

同期型オンライン授業における集中度推定システムの検討

徳田 正安[†] 浜田 宏一[†] 荒井 正之[†]帝京大学理工学部情報電子工学科[†]

1. 研究背景と目的

新型コロナウイルスの感染拡大を防ぐ目的で、多くの教育機関で、Zoom や Teams などを用いた同期型オンライン授業が展開されている。学生にとっては、ネット環境があればどこでも授業を受けることが可能となり、時間やコストを節約することができるようになった。一方で、講師が学生の反応を見ながら講義することが難しく、学生がどの程度集中して授業を聞いているか確認することができない。また、受講者の学習環境は自宅であるため、対面授業と比べ集中が散漫になってしまう等の指摘がある[1]。

本研究では、同期型オンライン授業時の受講者の学習状態を判定し、集中度を推定するシステムの検討を行う。

2. 研究概要

本研究のシステムは、Zoom や Teams などの Web 会議サービスを用い、画面に表示される受講者の顔画像を入力データとする。次に、各受講者の顔画像から学習状態と関連すると思われる「瞬き」、「心拍数」、「頭の動き」、「腕の動き」、「画面との距離」、「顔表情」の6つの特徴量を抽出し、学習状態の判定を行う。出力結果は、棒グラフと数値で表し、講師側の画面に表示する構成とする(図1)。

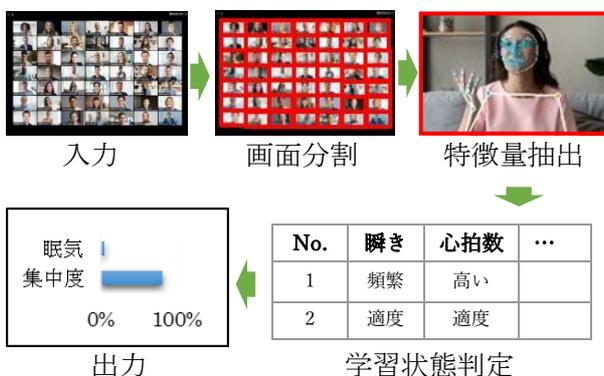


図1：集中度推定システムの概要

A Study of Concentration Estimation System in Synchronous Online Classes

[†] Masayasu Tokuda, Koichi Hamada, Masayuki Arai, Department of Information and Electronic Engineering, Faculty of Science and Engineering, Teikyo University

3. 特徴量の抽出手法

本研究で扱う特徴量の抽出には OpenCV, Dlib の他、Google 社が提供する MediaPipe を用いた。これらのツール群で提供されない特徴量に関しては、独自に実装を行った。

3.1 心拍数

光の中の緑成分を吸収するヘモグロビンを利用し、RGB の G 値を抽出することで、心拍数の測定を行う[2]。安定した測定値を得るために、時間方向に心拍数の平滑化を行った。

3.2 瞬き

瞬きから疲労度の推定を行う PERCLOS 手法を利用した。PERCLOS とはアメリカ道路交通安全局に認可されている疲労度の測定方法であり、PERCLOS 値が 6%以上であれば疲れていると判断する。

3.3 頭の動き

顔から複数のランドマークを取得し、回転行列を用いて顔の動き(向き)推定を行った。

3.4 腕の動き

MediaPipe の出力するランドマークから、鼻と手首の位置を取得し、これら 2 点間の位置関係から、頬杖や顔をいじる等の動きを検出する機能を実装した。

3.5 画面との距離

画面との距離の抽出には、ディープラーニング技術による単眼深度推定手法を用いた。単眼 RGB カメラから深度(奥行き)を推定する技術である。この単眼深度推定プログラム出力と深度カメラ(Intel real sense)の比較実験も行い、十分に高い精度で深度推定が可能であることを確認した。

3.6 顔表情

顔表情の抽出には、Ekman らによって提案された顔面動作符号化システム(FACS)[3]を用いることを検討している。FACS とは、人間の顔に現れる表情を、Action Unit(AU)と呼ばれる様々な表情筋の動作の有無の組み合わせで、機械判別可能な形に符号化するための仕組みであり、集中時に働く表情筋を組み合わせることで、集中度の推定に用いる。

4. 各特徴量と集中度との相関を調べる実験

FocusCalm(図 2)と呼ばれる脳波解析デバイスを用い、各特徴量と集中度の相関性を確認した。本デバイスは、専用アプリを使用することにより、脳の集中状態の可視化が可能である。集中力は0%~100%で出力される。



図 2 : FocusCalm(脳波解析デバイス)

脳波から得られた集中度と各特徴量の相関性を確認したところ「腕の動き」と「頭の動き」に相関がありそうなことがわかった。腕の動きがあるとき、集中力の脳波は低下し(図 3)、顔の動きがないとき、集中力の脳波は上昇した(図 4)。

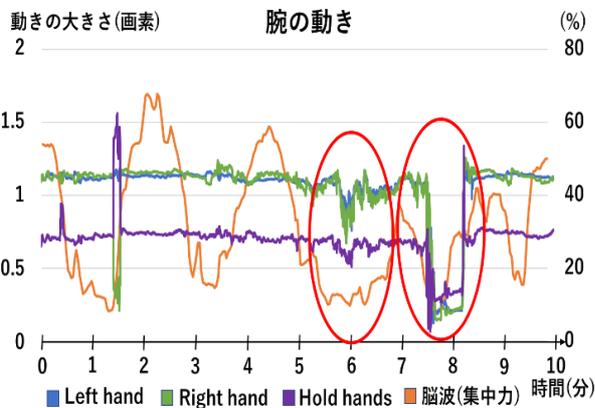


図 3 : 腕の動きと集中時の脳波

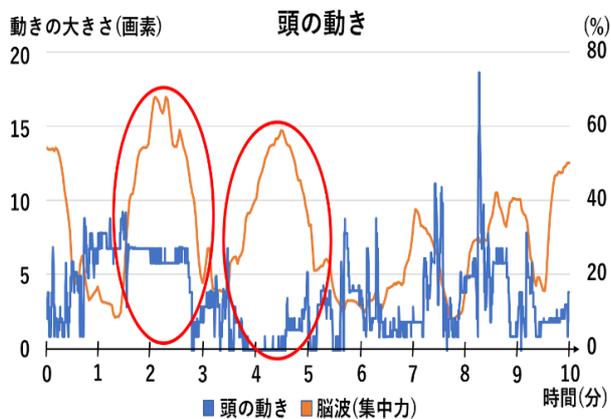


図 4:頭の動き(ベクトル)と集中時の脳波

また、疲労度と集中度に関連性があると考え PERCLOS 値を用いた集中度の推定を行ったが、図 5 に示されるように、疲労度と集中度には明確な相関がみられないことがわかった。そのため、瞬きの特徴量に関しては、集中度の推定に用いるのではなく、疲労度推定として用いることとする。

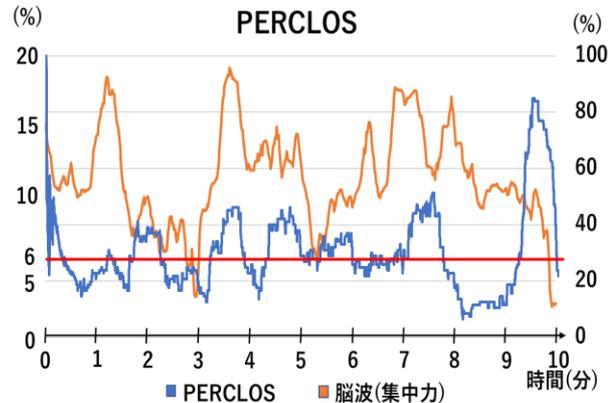


図 5 : PERCLOS と集中時の脳波

その他、心拍数と画面との距離に関しても、脳波との関連を調べたが、明確な相関関係は見られなかった。しかし、心拍数と集中度には関連があると示されている文献があるため[4]、再検討する必要がある。

5. おわりに

本稿では、集中度と関連があると思われる特徴量抽出方法の検討と、各特徴量と脳波から得られた集中度の相関性について検証した。

今後は Web 会議サービスの動画をキャプチャすることで、多数人の集中度を同時に推定できるシステムの検証を行う予定である。

参考文献

- [1]山本恵 他, オンライン授業実施状況の調査と分析, 名古屋外国語大学論集, pp.1-75 (2021)
- [2]Jonathan Heathcote, Webcam Heart-Rate Monitor, http://jhnet.co.uk/projects/heart_monitor#detailed-explanation (2022/11/21 参照)
- [3] Ekman, P. & Friesen, W.V. (1978). Facial action coding system: a technique for the measurement of facial movement.
- [4]駒澤真人 他, 心拍変動を活用した集中状態の評価検討, 電子情報通信学会, vol.119, no.44, MBE2019-14, pp.73-76 (2019)