

令和 5 年 6 月 9 日現在

機関番号：30115

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2022

課題番号：20K03099

研究課題名（和文）非言語情報を用いた学習効果を定量化する対話型授業支援システムの研究

研究課題名（英文）A study on interactive class support system that quantifies learning effect using non-verbal information

研究代表者

守 啓祐（MORI, keisuke）

北海道情報大学・情報メディア学部・教授

研究者番号：10200362

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：大学等の高等教育の現場において、受講者一人一人に特化したきめの細かい教授法が求められている。そのため、受講者の顔画像や動作を認識し、各受講者ごとに現在の受講状況とポートフォリオを実時間で参照できるようにし、きめの細かい教授法を実現する方法について検討を行う。この知見を用いて、教育方法と学習評価を検討し、効果の高い教育方法を選択し、e-learning等でシステム化出来る部分の省力化を図りつつ、対人に対応するほうが効率の高い点を洗い出し、バランスの取れた高い教育効果を持った教授法を実現できると予想される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

大学等の高等教育の現場において、受講者一人一人に特化したきめの細かい教授法が求められている。そのため、申請者は受講者の顔画像や動作の非言語情報を認識し、各受講者ごとに現在の受講状況とポートフォリオを実時間で定量化できるようにし、きめの細かい教授法を実現する方法について検討を行う。画像として収録された行動データをデータマイニング等の手法で分析し行動意図の認識および教授効果を検討し、教育方法と学習評価を検討し、効果の高い教育方法を選択し、e-learning等で省力化を図りつつ、対人に対応するほうが効率の高い教授法を洗い出し、バランスの取れた高い教育効果を持った教授法が実現できるようになる。

研究成果の概要（英文）：In the field of higher education, there is a growing demand for a teaching method that is customized for each student. We investigate a method to realize a detailed teaching method that recognizes students' facial images and body actions and enables real-time reference of each student's current course status and portfolio. Using this knowledge, we will examine teaching methods and learning evaluation, select the most effective teaching methods, and identify points that can be systemized by e-learning and other means to reduce labor costs while identifying points that are more efficient when handled in person, thereby achieving a balanced and highly effective teaching method.

研究分野：知能情報学

キーワード：授業支援システム LMS 深層学習 行動分析 ポートフォリオ ヒューマンコンピュータインタラクション 生成型人工知能 IoTデバイス

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

教授法は様々な方法が検討されているが本研究ではその支援方法について検討を行う。教授者がその内容をわかりやすく効率的に教授するのはもちろんであるが、ターゲット学生のレベルを設定しないと構成することが難しい。一方、講義を受ける人数はある程度の数となるため、受講者のレベルのばらつきが大きくなるのが通常である。加えて、近年の高等教育の現場ではこのばらつきが広がる傾向にあり、より困難となっている。小学校のように1人の教授者が同じグループの受講者に対して授業を行う場合は受講者一人一人について記憶しやすいため個別の受講者に合った情報の提示方法が可能となる。一方、高等教育においては以下の問題がある。

- 1) 教授する内容が高度である、
- 2) 1つの講義で対象となる受講者の人数が多数である、
- 3) 一般的に各週の講義であり集中講義等でない限り1週間の間があく。

以上の問題のため、一人一人の情報をポートフォリオとし、記憶に頼って管理することは事実上困難である。この問題を解決するため、画像処理を用いた顔画像認識と授業中の行動を計測することにより各受講者の現在までのポートフォリオの参照を実時間で可能とし、受講中の行動から受講状態を推定する試みを検討する。実現をする方法として人間の行動解析を画像処理の技術を用いて解析を行うが、申請者の過去の成果において認識対象の手部の領域を分離・認識しコンピュータを操作する手法を開発していること、また撮影画像の条件を整えば顔画像の認識する基本手法は確立している。一方、顔画像付きの受講者リスト等は既に用意されていることが多いため受講中の画像を高解像度カメラで撮影しその画像から検出した顔画像を認識し、受講者を個別に認識しポートフォリオの内容を簡単に参照できるようにする。加えて、記録された個々の受講者の行動パターンと学生のポートフォリオの取得知識を統計的な分析を行うことにより、より効率的な授業の評価法を確立するための定量的な基礎データの収集を試み、教授法の経験的知識をビッグデータを利用したデータマイニングの手法を活用し定量的な知識を見出すことを目指す。

2. 研究の目的

本研究の目的は高等教育における受講者一人一人に最適化されたきめの細かい教授法の支援について検討し、教授法の経験的知識から定量的な教授法を見出すことを目的とする。高等教育の講義の現場において現在では様々なFD活動が行われている。学生一人一人のペースに最適な講義の進め方としてeラーニングの手法も勧められているが学習意欲が高い場合は有効に作用するが、学習意欲があまり高くない群に対しては、教授者が現実に目の前にいて講義を行う優位性は否定できない。しかし、高等教育では以下の問題がある。

- 1) 初等教育に比べ、ゼミ等の少人数教育を除き、中規模および大規模な講義室で行われる。
- 2) 現在の学生は、自分がきちんと特定された1人の場合はある程度の集中度を維持するが、講義室のように緩い匿名状態になった状況で、かつモチベーションが高くない状態では集中度が極端に低下する傾向が強い。
- 3) 人数が多い場合は教授者側で受講者の名前と過去の学習履歴であるポートフォリオの情報を把握するのは非常に困難である。

以上の問題に対処するため、学習する意識レベルと集中度を維持するための補助ツールとして、本システムの基本的な構想を行った。各レベルで用いる要素の基礎技術はある程度確立されつつあるが、その三次元計測、画像認識技術を教育現場のツールとしてシステム化するところに独創性がある。また、現在学生アンケート等に頼っている授業の評価についても、収集されたデータから何らかの方向性を見いだすことを期待している。これまでは、学生から収集した授業アンケート等から授業の評価や効果について統計的な手法で検討を行ってきたが、欧米で行われている授業評価に比べ、日本の学生は講義自体の評価を行っているか判別が出来ない場合があり、正確な分析を行うためにはデータマイニングの前段階のスクリーニング等を行う必要があり、授業評価の定量的な分析は困難であるのが現状である。個人個人の動作の履歴をまず収録し、その後その行動パターンを収集し解析を行うことで教授法の有効度の評価や、各学生にあった教授法の選択が可能になる等の効果が期待できる。

3. 研究の方法

初年度目は、観測システムを作成するための機器群を動作させるための最適な機器の構成について検討を行った。まず、カメラをコンピュータから操作可能にするプログラムを作成した。カメラは、ビデオ信号接続、オンライン接続または無線でネットワーク接続しカメラを制御するプログラムと指定する場所の画像が入力できるシステムを作成した。これらを制御するために、ビデオ入力用のビデオインターフェースを導入したコンピュータを作成した。平行して、画像の入力機器においてオフラインで処理が出来る機器を利用して、画像処理の最適化について検討を行った。次に、機器を調整し大まかな教室の三次元的な形状の計測を行った。次に全体的な画像から受講者の顔画像領域を高解像度カメラで記録し検出を行った。教室全体の画像から大まかな3次元的な部屋の形状を推定し、人物の存在を検出できるようにした。検出をした各々の受講者の顔画像を切り出し、顔画像認識を行い事前に用意している顔画像つき受講者名簿と比較をし、受講者を特定した。特定した受講者の動作を時系列で記録し、その行動から受講者の受講状況の推定を行った。顔の動きと顔の画像から授業への参加の度合いを推定した。推定のためには顔の動きを検出された目の画像から視線の方向を推定し、講義時に必要となる机上、教授者および黒板等の資料への視線の割合と注視する時間のパターンを推定し、授業への集中度合いを推定した。次年度目に、三次元認識技術、顔画像認識技術を実環境に適用し検出された顔の方向情報と視線の推定情報の時間変化パターンを推定し、授業への没入度合いとの関係を明らかにした。最終年度目には、まとめとして認識した顔画像の動きを学習させることと並行して認識を行う機器の調整を行った。この入力した画像の基底関数への変換を行い、その係数を特徴ベクトルとした。この特徴ベクトルを画像データベースに登録されている特徴を照合し認識を行った。認識には、まず基本的なユークリッド距離を用いたが明確な結果が得られなかったため、深層学習の手法を用いた検討を行った。

4. 研究成果

観測システムは、教師を撮影するカメラと、受講者を撮影するカメラを設置し、教授および受講する人間の画像の収録を行った。教室全体の画像と、教授者の画像を中心に収録しているが、データを解析する状態に合わせて、電子的および光学的に注視する画像の一部を拡大し、授業への関連度を計測した。計測は、まず顔画像の中から、顔の領域を検出し、その画像から視線の方向を時系列で記録し、その変化パターンを解析した(図1)。しかし、2020年からの新型コロナウイルス感染拡大による、対面講義の減少により講義画像の収録が困難な状況が続いているため、対面および、ビデオ会議システムでの映像を収録し、その画像から処理を行うことを試みた。加えて、マスク等がある画像についても処理を行った。

処理は、人物領域の画像から受講者の特徴点を抽出し、各特徴点の三次元的な座標を検出し(図2)、受講者の各種の動作を時系列で記録した。この検出した特徴点より、顔の動きと視線の変化パターンから授業への参加の度合いを推定し、結果として提出されるレポート等の関係を、統計的手法や機械学習の手法により検討し学習効果の評価を試みた。検出した顔領域の三次元情報から視線の方向を推定し、マルチモーダル情報としての行動データと、学修のアウトプットとしてのレポート等のポートフォリオとの関連を、データマイニング等の手法で分析し、行動意図の認識および教授効果の知見を得ることを試みた。受講状態は収録画像から教授者の状態(説明、板書等)および、受講者の状態や挙動(注視、居眠り等)の双方の挙動を検出し、双方各自の動作を時系列の情報として記録・分析した。このデータを学習データとして、継続して追加収録・解析を行うことで学習効果の高い教授法や、情報の提示手法の解析結果から、より効果の高い教授法の知見が明らかになると予測している。



図1 教室内の学習者の検出例
(顔領域ぼかし加工)

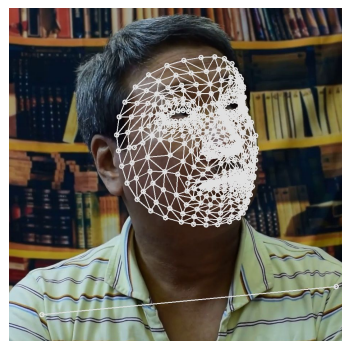
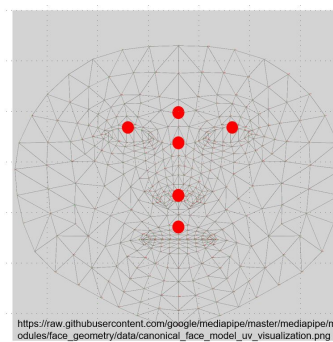


図2 検出した顔画像の特徴点

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 守 啓祐	4. 巻 -
2. 論文標題 非言語情報を用いた学習効果を定量化する対話型授業支援システムの研究	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 公益社団法人計測自動制御学会 第 38 回センシングフォーラム	6. 最初と最後の頁 15
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 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 守 啓祐	4. 巻 -
2. 論文標題 対面およびオンライン授業の効果の定量化の研究	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 公益社団法人計測自動制御学会 第 39 回センシングフォーラム	6. 最初と最後の頁 195
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 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 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 守 啓祐
2. 発表標題 非言語情報を用いた学習効果を定量化する対話型授業支援システムの研究
3. 学会等名 公益社団法人計測自動制御学会 第 38 回センシングフォーラム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 守 啓祐
2. 発表標題 対面およびオンライン授業の効果の定量化の研究
3. 学会等名 公益社団法人計測自動制御学会 第 39 回センシングフォーラム
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	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
---------	---------