

令和 4 年 6 月 1 日現在

機関番号：32629

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2020～2021

課題番号：20K22193

研究課題名（和文）非同期型オンライン講義における学習評価手法の提案

研究課題名（英文）Automatic learning evaluation for unsynchronized e-Learning

研究代表者

川又 泰介 (Taisuke, Kawamata)

成蹊大学・理工学部・助教

研究者番号：60881787

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,900,000円

研究成果の概要（和文）：学習者のオンライン講義とは無関係な行動を検知するために、学習行動を自動的に評価する方法を提案した。学習者と教授者の姿勢情報を抽出し、オンライン講義のある時点での教師の姿勢を学習者の姿勢から推定するモデルを事前に構築することで、推定値と実測値の誤差から学習行動の正統性を評価することが可能となる。シミュレーション環境において評価を行った結果、提案手法が90%程度の学習者について、講義と無関係な行動を検出できる可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、オンライン会議等におけるカメラオフ時の聴講者の行動が、発表者の行動に対して反応しているかどうかを、発表者（管理者）の観察なしで評価できる手法を提案した。これは、通信教育機関における学習評価の補助的な情報になりうる他、テレワークなどでの勤怠評価にも応用可能である点に社会的意義が存在する。

研究成果の概要（英文）：To prevent learners from doing something unrelated during online lectures, we propose an automatic evaluation method for learning behavior. This method extracts the pose of learners and their teacher by OpenPose, constructs a model that estimates the teacher's pose in an online lecture from that of a learner, and evaluates them by measuring the difference between the estimated and actual values. The result of an experiment showed that this could detect unrelated actions in about 90% of instances.

研究分野：教育工学

キーワード：オンライン講義 オンデマンド講義 学習評価 不正防止

1. 研究開始当初の背景

2020年度から始まるコロナ禍により、オンライン会議ツールの需要が高まるとともに、会議中における出席者の行動について、その自由度から様々な利点・欠点が浮き彫りになった。オンライン教育サービスについても同様の議論は存在し、特に受講者の受講態度の評価について注目が集まってきた。例えば、ある大学で複数の非同期型オンライン(オンデマンド)講義を同時再生した受講者について、その講義の成績が「不可」となった事例が存在する。本件の処置については議論の余地があるが、少なくとも教授者が受講者の行動を統制できないという問題は、昨今より存在するeラーニングの課題として挙げられている。

この課題の解として、対面講義と同様に、受講者の状態を逐一確認し続けるという方法が考えられる。同期型のオンライン講義(ライブ講義)ではこの方法を採用することも可能であるが、数十~数百の受講者について、その行動を個々に観察することは不可能である。そのため、受講態度を自動的に計測する技術が必要となる。また、オンデマンド講義においては現状としてWebカメラによる撮影などは行われないのが現状であるが、例えばeラーニングシステムのログを用いた場合について、また仮に前述の事例も鑑みてWebカメラによる撮影を行ったとして、得られた情報の確認が困難である点はライブ講義と同様であると考えられる。そのため、受講態度を自動的に計測可能な手法の開発が必要である。

2. 研究の目的

オンライン講義の学生が正当に学習しているかどうかを、Webカメラから取得したデータを用いて自動的に評価し、教員の学習評価を支援することを目的とする。より汎用的な問題として言い換えれば、ミーティングや動画のような系列コンテンツに対して、聴講者・視聴者であるユーザが反応しているかどうかを、システムから得られたデータによって自動的に判断するシステムの開発を目標とする。オンライン学習の自動評価を達成することで、教員の評価負担の削減が期待されると共に、受講者に対しても客観的な評価を与えることが可能となる。

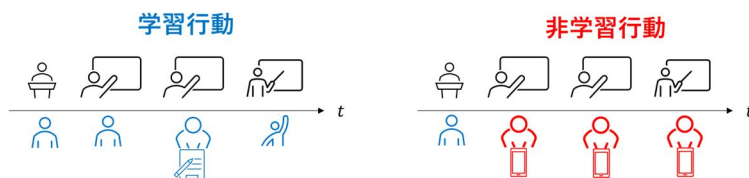


図1. 学習行動と教授行動の対応関係

3. 研究の方法

講義映像と受講者の行動の対応関係について分析を行い、統計的に頻度の高い学習行動パターンを明らかにし、そのパターンに一致しない受講者を検出可能なシステムの開発を行う。本研究では動画教材を対象とし、教材については教員が板書と解説を行う講義形式を、受講者についてはPC前で視聴とノートテイキングを繰り返すという形態を想定する。本研究では、教材特性と身体位置の変動の対応自体を利用して「学習」を認証する。例として、講義映像中の教員が発話している場合は頭部の位置が高く、板書中は位置が低い、などという関係性を明らかにすることで、正当な受講者であれば一定の周期で頭部の上下を繰り返すが、動画を再生しながら手元の機器で無関係な行動を行っている場合は頭部位置が不動となるなどといった結果が得られ、この結果を学習評価や支援へ活用できる可能性がある。

この仮説を基に「教材視聴中に程度理想的な学習行動を行っているか」を計測するシステムを開発する。ある教材に対する模範的な学習行動を機械に学習させ、教材特性から学習行動を推定する構造を構築する。そして、eラーニング時には推定された理想的な学習行動と観測された実際の行動の差異を計算することで学習評価を行う。

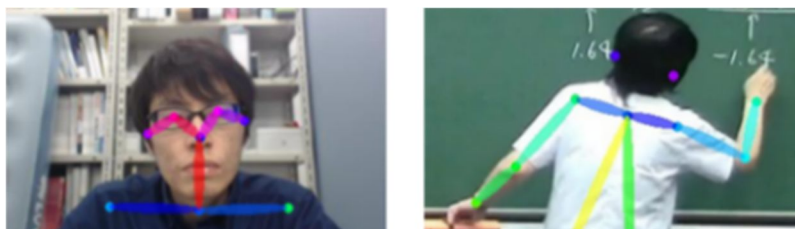


図2. 受講者と教授者の姿勢情報

4. 研究成果

(1) Web カメラを用いた学習行動の自動評価

ディープラーニングを用いた身体部位の検出モジュールを用い、受講者の頭部の上下動作と、教授者のポーズに対応関係があることを示した(図3)。また、その対応関係に基づいたとき、受講者が講義映像と無関係な行動をとっている場合や、スマートフォンの操作・睡眠などを検知できる可能性が示唆された。

深層学習を用いた姿勢推定器である OpenPose を用いて受講者・教授者双方の身体部位座標を計測した。モデリングには CNN や LSTM などの深層学習手法を試み、最終的に得られた結果として、受講者については画面注視・筆記の遷移時に発生する頭部の上下運動を表すと考えられる上半身の y 座標を「学習行動」、教授者からは板書などによって変動する身体部位の検出可否を「教授行動」と定義し、学習行動から教授行動を二値回帰するロジスティック回帰モデルを構築する方法論が、最も高速で高い精度が得られるということが明らかになった。構築した回帰モデルの推定値と真値の誤差を計測し、講義時間全域で積算した誤差を評価した結果、受講者の学習中の映像に提案手法を適用した際に、映像(画像)の順序をランダムに入れ替えた場合、もしくは1枚の画像を講義時間分複製した場合よりも、誤差が小さくなる傾向があるということが明らかになった。

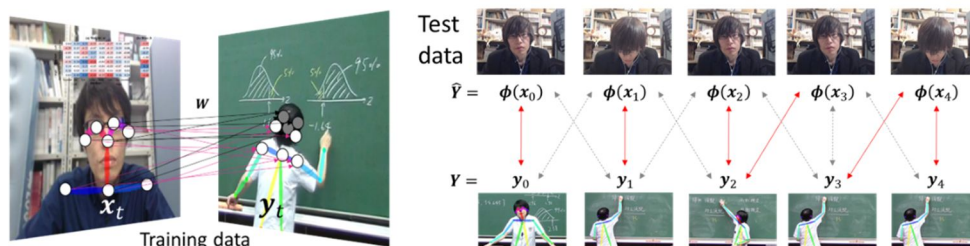


図3. 学習行動と教授行動の対応付け及び学習中における対応関係の計測

(2) 複数のコンテンツにおける対応関係の差異の検証

(1)では受講者が受動的に学習するタイプのコンテンツを扱ったが、実際の講義では教授者と受講者のインタラクションによって進行する形態も存在する。そこで、Web テストを教材に見立て、対応関係について調査を行った。ここでは、教員の指示を問題文の表示と考え、その指示を視聴している最中に受講者は正面を向き、解答中については頭部の変動が乱雑になるという関係が明らかになった。実験によりその対応を定量的に評価したことに加え、本成果を受験者の本人認証に応用し、古典的なパターンマッチングよりも高い精度で認証できる可能性が示唆された。

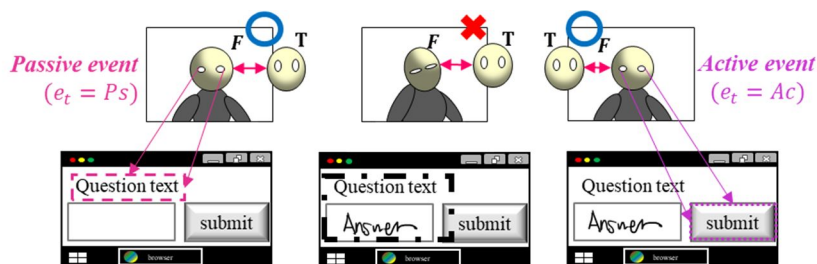


図3. 演習型のコンテンツにおける対応関係

(3) 系列データの階層的な分類方法に関する検討

講義のような内容の推移を有する情報について、情報の推移傾向を基に情報の分類を行う方法について検討した。これにより、(1)において受講者間・教材間で共通する行動パターンを発見できる可能性が示唆され、これにより処理の高速化に関する知見を得た。

(1)の過程で、ある講義映像に対する複数の受講者の反応から共通するパターンを発見するために、動的時間伸縮法(Dynamic Time Warping)と階層型クラスタリング(Ward法)を用いた系列データのクラスタリング手法について応用を行った。本手法は受講者の映像から OpenPose によって抽出した姿勢座標遷移のほか、コンピュータサイエンス領域の教科書から潜在的ディリクレ配分法(LDA)によって抽出した話題分布、また楽曲から抽出したコードの進行(Chromagram)などに適用され、それぞれにおいて分類結果の解釈を容易にした。本手法について、当初の計画である(1)では受講者から教授者へのマッピングを行っていたが、受講者間・教材間で共通する系列パターンを事前に発見しておくことにより、回帰係数の最適化や講義中の推論を高速化することが可能となる。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 3件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Kawamata Taisuke, Akakura Takako	4. 巻 -
2. 論文標題 Face Authentication for E-testing Using Sequential Reference Update	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE2020)	6. 最初と最後の頁 307-310
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TALE48869.2020.9368354	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kawamata Taisuke, Matsuda Yoshitatsu, Sekiya Takayuki, Yamaguchi Kazunori	4. 巻 -
2. 論文標題 Analysis of Computer Science Textbooks by Topic Modeling and Dynamic Time Warping	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of 2021 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE2021)	6. 最初と最後の頁 865-870
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TALE52509.2021.9678834	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kawamata Taisuke, Akakura Takako	4. 巻 -
2. 論文標題 Automatic Evaluation of Learning Behaviors for Online Lectures by OpenPose	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Proceedings of IEEE Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech2022)	6. 最初と最後の頁 391-392
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/LifeTech53646.2022.9754894	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Taisuke Kawamata, Ayami Honda, Yoshitatsu Matsuda	4. 巻 58
2. 論文標題 Improved System for Identification of Live Music Performances by Dynamic Time Warping	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 成蹊大学理工学部研究報告	6. 最初と最後の頁 3-8
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 川又 泰介, 赤倉 貴子	4. 巻 121
2. 論文標題 適応的なオンラインコンテンツ提供のための顔画像と発声情報を用いた精神疲労の推定	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 電子情報通信学会技術報告	6. 最初と最後の頁 37-42
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 川又泰介, 赤倉貴子
2. 発表標題 受講者の顔画像を用いた講義映像における注目箇所自動判定
3. 学会等名 電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関