

喜び以外の情動における皮膚温度および相対的な顔座標の変化解析

田邊 里和^{†1} 菊地 亮太^{†1} 鄒 敏^{†1} 景山 陽一^{†1}
 末廣 健二^{†2} 高橋 伸明^{†2} 斉藤 洋樹^{†2} 小林 拓也^{†2}
 渡邊 文人^{†3} 佐竹 久美^{†3} 佐藤 直子^{†3}
 秋田大学^{†1} 秋田ケーブルテレビ^{†2} ALL-A^{†3}

1. 背景・目的

近年、情報機器の発達や COVID-19 の影響に伴い、非接触情報を用いた情動推定に関する研究が行われている。情動を伴う自然に表出した表情は、人により大きく異なる[1]。そのため、顔面皮膚温度などの生理的変化に着目した検討が必要である。皮膚温度変化に着目した研究として、喜びの情動が喚起される区間(以降、情動喚起区間と表記する)において、鼻部と左右頬部で皮膚温度変化の発生が認められている[2]。また、Convolutional Neural Network を用いた顔熱画像および可視画像における情動喚起推定では、可視画像と比較し、顔熱画像がより優れた性能を発揮することが明らかになっている[3,4]。したがって、熱赤外画像を用いることは、非接触による詳細な心理変化の推定を可能にすると考えられる。

情動や表情は、時間経過により変化する。このため、実用性を重視する場合、着目する特徴量の時系列データを用いる必要があると考える。そこで本研究では、熱画像および可視画像における喜びの時系列データを対象とし、情動喚起区間を推定する手法の考案を目的とする。

本研究グループではこれまでに、喜びの情動喚起時における鼻部および左右頬部の皮膚温度、ならびに口や目などの相対的な顔座標の変化に着目し、情動喚起区間を推定する手法について検討を行ってきた[5,6]。その結果、喜びの情動喚起時において、鼻部および左右頬部の皮膚温度、ならびに口の開閉および目の開閉に有意な変化が発生することを明らかにした。また、その時系列データを併用することは、機械学習による情動喚起区間の推定が可能であることを明らかにした。しかしながら、喜びの情動のみに対応した情動喚起推定モデルであり、汎用性に課題を有していた。そこで本稿では、喜び以外の情動に着目し、情動喚起時における皮膚温度変化および相対的な顔座標の変化について解析を行った。

Analysis of Changes in Skin Temperature and Relative Facial Coordinates During Emotions Except Joy
 Rio Tanabe^{†1}, Ryota Kikuchi^{†1}, Min Zou^{†1}, Yoichi Kageyama^{†1}, Kenji Suehiro^{†2}, Nobuaki Takahashi^{†2}, Hiroki Saito^{†2}, Takuya Kobayashi^{†2}, Fumito Watanabe^{†3}, Hisami Satake^{†3}, Naoko Sato^{†3}
^{†1}Akita University, ^{†2}Cable Networks Akita, ^{†3}ALL-A

2. 使用データ

本研究では、赤外線サーモグラフィ装置(日本アビオニクス(株)製 R500EX-S, R550S)および可視カメラ(パナソニック(株)製 4K ビデオカメラ HC-VX2M)を用いて、被験者 7 名(A~G: 男性 2 名・女性 5 名, 60 歳以上, 2023 年 11 月撮影)の動画コンテンツ視聴時における顔熱画像(640x480 画素, 30fps)および可視画像(1920x1080 画素, 60fps)を取得した。また実験時、被験者には心理・体調に関するアンケート調査および動画コンテンツ視聴時における情動喚起の有無、種類、ならびにその強度(3 段階: 強, 中, 弱)について評価していただいた。評価されていない区間は、情動が未喚起である区間(以降、情動未喚起区間と表記する)として設定した。データ取得環境を以下に示す。

- ・室温: 21.4~26.4°C
- ・湿度: 48.2~69.5%

本研究は「秋田大学手形地区における人を対象とした研究に関する倫理規程第 6 条第 2 項」に基づいてデータを取得している。

3. 解析手法

提案する解析手法の流れを図 1 に示す。解析手法は 4 種類の処理(処理①~処理④)から構成される。各処理の概要を以下にまとめる。

- ① 顔検出手法による着目領域の設定
 複数視点顔画像に対応した顔検出手法[6]を用

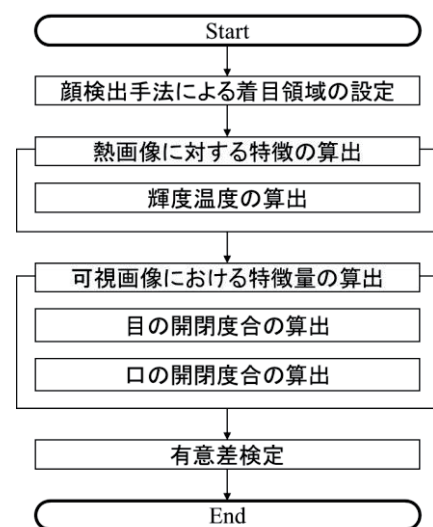


図 1. 解析手法の流れ

いて、顔熱画像の温度データから作成したグレースケール画像(以降、熱グレースケール画像と表記する)に対する顔検出を行い、鼻部(10×30画素)および左右頬部(30×30画素)を着目領域として設定する。

② 熱画像における特徴量の算出

熱グレースケール画像における着目領域(鼻部、左右頬部)から輝度値を取得し、その平均値を変換した温度(以降、輝度温度と表記する)を算出する。

③ 可視画像における特徴量の算出

顔検出手法から取得された目の上瞼および下瞼における Insightface[7]の特徴点を用いて、2点間の距離(以降、目の開閉度合)を算出する。また、Insightface から取得される3点の特徴点(口角と下唇)を用いて、3点のなす角(以降、口の開閉度合と表記する)を算出する。

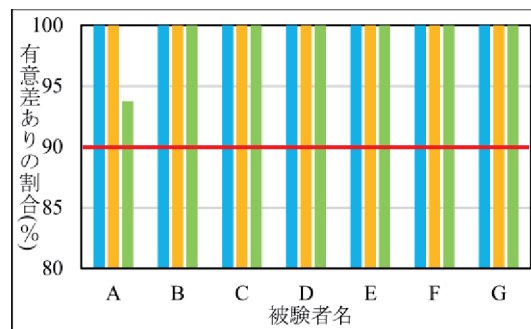
④ 熱画像および可視画像における特徴量を対象とした有意差検定

情動喚起区間および動画コンテンツ視聴前に取得した情動が喚起されていない定常状態の区間(以降、定常区間と表記する)それぞれにおける有意差を検証する。具体的には、処理②、③で取得した輝度温度(鼻部、左右頬部)および相対的な顔座標(両目の開閉度合、口の開閉度合)を対象とし、対応のない T 検定[2]を実施する(有意水準5%、両側検定)。検定に使用したデータは、定常区間 100 フレーム、情動喚起区間は評価された全フレームである。

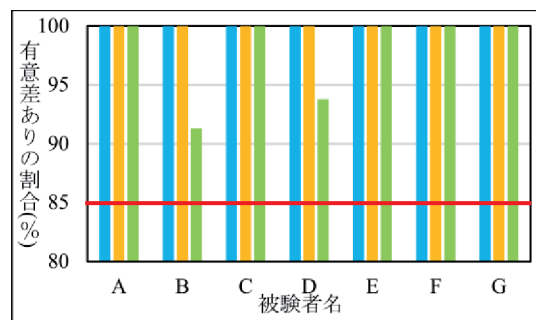
4. 解析結果および考察

全被験者における輝度温度(鼻部、左右頬部)を対象とした有意差検定結果を図 2(a)に、相対的な顔座標(両目の開閉度合、口の開閉度合)を対象とした有意差検定結果を図 2(b)にそれぞれ示す。輝度温度では、有意差のある情動喚起区間数が90%以上、相対的な顔座標では、85%以上認められた。特に、鼻部および右頬部の輝度温度、ならびに右目の開閉度合における有意差のある情動喚起区間数は100%であった。しかしながら、被験者 A における左頬部の輝度温度、ならびに被験者 B、D における口の開閉度合において、有意差がない区間もみられた。この有意差のない区間において、きれいや面白いなどの興味・関心の情動が被験者3名に共通して発生していた。したがって、興味・関心の情動では、定常区間と情動喚起区間との有意差がみられない傾向があると考えられる。

したがって、鼻部および左右頬部における輝度温度、ならびに目および口の開閉度合は、情動喚起区間と情動未喚起区間の判別に有用な指標である可能性を明らかにした。



(a) 輝度温度



(b) 相対的な顔座標

図 2. 有意差検定結果

5. 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19K12909, JP22K12215 の助成を受けて行われた。また、データ取得実験に参加下さった被験者の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- [1] L. F. Barrett, R. Adolphs, S. Marsella, A. M. Martinez, S. D. Pollak: "Emotional Expressions Reconsidered: Challenges to Inferring Emotion From Human Facial Movements", *Psychological Science in the Public Interest*, 20, 1, pp.1-68(2019)
- [2] M. Yamada, Y. Kageyama: "Temperature analysis of face regions based on degree of emotion of joy", *International Journal of Innovative Computing, In-formation and Control*, 18, 5, pp.1383-1394(2022)
- [3] A. Bhattacharyya, S. Chatterjee, S. Sen, A. Sinitca, D. Kaplun, R. Sarkar: "A deep learning model for classifying human facial expressions from infrared thermal images", *Scientific Reports*, 11, 1(2021)
- [4] B. Sathyamoorthy, U. Snehalatha, T. Rajalakshmi: "Facial emotion detection of thermal and digital images based on machine learning techniques", *Bio-medical Engineering - Applications, Basis and Communications*, 35, 1(2023)
- [5] R. Tanabe, Y. Kageyama, M. Zou: "Emotional Arousal Estimation by LSTM Model Based on Time-Series Thermal and Visible Images", *Proceedings of the 10th IIAE International Conference on Intelligent Systems and Image Processing, GS2-1*, (2023)
- [6] 田邊里和, 鄒敏, 景山陽一: "顔面皮膚温度および目の開閉度合に着目した LSTM モデルによる情動喚起区間推定", 第 66 回自動制御連合講演会, 2F3-1 (2023)
- [7] Insightface: <https://insightface.ai/> (Accessed 2023/12/18)