

高齢者を対象とする e スポーツ実施時の顔面皮膚温度経時変化解析

諏訪 雄大^{†1} 景山 陽一^{†1} 菊地 亮太^{†1} 三浦 有沙子^{†1†2}
 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

現在、日本は高齢化率および認知症有病率の割合が年々増加しており^[1]、高齢者の健康寿命延伸のため、認知症予防の必要性が高まっている。認知症予防を目的とした研究はこれまでも行われている。例えば、社会との多様な繋がりを持つことは、認知症発症リスクを低減させることが明らかにされている^[2]。また、エレクトロニック・スポーツ(以降、e スポーツと表記する)をプレイすることが認知機能向上に寄与することが示されている^[3]。これらのことから、e スポーツが認知症予防の手段として注目されている^[4]。一方、感情の生起と自律神経の活動には深い関連があり、詳細な心理変化の検出が可能であると考えられる^[5]。ここで、e スポーツから得られる刺激や感情を定量化することは、高齢者の認知症予防に向けた e スポーツの評価に繋がると考える。

本研究グループではこれまでに、e スポーツから得られる刺激や感情を定量的に判断する指標の生成を目的として、e スポーツ実施中における顔の温度変化に着目した特徴解析を行ってきた^[6]。その結果、情動喚起によって皮膚温度変化が発生する傾向が認められた。しかしながら、発生した情動を推定できる指標を生成するまでには至っていない。そこで本研究では、熱赤外面像を用いた情動喚起の仕方、刺激や情動の種類および程度を判断する指標に関して検討を行う。本稿では、e スポーツ実施時の顔面皮膚温度および動きの変化を用いて、機械学習による情動喚起区間推定手法について検討を行った。

2. 使用データ

使用データは、レースゲーム「GRAN TURISMO SPORT」をプレイしている被験者 9 名 (A~I: 男性 7 名, 女性 2 名, 60 歳以上, 2020 年 11 月撮影) を対象として、赤外線サーモグラフィ装置(日本アビオニクス(株)製 R500EX-S)および可視カメラ(Panasonic HC-VX2M)を用いて取得した熱動画像(640×480 画素, 30fps)および可視動画像(1920×1080 画素, 30fps)である。また、被験者には心理・体調に関するアンケート調査、およびゲームプレイ中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。評価された区間は、情動が喚起された区間(以降、情動喚起区間と表記する)として設定した。さらに、評価が得られてい

ない区間は、情動が喚起されていないと推定される区間(以降、定常状態区間と表記する)として設定した。データ取得環境を図 1 に示す。また、室温および湿度を以下に示す。

- ・室温: 18.6°C~22.5°C
- ・湿度: 32.5%~63.9%

本研究で使用したデータは「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」に基づいて取得されている。

3. 提案手法

提案手法の流れを図 2 に示す。提案手法は、7 種類の処理(①~⑦)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

顔検出手法^[6]を用いて、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に対する顔検

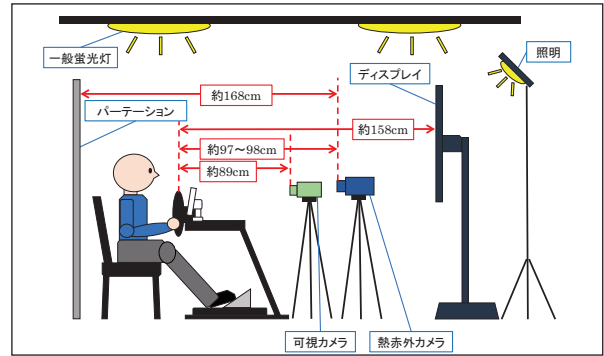


図 1. データ取得環境

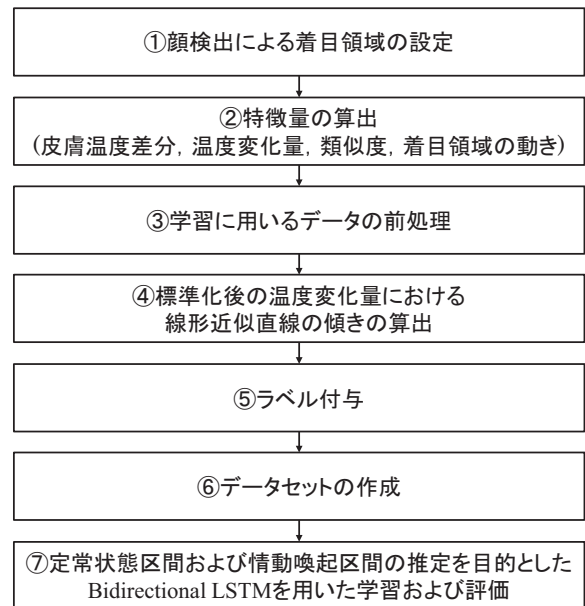


図 2. 提案手法の流れ

Analysis of facial skin temperature changes during playing eSports for the older adults

Yudai Suwa^{†1}, Yoichi Kageyama^{†1}, Ryota Kikuchi^{†1}, Asako Miura^{†1†2}, 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

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 特徴量の算出

各着目領域における皮膚温度と背景 20 点の温度の平均値との差分(以降、皮膚温度差分と表記する)、着目フレームとその 30 フレーム前のフレームにおける差分温度(以降、温度変化量と表記する)、ならびに各着目領域の移動量(以降、体動と表記する)を算出する。加えて、各着目領域間(鼻部-左頬部、鼻部-右頬部、左頬部-右頬部)で認められた、片方の温度変化量が上昇すると、もう一方は低下するという逆反応に着目した値(以降、類似度と表記する)を算出する。

③ 学習に用いるデータの前処理

情動喚起区間における温度変化を鮮明にするため、処理②で算出した特徴量(皮膚温度差分、温度変化量、体動、類似度)に対して、定常状態区間の平均を用いた標準化を行う。

④ 標準化後の温度変化量における線形近似直線の傾きの算出

はじめに、定常状態区間ならびに情動喚起区間内から着目フレームを設定する。次に、着目フレームおよび着目フレーム後の連続した 29 フレーム、合計 30 フレームにおける温度変化量を取得する。そして、取得した温度変化量における線形近似直線の傾きを算出し、これを着目フレームにおける傾きとして設定する。この処理を 1 フレームずつシフトしながら行い、全ての定常状態区間および情動喚起区間のフレームにおける傾きを算出する。

⑤ ラベル付与

定常状態区間と情動喚起区間において、温度変化量の波形が類似した区間を考慮するため、処理④で算出した傾きを用いて、フレームに対してラベル付与を行う。はじめに、定常状態区間における傾きの平均値を閾値として算出する。次に、各情動喚起区間において、傾きが閾値以上であったフレームに対して、情動喚起ラベルを付与し、閾値以下であったフレームに対して、定常状態ラベルを付与する。なお、定常状態区間のフレームには、定常状態ラベルを付与する。

⑥ データセットの作成

はじめに、撮影開始から 15 フレーム後を着目フレームとして設定する。次に、着目フレーム前 15 フレーム、着目フレーム後 14 フレームの合計 30 フレームの連続した特徴量を取得し、これらを 1 つのデータセットとする。この処理を 1 フレームずつシフトしながら行うことで、撮影開始から撮影終了までにおけるデータセットを作成する。また、各データセットには、着目フレームにおけるラベルを設定する。

⑦ Bidirectional Long Short-Term Memory を用いた情動喚起区間推定

被験者 9 名における着目領域ごとに、ゲームプレイ 1 回目と 3 回目を学習データ、2 回目をテストデータとした学習および情動喚起区間推定を行う。各着目領域で得られた推定結果を統合し、各情動喚起区間において、情動喚起と推定されたフレーム数が半数以上であった場合、検出に成功したと仮定して評価を行う。なお、統合時に使用した学習モデルは、情動未喚起区間を正しく推定できた割合(以降、特異度と表記する)、情動喚起区間を正しく推定できた割合(以降、再

現率と表記する)を考慮し、決定している。推定結果統合時の指標には、論理和、論理積、ならびに推定ラベル内で最も数の多いラベルを取得し、検出率が最も高かった論理和を用いている。

4. 解析結果および考察

提案手法、各被験者において取得されたデータの特性を考慮せず、類似度、温度変化量ならびに体動を用い、手動で推定を行った比較手法による情動喚起区間の推定結果を表 1 に示す。比較手法と比較して、提案手法では 9 名中 7 名の被験者において検出率が向上した。この結果は、提案手法は情動喚起区間の推定に有用であることを示唆している。

一方、被験者 F では検出率が 0% となる結果を得た。このため、被験者 F の検出率低下要因が本稿で用いた特徴量にあると仮定し、調査を行った。具体的には、モデルの構築段階で逐次的に特徴量を選択していく Forward Selection を用い、特徴量は顔面皮膚温度に関する特徴量(4 個)、体動に関する特徴量(2 個)を使用した。その結果、鼻部にて 1 個、左右頬部にて 3 個選択時において、良好な結果が認められた。選択された特徴量は、すべて顔面皮膚温度に関する特徴量であった。また、これらの特徴量を用いて情動喚起区間推定を行ったところ、検出率が 100% となった。したがって、被験者 F を対象とする場合、顔面皮膚温度に関する特徴量を用いることが推定に適していると考えられる。

5. 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 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。

表 1. 情動喚起区間の推定結果

被験者	情動喚起回数	提案手法		従来手法	
		推定回数	検出率 (%)	推定回数	検出率 (%)
A	4	3	75	3	75
B	4	4	100	3	75
C	4	4	100	0	0
D	1	1	100	0	0
E	3	3	100	1	33
F	4	0	0	0	0
G	3	3	100	0	0
H	2	2	100	1	50
I	10	9	90	2	20

□ : 検出率向上, ■ : 低い検出率

参考文献

- 内閣府: “平成 29 年版高齢社会白書 (概要版)”, <https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/html/gaiyou/index.html> (Accessed 2023/12/26)
- T. Saito, C. Murata, M. Saito, T. Takeda and K. Kondo: “Influence of social relationship domains and their combinations on incident dementia: a prospective cohort study”, *J Epidemiol Community Health*, Vol. 72, Issue 1, pp. 7-12, doi:10.1136/jech-2017-209811 (2018)
- 水國 昭允: “高齢者を対象とした e スポーツによる認知トレーニングの効果検証と参加意欲に関する研究”, 国際 ICT 利用研究会論文誌, Vol. 5, No. 1, pp. 3-16 (2022)
- 東大阪市: “高齢者 e スポーツ促進事業の概要”, <https://www.city.higashiosaka.lg.jp/0000034776.html> (Accessed 2023/12/26)
- 浅野 裕俊, 水野 統太, 野澤 昭雄: “ドライバーの眠気検出技術の研究動向と顔面皮膚温度を用いた眠気検出および抑制”, *知能と情報*, Vol. 32, No. 2, pp. 33-37 (2020)
- A. Miura, Y. Kageyama, H. Shirai, C. Ishizawa, K. Suehiro, N. Takahashi, H. Saito, T. Kobayashi, F. Watanabe, H. Satake and N. Saito: “Analyzing Facial Skin Temperature in the Elderly While Playing eSports”, *SCIS&ISIS2022, T-2-H-5* (2022)