

高齢者を対象とする e スポーツ実施時の 皮膚温度変化を用いた感情喚起推定

三浦 有沙子^{†1} 景山 陽一^{†1} 白井 光^{†1} 石沢 千佳子^{†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、高齢化率は 28% を越え、我が国は世界で一番高齢者の人口比率が高い国となっている^[1]。また、高齢者における認知症発症の割合は、年々増加傾向にある。このため、認知症の予防として身体運動や認知トレーニング、社会参加の促進が勧められている。一方、コンピュータゲームやビデオゲームを用い、対戦相手と個人またはチームで競い合うスポーツ競技であるエレクトロニック・スポーツ(以下、e スポーツと表記する)は、高齢者の健康寿命延伸を図るための手段として捉えられており、高齢者と e スポーツの関係性が注目されている^[2]。したがって、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、高齢者における認知症予防や健康寿命延伸のための新たな取り組みとして有用であると考えられる。また、この感情を定量化することは、対象のゲームをどれだけ楽しめているかどうかを解析するための指標として活用できる。

感情の生起と自律神経の活動には深い関連があり、血流変化などの生理的変化が表出することが知られている。先行研究では、喜びの情動が起きた際に、鼻部および頬部から皮膚温度変化がみられることが明らかとなっている^[3]。すなわち、感情と自律神経系の相関に着目することは、詳細な心理変化の検出を可能にすると考えられる。しかしながら、e スポーツ実施時における顔面皮膚温度に関して詳細な解析は行われていないのが現状である。

そこで本研究では、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 スポーツ実施時に発生した感情のセンシングを行う。本稿では、熱動画像および可視動画像を併用した顔検出手法^[4]を用いて取得した鼻部および左右頬部(以下、着目領域と表記する)を対象とし、e スポーツ実施中における温度変化の皮膚温度解析を行った。

Estimation of Emotional Arousal Using Skin Temperature Change in the Elderly while Playing eSports

Asako Miura^{†1}, Yoichi Kageyama^{†1}, Hikaru Shirai^{†1},
Chikako Ishizawa^{†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. データ取得

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、被験者 16 名(A~P: 60 代以上, 男性 11 名・女性 5 名)の熱動画像および可視動画像(各 640×480 画素, 30fps)を撮影した。データ取得は、2022 年 9 月に 1 日実施した。取得環境を以下に示す。

- ・室温: 22.4~25.7°C
- ・湿度: 45.8~65.1%

実験では、被験者にレースゲーム(GRAN TURISMO SPORT7)^[4]を 3 回プレイしていただき、その様子をゲーム実施前からゲーム実施後にかけて撮影した。その後、被験者自身に、ゲーム実施中に情動が発生したタイミングや程度について評価してもらった(以下、情動喚起アンケートと表記する)。また、実験の前後において、被験者に心理・体調に関するアンケート調査を実施した。なお、新型コロナウイルス感染対策を十分に行い、「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

3.1 顔検出手法

熱動画像および可視動画像を併用した顔検出手法^[4]を用いて、顔領域の座標を抽出した。

3.2 着目領域の設定

3.1 節から取得された顔領域の座標を用いて、1 フレーム目の正面を向いた顔である熱グレースケール画像に対し、着目領域を設定した。着目領域の設定例を図 1 の青枠で示す。

次に、鼻孔間の特徴点を基準点とし、各着目領域が顔の傾きに追従するように処理を施した。

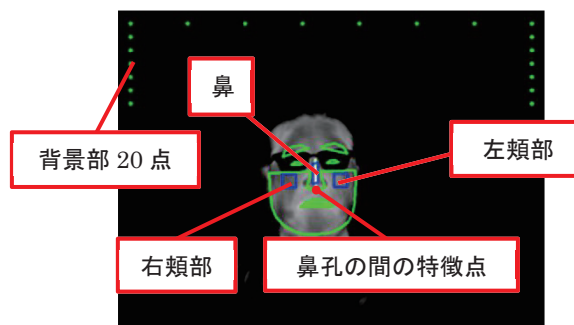


図 1. 着目領域および背景部 20 点の設定例

3.3 皮膚温度差分の算出方法

3.3.1 皮膚温度差分の算出

はじめに、抽出された各着目領域における平均温度をそれぞれ算出した。次に、時系列データの各フレームにおける背景部 20 点の平均温度(以下、背景平均温度と表記する)を算出した。最後に、各着目領域における平均温度と背景平均温度の差分(以下、皮膚温度差分と表記する)をそれぞれ算出した。

3.3.2 皮膚温度差分に対する平滑化処理

ノイズ除去のため、皮膚温度差分の時系列データに対し、着目フレームとその前後 1 フレームを対象とした移動平均フィルタ⁶⁾を適用した。

3.4 温度変化量の算出

平滑化後の皮膚温度差分の時系列データに対し、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(以下、温度変化量と表記する)を算出する。

4. 解析および考察

(i) 皮膚温度差分を対象とした有意差検定

各被験者が回答した情動喚起アンケートにおいて、情動が喚起された区間(以下、情動喚起区間と表記する)および e スポーツ実施前に取得した情動が喚起されていない定常状態の区間(以下、定常区間と表記する)それぞれにおける有意差を検証した。具体的には、皮膚温度差分を対象とし、対応のない T 検定⁶⁾を実施した(有意水準:5%, 両側検定)。検定に使用したデータは、定常区間は取得した 300 フレーム、情動喚起区間は回答があった箇所の全フレームを使用した。

全被験者における有意差検定の結果を図 2 に示す。着目領域ごとに調査した結果、全情動喚起区間に対して有意差のある情動喚起区間数は 90%以上認められた。このことは、着目領域における皮膚温度差分は、「定常区間」と「情動喚起区間」の判別に有用な指標であることを示唆している。

(ii) 定常区間および情動喚起区間における温度変化量の比較

情動の有無による温度変化量の違いを調査するため、定常区間(情動未喚起の区間)および情動喚起区間の温度変化量を比較した。はじめに、定常区間における温度変化量の正の値および負の値それぞれの平均を算出した。次に、算出した平均値を定常区間の基準値とし、情動喚起区間において基準値以上の温度変化が発生した区間を調査した。被験者 16 名から得られた情動喚起区間は全 169 件である。そのうち、鼻部、左頬部、右頬部それぞれの全情動喚起区間から定常区間における基準値以上の温度変化が得られた。この結果は、情動未喚起時と喚起時では温度変化量に差が発生することを示唆している。また、図 3 に示す温度変化量算出結果例においても、「壁に衝突し、戸惑った」と回答があった区間内において、情動喚起の要因となる壁との衝突後に、温度変化が発生する様子が認められた。また、この結果は他の被験者においても同様の

傾向がみられた。e スポーツ中に発生する情動喚起の要因となり得る場面において、温度変化が発生していることから、情動喚起による温度変化であることを示唆している。

以上の結果は、e スポーツ実施時における情動喚起によって顔面皮膚温度が発生し、その皮膚温度変化を用いることで、情動喚起の発生を判別できる可能性があることを示唆している。

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。

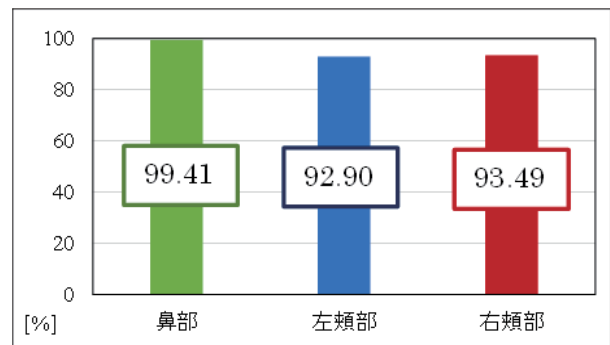


図 2. 皮膚温度差分を対象とした有意差検定結果

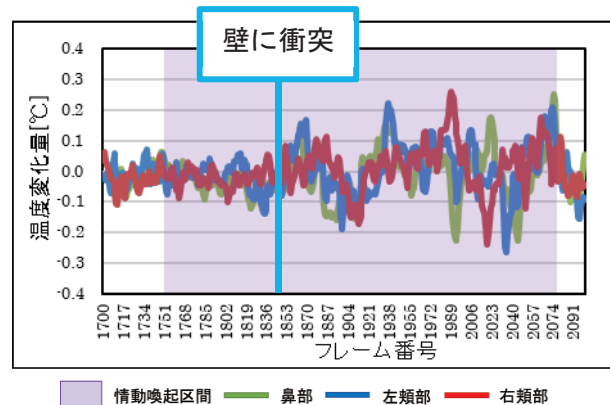


図 3. 温度変化量算出結果例(被験者 A)

参考文献

- [1] 総務省統計局: “統計局ホームページ/令和元年/統計トピックス No.121 統計からみた我が国の高齢者—「敬老の日」にちなんで—「1. 高齢者の人口」”, <https://www.stat.go.jp/data/topics/topi1211.html> (Accessed 2023/01/10)
- [2] さいたま市民シルバー e スポーツ: “シルバー e スポーツ協会が世界で初めてできました”, 特定非営利活動法人(NPO) さいたま市民ネットワーク, <https://nposcn.com/info/世界初! シルバー e スポーツ協会ができました/> (Accessed 2023/01/10)
- [3] M. Yamada, Y. Kageyama: “Temperature Analysis of Face Regions Based on Degree of Emotion of Joy”, *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, vol.18, No.5, pp.1383-1394 (2022)
- [4] “GRAN TURISMO SPORT7”, POLYPHONY DIGITAL, <https://www.gran-turismo.com/jp/gt7/top/> (Accessed 2023/01/10)
- [5] 栗原伸一: “入門統計学—検定から多変量解析・実験計画法まで—”, オーム社 (2011)
- [6] 星野 満博, 西崎 雅仁: “数理統計の探求: 経営的問題解決能力の開発と論理的思考の展開”, 晃洋書房 (2008)