

e スポーツ実施中における高齢者を対象とした 瞬き検出手法の汎用性に関する検討

梅北 空良^{†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、日本の高齢化率は年々増加しており[1]、高齢者の健康寿命の延伸が求められている。特に、高齢者の有病率が高い病気の1つとして認知症があり[2]、認知トレーニングや社会とのつながりを多く持つことが予防手段として有効であることが明らかになっている[3,4]。一方、認知症予防の手段として、エレクトロニック・スポーツ(以降、eスポーツと表記する)を用いる事例が増加している[5]。高齢者の認知トレーニングとして、ビデオゲームを用いることは有効である[3]。また、eスポーツは、対戦相手とゲーム内容を競い合うことで人との交流を図ることができるため、社会的なつながりの維持が可能になる。すなわち、eスポーツに取り組むことは、「ゲームそのものによる認知トレーニング」および「社会との関わりから得られる刺激」という2重の認知症予防効果が期待できる。したがって、eスポーツ実施時における心情の変化を検出し、これを活用することは、高齢者の認知症予防に貢献できると考える。一方、瞬きの回数と心理状態との関連性が研究されており、覚醒水準の定量的評価指標としての活用が期待されている[6]。しかしながら、eスポーツ実施時における心情の変化と瞬きとの関連について検討は行われていない。そこで本研究では、eスポーツ実施時に喚起した感情を瞬き情報に基づいて推定するシステムの構築を目的とする。

本研究ではこれまでに、機械学習を用いた瞬き検出手法(以降、本瞬き検出手法と表記する)において、俯き時における瞬き判別処理の際に、俯き時のラベルを別途設定することは、本瞬き検出の精度向上に有用であることを明らかにした[7]。一方、モデルの学習時に、被験者ごとにそれぞれモデルの学習を行っていた。そこで本稿では、モデルの学習に使用する被験者数を増やし、汎化性能の高いモデルの構築について検討を行った。

2. 使用データ

検討に使用するデータを取得するために、2020年10月および11月にデータ取得実験を実施した。被験者は5名(60歳以上、男性3名・女性2名:A

~E)であり、1名につき10月・11月それぞれ1日ずつデータ取得を実施した。実験では、被験者にレースゲーム(GRAN TURISMO SPORT[8])を1日3回、合計6レースプレイしていただき、その様子を可視カメラ(4KビデオカメラHC-VX2M)により正面から撮影した(1920×1080画素、一部データは1280×720画素、30fps)。得られた可視動画像を1フレーム毎の静止画像に分割し使用した。撮影は、日常一般的な白色蛍光灯および照明機材(VARIABLE-29-SETフレキシブルLEDライト)の下で実施した。データ取得時の照度を以下に示す。

- ・10月…被験者上方：1,260～1,660 lx
被験者正面：640～960 lx
- ・11月…被験者上方：1,320～1,750 lx
被験者正面：630～910 lx

なお、本研究は新型コロナウイルス感染症対策を十分に施し、「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. 実験手法

CNN[9]およびLSTM[9]を組み合わせたモデル(以降、CNN-LSTMと表記する)を用いた瞬き検出手法の流れを図1に示す。

3.1 目領域画像の抽出

全ての静止画像を対象として、InsightFace[10]に搭載されている顔検出機能を用い、目および鼻における特徴点座標をそれぞれ算出した。さらに、各特徴点座標に基づいて画像抽出範囲を設定し、左目領域(10×20pixel)を抽出した。画像抽出範囲を以下に示す。

- ・縦幅：左目の特徴点の平均座標を中心とし、Y軸方向に $\pm\alpha$ の区間
(α ：鼻根および隣接する特徴点間の距離/2)

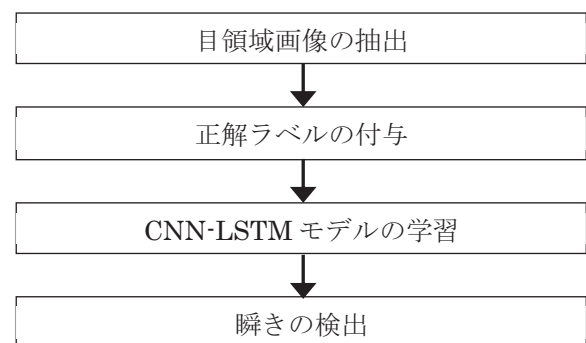


図1 CNN-LSTMを用いた瞬き検出手法の流れ

Study on the Versatility of a Blink Detection Method for Older Adults when Playing eSports

Sora Umekita^{†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

・横幅：左目の目頭と目尻の特徴点間距離

3.2 正解ラベルの付与

各フレームの目領域画像に対して目視で判断し、正解ラベル(瞬き, 非瞬き, 俯き瞬き, 俯き非瞬き)を設定した. ここで, それぞれのフレームを「瞬きフレーム」, 「非瞬きフレーム」, 「俯き瞬きフレーム」, ならびに「俯き非瞬きフレーム」と定義する.

3.3 CNN-LSTM モデルの学習

学習データにおいて, 「全ての俯き瞬きフレーム」, および「俯き瞬きフレームと同数の瞬きフレーム, 非瞬きフレーム, ならびに俯き非瞬きフレーム」を着目フレームとした. さらに, 着目フレームと前後 6 フレーム, 計 13 フレームの目領域画像を CNN-LSTM に入力し, 着目フレームごとの正解ラベルを出力とするように学習させた.

なお, 本稿では, 汎化性能の高いモデル(以降, 汎化モデルと表記する)の構築について検討を行うため, 被験者 5 名のうち 4 名の全レースデータを学習データ, 残り 1 名の全レースデータを評価データとしてモデルの学習を行った. また, 各被験者の 4 レース分のデータを学習データ, 残りの 2 レース分のデータを評価データとしてそれぞれ使用し, 被験者ごとに学習したモデル(以降, 個別モデルと表記する)を比較対象とした.

3.4 瞬きの検出

評価データから時系列順に着目フレームを取得し, 各着目フレームとその前後 6 フレームの目領域画像を学習済みの CNN-LSTM モデルに入力した.

CNN-LSTM モデルは, 着目フレームに対する各ラベルである確率を合計が 1 となるように出力する. 出力の「瞬きである確率」あるいは「俯き瞬きである確率」が「非瞬きである確率」および「俯き非瞬きである確率」よりも大きい場合, 着目フレームを瞬きとして仮検出した. さらに, 仮検出結果を後処理し, 得られた結果を最終的な瞬きの検出結果とした.

4. 評価方法および結果

被験者 5 名の目領域画像を対象として, 汎化モデルおよび個別モデルを用いて瞬きの検出をそれぞれ実施し, 瞬き検出精度を評価した. 評価指標には F 値[9]を使用した. F 値は 0.00~1.00 の値をとり, この値が 1.00 に近いほど, 瞬き検出の精度が高いことを示す.

各被験者の F 値の平均値の算出結果を表 1 に示す. 実験の結果, 被験者 B および D の F 値の平均値は, 個別モデルと比較して汎化モデルの方が高い値を得た. また, 被験者 C においても, 2 つのモデル間で大きな差は見られなかった. 一方, 被験者 A の汎化モデルにおける平均値は, 0.237 と低い値を得た. 被験者 A の各ラベルの画像例を図 2 (a)~(d)にそれぞれ示す. 被験者 A は他の被験者よりも目の

表 1 各被験者の F 値の平均値の算出結果

被験者	汎化モデル	個別モデル
A	0.237	0.626
B	0.696	0.681
C	0.831	0.832
D	0.760	0.757
E	0.599	0.875

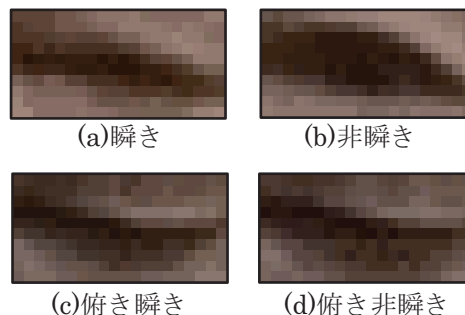


図 2 各正解ラベルの画像例(被験者 A)

開き具合が小さく, 学習した特徴と目の形状が一致しないため, 低い F 値を得たと考える. このため, 被験者の目の開き具合でモデルを分けて作成することで, 瞬き検出精度の向上が可能であると考え.

5. 謝辞

本研究は JSPS 科研費の助成を受けて行われた (JP19K12909, JP22K12215). また, 本研究の遂行に御協力していただいた株式会社秋田ケーブルテレビ, 株式会社 ALL-A の関係者ならびに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] “統計局ホームページ/令和 4 年/統計トピックス No.132 統計から見た我が国の高齢者—「敬老の日」にちなんで—/1. 高齢者の人口”, 総務省統計局 <https://www.stat.go.jp/data/topics/topi1321.html> (Accessed 2024/1/09)
- [2] “3 高齢者の健康・福祉 | 平成 29 年版高齢社会白書 (概要版)”, 内閣府 https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2017/html/gaiyou/s1_2_3.html (Accessed 2024/1/09)
- [3] 野内類, 川島隆太, “脳トレゲームは認知機能を向上させることができるのか?”, 高次脳機能研究, Vol.34, No.3, pp. 335-341, 2014
- [4] 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
- [5] 朝日新聞, “70 歳超と小学生, 「ぶよぶよ」対決 e スポーツが生む健康と交流, 熊本で見た”, 朝日新聞 GLOBE+, <https://globe.asahi.com/article/14344030> (Accessed 2024/1/09)
- [6] 田中裕, “覚醒水準と瞬目活動”, The Japanese Journal of Psychology, Vol. 70, No. 1, pp.1-8, 1999
- [7] 梅北空良, 景山陽一, 末廣健二, 高橋伸明, 齊藤洋樹, 小林拓也, 渡邊文人, 佐藤直子, 佐竹久美, “俯きを考慮した e スポーツ実施中の高齢者を対象とする瞬き検出手法の開発に関する検討”, 第 66 回自動制御連合講演会, 1H3-5, 2023
- [8] “GRAN TURISMO SPORT”, POLYPHONY DIGITAL, <https://www.gran-turismo.com/jp/gtsport/top/> (Accessed 2024/01/09)
- [9] Antonio Gulli: “直観 Deep Learning”, オンラインジャパン, 2018
- [10] “insightface”, <https://insightface.ai/> (Accessed 2024/01/09)