

# 講義室の状況把握を支援する講師受講者映像の同期再生システムの構築

吉次 孝太<sup>†</sup>    森村 吉貴<sup>††</sup>    上田真由美<sup>†</sup>    棕木 雅之<sup>††</sup>    美濃 導彦<sup>††</sup>

<sup>†</sup> 京都大学大学院情報学研究科知能情報学専攻 〒606-8501 京都市左京区吉田本町

<sup>††</sup> 京都大学学術情報メディアセンター 〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町

E-mail: <sup>†</sup>{yoshitsugu,morimura,mayumi,mukunoki,minoh}@mm.media.kyoto-u.ac.jp

**あらまし** 近年、講義映像とスライド情報を含む講義アーカイブの構築が盛んに行われている。我々は、FDに役立てるための講義アーカイブの構築を目指している。従来の講義アーカイブでは講師の情報しか提示していなかったが、FD用の講義アーカイブでは、講義室の状況把握を支援するために、受講者の映像も獲得し、提示する必要がある。また、講義室の状況把握には、講師と受講者の振る舞いをわかりやすく提示することが有効と考えられる。そこで本稿では、MPMeisterを利用して、受講者と講師を撮影した映像を同期再生し、受講者の振る舞い情報を付与した講義アーカイブ用視聴システムを構築した。本システムは、講師が講義を振り返り、講義中の受講者の反応を確認することを容易にする。

**キーワード** 講義アーカイブ, 状況把握, 同期再生, 振る舞い情報

## Synchronized multi-video playback system for understanding classroom situation

Kota YOSHITSUGU<sup>†</sup>, Yishitaka MORIMURA<sup>††</sup>, Mayumi UEDA<sup>†</sup>, Masayuki MUKUNOKI<sup>††</sup>,  
and Michihiko MINOH<sup>††</sup>

<sup>†</sup> Intelligence Science and Technology, Graduate School of Informatics, Kyoto University Honmachi,  
Yoshida, Sakyou-ku, Kyoto-Shi, Kyoto, 606-8501 Japan

<sup>††</sup> Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University Nihonmatsu-chou, Yoshida,  
Sakyou-ku, Kyoto-Shi, Kyoto, 606-8501 Japan

E-mail: <sup>†</sup>{yoshitsugu,morimura,mayumi,mukunoki,minoh}@mm.media.kyoto-u.ac.jp

**Abstract** In recent years, lecture archives, which include lecture video and slide information, have been built actively. We have been trying to build the lecture archive for FD. Traditional lecture archives only offer information of the teacher. However, the lecture archive for FD is required to present classroom situations, i.e. to present information of the teacher and the students. Furthermore, it is useful to show behavior of teacher and students clearly for understanding the classroom situation. Therefore, in this paper, we construct the system to observe the lecture archive which includes the teacher video, the students video, and the behavior information of them synchronously. This system enables teacher to understand classroom situation.

**Key words** lecture archive, understanding situation, synchronous playback, behavior information

### 1. はじめに

近年、高等教育機関において、教育・学習活動を支援するためにITが取り入れられている。その一例として、講義映像を蓄積し、配信できるようにした講義アーカイブがあり、様々な大学が講義アーカイブに取り組んでいる。講義アーカイブは受講者の利用を想定したもので、受講者は、インターネットを介して配信された講義アーカイブを試聴することで、講義の復習

や、欠席した講義の補習を行うことができる。慶應義塾大学のSOIプロジェクト[1]ではSchool On the Internetというシステムを構築しており、講義アーカイブだけでなく、履修登録、授業の質疑、課題提出など様々な機能を実現している。東京大学のiii online[2]や東北大学のISTU(Internet School of Tohoku University)[3]も、講義を記録した映像をインターネットで受講できるシステムを構築しており、多くの受講者が利用している。我々の研究グループでも、講義の様子を自動的に記録・蓄

積するシステムを開発し、試験的に運用を行っている [4]。このように、様々な大学が講義アーカイブに取り組んでいる。

一方、講師を対象とした FD (Faculty Development) と呼ばれる授業改善の試みにも IT が用いられている。FD は、2007 年から大学院で、2008 年からは大学において義務化されており、各組織で様々な取り組みが行われている。例えば、名古屋大学高等教育研究センターは、授業改善のノウハウやヒントをまとめた「成長するティップス先生 ver1.2」[5] を各講師に配布、Web 上で公開している。また、京都大学高等教育研究開発推進センターは、時間と空間の制約を取り除いて FD を実現するため、授業中の講師と受講者の映像を Web 上で公開し、掲示板を介して議論を行っている [6]。後者の例では、FD の取り組みの 1 つであるリフレクションの過程で、授業を振り返って見るために、映像を利用している。

一般的に、講義は、講師による一方的な情報提供の場ではなく、講師と受講者、受講者と受講者のインタラクションが組み合わさって形成されるものであり、FD のために映像を視聴する際には、受講者と講師の両方の振る舞いを含めた講義全体の様子を把握することが重要となる。我々は、この知見に基づいて、従来の講義アーカイブである講師の映像に加え、受講者の様子を記録した映像も蓄積し、FD 用講義アーカイブの構築に取り組んでいる [7]。

前述の研究 [6] や上記の我々の研究 [7] などの、映像を用いた方法では、講師を写した映像と受講者を写した映像を観察者が同時に観察して分析を行う。しかし、例えば、FD に活かすためには映像中のどの部分に注意して見ていいかわからない、90 分という長い時間の講義を数回分見るのがつらい、など、観察者にとってかなりの負担となることが考えられる。そのため、映像を見るための指標を設けることで FD に活かすための分析が容易になる。ここで、上述のように、講義は講師と受講者のインタラクションから構成されている。また、インタラクションは、講師の立ち位置の情報や音声の情報、受講者のノートテイキングや顔上げ、注視方向といった講師や受講者の振る舞いを表す情報（以下、振る舞い情報と呼ぶ）から構成されている。例えば、「講師が指した場所を受講者が見る」というインタラクションを考えると、「講師がある場所を指す」という振る舞いと「受講者がその場所を見る」という振る舞いがインタラクションを構成している。そこで、振る舞い情報を検出し、同時に蓄積することで、映像を見るための指標として振る舞い情報を活用する。さらに、FD のためにはこれらの映像や振る舞い情報を同時に観察し、時々刻々と変化していく講義室内の状況を把握することが重要である。

そこで本研究では、現在蓄積している講師映像と受講者映像に、講師の振る舞い情報と受講者の振る舞い情報を付与した FD 用講義アーカイブ用視聴システムを構築した。本システムでは MPMeister [9] を利用してインタフェースを実装した。これにより、従来の講義アーカイブに用いられていた映像に加え、受講者の映像や振る舞い情報を同時に確認でき、時々刻々と変化する講義室内の状況把握が容易になり、FD に関する取り組みを支援することが可能となる。

以下、2 章で関連研究を述べ、3 章で講義室で発生する振る舞い情報について述べる。次に、4 章で獲得する振る舞い情報と、その獲得方法を述べ、5 章で提案する視聴システムについて述べる。最後に 6 章でまとめと今後の課題について述べる。

## 2. 関連研究

従来から講義室内の受講者や講師の振る舞いを分析し、講義や学習に活用することを目指した取り組みが行われている。

受講者の振る舞いを分析する研究の例として、米谷 [10] は講義中の受講者の様子を撮影した映像を見て、瞬き、微笑、手いじりなどのタグを手動で付与し、受講者の振る舞いの分析を行っている。また溝上ら [11] は受講者の振る舞いの中でも特に「顔上げ」に注目して、「顔上げ」と「講義の内容に関する受講者の印象」との関連を分析している。

講師の振る舞いを分析し、それに基づいて情報を提示する研究の例として、中村らは、講師の発話にあわせてスライド中の語句を強調表示する MINO (Multimedia system an Instructor needs Not Operate) [12] や、講師の発言回数から重要語句を推定し、重要な箇所を隠すようにラベルを貼り、講師の発話にあわせてラベルをはがす MONTA (Multimedia system that can cONceal important phrases using TAg) [8] を提案し、学習者の注目を集めやすい講義用コンテンツの作成に取り組んでいる。また、高解像度のハイビジョンカメラで講義室を撮影し、講師の振る舞いに基づき、映像中の注目領域を抽出して講義アーカイブとして活用する研究も行われている。永井 [13] は、撮影した高解像度の映像から、フレーム間差分を用いて変化の大きな領域を見つけ、注目領域として講義ビデオを作成している。これは、講師の振る舞いにより生じた変化の大きな領域を見つけて受講者が注目すべき領域としている。市村ら [14] は HSV 表色系と、黒板の形状を長方形とする仮定を用いた黒板領域の検出と、フレーム間差分による講師の領域抽出を用いて板書講義のアーカイブを実現している。さらに、レーら [15] は、MPMeister [9] で撮影した講義映像から得られたシーンの提示時間、シーンの提示順序などの講師の振る舞い情報とスライドに含まれる単語の出現頻度、単語の特定性などの言語情報からシーンの重要度を算出し、重要度に基づいてダイジェストを作成している。

このように講義室内の状況を分析する研究は、受講者の振る舞いに注目したものと、講師の振る舞いに注目したものが行われているが、両者を同時に提示できるシステムはこれまで存在せず、これらを総合的に分析できるような研究は従来ほとんど行われてこなかった。

## 3. 講師と受講者の振る舞い情報

講義室内の状況を把握するには講師と受講者の振る舞いが重要である。ここでは、FD のために講義室内の状況を把握する際に役立つ講師と受講者の振る舞い情報を検討した。

### 3.1 講師の振る舞い情報

まず、講師の振る舞い情報としては、以下のものが考えられる。

- 音声情報

音声情報には、言語情報としての講義内容だけでなく、声の大きさ、速さ、抑揚、明瞭さなどの情報も含まれている。例えば、講師が強調したい箇所では、声を大きくしたり、はっきり、ゆっくり話すということが考えられる。その情報発信に対して、受講者が顔を上げていなかったりすると、講師が伝えたいことが受講者に伝わっていないことが考えられる。

- 立ち位置の情報

講師は一斉講義においてはほとんどの場合、立って話す形で講義を行う。講師によっては、「語りかけ」・「スライド説明」・「板書説明」・「説明なし」の「講義状況」に応じて立つ場所を頻繁に変えることがわかっている[16]。立ち位置の情報がわかればこのような変化も観察できる。

- 指示棒で指示している対象

講師が指示棒で指示した対象は、講師が重要だと思っているキーワードであることが考えられる。よって指示棒で指示している対象を観察することで講師の意図が観察できる。

- スライド切り替え・板書のタイミング、内容

スライドの切り替えや、板書などは、講義内容に密接に関係する。そのため、これらを話題の転換点とすれば、ある話題のときには受講者があまり講師の方を見ていないが、他の話題の時には受講者が講師の方を見ているなどの分析ができる。

### 3.2 受講者の振る舞い情報

次に、受講者の振る舞い情報としては、以下のものが考えられる。

- 「顔上げ」行動

「顔上げ」行動は、前述の関連研究[11]でもとりあげられていたように、受講者の興味のあるところで多くみられる。よって、講師が強調している場面を受講者が興味をもって聞いているかどうかを判断できる。

- 顔向き
- 視線向き

顔向きや視線向きがわかれば、受講者がどこを見ているかわかる。例えば、講師が指示棒で指示している箇所と受講者の見ている箇所が一致している時は講師の意図と受講者の理解が一致しているとみなせる。

- 手の動き

手の動きとは、ほおづえ、腕組みなどのことで、興味のあるときとないときでそれぞれ違う手の動きをすることが考えられる。

- ノートテイキング

ノートテイキングはノートを取っているかどうかという指標である。例えば、受講者が一斉にノートにメモをした箇所は、受講者が重要だと判断した箇所だと考えられる。よってノートテイキングも受講者の興味や理解度を測る上で有用である。

- 逸脱行動（居眠り・遅刻・退出）

逸脱行動とは、居眠りや、遅刻、退出でその場にはいないなど、講義に参加していない状態のことである。居眠りが多い講義は受講者にとってあまり興味のない内容であったり、難しすぎる内容であったりすることが考えられるため、FDに有用である。

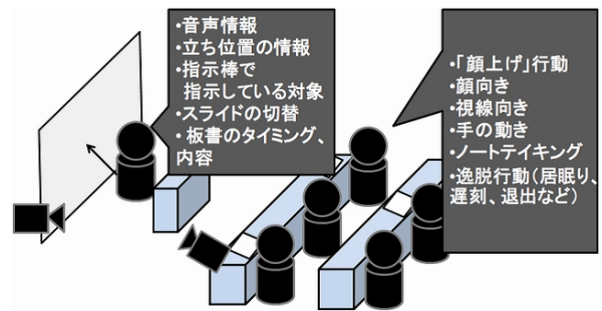


図1 講師と受講者の振る舞い情報

このように、振る舞い情報は講義室内の様々な場所で発生する（図1）。次章以降で、これらの振る舞い情報の獲得方法と活用方法について述べる。

## 4. 講師・受講者の振る舞い獲得

本章では、3章で述べた振る舞い情報の中で、本システムで用いる情報を明らかにし、その獲得方法について述べる。

### 4.1 講師の振る舞い情報の獲得

音声情報はマイクで録音することで獲得できる。また、スライド切り替え情報、および板書の情報はスライド、板書を撮影することで獲得できる。講師の立ち位置の情報と指示棒で指示している対象も、映像によって獲得できる。

### 4.2 受講者の顔向きの推定と顔上げ数の獲得

受講者の振る舞い情報の中でも、溝上ら[11]の研究で受講者の興味の指標として用いられている「顔上げ」行動に代表される顔の動作は、講義中にほとんど発言する機会のない受講者にとって、重要な振る舞いである。そこで、本研究では、顔の動きに注目し、3.2節で述べた受講者の振る舞い情報のうち、受講者群の顔の向き、および顔上げの数を表示することとした。

顔の向きについては、対象とした講義室におけるスクリーン、ホワイトボード等の配置に基づき、「正面を向く（講師の説明を聞く）」、「左側を向く（スクリーンを見る）」、「下を向く（ノートをとる）」、「右を向く（ホワイトボードへの板書を見る）」の4種類とした。

顔の向きを検出するために、カメラ3台を講義室前方の右、左、中央に受講者に向けて設置し、撮影した。ここで、顔が向いている方向のカメラの映像から、多くの顔が検出できると仮定する。例えば、左側のスクリーンを見ている場合、仮定では左側のカメラ画像から多くの顔が検出できる（図2）。同様に、右側スクリーンを見ている場合は、右側のカメラから顔が検出でき、教卓付近（講師）を見ている場合は、中央のカメラ画像から顔が検出できると考えられる。図3に10名の受講者を対象にした模擬講義での実験結果を示す[7]。上段の3枚は受講者の正面で説明をしている際、左から右側カメラ、中央カメラ、左側カメラで撮影された映像を示している。中段の3枚はノートテイキングを行っている際、左から右側カメラ、中央カメラ、左側カメラで撮影された映像、下段の2枚は左側スクリーンを用いて説明を行っている際、左から右側カメラ、左側カメラで撮影された映像である。図3では、検出された顔の場所が見や

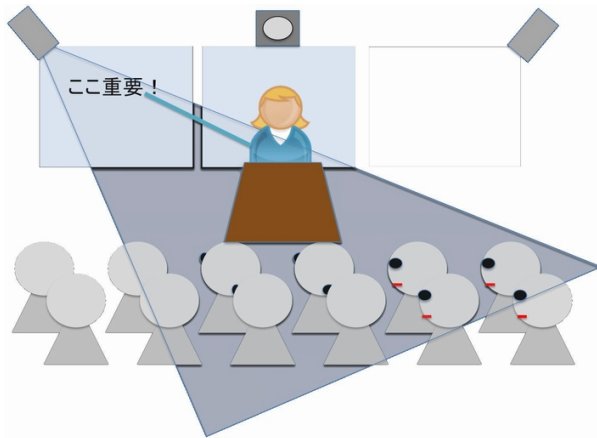


図 2 受講者が左側を見ているときの様子

すいように白く塗りつぶしている。顔の検出にはオムロン株式会社の OKAO Vision [17] を用いた。また、ノートテイキングの時には顔は検出されなかった。左側スクリーンを用いた説明の際には左側カメラの映像から多数の顔が検出された。よって、顔の向きの正面のカメラから多くの顔が検出できるという仮説は正しいことがわかった。

上記の実験から得られた知見に基づき、左側、右側、中央の3方向から撮影した映像に対して、顔の検出を行い、表1に示すように受講者群の注視方向を決めた。講義での全受講者の人数は人手で与えた。

表 1 受講者の顔検出結果と注視方向

| 各カメラの顔検出数                        | 受講者群の注視方向 |
|----------------------------------|-----------|
| 左側カメラで 2/3 以上                    | 左側スクリーン   |
| 右側カメラで 2/3 以上                    | 右側ホワイトボード |
| 中央カメラで 2/3 以上、<br>左右カメラでは 2/3 以下 | 教卓、講師の説明  |
| 全カメラで 2/3 以下                     | 手元（ノート、机） |

顔上げの数に関しては、同じく右、左、中央のカメラから得られた映像に対して、OKAO Vision を用いて顔検出を行い、得られた3つの顔検出数の最大値を顔上げの数とした。

## 5. 提案する同期再生システム

4章の方法で獲得した講師・受講者の振る舞い情報を付与したFD用講義アーカイブを構築するために、MPMeisterを用いる。

### 5.1 同期再生システムの概要

MPMeisterの表示システムは、映像領域、スライド領域、スライド目次領域をもち、映像とスライドを同期再生できる。本研究では、この映像領域の部分に講師映像を表示し、スライド領域に、受講者映像とスライド、および顔の向きを表示し、スライド目次領域に顔上げ数を表示することとした。図4にシステムのインタフェースと各部分の名称を表す。スライド表示部、受講者映像表示部、顔向き表示部の3つの部分をあわせて受講者情報表示部と呼ぶことにする。

受講者情報表示部は、本来のMPMeisterの利用方法におい

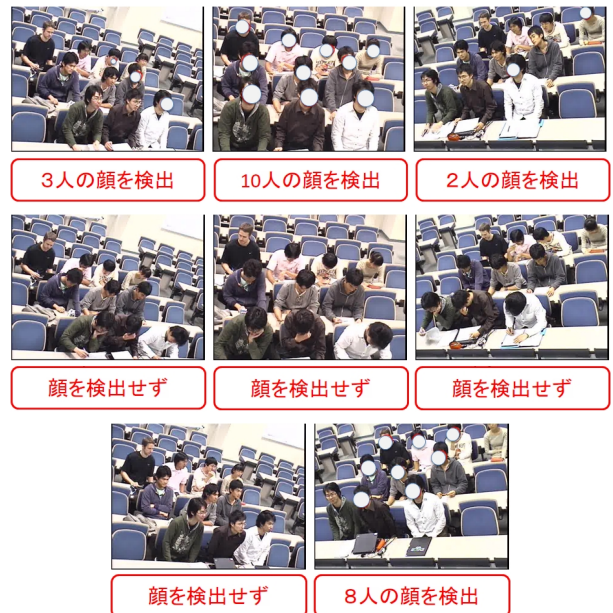


図 3 受講者の顔検出数（上段：正面で説明をしているとき、中段：ノートをとっているとき、下段：左側スクリーンを用いて説明を行ったとき）

ては、スライドの情報を提示するスライド領域である。本研究では、スライドの切り替わりを映像のフレームに割り当てることで映像のように扱っている。顔向き情報は左向き、正面、右向き、手元の中から顔向きとして推定されたものを赤枠で囲み、顔向き表示部に表示している。例えば図4の顔向き表示部は、スライドを見ていることを表している。また、下のスライド目次領域を顔上げ数表示部として利用し、顔上げとして検出された顔の数を○の個数で表示している。数字で顔上げの検出数を表示した場合と比較して、直感的にわかりやすく、講義状況把握に有用なため、本研究では○での表示方法を実装した。また、本研究で想定する受講者映像において、受講者は最大20人まで入るが、顔上げ数表示部に20個の○を一行に並べることができるため、○での表示方法でも十分であると考えた。

### 5.2 撮影からコンテンツ作成までの流れ

以下、撮影された映像からコンテンツを作成するまでの手順を説明する。

#### 5.2.1 撮影手順

講師映像用にカメラ1台を用いる。また、前述の通り受講者映像用にはカメラ3台を用意し、右側、左側、中央にそれぞれ設置し、撮影する。上記の4台のカメラは、スクリプトによる同時撮影を行う。また、スライド表示部の作成で用いるスライド操作記録ファイルを作成するために、MPSattelite（MPMeisterに付属しているスライドショー記録ソフト）を用いてスライドショーを行う。本研究では、4台のカメラの映像、および、スライドショー操作記録を用いてコンテンツを作成する。

#### 5.2.2 講師映像表示部の作成

通常、講義アーカイブでは、図5のような講義室前方を写した映像を講師映像として提供している。これは、講師の移動範囲を含めるように撮影するためであり、講師がフレームアウト



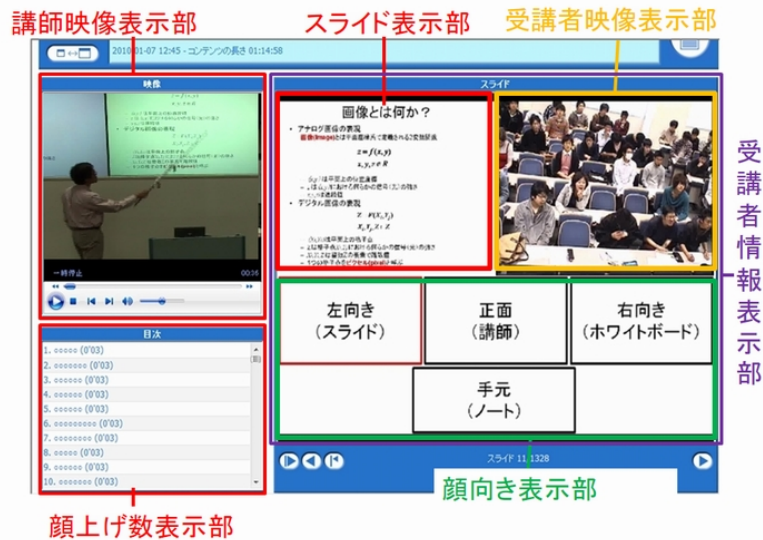


図 4 同期再生の様子とシステム中の各部分の名称

することがほとんどないように撮影視野を定めている。しかし、このような講義室前方を写した映像では、講師が小さくなり、身振りや手振りが識別できなかったり、指示している箇所がわからなかったりする。

そこで、身振り手振りや指示棒での指示対象を把握しやすいように、講師の位置周辺の領域を切り出して拡大表示する。本研究では、画像認識手法により、講師位置を推定する。画像から講師位置推定を行うことにより、3次元位置センサや圧力センサなど、新規にデバイスを追加する負担がなくなり、導入コストが下がる。画像認識手法としてはパーティクルフィルタを用いる。パーティクルフィルタとは、現状態から起こりうる多数の次状態を、多数のパーティクルに見立て、全パーティクルの尤度に基づいた重みつき平均を次状態として予測しながら追跡を行っていくアルゴリズムのことである。対象とする講師映像中の1フレームから講師領域の画像を手で切り出し、その画像をもとにして、パーティクルフィルタを用いて講師の領域として最も尤度が高い領域を講師映像全体にわたって推定する。

実際に講師の領域を推定する様子を図5に示す。黄色の点がパーティクルをあらわし、小さい矩形が領域の候補をあらわしている。推定結果として得られた矩形群を元に、指示棒での指示対象を把握するのに十分な大きさの領域のみを切り出し、講師映像として表示する。

### 5.2.3 受講者情報表示部の作成

講義室の状況を把握する上では、振る舞い情報の全体的な傾向がつかめることが大事であり、時間的に細かく見る必要はない。そこで、30fpsで受講者を撮影した映像をフレームごとに区切り、30枚に1枚用いることとした(1fps)。受講者情報表示部は、1フレームごとに、受講者映像表示部とスライド表示部、顔向き表示部の画像を組み合わせた新たなスライドを作成し、表示する。映像、スライド情報、スライド操作記録から、受講者情報表示部の各部分を作成する過程を図6に示す。

#### a) 受講者映像表示部の作成

受講者映像表示部は、受講者を撮影した3台のカメラのうち、

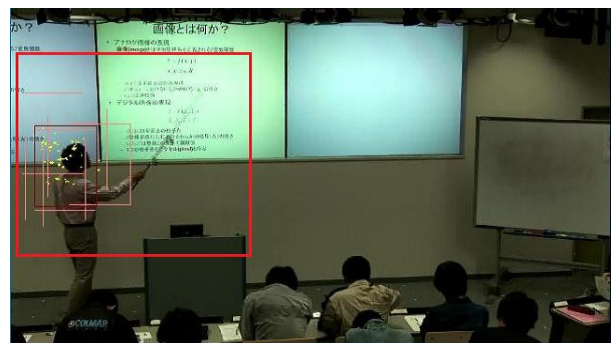


図 5 講師の領域を推定している様子

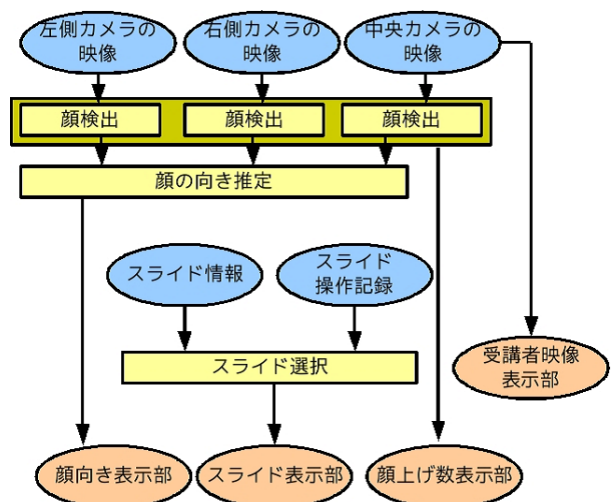


図 6 映像、スライド、スライド操作記録から受講者情報表示部を作成する過程

中央のカメラで撮影された映像をフレームごとに分け、1fpsとなるように30枚に1枚使用して作成する。

#### b) スライド表示部の作成

スライド表示部は、スライド操作記録ファイルに記録されている情報に基づき、スライドを適宜選択することで作成する。

アニメーションの情報は省き、スライドの切り替えのみに対応した。受講者映像の各フレームのタイムスタンプ（1fpsなのでこの場合は何番目のフレームであるかと等価）とスライド操作記録のスライド切り替えの時刻を比べ、前のフレームから次のフレームの間にスライドの切り替えがあれば、次のスライドを表示する。

#### c) 顔向き表示部の作成

顔の向きが、左向き、正面向き、右向き、手元のどれであるかを表示するために、それぞれに対応する領域を矩形で表し、現在の顔向きの状態を赤く表示するようにした。つまり、左向き、正面向き、右向き、手元のそれぞれ1つが赤枠で、他が黒枠となるような画像を4枚用意した。4.2節で述べたように、3台のカメラを用いて撮影した映像に対してそれぞれ顔検出を行い、それぞれの顔検出数をもとに、顔向き推定を行った。推定された顔向きに対応する画像を、用意した4枚の顔向き表示画像群から選択することで、顔向き表示部分を作成した。

#### d) 顔上げ数表示部の作成

前述のように、3台のカメラから得られる映像に対して顔検出を行い、顔検出数の最大値を顔上げ数とする。受講者情報表示部用の画像をスライドに変換し、顔上げ数をスライドのタイトルとして入れ込む。こうすることで、MPMeisterでスライドを読み込んだ際、スライド目次領域に顔上げ数が表示されるようになる。

### 5.2.4 MPMeister コンテンツ作成

MPMeister用に作成されたファイルをMPMeisterコンテンツと呼ぶ。まず、受講者情報表示部の画像をスライドに変換し、そのスライドを講師映像とともにMPMeisterに読み込ませることでMPMeisterコンテンツが作成される。

### 5.3 MPMeister コンテンツ作成結果

上記の手順で作成されたMPMeisterコンテンツを再生したものが、図4である。作成されたMPMeisterコンテンツを実際に視聴した結果、講師の立ち位置の情報や指示棒で指示している対象、顔上げ数、スライドの情報、受講者映像から受講者様子、受講者の顔の向きがそれぞれ把握できた。

## 6. ま と め

本研究では、従来講義アーカイブで用いられていた講師を撮影した映像とスライドの情報に加え、受講者の映像と受講者の振る舞いを提示することで、講義室の状況把握を支援するシステムを構築した。講義室の状況把握には、受講者の振る舞い情報と講師の振る舞い情報が重要であると考え、それぞれについて検討した。

今後の課題として、システムを実際に利用し、映像を並べて見る場合と比べて、FDに活用しやすいかどうかを定量的に評価することが挙げられる。また、本稿で想定した教室環境以外の環境にある教室で用いる場合は、顔検出の性能から、対応出来る教室の大きさ・受講者数なども調べる必要がある。

**謝辞** 本研究の一部は、京都大学グローバルCOEプログラム「知識循環社会のための情報学教育研究拠点」(研究代表者：田中克己)、科研費基盤(A)「実観測データを用いた時空間コン

テキストに基づく人間行動モデルの構築」(19200011, 研究代表者：美濃導彦)、日本データベース学会・リコーITソリューションズ株式会社共催リコーITソリューションズMPMeisterアカデミック支援プログラムの支援による。顔検出にはオムロン株式会社の顔認識ソフトウェアOKAO VISIONを用いた。

## 文 献

- [1] 大川恵子, 伊集院百合, 村井純, "School of Internet インターネット上での「インターネット学科」の構築", 情報処理学会論文誌, vol.40, no. 10, pp.3801-3810 (1999).
- [2] 望月俊男, 中原淳, 山内祐平, 西森年寿, 松河秀哉, 一色裕里, 松浦匡, 朝川哲司, 八重樫文, 加藤浩, "教室の授業と連携したe-Learningとその評価分析 - 東京大学 iii online における社会人学生とフルタイムの学生の評価に着目して -", 教育システム情報学会論文誌, Vol. 20, No. 2, pp. 132-142 (2003).
- [3] 三石大, 熊井正之, "ISTU: 東北大学インターネットスクール", 電子情報通信学会誌, vol. 86, no. 9, pp. 816-820 (2003).
- [4] 西口 敏司, 亀田 能成, 角所 考, 美濃 導彦, "大学における実運用のための講義自動アーカイブシステムの開発", 電子情報通信学会, Vol.J88-D-II No.3 P.530-540 (2005).
- [5] 名古屋大学高等教育研究センター, "成長するティップス先生 ver1.2 - 名古屋大学版ティーチングチップス", <http://www.cshe.nagoya-u.ac.jp/tips>
- [6] 酒井博之, "京都大学におけるICTを活用したFD実践の取り組み - 「遠隔連携ゼミ」と「Web公開授業」-", メディア教育研究, 第4巻, 第1号, pp. 41-51 (2007).
- [7] 上田真由美, 村上正行, 服部博憲, 森村吉貴, 椋木雅之, 美濃導彦, "顔検出結果を用いた受講生群の注視方向の推定", 教育システム情報学会第34回全国大会講演論文集, pp. 420-421 (2009)
- [8] 中村亮太, 井上亮文, 岡田謙一, 市村 哲, "学習者の注目を集めることができる講義映像コンテンツの自動作成", 情報処理学会論文誌, Vol.48, No.7, pp.2439-2446 (2007).
- [9] MPMeister, <http://www.ricoh.co.jp/mpmeister/>
- [10] 京都大学高等教育教授システム開発センター編, "授業観察事始め - 授業というフィールドにおける本格的な行動研究を目指して - (大学授業のフィールドワーク~京都大学公開実験授業~)", 玉川大学出版部, pp.74-99 (2001).
- [11] 京都大学高等教育教授システム開発センター編, "授業課程の評価指標としての学生の「顔上げ」行動 (大学授業のフィールドワーク~京都大学公開実験授業~)", 玉川大学出版部, pp.99-119 (2001).
- [12] 中村亮太, 井上亮文, 市村 哲, 岡田謙一, 松下 温, "誘目性の高い講義コンテンツを作成する自動編集システム", 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.1, pp.172-180 (2006).
- [13] 永井孝幸, "ハイビジョンカメラと仮想カメラワークを用いた簡易な講義ビデオ撮影方式について", 情報処理学会研究グループ報告, 第9回CMS研究発表会, pp.56-63 (2008).
- [14] 市村 哲, 福井登志也, 井上亮文, 松下 温, "Web学習用講義コンテンツを自動作成する板書講義収録システム", 情報処理学会論文誌, Vol.47, No.10, pp.2938-2946 (2006).
- [15] レー ヒェウハン, ルートラットデーチャークン ティティボーン, 渡部徹太郎, 横田治夫, "講義映像ビデオからダイジェスト自動作成のための重要シーン抽出手法の評価", 電子情報通信学会第19回データ工学ワークショップ, 第6回日本データベース学会年次大会 (DEWS2008), DEWS2008 E4-1 (2008).
- [16] 丸谷 宣史, 杉本 吉隆, 角所 考, 美濃 導彦, "講師行動の統計的性質に基づいた講義撮影のための講義状況の認識", 電子情報通信学会論文誌, Vol.J90-D No.10 PP.2775-2786 (2007)
- [17] OKAO Vision, <http://www.omron.co.jp/ecb/products/mobile/index.html>