

オンライン講義での時間経過に伴う受講生の involvement 推定 Estimating Student Involvement Over Time in Online Lectures

永井 凜[†]
Rin Nagai

原田 史子[‡]
Fumiko Harada

島川 博光[†]
Hiromitsu Shimakawa

1. はじめに

コロナウィルス禍の影響のため、オンライン講義の需要が急速に拡大している [1]。

対面授業では、教員は受講者のふるまいを確認でき、受講者は教員だけでなく周りの受講生のふるまいを確認できるが、オンライン授業ではこれができない。教師は、自らの説明が理解されているかを確認するために、受講者の様子に関心がある [2]。しかし、オンライン講義中には教師は受講者の状態がわからない。教師に受講者の状態をフィードバックする必要がある。

一方、受講者は、周りの受講者のふるまいを見て、授業への傾注を高める。しかし、受講者自身も他の受講生の様子が見えず、授業の雰囲気がかたまりにくい。授業中の学生は、周りの学生の行動によって影響を受けることがわかっているが [3]、オンライン講義では自分以外の受講者の様子を知ることが難しい。

本研究では、受講者の授業への向き合い度である involvement を推定する手法を提案する。受講者の involvement を教員に提示し、さらに、周りの受講生の involvement を受講生に提示することによって、オンライン方式では困難であった、臨場感の高い講義を実現する。

2. オンライン講義における受講者の状態分析

受講者のふるまいから受講者の状態を分析する研究はこれまでに行われている。清野らは受講者の体重移動と姿勢変位を計測するセンサを使用して受講者の状態を傾聴と作業に分類した [4]。この研究では、受講者の状態を傾聴と作業に分類しているが、オンライン講義中ではこの二状態を知るだけでは不十分である。教師は、授業中に受講者の反応を見て授業を進行している。受講者が興味を持ってくれているならば授業の内容についてきていることがわかり、授業の進行が正しいことがわかる。そのため、受講者が興味を持っているかなどの心理状態を考慮することが必要である。

Sinem らは、カメラ画像や学習内容から受講者の感情状態を三種類（満足、退屈、混乱）、ふるまい状態を二種類（タスクあり、タスクなし）に分類し、可視化して教師にフィードバックする手法を提案した [5]。しかし、学習内容を収集できる必要があり、現在あるオンライン会議システムで講義を行うやり方で利用できるものではない。

3. オンライン受講者の involvement 推定

3.1 センサを用いた向き合い度推定

本研究では、オンライン講義における受講者の involvement を推定し教師と受講者にフィードバックする手法を提案する。本研究では、involvement を、受講者の心理状態も含めて、受講者が授業にどの程度向き合っているかを表す指標であるとする。involvement は、学生が授業の内容に集中している度合いである集中度、授業の内容に関心や興味を持ち興奮している度合いである興奮度、授業中にメモをとったり作業を行っていたりする度合いである従事度の3つからなる。この3つの度合いが高いと受講者が授業へ向き合っていると見える。全受講者の向き合い度を統合することにより、オンライン講義全体の雰囲気がわかる。

手法概要図を図1に示す。まず、オンライン講義を受講している学生に心拍センサ、首の後ろと右手に3次元加速度センサをつけてもらいふるまいと心理状態を計測する。また、Webカメラを用いてオンライン講義中の受講生の映像も取得する。これらの観測データと観測データを加工して得られた加工データを involvement を推定するための説明変数とする。あらかじめ、訓練用の受講者から得られた説明変数値と集中度・興奮度・従事度を元に回帰分析を行い、各変数の重みを決定し、集中度・興奮度・従事度を推定するモデルを学習しておく。モデルに基づいて推定した involvement を教師と受講者にフィードバックすることによって、教師は受講者の様子を知ることができ、授業をうまく進めることができているかを判断できる。また学生は自身の現在の向き合い度がわかる、向き合い度の点で、自身がクラスのどのくらいの位置にいるかを認識できる、また、各受講生は、他の受講者の様子を知ることによって、授業に対しての臨場感が増して向き合い感を向上させることができる。

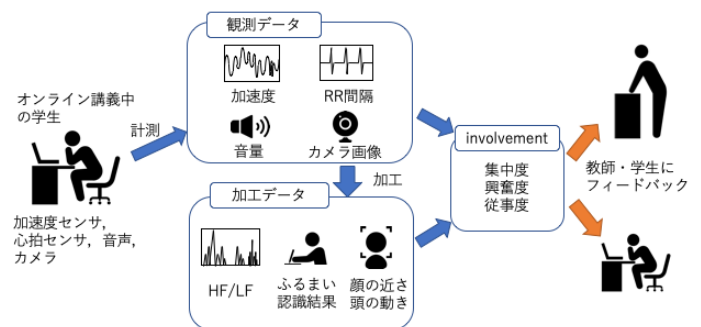


図 1: 手法概要図

[†]立命館大学 Ritsumeikan University
[‡]コネクトドット Connect Dot Ltd.

3.2 心拍データからの加工データの抽出

心拍センサからは、観測データとして RR 間隔が得られる。RR 間隔とは心電図の鋭いピークである R 波の間隔のことであり、心拍変動を示している。心拍変動は自律神経のバランスの変動を反映しており、個人の感情状態を表す指標のひとつとして用いられている [6]。例として、オンラインゼミ中の受講者の RR 間隔を計測したグラフを図 2 に示す。開始から 3000 秒あたりで発表者に変更になった。散漫になっていた集中力が戻り自身の興味のある内容であったため一生懸命聞いており、RR 間隔に減少傾向がでている。集中が散漫になっていくときは RR 間隔が増加傾向にあり、ゼミの内容に向き合っているときは RR 間隔が小さい値をとっている。そのため RR 間隔の一定時間内の平均値や分散を加工データとして算出し説明変数として用いる。

また、RR 間隔の周波数解析から得られる成分に自律神経のバランス指標である LF/HF がある。LF/HF はストレスとも関連があり、受講生への負荷の量でもあるので involvement に関連があると考えられる。RR 間隔を離散フーリエ変換し、LF/HF を得る。

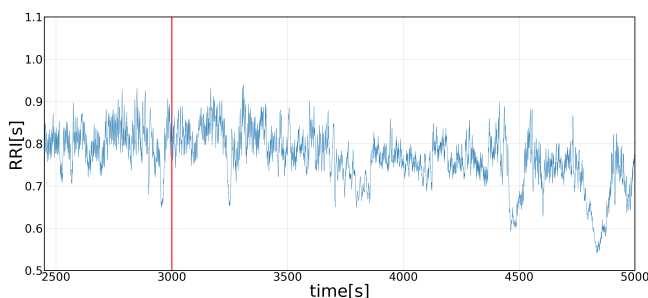


図 2: オンラインゼミ中の RR 間隔の変動

3.3 カメラ映像からの加工データの抽出

カメラ映像からは大きく分けて 2 つの加工データを抽出する。ひとつ目に、顔の認識結果から得た顔の近さ、頭の動きを加工データとする。カメラから取得した映像の中の人の顔を検出し、それをもとに顔の連続して認識できた時間の長さ、大きさ、一定時間内に認識できた回数、頭の動きを表現するための顔の一定点の座標を算出する。ふたつ目に、映像中のオブティカルフローを計算した結果も加工データとする。オブティカルフローとは、動画において、特徴点のフレームとフレームの差分(ベクトル)を表現する方法であり、物体の動きを見ることが出来る。また、カメラ映像をオーディオファイルに変換し、音声データに短時間フーリエ変換を行い、サウンドスペクトログラムを生成する。スペクトログラムとは、時間・周波数・振幅レベルという 3 つの要素で構成された 3 次元グラフのことであり、振幅の大きさから音量を算出し加工データとする。

3.4 加速度データからの加工データの抽出

加速度センサからは、首と手の加速度が得られる。得られた値を積分することでそれぞれの方向の手の速度と首の速度を求めることができ、手の動きと首の動きを見ることが出来る。

3.5 集中度・興奮度・従事度の算出方法

集中度・興奮度・従事度は観測データ・加工データから得られた説明変数の重み付き和で表す。集中度は、一定時間内の RR 間隔の平均値、RR 間隔の減少・増加傾向、LF/HF だけでなく、集中を示す特定のふるまいを示す加工データから算出する。このようなふるまいの例として、受講者が重要なことを言った後にメモをとることが挙げられる。教師は、受講者に伝えたい大事な内容を話すとき、自然と声が大きくなるような変化がおり、集中している受講者は、話をしっかりと聞いているのでメモをとると考えられる。このふるまいは、音量と RR 間隔の変化点と手の加速度の変化点の組み合わせや画面を見ているかを表す映像から推定する。時系列データの変化点は特異値分解を用いて異常度を算出する特異スペクトル変換によって得る [7]。音量が大きくなった直後に、受講者の RR 間隔の異常度の増加や右手の動きの異常度の増加と顔の認識回数の増加があるかどうかを検知することで認識する。興奮度は感情状態を示す心拍データ、興味を持って画面によっていく様子を顔のサイズ、顔の動きからうなづきを示すオブティカルフローのばらつきやフーリエ変換の値などから推定する。従事度はメモを取っているかを表す手と首の加速度と速度や顔の認識回数などから推定する。

4. おわりに

本論文では、オンライン講義中の受講者の向きあい度を表す involvement を推定する手法を提案した。今後は、オンライン講義受講生に対して実験を行い、involvement を算出することができるかを検証する予定である。

参考文献

- [1] 日刊工業新聞. 新型コロナノ広がるオンライン授業 大学教育に変化及ぼす. <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00555802>. (参照 2020-6-8)
- [2] A. Ranaika et al. Development of a Model that Detects Student's Disengagement during an Online Lecture Presentation through Eye Tracking and/or Head Movement, ITCC 2019, pp.59-65, Aug 2019.
- [3] 森康浩. 授業受講時の周囲の行動が動機にもたらす影響—仮想的現実場面を用いた検討—. 宮城学院女子大学研究論文集, No.127, pp.21-33, dec 2018.
- [4] 清野悠希, 佐藤哲司 (2014). 講義型授業における受講状態推定手法. DEIM Forum 2014.
- [5] S. Aslan et al. Investigating the Impact of a Real-time, Multimodal Student Engagement Analytics Technology in Authentic Classrooms. CHI 2019, No.304, pp.1-12, 2019.
- [6] 松本 佳昭, 森 信彰, 三田尻 涼, 江 鐘偉 (2010). 心拍揺らぎによる精神的ストレス評価法に関する研究. ライフサポート, Vol 22, No.3, pp.105-111, 2010.
- [7] 井手剛・杉山将 (2015)「異常検知と変化検知 (機械学習プロフェッショナルシリーズ)」, 講談社.