

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月14日現在

機関番号：35409

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00499

研究課題名(和文)電子ツールを利用したリアルタイムな授業の評価・改善に関する研究

研究課題名(英文)Study on real time evaluation and improvement of class by using electronic tools

研究代表者

尾関 孝史(OZEKI, Takashi)

福山大学・工学部・教授

研究者番号：40299300

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、ビデオカメラ及び電子ペンなどの電子ツールを利用した授業評価・改善システムを提案した。同システムでは、学生達の動作を「黒板や講師を見ている状態」、「ノートリングをしている状態」、「その他の状態」の3つの状態に分割し、授業への集中度を定量的に判断する。更に、これらの結果を授業中に講師に提供する。具体的には、(1)講義風景を撮影した映像から学生たちの顔部分の肌色画素数を調べることで、学生が正面を向いているかどうかを判断する。(2)電子ノートを用いて、学生達の筆記のタイミングを取得し、そのデータをサーバで解析する。そして、その結果のグラフを講師のパソコンにリアルタイムに表示する。

研究成果の学術的意義や社会的意義

一般に、授業評価は、授業後の受講者アンケートによるものが多く、受講者の主観に影響を受けやすい。そのうえ、アンケートの設問の仕方によっては回答結果が変化する。また、クリッカーなどを用いて、リアルタイムにアンケートを行なうシステムは多くみられるが、これも受講者の主観によるもので、客観的なデータに基づき学修の状況を講師に提供するものではない。これに対して、本研究で提案する授業評価・改善システムは、受講状態の映像や受講者の筆記タイミング等の定量データを活用しようとする全く新しい手法である。このような客観的かつリアルタイムなシステムの提案は十分検討されておらず、本課題は、新規性の高い研究課題である。

研究成果の概要(英文)：In this study, we proposed an evaluation and improvement system of class using electronic tools such as video cameras and electronic notebooks. In this system, the students' behaviors are divided into three states: "looking at blackboard or lecturer", "note taking", and "others". Then, based on those results, the degree of concentration in the class is judged quantitatively. Furthermore, these results will be provided to teachers during the class. In particular, (1) By examining the number of skin color pixels of each student's face from the video of the lecture scenery, it is determined whether the student is facing the front. (2) Using electronic notebooks, the system measures the timing of taking a notebook by each student. Next, the data is analyzed by a server. Then, the graph of the result is displayed on the teacher's personal computer in real time.

研究分野：画像情報工学

キーワード：授業改善 授業評価 リアルタイム 行動解析 筆記のタイミング 顔の向き 電子ツール

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

一般に、大規模授業の改善は、授業アンケートなどの受講者の授業に対する感想や講師自身の主観的な評価に基づくものが多い。また、経験が豊富な講師による授業見学と指導による場合もある。しかし、受講者のアンケートは、授業後に行われるものが多く、受講者は記憶を頼りに授業全般のおおまかな印象を述べている。しかも、授業アンケートは授業ごとに行われるのではなく、最終回に一度だけ行われることが多い。また、講師の主観的な評価は、授業中の学生の反応や受講者が記録したノートなどから判断を下すため、講師自身の判断能力によるものが多く、経験の乏しい講師には授業の評価は容易ではない。そして、経験が豊富な教師による指導は、指導教師によって評価が分かれたりすることがある。しかも授業ごとに行われるわけではない。

一方、ウェアラブルカメラ、電子ノートといった新しい電子ツールが普及し、授業の受講形態も大きく変化することが予想される。これらの電子ツールを用いれば、受講者の授業に対する反応をリアルタイムに観測が可能となる。例えば、個々の受講者の顔の動きから、受講者が講師や板書を見るタイミングを知ることができる。また、電子ノートの記述タイミングから、受講者がどのタイミングで、ノートイングを行っているかを知ることができる。もし、講師が授業中にこれらの情報を詳細に知ることができれば、板書のスピードを遅くしたり、繰り返し説明を加えたりするなどの判断に利用ができる。経験が豊富な講師であれば、このような受講者の反応の把握が可能ではあるが、受講者が多い場合はそれも困難である。

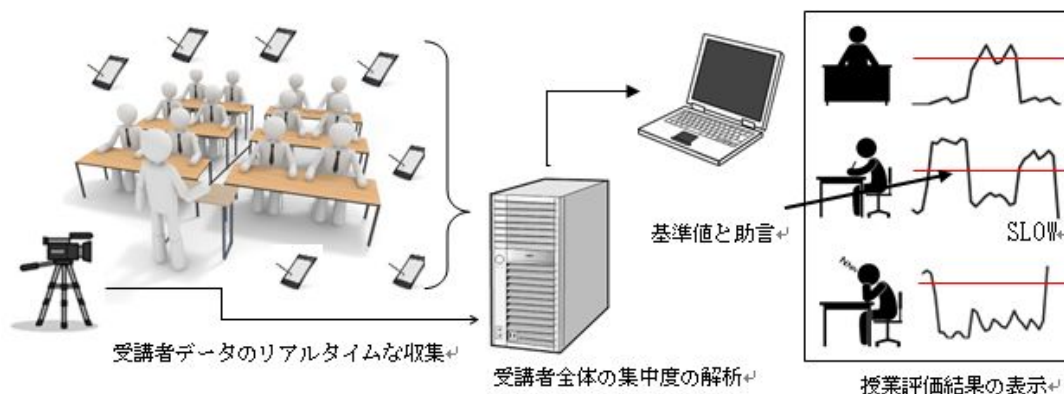
このため、リアルタイムに授業評価・改善を支援し、受講者の授業への集中度の向上を可能とする電子ツールを利用したリアルタイムな授業評価・改善システムの構築は非常に重要な学習支援の課題である。

### 2. 研究の目的

比較的多くの学生を対象とする場合、黒板やスクリーンを用いた授業が行われる。このような講義形式の授業を評価する際は、授業アンケートなどの受講者による主観的な感想や講師自身の主観による評価が用いられており、客観的なデータに基づいた評価方法の提案は少ない。

そこで、本研究課題では、ビデオカメラ及び電子ペンなどの電子ツールを利用した授業評価・改善システムを提案する。「受講者の動作」や「受講者が作成する電子ノート」の解析をリアルタイムに行い、受講者の授業への集中度を定量的に検証する。更に、同システムでは、授業改善のための情報を授業中にリアルタイムに講師に提供できることも目標とする。

本研究課題の研究目的を達成するためのサブゴールは、固定カメラ及びウェアラブルカメラを用いた個々の受講者の顔の向きの推定、電子ペンを用いた個々の受講者のノートイングのタイミングの解析、受講者の状態に基づく全受講者の授業への集中度の推定、受講者全体の集中度のリアルタイムな視覚化と講師への授業支援システムの構築である。



### 3. 研究の方法

本研究課題は、4つのサブテーマ 固定カメラ及びウェアラブルカメラを用いた個々の受講者の顔の向きの推定、電子ペンを用いた個々の受講者のノートイングのタイミングの解析、受講者の状態に基づく全受講者の授業への集中度の推定、受講者全体の集中度のリアルタイムな視覚化と講師への授業支援システムの構築から構成される。

これらのテーマの実施を3年間の期間で以下に記す計画に従って推進した。

#### (1) 平成28年度

初年度は、上記サブテーマのうち、以下の2つのサブテーマに取り組む。これらは、並列に実施する事が可能である。

##### 固定カメラ及びウェアラブルカメラを用いた個々の受講者の顔の向きの推定

受講者の顔の向きを推定するために、授業風景全体を撮影する固定カメラと各受講者のウェアラブルカメラを利用する。撮影した映像に対して画像処理を適用し、顔の向きを解析することで授業中の顔の動きを推定する。ただし、ウェアラブルカメラを装着することで、受講者の姿勢に影響が出る可能性がある。そこで、最終的には顔の向きの推定は固定カメラの映像のみを用いて行う。ウェアラブルカメラは固定カメラでの顔の向きの推定法の確立とその推定結果

の精度の確認のために利用する。このテーマでは特に、受講者の状態を「講師又は黒板を見る状態」、「ノートを含むその他」の2つの状態に自動的に分割することが目的である。

電子ペンを用いた個々の受講者のノートイングのタイミングの解析

各受講者が授業中にノートイングを取るタイミングを電子ノートで記録する。そして、ノートイングが行われている状態とそうでない状態に分割する。その後、サブテーマ(1)の結果と組み合わせることで、「講師又は黒板を見る状態」、「ノートイングの状態」、「その他の状態」の3つの状態に自動的に分割する方法を開発する。

(2) 平成29年度

次年度は、サブテーマ および の改善を持続すると共に、サブテーマ 各受講者の状態に基づく受講者全体の授業への集中度の推定に取り組む。

平成29年度では、受講者の「黒板や講師を見ている状態」、「ノートイングをしている状態」、「その他の状態」の3つの状態の遷移から、個々の受講者の授業への集中度を数値化する方法を提案する。更に、受講者全体の授業への集中度の数値化も試みる。例えば、「多数の受講者が講師の説明を聞くため、講師または黒板を凝視している時間帯」や、「多数の受講者が板書を写すことに専念している時間帯」などを特定し、これらの時間帯が授業時間全体に含まれる時刻やその割合を調査する。なお、平成29年度では、リアルタイムな解析は行わず、授業風景の映像や電子ノートによるノートイングのタイミングといった客観的なデータの解析は授業後にまとめて行い、受講者の授業への集中度の分析手法を確立することを目標とする。

(3) 平成30年度

最終年度は、サブテーマ 受講者全体の集中度のリアルタイムな視覚化と講師への授業支援システムの構築に取り組む。

平成30年度では、平成29年度までに確立した集中度の分析結果をリアルタイムに講師に表示するシステムを構築する。授業中に撮影された授業映像と受講者のノートイング情報がリアルタイムに解析用サーバに無線ネットワークを利用して送信され、各受講者の授業への集中度が数値化される。その後、受講者全体の授業への集中度が数値化され、グラフや図等を用いて講師用ノートパソコンに解析結果がリアルタイムに表示される。また、受講者の全体的な状況に応じて、「板書のスピードを変化させるべきか」「説明を繰り返すべきか」等を講師にリアルタイムに助言するシステムを開発する。最後に、提案システム自身の評価として、授業改善に提案システムを利用した場合と使用しなかった場合の比較を行う。この際、サブテーマ で得られる授業への集中度の数値の遷移を利用する。

#### 4. 研究成果

(1) 平成28年度は、以下の2テーマを課題とした。

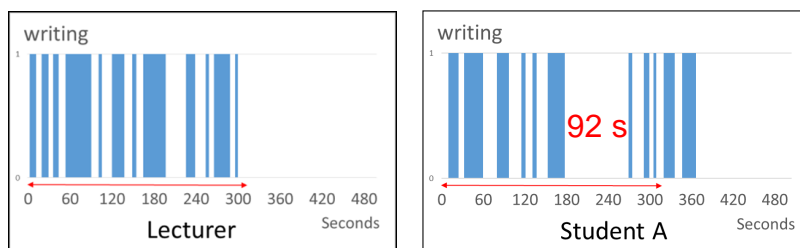
固定カメラ及びウェアラブルカメラを用いた個々の受講者の顔の向き の推定。特に、固定カメラによる受講者の顔の動きの推定を行った。

電子ペンを用いた個々の受講者のノートイングのタイミングの解析。特に個々の受講者ごとにノートイング中とそうでないタイミングに分割することを行った。

これらのテーマに対して、以下の研究成果を得た。

テーマ では、講義風景を撮影した映像から学生たちの顔の上下の動きを推定する方法を提案した。顔の位置を知るために、あるサンプリング間隔ごとに Haar-like 分類器と肌色情報を用いて顔の位置を自動的に検出した。そして、検出された顔枠内の肌色の画素数の変化を調べることで、学生が正面の黒板の方向を向いているかどうかを判断した。実験の結果、ノートの筆記をする際に顔をあまり動かさない学生を除けば、受講者の状態を「講師又は黒板を見る状態」、「ノートイングを含むその他」の2つの状態に自動的に分割できることがわかった。

テーマ では、電子ノートを用いて、講義における学生のノートイング状態を記録し、そのデータのグラフを作成した。また、講師の板書のタイミングと学生のノートイングデータの類似度を DP マッチングで定義した。実験の結果、図1に示すように、提案手法で、「筆記区間」と「未筆記区間」を正確に判断することができた。



(a) 講師の板書のタイミング (b) 学生 A の筆記のタイミング

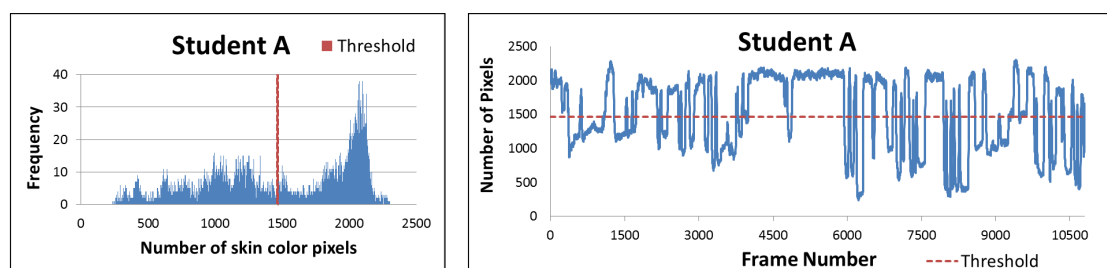
図1：講師の板書とある学生 A の筆記のタイミング

(2) 平成29年度は、以下の2テーマを課題とした。

固定カメラ及びウェアラブルカメラを用いた個々の受講者の顔の向き の推定。  
各受講者の状態に基づく受講者全体の授業への集中度の推定

これらのテーマに対して、以下の研究成果を得た。

テーマ に対しては、前方からの固定カメラからの受講者撮影では、後列の受講者が前列の受講者の陰に隠れて、その顔の向きが得られないことが分かった。しかし、上方から撮影する防犯カメラを利用すれば、おおむね講義室の多くの受講生の顔の動きを捉えることが可能と分かった。また、図 2 のように判別分析法を肌色画素数のヒストグラムに利用することで閾値を求め、受講者の顔の上下の動きの特徴を数値で表すことができた。一方、ウェアラブルカメラを利用した顔の動きの推定に関しては、受講者が見ている黒板の画像中の動きを画像の領域分割を利用することでおおむね、受講者の顔の上下の動きの推定が可能であることが分かった。テーマ に対しては、時系列に受講者の「黒板や講師を見ている状態」、「ノートングをしている状態」、「その他の状態」の 3 つの状態の遷移から、個々の受講者の授業への集中度を数値化する方法が実現できた。また、講師の板書と受講者のノートへの筆記のタイミングの類似度を DP マッチングを利用して求めることができた。更に、複数の受講者の筆記状態をネットワークを経由してサーバに集約する方法を確立した。



(a) 肌色画素数のヒストグラム

(b) 肌色画素数の変化

図 2：学生 A の肌色画素数のヒストグラムとその変化

(3) 平成 30 年度は、以下の 2 テーマを扱った。

各受講者の状態に基づく受講者全体の授業への集中度の推定

受講者全体の集中度のリアルタイムな視覚化と講師への授業支援システムの構築

これに対して、平成 30 年度ではそれぞれ以下の成果を得た。

テーマ に対しては、昨年度、ビデオカメラで受講者の受講の様子から、受講者が授業に集中しているかどうかを数値化するシステムを提案した。しかし、教室のような特定の学生達が集まる場所での映像の撮影は、個人プライバシーの侵害がある。そこで、個人識別がしにくい平滑化映像を利用するシステムへの改善を試みた。改善システムでは、平滑化映像に合わせた Haar-like 分類器を作成して、映像中の受講生の正面顔を検出した。実験の結果、個人識別が難しい平滑化映像からでも、受講生の顔の向きが解析が十分可能であることがわかった。

テーマ に対しては、受講者の集中度は受講中の筆記状態の変化にも表れると考えた。そこで、受講者の筆記状態のデータをリアルタイムに解析し、講師のパソコンにリアルタイムに視覚化するシステムを開発した。そのシステムでは電子ノートを用いて各受講者の筆記状態のデータをリアルタイムに収集し、ネットワークを通して、1 秒ごとにそのデータをサーバに送信する。そして、それらのデータをサーバで解析して、受講者全体の筆記状態のグラフを講師のパソコンにリアルタイムに表示する。実験の結果、このシステムを利用することで、講師は、多くの受講者が筆記中で忙しい状態にあるかを一目で判断できることがわかった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 2 件)

Watanabe Eiji, Ozeki Takashi, Kohama Takeshi, Analysis of Behaviors of Participants in Meetings, Teaching and Learning in a Digital World. ICL 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 715, Springer, pp. 427-438, 2017, 査読有, DOI:10.1007/978-3-319-73210-7\_52.

尾関 孝史, 渡邊栄治, 画像処理を利用した講義中の学生の振る舞いの分析, 福山大学工学部紀要, Vol. 40, pp. 137-140, 2017, 査読無, ISSN 0286-858X.

〔学会発表〕(計 26 件)

尾関孝史, 渡邊栄治, 平滑化画像における講義中の顔の検出に関する考察, 電子情報通信学会 2019 年総合大会, p. 147, 2019.

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 講演における聴講者の動作の分析 (第 3 報), 電子情報通信学会技術研究報告, L01S2018-45, pp. 21-26, 2019.

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 「決める」会議における参加者の動作の分析 (第 3 報), 映像情報メディア学会研究会, HI2018-71, pp. 41-44, 2018.

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 講義や自習における学習者の手書きノートの分析(第 2 報), 情報処理学会 DC 研究会報告, DC2018-111, pp. 1-8, 2018.

渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 浜野 裕希, 吉田賢史, 講義における講師と受講者の

- 相互作用の分析(第3報), 電子情報通信学会技術研究報告, ET2018-51, pp. 77-82, 2018.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 講演における聴講者の動作の分析(第2報), 電子情報通信学会技術研究報告, ET2018-32, pp.25-30, 2018.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 学習者の動作およびページ移履歴分析(第3報), 電子情報通信学会技術研究報告, ET2018-19, pp. 1-6, 2018.
- 尾関 孝史, 渡邊 栄治, プライバシーを考慮した劣化映像からの講義中の顔の向きの推定, 電子情報通信学会 2018 年総合大会, p. 164, 2018.
- Eiji Watanabe, Takashi Ozeki and Takeshi Kohama, Analysis of Interactions Between Lecturers and Students, Learning Analytics & Knowledge Conference 2018, pp. 370-374, 2018, <https://doi.org/10.1145/3170358.3170360>.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 浜野 裕希, 吉田賢史, 講義における講師と受講者の相互作用の分析(第2報), 電子情報通信学会技術研究報告, HCS2017-99, pp. 35-40, 2018.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 学習者の動作およびページ移動履歴の分析(第2報), 電子情報通信学会技術研究報告, ET2017-120, pp. 183-188, 2018.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 講演における聴講者の動作の分析(第1報), 電子情報通信学会技術研究報告, LOIS2017-74, pp. 19-24, 2018.
- Takashi Ozeki and Eiji Watanabe, Estimation of Facial Motions in Lectures from Degraded Video Considering Privacy, Proc. Of IWAIT 2018, in USB (4 pages), 2018, ISBN: 978-1-5386-2615-3.
- Takashi Ozeki and Eiji Watanabe, A Diagonal Calibration Method of Images Using a Rectangular Object in the case when the Optical Axis is Unknown, Proc. of NOLTA2017, 4 pages, pp. 241-244, 2017.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 講義や自習における学習者の手書きノートの分析, 電子情報通信学会技術研究報告, IE2017-60, pp. 101-106, 2017.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 講義における講師と受講者の相互作用の分析, 電子情報通信学会技術研究報告, ET2017-36, pp.29-34, 2017.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 講義における講師の動作に対する受講者の動作の分析(第2報), 電子情報通信学会技術研究報告, ET2017-21, pp. 7-12, 2017.
- 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, ビデオ講義を対象とした学習者のノートテイング動作の分析(第2報), 電子情報通信学会技術研究報告, HCS2017-5 HIP2017-5, pp. 37-42, 2017.
- 尾関孝史, 渡邊栄治, 画像処理を用いた講義中の受講者の顔の向きの推定, 電子情報通信学会 2017 年総合大会, p. 181, 2017.
- Takashi Ozeki and Eiji Watanabe, A TIME SERIES ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN TEACHER ' S WRITING ON THE BLACKBOARD AND STUDENT ' S NOTETAKING, Proc. of the IEVC 2017, in USB (4 pages), 2017.
- ⑳ Takashi Ozeki, Eiji Watanabe and Takeshi Kohama, A Measurement Method of Students ' Facial Movements in Lectures Using a Haar-like Classifier, Proc. of IWAIT 2017, in USB (4 pages), 2017.
- ㉑ 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, ビデオ講義を対象とした学習者のノートテイング動作の分析, 電子情報通信学会技術研究報告, HCG2016-C-1-2, pp. 66-73, 2016.
- ㉒ 尾関 孝史, 渡邊 栄治, 電子ツールを用いた講師の板書と受講者のノートテイングに対する時系列解析, 電子情報通信学会技術研究報告, ET2016-31, pp. 55-60, 2016.
- ㉓ 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, ビデオ講義を対象とした協同学習における学習者の動作の分析(第2報), 電子情報通信学会技術研究報告, ET2016-32, pp. 61-66, 2016.
- ㉔ 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, プレインストーミングにおける参加者の動作の分析(第2報), 電子情報通信学会技術研究報告, ET2016-6, pp. 81-86, 2016.
- ㉕ 渡邊 栄治, 尾関 孝史, 小濱 剛, 「決める」会議における参加者の動作の分析(第2報), 電子情報通信学会技術研究報告, HCS2016-1 pp. 1-6, 2016.

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名: 渡邊 栄治

ローマ字氏名: WATANABE, eiji

所属研究機関名: 甲南大学

部局名: 知能情報学部

職名: 教授

研究者番号(8桁): 20220866

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、研究者個人に帰属されます。