

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 6 日現在

機関番号：12102

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2015

課題番号：25540159

研究課題名(和文)賑わいeラーニング環境の構築

研究課題名(英文)A collaborative environment for bustling e-learning

研究代表者

佐藤 哲司(SATO, Tetsuji)

筑波大学・図書館情報メディア系・教授

研究者番号：70396117

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：放送型授業やオープンオンライン講座(MOOC)など遠隔での授業が普及してきている。本研究では、遠隔授業においても対面での授業と同様に、個々の受講者の受講状態を講師が把握でき、また、受講者同士が教え合う事ができるeラーニング環境の実現を目指す。受講者の負担が少ない環境埋め込み型のセンサーを用いた受講状態のモニタリング手法と、受講者同士が相互に教え合う互惠ネットワークをダイナミックに形成する手法とを提案した。

研究成果の概要(英文)：Recently, remote learning environment has become widespread, such as broadcast-type classes and massive open online course (MOOC). In this study, we aim to realize the advanced collaborative e-learning environment named "Nigiwai e-learning", for achieving not only lecturer can grab the learning states of individual student, but also students can discuss each other via network. To understand the learning states, we have devised the embedded sensor systems which does not disturb the learning of students. And also we proposed a method of forming a mutually beneficial network among students dynamically.

研究分野：データ工学

キーワード：e-ラーニング 受講状態センシング 互惠ネットワーク形成

1. 研究開始当初の背景

(1) 高等教育の現場で古くからある切実な課題は、学生の基礎的学力の幅が広がり、平均的な学生を対象とした教育では、満足しない学生と理解できない学生の二極化が生じてしまうことである。この実態に対処する為に、ラーニングコモンズを設置する大学が増えているが、これは、複数人のチュータが個々の学生にきめ細かい指導を行う「家庭教師」モデルであり、チュータ確保のコスト増やラーニングコモンズの開設時間という時間的・空間的な制約も大きい。

(2) 一方、講義の開設とは異なる時間や場所での受講を実現する方法として、Web based Training(WBT)環境が普及してきている。特に、講義ビデオをインターネット上に置いていつでも誰でも受講できる massive open online courses (MOOCs)は、比較的容易に開設できることから様々な大学などで積極的に取り組まれている。

2. 研究の目的

(1) 講義ビデオの配信を核とする遠隔講義では、受講者は一人でパソコンの前に座りビデオを視聴する受講形態が一般的である。このような講師と受講者が1対1で対峙する遠隔講義と比較して、教室型講義の特徴は、同時に受講している受講生同士が、講義内容を理解できたかどうかをお互いに視認でき、必要に応じて講師に質問する、あるいは、受講生同士で教え合うことができる点であると考えられる。本研究では、遠隔講義であっても、同時に受講している他の受講者の存在を認識し、お互いに質問し教え合うことができる状況を「賑わい感」と称する。

(2) 講義ビデオに登場する講師は、一旦ビデオを撮影してしまえば、誰が受講しているのか、どのような状態で受講しているのかを知る事が難しい。教室型講義で受講者の反応を見ながら講義の組み立てをダイナミックに変更するように、講義ビデオを改良・改善していくためには、受講者の反応あるいは受講状態を講師にフィードバックすることが重要であると考えられる。本研究の第2の目的は、受講者の受講状態をセンシングして、受講者が講義に集中しているか、更には、どのようなタスクに取り組んでいるかを推定することである。特に、本研究では、受講者の負担が小さく、また、簡便なセンサーを組み合わせることで受講状態をモニタリングする手法を確立することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 受講者相互の教え合いを実現するには、まず受講者が質問を発信しなければならない。しかしながら、質問することは、自身が講義内容を理解できていないことを他の受講者に知らせることでもある。教室型講義で

も全員の前では質問せずに、講義終了後に講師に個別に質問することは頻繁に見られる行動であり、他の受講者に知られることなく質問できる環境作りが重要と考える。本研究では、質問者の匿名性と質問範囲の制限によって、この問題の解決を試みる。複数の受講者が講義を受けている仮想的な教室を対象に、提案するコミュニケーション環境のモデルを図1に示す。一人の受講者は、唯一の呼称である実名、複数の呼称を用意できる仮名、自身とは紐付かない匿名のいずれかで質問を行うことができる。また、質問を投げかける範囲を講師に限定する、旧知の受講者に限定する、教室全体にするなど、共有範囲の制御も行う。

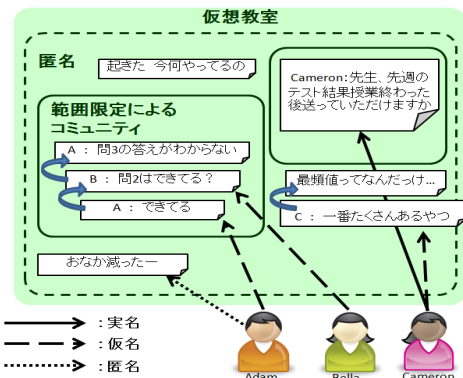


図1. コミュニケーションモデル

(2) 受講者の状態モニタリングには、ビデオカメラで撮影した画像を解析する手法と、加重計測や距離測定などの非装着型センサーを用いる方法、発汗や脳波などの装着型センサーを用いる方法がある。このうち、画像処理をベースとした手法は多くの研究事例が知られているが、照明の影響やカメラの設置位置の制限などから簡便な利用が困難であると考え、検討範囲から除外した。また、装着型センサーの長時間利用は、受講者への負担が大きく、学習そのものに悪影響を及ぼすことが懸念される。そこで、非装着型のセンサーを用いて受講状態を推定することを主に、推定精度の検証のために脳波センサーの短時間利用を副に、モニタリング環境を構築することとした。

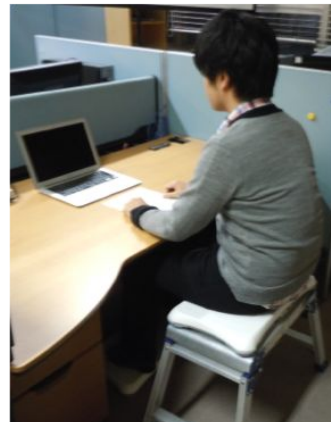


図2. 加重センサーを利用した受講風景

着座する座面に加重センサーを設置し、重心の変動を計測できるようにした環境を図2に示す。利用した加重センサーは、ゲーム用に市販されている安価な製品であり、ボードの四隅に設けられた加重センサーの値から重心位置を算出できる。また、着座位置正面の机の縁に距離センサーを設置し、上体の前傾を計測することとした。

#### 4. 研究成果

(1) 提案するコミュニケーションモデル(図1)における匿名性と共有範囲の制御が、受講者にどのように受け入れられるかを明らかにするために、入学後1年未満の大学生90名に対して無記名のアンケート調査を行った。講義中の他受講者とコミュニケーションが講義内容の理解を促進するとしていた学生は、図3に示すように80%程度と高い値であった。

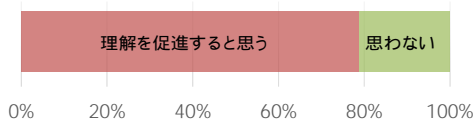


図3. コミュニケーションと理解の関係

(2) 配信型授業において、実名で質問や回答を行うことの抵抗感と、匿名で質問回答が行えることに対する意識調査の結果を図4に示す。この結果から、質問や回答する際に匿名度を制御できることが抵抗感を軽減できることが確認された。

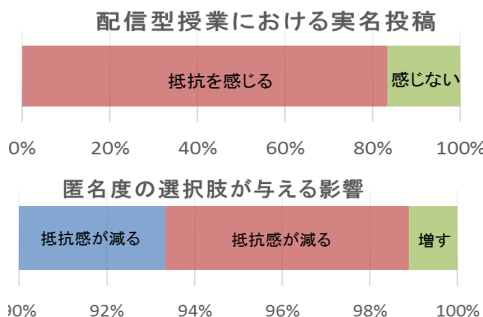


図4. 投稿の匿名性が与える影響

(3) 投稿した質問や回答が伝播する範囲を選択することの影響に関するアンケートの結果は、図5に示すように、ほとんどの投稿において共有したい範囲は投稿内容に依存し、かつ、共有範囲を選択できることが投稿の抵抗感を軽減できるとの結果であった。

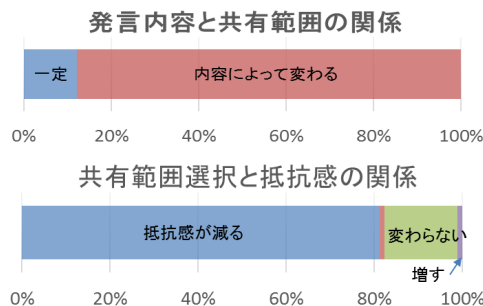


図5. 共有範囲の選択と抵抗感

(4) 質問には回答が、回答には補足する回答や新たな質問が付け加わることが多々ある。このような質問と回答の連鎖の過程で、匿名性や範囲選択をどのように制御するかは難しい問題である。本研究では、オリジナルの投稿者の指定を優先し、匿名性の制御は実名・仮名・匿名の方向にのみ遷移できるとした。また、範囲選択についても、図6の例に示すように、それまでに指定されている範囲Aに対して、新たに指定した範囲Rの共通範囲(A∩R)で共有する方法を提案・実装し、実現性を確認した。

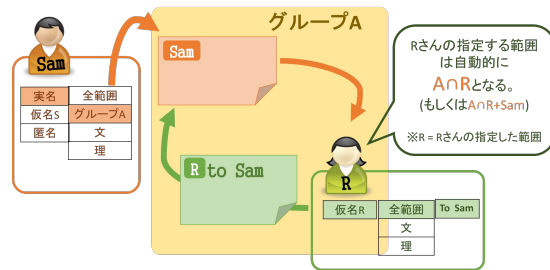


図6. 共有範囲の制御方法(例)

(5) 構築した受講状態のセンシング環境を図7に示す。市販のバランスボードで臀部の重心遷移を、赤外線距離センサーの出力をマイクロコントローラ Arduino で AD 変換して姿勢の前傾状態をモニタリングする。また、PC2に接続されたバランスボードは足加重を計測するために用意した。

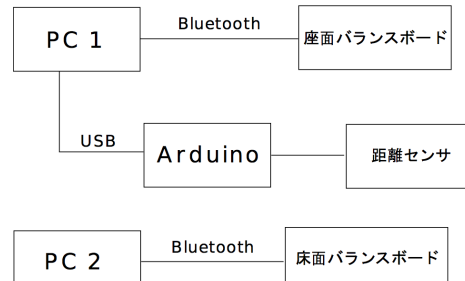


図7. 受講状態のセンシング環境

(6) 10名の実験参加者が、下記4種類のタスク(各10分)に取り組んでいる際の重心変位を計測した結果を測定した。

- ・タスク1: 目の前のモニターで講義ビデオを視聴しメモを取る
- ・タスク2: 3m程度離れたスクリーンで講義ビデオを聴講しメモを取る
- ・タスク3: 手元で単純なゲームを続ける
- ・タスク4: PCを使って調査課題に取り組みレポートを作成する

各実験参加者に対して、タスク毎に全期間を通して中心位置から重心が変位した平均を横軸に、分散を縦軸にして図8にプロットした。この図から、タスクによって重心変位の平均や分散に違いがあることが明らかになった。この結果から、姿勢計測によって、受講者が取り組んでいるタスクの違いを識別できることが示唆された。

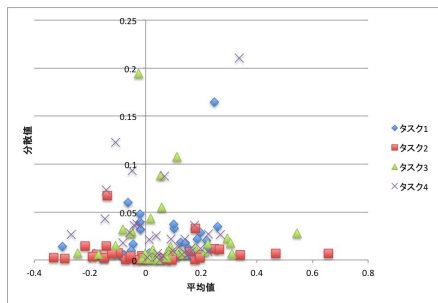


図 8. タスク毎にプロットした重心変位

(7) ここまでの知見を用いて、受講者が取り組んでいるタスクを推定する分類問題に取り組んだ。分類するタスクは、計算問題 (Task1)、文章読解 (Task2)、リバーシ (オセロ) (Task3) の 3 種類である。分類に使用した特徴量は、机に正対した前後方向 (x 軸) の変位を正規化した値と、左右方向 (y 軸) の変位を正規化した値である。結果を図 9 に示す。実験の結果、線形分類器 (linear classifier) では平均して 84%、二次分類器 (quadratic classifier) では平均して 77% の精度で受講者のタスクを分類できることが明らかになった。

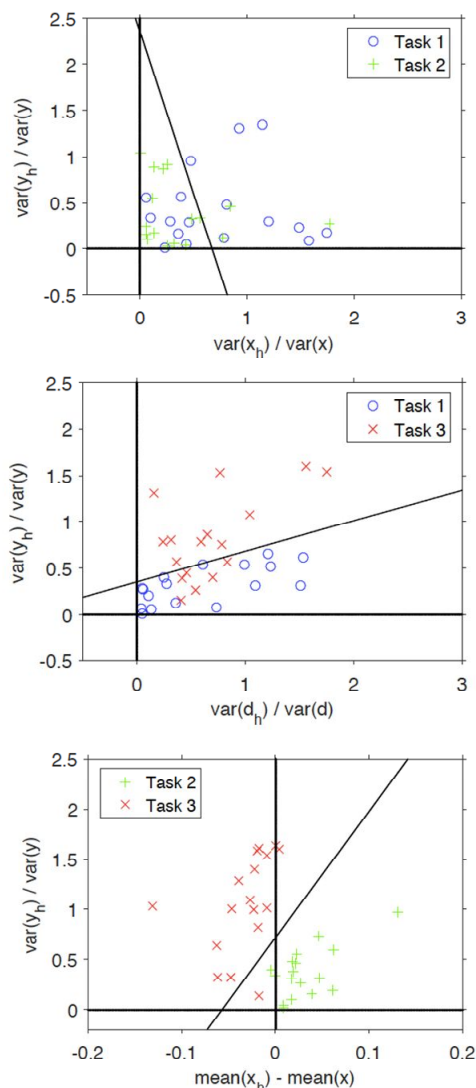


図 9. タスク相互の識別

(8) 環境に埋め込まれたセンサーによって受講者の状態を推定することを目的として、センサー記録に対する時系列データ解析手法の研究開発を進めた。実験参加者がいくつかの課題に取り組んでいる状況で姿勢と脳波を計測し、それらのタスクに対する集中の度合いやどのタスクに取り組んでいるかを推定する手法を開発した。また、時系列データ間の類似度を推定する手法やパターン発見の手法の開発に取り組んだ。また、受講ノートにおける表記の多様性を考慮できるようなクラスタリング手法や分散表現獲得手法について検討した。また、講師および受講者間のコミュニケーションから、親密度の推定や重複コミュニティの検出を行う手法について検討を進めた。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 6 件)

- [1] Ryohei Furutani, Yuki Seino, Taro Tezuka, and Tetsuji Satoh, Monitoring the Level of Attention by Posture Measurement and EEG, Proceedings of the 38th Annual Meeting of the Cognitive Science Society, CogSci2016, Aug. 10-13, 2016. (in printing), 査読有。
- [2] 野沢 健人, 若林 啓: トピックモデルに基づく大規模ネットワークの重複コミュニティ発見. 情報処理学会論文誌データベース (TOD), Vol.9, No.2, June 2016, (印刷中), 査読有。
- [3] Taro Tezuka, Dictionary learning by Normalized Bilateral Projection, Journal of Information Processing, Vol. 24, No. 3, pp. 565-572, 2016, 査読有. DOI: 10.1109/MLSP.2014.6958892
- [4] Taro Tezuka, Spike train pattern discovery using interval structure alignment, Proceedings of the 22nd International Conference on Neural Information Processing (ICONIP2015), pp.241-249, November 9-12, 2015, 査読有. DOI: 10.1007/978-3-319-26535-3\_28
- [5] Taro Tezuka, Sparse coding and dictionary learning for spike trains to find spatio-temporal patterns, Proceedings of the 24th Annual Computational Neuroscience Meeting (CNS2015), July 18-23, 2015, 査読有. DOI: 10.1186/1471-2202-16-S1-P255
- [6] Taro Tezuka and Christophe Claramunt, Connectivity estimation of neural networks using a spike train kernel,

Proceedings of the 2015 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN2015), pp.1-7, July 12-17, 2015, 査読有.

DOI: 10.1109/IJCNN.2015.7280439

〔学会発表〕(計 21 件)

- [1] 久保 直人, 佐藤 哲司: 知識間の語彙出現分布に基づく学習順序推定手法の提案, 第 8 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, DEIM2016, G2-2, Feb. 28 2016, ヒルトン福岡シーホーク(福岡県福岡市), 査読無.
- [2] 星川 祐人, 若林 啓, 佐藤 哲司: Twitter における会話内容を用いた親密度推定手法の評価. 第 8 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム DEIM2016, Feb. 28 2016, ヒルトン福岡シーホーク(福岡県福岡市), 査読無.
- [3] 井上 優作, 若林 啓: 表記の多様性を考慮したハッシュタグ推薦. 第 8 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム DEIM2016, Feb. 28 2016, ヒルトン福岡シーホーク(福岡県福岡市), 査読無.
- [4] 野沢 健人, 若林 啓: トピックモデルに基づく大規模ネットワークの重複コミュニティ発見. 第 8 回 Web とデータベースに関するフォーラム WebDB Forum, Nov. 24, 2015, 芝浦工業大学(東京都港区), 査読有.
- [5] 清野 悠希, 佐藤 哲司: 重心動揺と姿勢計測による学習状態の分析, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル DICO2015 シンポジウム, 3H-1, pp. 666 - 671, July 7 - 9, 2015, ホテル安比グランド(岩手県八幡平市), 査読無.
- [6] 清野 悠希, 佐藤 哲司: 重心動揺と姿勢計測による学習状態の推定, 第 7 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, DEIM2015, D7-1, Mar. 2, 2015, 磐梯熱海ホテル華の湯(福島県郡山市), 査読無.
- [7] 川上 未来, 佐藤 哲司: 配信型授業のコミュニケーションを支援するコメント共有手法の提案, 第 6 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム DEIM2014, B1-1, Mar. 3, 2014, 淡路夢舞台(兵庫県淡路市), 査読無.
- [8] 清野 悠希, 佐藤 哲司: 講義型授業における受講状態の推定法の提案, 電子情報通信学会 他共催, 第 6 回データ工学と

情報マネジメントに関するフォーラム DEIM2014 論文集, F1-5, Mar. 3, 2014, 淡路夢舞台(兵庫県淡路市), 査読無.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

佐藤 哲司 (SATO Tetsuji)

筑波大学・図書館情報メディア系・教授

研究者番号: 70396117

### (2) 研究分担者

関 洋平 (SEKI Yohei)

筑波大学・図書館情報メディア系・准教授

研究者番号: 00348468

手塚 太郎 (TEZUKA Taro)

筑波大学・図書館情報メディア系・准教授

研究者番号: 40423016

若林 啓 (WAKABAYASHI Kei)

筑波大学・図書館情報メディア系・助教

研究者番号: 40631908