 \times 7$ 次元の特徴ベクトルを構成する。

次に、前処理で得られた特徴ベクトルから主観状態の推定を行う。関連研究 [2][3] から脳波の時間周波数成分が主観状態に関係していることが分かっている。しかし、Lin らの研究で用いられた SVM やニューラルネットワークにスペクトログラムを直接入力した場合、時空間局

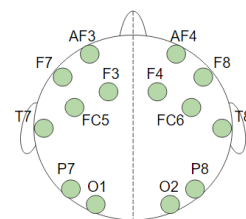


図1 脳波の取得位置

Estimating subjective states using EEG while viewing personal photos

†Taiki NOMURA ‡Junya MORITA †Takatsugu HIRAYAMA †Yu ENOKIBORI †Kenji MASE

†Graduate School of Information Science, Nagoya University

‡Faculty of Informatics, Shizuoka University

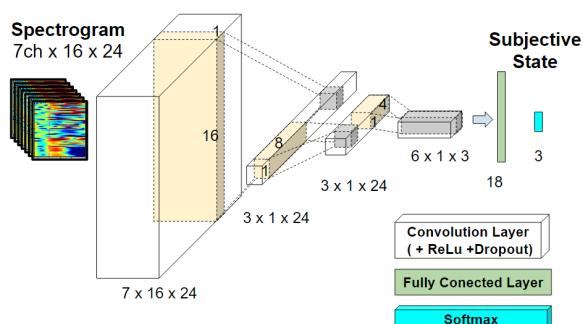


図2 提案手法のネットワーク構成

所的な特徴を考慮した主観状態の推定を行うことができない可能性がある。そこで、本研究では画像認識で有用とされ、領域ベースでの特徴抽出が可能なCNN(畳み込みニューラルネットワーク)に焦点を当てる。前処理で算出した特徴ベクトルの入力に対して、CNNによってスペクトログラム上での時空間局所性を考慮した特徴を抽出し、主観状態を最終的な出力とするネットワークを構成した。提案手法のネットワーク構成を図2に示す。ネットワークは各チャンネル対の特徴ベクトルごとに周波数-時間軸空間での畳み込みを行い、特徴抽出をする3層のCNNと、抽出された特徴から主観状態を推定するニューラルネットワークを用いて構成した。

5 評価

提案手法の有効性は、SVMによる推定結果と比較することによって評価した。SVMは、脳波から算出した2688次元の特徴ベクトルを主成分分析により700次元まで圧縮し入力とした。主成分分析の固有ベクトルの累積寄与率は0.98であった。

データセットを用いた10分割交差検証を行った。データに付与された「幸福度」の評定値を高中低の3段階に区分し、それぞれが366個ずつの計1098個のデータを用いた。区分された評定値の各チャンスレートは33.33%である。各段階に区分されたデータを10分割し、9分割分を学習データ、1分割分をテストデータとした。ネットワークは $\sigma = \sqrt{2/n}$ の正規分布に従った乱数で初期化し、全ての層に逆伝搬させた。

実験の結果、SVMによって40.37%、提案手法によって40.74%の推定精度が得られた。わずかではあるがチャンスレートを上回り、日常生活の中で収集する脳波からでも、主観状態の推定可能性を見いだすことができた。また、提案手法は、入力として $7 \times 24 \times 16$ の2688次元という高次元の特徴ベクトルをそのまま用いて推定を行ったにも関わらず、700次元への圧縮後にSVMを適用した手法と同等の推定精度が得られた。これは、CNNによって算出した特徴ベクトルから、主観

状態の推定に有効な特徴を抽出するためのフィルタを学習できたためであると考えられる。脳波からの特徴抽出にCNNを用いる手法の有効性が示唆されたと言える。また、本実験は1098という少ないデータ数で行っており過学習をしている可能性があるため、利用するデータの数を増やして再度検証を行う。

6 結論

本研究では、個人写真閲覧時の脳波を用いて主観状態の一つである「幸福度」の推定を行った。提案手法は、脳波のスペクトログラムの左右対称のチャンネル差を特徴ベクトルとし、CNNを適用し特徴抽出を行った。評価実験を行い、SVMと同等の推定精度が得られ、提案手法の有効性を示した。また、両手法ともにチャンスレートを上回る結果が得られ、日常生活の中で収集する脳波から主観状態の推定の可能性を示せた。今回の結果を踏まえて、学習したCNNのフィルタを解析することで、抽出される時間周波数成分を特定すること、より多くのデータを収集し、それを用いて改めて評価を行うこと、そして今回とは異なる手法を検証し、より良く主観状態を推定する手法を探求することが今後の課題である。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 26280074 (基盤 B) と JST COI ストリームの助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 森田純哉ら. “ライフログ写真と認知アーキテクチャを利用したモデルベース回想法”. 日本認知科学学会 (2016).
- [2] Michela Sarlo et al. “Changes in EEG alpha power to different disgust elicitors: the specificity of mutilations”. *Neuroscience letters* 382.3 (2005), pp. 291–296.
- [3] Daniela Sammler et al. “Music and emotion: electrophysiological correlates of the processing of pleasant and unpleasant music”. *Psychophysiology* 44.2 (2007), pp. 293–304.
- [4] Lin Yuan-Pin et al. “EEG-based emotion recognition in music listening”. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering* 57.7 (2010), pp. 1798–1806.
- [5] 速水 慎太郎ら. “個人写真閲覧に付随する情動喚起と記憶想起を検出するための脳波解析”. 人工知能学会全国大会 (2016).