

## オンライン講義における生体情報に基づく集中度推定の評価 Evaluation on attention estimation based on biometric information in online lectures

遠藤 雄飛 † 伊藤 彰則 † 能勢 隆 †

Yutaka Endo Akinori Ito Takashi Nose

### 1 はじめに

新型コロナウイルスの感染拡大により、大学を中心に教育のオンライン化が大きく進んだ。しかし、オンライン講義は周りに他の受講生がいないため緊張感がなく、講師から受講者の様子もわからないため、集中が続かにくいという問題点がある。本研究では、オンライン講義の受講を補助するための集中度推定システムの開発を目指す。特に、本稿では開発した集中度推定システムについて評価実験を行った結果について述べる。

### 2 集中度推定システムの先行研究

オンライン講義中の集中度推定システムを開発した先行研究として、IntelliEye[1]がある。この研究では、大規模公開オンライン講座(MOOC)の受講者に対して tracking.js<sup>1</sup>を用いた Web カメラによる顔認識、ブラウザの状態、マウスの動きから集中度を推定し、気が散っているとみなした場合にアラートを出すシステムが提案された。この IntelliEye は、ノートパソコン内蔵の Web カメラのみで集中度を推定するため追加の機器が要らず、多くの人が利用できる利点があった。また、この研究ではアラートを画面に赤い枠線が出るもの、ベルの音が鳴るもの、動画が止まるものの3種類試しており、結果として音によるアラートが最も回数が少なく、有効であることを示した。

IntelliEye は実際に MOOC 上で 658 人が利用した。受講者には講義の前半でアラートが発生する条件を把握し、講義の後半でアラートが減少させることを期待したが、アラートの減少傾向は見られず、明確な学習効果はなかった。また、受講者へのアンケートではシステムが邪魔になる、必要ないといった意見が見られた。

### 3 提案するシステム

先行研究を踏まえ、顔認識以外にも複数の生体情報を用いて集中度推定の精度を上げること、可能な限り受講者の邪魔をしないことの2点に着目してシステムを開発した。まず、顔認識ができない、すなわち顔がカメラに映らない状態以外にも、よそ見とあくびも気が散っていることを示す表出と判断し、これらの検出も行うこととした。また、これら以外の生体情報と集中度との関連を調査し、瞬きや心拍変動の値が推定に使えると判断した。瞬きについては一般に回数が少ない方が画面をじっと見ており、眠くなると回数が増えることが分かっている [2][3]。心拍変動については、心拍変動が大きくなるほど副交感神経活性度が高くなることで眠くなる事が分かっている [4]。予備実験を行った結果、どちらも Web カメラからの測定が可能だったことから、集中度の評価指標としてこれらの値も用いることとした。

また、瞬きや心拍変動などの値から判断した集中度

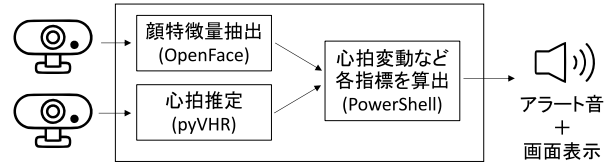


図 1: 提案する集中度推定システム

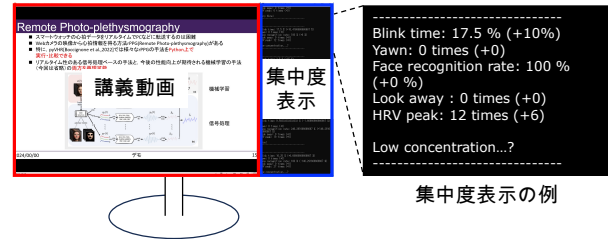


図 2: 提案システムの画面表示の様子

は、よそ見やあくびなどから判断した集中度より精度が低いと考えたため、システムが受講者の邪魔にならないために集中度を画面端に表示するなど目立たない形で集中を促すこととした。以上の改善点を反映した上で、IntelliEye をベースとして開発した本稿で提案するシステムの概形を図 1 に示す。

顔認識、よそ見、あくび、瞬きの検出には Web カメラの映像からリアルタイムで様々な顔特徴量を抽出できる OpenFace[5] を用いた。また、心拍変動を測定するにあたり、Web カメラから心拍数を計測する rPPG(Remote Photoplethysmography) の技術の中で、特にリアルタイムで心拍数を取得できる pyVHR[6][7] を用いた。さらに、気が散っている場合の指摘方法については IntelliEye で有効とされた音によるアラートを採用し、誤って音が鳴った場合でも不快にならないよう、和音に比べてあわただしくなく、安定した印象を持たれやすい単音のベルの音を採用した [8]。

瞬きや心拍変動により気が散っていることを指摘する際には、瞬きの時間と心拍変動のピークの数とを約 30 秒に 1 回計算し、直前の値と比較することで集中度を評価した。どちらも増加した場合に「Low concentration...?」と表示し、それ以外にもどちらかが減少すると「Nice」、どちらも減少した場合は「Very Nice」と表示することで、気が散っている場合の指摘のみではなく常に集中度が見えるものとした。図 2 に実際の画面の様子を示す。図 2 のように、講義動画と集中度表示の領域を分けることで、講義に集中している際に誤って気が散っていることを指摘した場合も受講者の邪魔にならないと考えた。なお、IntelliEye に含まれていたブラウザの状態とマウスの動きの検出については、今回の被験者は実験環境で講義を視聴するためマウスを動かしたりブラウザを閉じることはないと考え、省略した。以降の実験でもこれらの機能は省略して比較を行う。

† 東北大学大学院工学研究科

Graduate School of Engineering, Tohoku University

<sup>1</sup> <https://trackingjs.com/>

|        | 精度  | 快適性  | 学習効果 |
|--------|-----|------|------|
| 従来システム | 2.0 | 4.5  | 2.75 |
| 提案システム | 3.0 | 4.25 | 3.75 |

表 1: 被験者によるシステムの 5 段階評価

## 4 システムの評価実験

### 4.1 実験条件

本実験では、東北大学 MOOC コンテンツ<sup>2</sup>の授業動画の中から 1 時間程度の講義を被験者が視聴し、その際に前半は IntelliEye を模倣した顔認識のみにより気が散っている様子を検出する従来システムを、後半は提案システムを使用することでこれらの比較を行った。従来システムの顔認識は条件を揃えるため OpenFace で行い、アラート音は両方のシステムで同じものを使用した。被験者は 5 人で、それぞれのシステムが正しく気が散っていたり集中していない状態を検出したか (精度)、邪魔にならないか (快適性)、学習効果はあったか (学習効果) の 3 つの観点から 5 段階で評価し、その他システムに関するアンケートに回答した。

今回の実験は当研究室の防音室内で行われたため、システムの比較以外にも IntelliEye のように実際の MOOC 上でシステムを使う場合と防音室を使う場合との環境の違いによるアラート音の回数の変化があるか予備的に調査することも目的とした。

### 4.2 実験結果

まず、それぞれのシステムの精度、快適性、学習効果の 5 段階評価を平均した結果を表 1 に示す。なお、従来システムを使用した被験者のうちの 1 人はデータの取得に失敗したため、4 人の評価の平均点を計算した。表 1 の結果から、精度と学習効果については提案システムの方が高い評価を得た。しかし、どちらも平均点は 3 点台で、特に精度については提案システムでも低い評価となっており、まだ十分とはいえないことが分かった。一方で快適性については従来システムの方が高い評価を得ているが、これは全ての被験者において従来システムの回数以上のアラート音が提案システムで鳴ったためであり、提案システムの評価も平均 4.0 と高いことから、提案システムでは快適性を保ったまま気が散っている状態の指摘回数を増やすことができたと言える。また、先行研究ではシステムが邪魔になる、必要ないといった意見があり快適性が課題だと想定していたが、実際にはどちらのシステムでも快適性は高い評価を得ていた。理由として、アラート音の回数が減ったことが考えられる。

アラートの音の回数について、先行研究の IntelliEye のシステムでは平均して 1 分に 1 回はアラートが出たという報告があったが、今回の実験では約 1 時間の講義で一度もアラート音が鳴らない被験者がいたなど、大きく減少した。従来システムで約 30 分の間アラートが出たのは 4 人中 1 人で 1 回、他の 3 人は 0 回だった。また、提案システムにおける約 30 分間の 5 人の被験者のアラートの回数は 0 回が 2 人、1 回、3 回、10 回が 1 人ずつという結果になった。この結果についてはシステムの不具合ではなく、例えば講義中に少し席を外すなどの行為が行えないなど、どこでも受講ができる MOOC の実験と防音室での実験とで環境が異なったためだと考えている。しかし、アラートが出なかった人も集中して

いない時間があったとアンケートで申告していたため、他の生体情報を増やすか、閾値を厳しく設定することで回数を増やす必要があると分かった。

最後に、システムについての被験者からのアンケート結果をまとめる。画面での集中度表示は複数人から好評であり、「Very Nice の表示を目指して受講した」「無意識の行為が数値化されることが面白かった」などの意見があった。また、「集中している際に褒められると受講者に良い影響があると感じた」という意見もあり、単に気が散っていることを指摘するだけでなく、集中していることも可視化することでシステムに好印象を持ちやすくなることが分かった。しかし、この画面表示の精度が良くないという意見も多かった。また、アラート音については軽い音だったため不快感を訴えた人はいなかった。全体を通して、提案システムのアラート音や画面表示の案などシステムのデザインが高評価だったことが学習効果の評価も高くなった理由だと考えられる。

## 5 おわりに

本稿では、開発した集中度推定システムについて評価実験を行った結果について述べた。従来システムから用いる生体情報を増やし、画面表示による集中度の可視化をしたシステムを精度、学習効果において従来システムと比較して高い評価を得た。アンケートの結果から、特に画面表示による集中度の可視化が好評であった。今後は集中度表示の精度や、アラートの頻度の改善方法を検討する。

### 謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP23K20725 の支援を受けた。

### 参考文献

- [1] T. Robal, Y. Zhao, C. Lofi and C. Hauff, "IntelliEye: Enhancing MOOC Learners' Video Watching Experience through Real-Time Attention Tracking", *Proceedings of the 29th on Hypertext and Social Media*, pp. 106–114(2018).
- [2] 橘卓見, 岡部浩之, 佐藤未知, 福嶋政期, 梶本浩之, "PC 作業時の集中力向上のための作業用壁紙", 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol. 2012, No. 3, pp. 843–848(2012).
- [3] 兜森仁志, 安彦智史, 長谷川大, 佐久田博司, "web カメラを用いた瞬き検出による集中度評価", 情報処理学会第 77 回全国大会講演論文集, Vol. 2015, No. 1, pp. 931–932(2015).
- [4] 角田幸太郎, 大西鮎美, 寺田努, 加藤浩, 葛岡英明, 久保田善彦, 鈴木栄幸, 塚本昌彦, "遠隔授業の質向上に向けた顔映像と心拍情報に基づく対面授業と遠隔リアルタイム授業の比較調査", マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2021 論文集, Vol. 2021, No. 1, pp. 363–373(2021).
- [5] T. Baltrusaitis, Z. Amir, K. Y. Chong and L. M. Phillippe, "OpenFace 2.0: Facial Behavior Analysis Toolkit", *Proc. International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition*, pp. 59–66(2018).
- [6] G. Boccignone, D. Conte, V. Cuculo, A. D'Amelio, G. Grossi and R. Lanzarotti, "An Open Framework for Remote-PPG Methods and their Assessment", *IEEE Access*, Vol. 8, pp. 216083–216103(2020).
- [7] G. Boccignone, D. Conte, V. Cuculo, A. D'Amelio, G. Grossi, R. Lanzarotti and E. Mortara, "pyVHR: a Python framework for remote photoplethysmography", *PeerJ Computer Science*, p. e929(2022).
- [8] 岩宮眞一郎, 中嶋としえ, "サイン音に和音を用いることの効果の検討", 人間工学, Vol. 45, No. 6, pp. 329–335(2009).

<sup>2</sup> <https://mooc.tohoku.ac.jp/contents/>