

	きょう　らい
氏　　名	JIANG LEI
学位(専攻分野)	博　士　(学術)
学　位　記　番　号	博甲第1065号
学　位　授　与　の　日　付	令和4年9月26日
学　位　授　与　の　要　件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専　攻	工芸科学研究科 先端ファイブロ科学専攻
学　位　論　文　題　目	Emotion Recognition Using Electroencephalogram Signals for Older People During 2-generation Conversation Based on Past Photos for Reminiscence Therapy (回想療法のための過去の写真に基づく二世代会話中の高齢者の脳波信号を用いた感情認識)
審　查　委　員	(主査)教授 桑原教彰 教授 横山敦士 教授 鋤柄佐千子 助教 SIRIARAYA PANOTE

論文内容の要旨

日本や中国の家族構成、高齢化社会の現状、医療資源の不足、高齢者の心理的問題、認知障害になりやすい危険因子などを明らかにした上で、回想療法に基づく高齢者の情緒改善に寄与することを目的とした高齢者と若年者の2世代対話の支援システムの研究である。このためまず、深層学習技術を用いた2世代対話にふさわしい写真コンテンツの自動選択技術を考案し、それら写真を用いた対話中の高齢者の脳波から感情認識する技術を確立してそれらを組み合わせ、2世代間の対話を支援するシステムを構築した。

第1章では研究背景を述べた。次に第2章では本研究の関連研究、要素技術である、回想療法、会話支援システム、感情空間モデル、感情評価フォーム、感情認識のための脳波チャンネルの選択、脳波信号のアーティファクトとその除去方法、既存の脳波による感情認識システムの関連理論と方法について解説した。

第3章では、深層学習において画像認識で優れた性能を有するVGG16モデルをファインチューニングすることで2世代間の対話にふさわしい写真を自動的に選択する手法を構築、評価し有用性を確認した。世代間の会話に適さない写真とは年配者の言葉数が少なく、若者のストレスが大きい写真、適した写真とは年配者の言葉数が多く、若者のストレスが小さい写真である。

第4章では、回想療法を行うためにふさわしい、2世代の対話を促進する過去の写真(1926-1989)の特性を心理学的実験により調査し明かにした。実験の結果、写真の種類は、年配者の感情にはほとんど影響を与えない一方で、若者は自分が知らない事に関する写真に対し無関心になる傾向が強く、これが高齢者に負の感情をもたらすことが分かった。

第5章では、回想療法のために、高齢者の脳波を用いた感情認識(ポジティブとネガティブ)システムを研究開発した。具体的には過去の状態を推定に利用するLSTM(長期短期記憶)モデルと、過去と未来の状態を推定に利用するBi-LSTMモデルの比較を行いBi-LSTMモデルが優れて

いることを明らかにした。

第6章では、前頭葉群、側頭葉群、頭頂葉群の脳波計測チャンネルにそれぞれ Multivariate Empirical Mode Decomposition Method (MEMD) - Canonical Correlation Analysis (CCA) 法を用いて、会話時に脳波信号に発生する筋雜音を除去するモジュールを実装した。また Chanel Temporal Attention (CTA) モジュールを、畠み込み NN (CNN) - 回帰 NN (RNN) モジュールに統合した CTA-CNN-Bi-LSTM フレームワークを提案、構築し MEMD-CTA と組み合わせることで高い精度で感情認識が可能になることを示した。

第7章ではまとめと今後の課題を述べた。

論文審査の結果の要旨

日本、中国とも少子高齢化が進展し、高齢者の健康寿命を如何にして伸ばすかが社会の活力維持、また社会的コストの削減において重要なポイントとなっている。回想法は高齢者との対話を通して過去の記憶を呼び覚まし、心理的に安定をもたらす非薬物的療法として知られている。回想法に留まらず若年者と高齢者が積極的に対話することは、高齢者の精神に良い影響を与えるが、高齢者との対話に不慣れな若年者にとっては対話がストレスになる可能性が高い。先行研究のレビューでこういった2世代間の対話で写真などのコンテンツを活用することで対話を促進することが知られている。しかし対話にふさわしい写真コンテンツの準備や、高齢者の対話中の感情を察して話題を切り替えるなどの配慮が必要となる。

こういった問題を解決するために、申請者は2世代間の対話に適切な写真コンテンツを評価するために新たな心理尺度を考案し、これによって対話に適切な写真とはどういった性質を持つのかを評価し、明らかにした。さらに適切な写真をインターネット上の画像データから自動的に選択する仕組みを VGG16 のファイチューニングにより実現している。VGG16 の上流の CNN レイヤーの重みを固定し、下流の CNN レイヤーの重みを再学習させる際、固定、再学習するレイヤーを幾つかのパターンで比較し、ある程度詳細な特徴を識別するレイヤーを固定し、より抽象度の高い特徴を識別するレイヤーを再学習させたモデルが最も優れていることを明らかにした。これは人が視覚から情報を得る際に細かな特徴にも着目しているからで、マルチスケールで特徴を抽出することでより有益な情報が取得できることを示すものである。

次に脳波から感情推定を行う手法の研究として、最終的に MEMD-CCA + CTA-CNN-Bi-LSTM フレームワークを新たに考案し、98.75% という非常に優れた推定精度を実現した。さらに各モジュールがどのように感情推定に寄与しているのかを明らかにした (CTA 11%, CNN 21.29%, Bi-LSTM 8%)。この手法は脳波解析だけでなく様々なアーティファクトを含む複数チャンネルから得られる時系列信号の処理に活用されることが期待される。

以上の様に、本研究は2世代間の対話支援システムとしての新規性、有用性が共に十分であるのみならず、研究で得られた要素技術が様々な分野で活用される可能性を有しており、学位を授与するに値すると考える。

本論文の内容は、査読システムが確立されている学術誌に掲載された以下の基礎論文4報に報告されている。いずれも申請者が筆頭著者であり、以下の論文において二重投稿など研究者倫理

に反する事象は認められなかった。

基礎論文

1. A Preliminary Intergenerational Photo Conversation Support System based on Fine-tuning VGG16 Model,

Lei JIANG, Panote Siriaraya, Dongeun Choi, Noriaki Kuwahara, International Journal of Advanced Computer Science and Applications(IJACSA), Vol. 11, No. 12, pp.663-672, 2020.

<https://doi.org/10.14569/IJACSA.2020.0111277>

2. A Library of Old Photos Supporting Conversation of Two Generations Serving Reminiscence Therapy,

Lei Jiang, Panote Siriaraya, Dongeun Choi, Noriaki Kuwahara, *Frontiers in Psychology*, Vol. 12: 704236, 2021.

<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.704236>

3. Emotion Recognition Using Electroencephalography Signals of Older People for Reminiscence Therapy,

Lei Jiang, Panote Siriaraya, Dongeun Choi, Noriaki Kuwahara, *Frontiers in Psychology*, Vol. 12: 823013, 2021.

<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.823013>

4. Electroencephalogram Signals Emotion Recognition Based on CNN-RNN Framework with Channel-Temporal Attention Mechanism for Older Adults,

Lei Jiang, Panote Siriaraya, Dongeun Choi, Fangmeng Zeng, Noriaki Kuwahara, *Frontiers in Aging Neuroscience (Accepted)*