

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 27 日現在

機関番号：34302

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300311

研究課題名(和文) 教員・受講生のビヘイビアを提示する授業改善システム及び方法論の開発・実践

研究課題名(英文) Development and Practice of Acquisition and Visualization System of Behavior of Lecturers and Students in Lecture Room Videos

研究代表者

村上 正行 (MURAKAMI, Masayuki)

京都外国語大学・マルチメディア教育研究センター・准教授

研究者番号：30351258

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,900,000円、(間接経費) 4,170,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、大学における授業改善への活用を目的として教員や受講生のビヘイビアを提示するシステムを開発し、実践を行った。まず、受講生の状況を認識、可視化する研究として、まず、授業映像から顔の向きなどの特徴量を使って集中状況の検出を行った。また、矩形を選択することで受講生の活動度を検出し、個人やグループ毎、時間遷移などを可視化するシステムを開発した。さらに、三次元表現された受講者の情報を可視化するインタフェースも開発した。

授業実践への活用として、発言の自由度を高めたレスポンスアナライザを開発し、授業で運用した。また、開発したシステムを用いて実際の授業映像を分析した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we develop and utilize acquisition and visualization system of Behavior of Lecturers and Students in order to reflect and revise lectures in higher education.

We detect atmosphere of concentration from image feature such as facial direction. We develop visualization system of activity in each individual or group and time transition based on selecting panels of focusing objects on the video. Moreover, we develop interface of 3D-visualization of students for supporting lecture analysis.

We develop and utilize response analyzer that enable students to make statement easily during a class. We analyze lecture videos using our system.

研究分野：科学教育・教育工学

科研費の分科・細目：教育工学

キーワード：講義状況認識 可視化 FD 集中度 授業研究 授業改善 レスポンスアナライザ

1. 研究開始当初の背景

高等教育の現場において、早稲田大学 e スクールや MIT の OpenCourseWare のように授業に関する情報や教材、映像を公開する取組などが行われている。また、2008 年度からの大学における FD の義務化に伴い、ICT を活用した FD 実践も増加してきている。授業改善の取り組みを行う際には、参観者が授業を観察して講師や受講生の振る舞いを記録することが重要となる。この授業中の講師・受講生の振る舞いをビヘイビアと定義する。

講師や受講生のビヘイビアを参観者などの人手で映像から収集できるビヘイビアの量には限界がある。このビヘイビアの獲得部分を ICT の活用によって自動的に行うことができれば、大量のビヘイビアを取得することができる。このような受講生の状態を自動的に検出するような類似研究はほとんどない。さらに、得られた講師・受講生のビヘイビアを用いてどのように授業研究、授業改善に活用していくか、を考えることが重要になる。授業映像を撮影した上で、大量にビヘイビアを獲得できるようになれば、1 つの授業を対象とした場合でも、注目対象は「個人・グループ・受講生全体」、対象とする時間も「時刻・一定の時間・講義全体」と、ミクロからマクロまでさまざまな観点から授業を分析することが可能となり、授業研究・授業改善において大きな有用性を持つことが考えられる。この際、ビヘイビアや授業映像を提示するインタフェースが分かりやすいことも重要となる。

2. 研究の目的

本課題では、大学における授業改善への活用を目的とし、以下の 3 点についての研究を行う。

(1) 講師や受講者の「各時刻・一定時間・講義全体」、「個人・グループ・全体」それぞれの動作や状態をビヘイビアと定義し、授業を撮影した映像からビヘイビアを自動抽出できるようにする。

(2) ビヘイビアを授業改善にとって有用な情報として提供できる授業改善支援システムを構築し、時間（各時刻・一定時間・講義全体）や注目対象（個人・グループ・全体）を組み合わせることでマクロからミクロまでのさまざまなビヘイビアを提示できるようにする。

(3) システムを用いた授業改善の方法をデザインし、授業改善の実践を行い、効果について分析を行う。

3. 研究の方法

(1)(2) については、主に 3 つの研究を行った。まず、授業映像から受講生全体が授業に集中しているような雰囲気認識することを目的として、必要な特徴量について検

討した。そして、実際に特徴量を検出して集中場面の認識を行った。

次に、受講生映像を効率的に閲覧することを目的として、受講生個人・グループ・受講生全体の活動度を認識し、可視化するためのシステムである ActVis を開発した。

さらに、授業映像について深度センサで獲得して得られたデータに対して、受講者を含むシーンを三次元可視化した上で、着目したい部分を利用者が指定することで、三次元表現された受講者の情報を可視化するインタフェースを開発した。

(3) については、主に 2 つの研究を行った。まず、学生の意見を適切に収集して授業に反映させることを目的として、自由記述による興味や疑問を投票することができ、その興味や疑問に同意する学生が投票することのできるレスポンスアナライザを開発し、授業実践を行った。

また、ActVis を用いて実際の授業映像の分析を行った。

4. 研究成果

(1) 講義映像に基づく受講者の集中状況の認識

本研究では受講者が講師の話に集中している雰囲気認識することを考える。ただし、このような雰囲気自体を直接映像として観測することはできないので、まずその認識のための手掛かりとなる観測特徴について検討する必要がある。

このための予備実験として、講義室内の教卓付近にカメラを設置し、講義中の受講者の様子を撮影した。映像の長さは約 25 分間である。この映像の各場面の静止画 30 枚に対して、それぞれの場面が、(A)「話を聞く」、(B)「ノートをとる」、(C)「よそ見や関係のないことをする」のいずれに集中していると思われるかを大学生 6 名の実験参加者に分類してもらった。ただし、明確に分類できない場合は (D)「分類できない」に分類してもらった。一方、従来研究において、受講者の顔の向きが講師の感じる授業の雰囲気に影響することが指摘されていることから、各画像における各受講者が「前方向」、「下方向」、「左右方向」のいずれを向いているかを目視で判定し、上の (A) ~ (D) との関係調べた。受講者の顔方向が「前方向」の場合に (A)「話を聞く」との相関が高く、特に前方向を向いている受講者が全体の 6 割以上ならば (A) と分類された場面を 87% の精度で認識できることがわかった。そこで本研究では、前方向を向いている受講者の割合を、受講者が話を聞くことに集中している雰囲気認識のための観測特徴として利用する。

受講者が教室の前方向を向いているかを認識するには、各受講者の顔方向と教室の前方向のなす角度を求める必要がある。そこでこれを求めるための処理を以下の手順で実現する。まず、講義室の静止画像に対して顔

画像処理を行い、カメラに対する各受講者の顔の角度を獲得する。これをさらに、カメラの内部パラメータと教室の前方向に対するカメラの設置角度に基づいて、教室の前方向を基準とした受講者の顔方向に変換する。各受講者が教室前方を向いているときの顔方向は、それぞれの座席位置に依存する。そこで各受講者の座席位置を推定する。人間の両眼間の長さは人によらずほぼ一定(6.3cm)であることから、得られた顔の角度に加えて、さらに両眼の位置を抽出すれば、カメラ座標系での顔の3次元位置を推定できる。これをカメラの外部パラメータを用いて教室内の座席位置に変換すると、その座席位置に応じて、その座席で教室前方を向いた時の顔方向が定まる。教室の前方向を基準としたときの顔方向と、各座席位置で教室前方を向いた時の顔方向との差を求め、これがしきい値以下ならば、受講者が前方向を向いていると判定する。

顔画像処理に OMRON 社の OKAOVision を用いて、実際に前方向を向いている受講者の割合をどの程度正しく推定できるかを調べた。顔検出結果の例を図1に示す。提案手法によって求めた前方向を向いている受講者の割合を目視による正解と比較したところ、82%の精度となった。予備実験において、前方向を向いている受講者の割合を手掛かりとした場合の(A)の雰囲気認識率が87%であったことから、この受講者の割合の算出を自動化した場合に期待される認識率は $87\% \times 82\% = 71\%$ 程度となる。そこで実際にこの精度を直接調べたところ、69%となり、十分な講義状況認識ができることがわかった。



図1 顔検出結果の例

(2) 受講生の活動度可視化システム ActVis

ActVis は、映像から観察したい対象(受講生個人)をパネルとして矩形で指定し、パネル内のフレーム間差分を抽出することにより、パネル内での活動度を表すことができる。映像の全区間から各パネルの活動度の時間変化をシークバーとして記述すれば、映像を通じた活動度遷移を俯瞰できるようになる。また、そのパネルをグループ化することによって群の活動度についても表現することが可能になる。

システムを利用するためには、まず観察対象を指定する。映像上に観測したい対象に対して図2(a)に示すような矩形のパネルを設

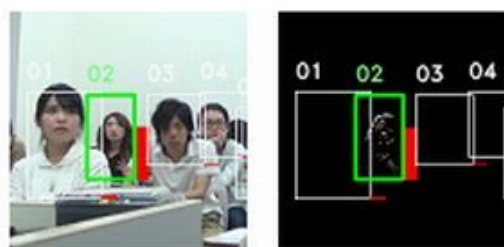


図2 時間差分算出による活動度検出

定する。パネルにはそれぞれ固有の ID が割り当てられ、パネルの上に ID が表示される。次に個々のパネルに対してグループ番号を付与し、グループ化する。観察対象を設定すると、システムはパネル内の色の時間差分量(図2(b))を検出して、その量を示す赤色のゲージを生成する。このシステムではパネル内の時間差分量を活動度として定義し、ゲージを表示することで、映像再生中にこの活動度を視認しやすくなるようにした。活動度の抽出が終了すると、映像と活動度をあわせて閲覧することが可能になる。映像の下にはシークバーが表示され、それぞれのパネルの時間差分量が、映像の全区間でどのように遷移したかが分かるようになっている(画面例は図7を参照)。このことによって、映像中のどの時刻で活動度が高くなったかが俯瞰できる。利用者は、任意の位置をクリックすることで、映像の該当時刻から再生することができる。また、どの対象を選択したかを視覚的に分かりやすくするために、シークバー上の左部分にはパネルの ID を付与している。個人や群、全体のシークバーを選択すると、対応するパネルの枠の色を変更して強調表示する。個人に対しては1つのパネルが対応し、群や全体に対しては複数のパネルが対応する。

映像の音量変化も可視化することができる。現在の ActVis では、全体の音量に対して1つのシークバーを生成しているが、マイクが複数本あれば、各マイクに対応するシークバーを生成することもできる。個別のパネルに対応する受講者が特定できていれば、その受講者の氏名や成績などを同時に表示することができる。この機能は、受講の様子と成績の相関を調べる、といった目的に利用できる。また、オンラインで授業の様子を可視化するような場合には、受講者情報を確認しながら効率的に講義を進めることができるようになる。

(3) 受講生の三次元情報提示システム

三次元表現された受講者の情報を可視化するインターフェースを開発した。深度センサには ASUS 社の Xtion Pro Live を用いた。このセンサは、視点位置から奥行 10メートルほどの距離を、10mm 程度の誤差で深度マップとして獲得することができる。この深度マップから Point Cloud Library と呼ばれるラ

イブラリソフトウェアを利用し、深度センサのフォーカスなどの情報を用いて、対応する三次元位置を求める。一部、隠れ（オクルージョン）のため、表現できていない部分が存在するが、マウス操作によって任意視点からのシーンを見ることができると、受講者の姿勢変化などの観測が容易になると考えられる。

次に、三次元可視化された受講者データに対して、授業分析者自身が受講者シーンを俯瞰した映像を見ながら注目する受講者領域を選択し、提示する手法について説明する。受講者を撮影したシーンには、受講者以外のものが多数映っている、このうち、机や壁など、固定設置されているものについては、予めシステム設計者が位置を指定して削除することができるが、受講者が持参した鞆などの物体は机の上のどこに置かれるかは予め予測ができないため自動的に削除することは困難である。そこで、授業分析者自身が注目したい受講者を指定しやすくするために、まず図3左に示すような俯瞰画像を生成する。この俯瞰画像に対してマウスをドラッグすることで注目対象の指定が可能である。図2において、濃い灰色の矩形で示した領域が、手動で指定した注目対象である。この例では、4名の受講者の領域を指定しており、受講者が持ち込んだ鞆や、椅子の背もたれの部分については、意識して指定していない。このシステムでは選択した受講者の領域内の受講者の重心位置の時間差分量に基づく動きの大きさを活動度とする。授業分析者が俯瞰画像を用いて指定した矩形領域に対して、その領域内の受講者の動きの大きさを、動きが小さい状況から大きい状況に対応して、青色 水色 緑色 黄色 橙色 赤色と段階的に256段階で擬似カラー表現した状況を斜めの視点から見た様子を図3右に示す。この例では、右上の受講者の動きが活発で、左下の受講者の動きが小さいことが見て取れる。

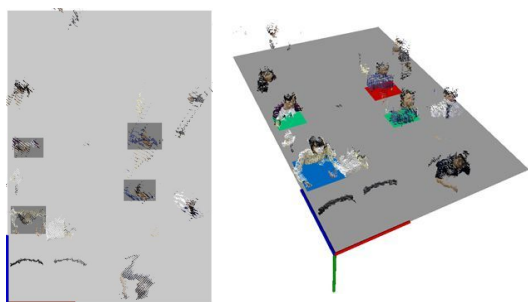


図3 注目受講者指定画面・分析画面の例

(4) 発言の自由度を高めたレスポンスアナライザの開発と活用

授業中の学生の質問を促進し、教員が学生の質問などをリアルタイムに把握できることを目的として、授業中における学生の自由な発言を許容し、かつ少ない負担で質問・意見を表示することができるレスポンスアナ

ライザを開発し、本システムを活用した大学授業の実践を行った。

本レスポンスアナライザは以下の3つの機能で構成されている。

- ・ 学生が自由記述で意見を投稿する「投稿ページ」(図4左)
- ・ 投稿された意見の中から自分が同意する意見に投票する「投票ページ」(図4右)
- ・ 投稿された意見内容と、各意見に対して同意した学生数をグラフで表示する「教師用画面」(図5)

また、システム構成図を図6に示す。



図4 レスポンスアナライザシステムの投稿ページ・投票ページ



図5 教師用画面

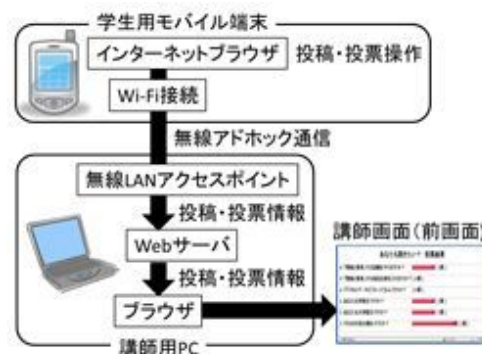


図6 システム構成図

2011年春学期「情報と教育」全15回中7回の授業において本システムの実践を行い、質問紙調査(5件法, 1全くそう思わない~5とてもそう思う)を実施した。導入時、継続利用することにより学生がシステムに慣れ、学生の受け取り方が変わってしまうことが危惧されたが、1回目, 6回目, 前期通した総合評価の結果に対して分散分析を行った結果, 3群の間には有意差がないことが分かった。

質問紙調査を詳細に分析した結果, 以下のようなことがわかった。まず「授業を受けながら, 投稿するのは大変だった」という質問に対する総合評価は2.95であり, 質問投稿

の学生負担はなかったといえる。また、「投稿することが、授業を理解する上で役にたった」の総合評価平均は 3.70, 「投稿することで、受講する動機が高まった」の総合評価平均は 3.60 であり、質問を投稿することによって授業に対する動機付けが高まり、授業内容の理解を支援していることがわかった。「授業を受けながら、他人の投票を見て投票するのは大変だった」の総合評価平均は 2.50 であり、授業を受けながら投票を行うことに対しては容易であり、授業の妨げになっていないことが分かった。「他人の質問に投票することが、授業を理解する上で役に立った」の総合評価平均は 3.95, 「他人の質問に投票することで、受講する動機が高まった」の総合評価平均は 3.95 であったことから、投票することで自分の疑問に対して回答が得られる機会が増え、理解の支援・受講動機を高める結果につながっている傾向がみられた。「授業中に本システムを活用したことは、理解の助けになった」と「授業中に本システムを活用したことで、満足度は高まった」の総合評価平均はともに 4.10 と、システムの利用に対して、授業内容の理解の助け、および満足度が高くなっていることが分かった。

(5) ActVis を用いた授業映像の分析

実際に利用するための映像データとして、京都外国語大学で行われているゼミ活動(2013年5月)を撮影した。ゼミには3年生、4年生あわせて30名が参加しており、この日は4年生5名がそれぞれ発表を行った。基本的に1人12分発表、8分の質疑応答の予定で行なっており、合計1時間56分の映像を取得した。当日はカメラ3台で撮影を行い、1台は発表者を、1台は教室中心から右手、1台は教室の左手を撮影した。

教室中心から右手を撮影した映像を ActVis を用いて受講生の活動度を分析、可視化した。まず、授業映像から分析可能であると判断した受講生17名分を矩形で選択した。その後、縦の列に応じて3つの群にグループ化した。右からグループ0(4名)、グループ1(5名)、グループ2(8名)とする。グループ0,1は4年生、グループ2は3年生であった。ActVis を用いて分析した結果を図7に示す。1番上のシークバーが受講生全体、次の3つがグループ、その下が個人の活動度を示している。ゼミであるため、学生の発表時と質疑応答時では、受講生の振る舞いは異なるが、特徴的な活動についてとりあげる。例えば、5番の受講生は、発表を聞いている最中に活動度が比較的变化しており、その場所に注目すると、メモをとっている場面が多く見られた。また、2番の受講生は、体の動きが大きいことから、シークバーでは赤い部分が多く出現していた。

また、グループ1に注目してみると、発表や質疑応答の途中で活動度が高くなる時がある。これらの場面をみても、グループ



図7 ActVis による授業映像

の学生同士で話しあったりする場面が多く見られた。対して、グループ2はグループ1に比べて、活動度がやや少ない傾向にあった。今回はゼミであることから、このようなケースが顕著に表れたとも思われるが、一般的な講義においてもグループによる特徴を分析することも重要であると考えられる。ただ、矩形の選び方(大きさ)によって、個人の振るまいの特徴が活動度に影響を与えるため、その点の調整などは今後必要だと考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計11件)

大山牧子, 酒井博之, 村上正行, 田口真奈 (2014)「大学におけるコース間の接続に基づく教員の省察を促すためのeポートフォリオの活用」教育システム情報学会誌, Vol.30, No.1, pp119-131 (査読有)

角所考, 丸谷宜史, 村上正行 (2013)「人物観測に基づくコミュニケーション状況の認識」人工知能学会誌 Vol.28, No.2, pp209-216 (査読有)

椋木雅之, 上松信, 美濃導彦 (2013)「項目反応理論に基づく理解度と振る舞いの関係性解析」教育システム情報学会誌, vol.30, no.1, pp.65-76 (査読有)

村上正行, 山田政寛 (2012)「大学教育・FDに関する研究における教育工学の役割」日本教育工学会論文誌, Vol.36, No.3, pp181-192 (査読有)

稲葉利江子, 山肩洋子, 大山牧子, 村上正行 (2012)「発言の自由度を高めたレスポンスアナライザの有効性に関する評価」日本教育工学会論文誌, Vol.36, No.3, pp271-279 (査読有)

〔学会発表〕(計 32 件)

Masahiro Toyoura, Satoshi Nishiguchi, Xiaoyang Mao, Masayuki Murakami(2014)
“Activity Visualization for Multiple Targets in a Video,” IEEE Pacific Visualization (2014 年 3 月 7 日, Keio University)

Masahiro Toyoura, Satoshi Nishiguchi, Xiaoyang Mao, Masayuki Murakami(2013)
“ActVis: Activity Visualization in Videos,” Cyberworlds, pp.222-225 (2013 年 10 月 22 日, Keio University)

村上正行, 豊浦正広, 西口敏司(2013)「受講生のビヘイビア観測システムの開発と分析」日本教育工学会第 29 回全国大会講演論文集 pp91-94 (2013 年 9 月 23 日 秋田大学)

豊浦正広, 西口敏司, 茅暁陽, 村上正行(2013)「講義における受講生映像閲覧のための個・群・全体の活動度可視化システム」教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集 pp393-394(2013 年 9 月 4 日 金沢大学)

西口敏司, 豊浦正広, 村上正行(2013)「受講者映像分析のための注目受講者指定インタフェース」教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集 pp19-20 (2013 年 9 月 2 日 金沢大学)

小林 陽平, 角所考, 村上正行(2013)「講義映像に基づく受講者の集中状況の認識」教育システム情報学会第 38 回全国大会講演論文集 pp17-18 (2013 年 9 月 2 日 金沢大学)

西口 敏司, 村上正行(2012)「授業分析支援のための受講者の三次元可視化手法の検討」第 37 回教育システム情報学会全国大会, pp60-61 (2012 年 8 月 22 日 千葉工業大学)

〔図書〕(計 1 件)

村上正行(2012)「大学教育と ICT」, 京都大学高等教育研究開発推進センター編『生成する大学教育学』, pp269-272, ナカニシヤ出版

〔産業財産権〕

出願状況(計 1 件)

名称: 映像内活動度可視化装置, 方法及びプログラム

発明者: 豊浦 正広, 茅 暁陽, 西口 敏司, 村上 正行

権利者: 国立大学法人山梨大学, 学校法人常翔学園, 学校法人京都外国語大学

種類: 特許権

番号: 特願 2013-173053

出願年月日: 2013 年 8 月 23 日

国内外の別: 国内

〔その他〕

ホームページ等

タイトル: 映像内活動度可視化システム: ActVis

URL: <http://www.vc.media.yamanashi.ac.jp/actvis/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

村上 正行 (MURAKAMI Masayuki)

京都外国語大学・マルチメディア教育研究センター・准教授

研究者番号: 30351258

(2) 研究分担者

角所 考 (KAKUSHO Koh)

関西学院大学・理工学部・教授

研究者番号: 50263322

椋木 雅之 (MUKUNOKI Masayuki)

京都大学・学術情報メディアセンター・准教授

研究者番号: 20283640

西口 敏司 (NISHIGUCHI Satoshi)

大阪工業大学・情報科学部・准教授

研究者番号: 80362565

飯山 将晃 (IIYAMA Masaaki)

京都大学・経済学研究科・准教授

研究者番号: 70362415

山肩 洋子 (YAMAKATA Yoko)

京都大学・情報学研究科・准教授

研究者番号: 60423018

豊浦 正広 (TOYOURA Masahiro)

山梨大学・医学工学総合研究部・助教

研究者番号: 80550780

森村 吉貴 (MORIMURA Yoshitaka)

京都大学・物質 - 細胞統合システム拠点・特定拠点助教

研究者番号: 80578279

中村 和晃 (TOYOURA Masahiro)

大阪大学・工学研究科・助教

研究者番号: 10584047