

# 同期分散型の遠隔講義における 受講者ストリーミング映像を用いた講師支援システム

丸山 祐太\* 吉光 康大\*  
重野 寛\* 岡田 謙一\* 松下 温†  
{maruyama, yosimitu, shigeno, okada, on}@mos.ics.keio.ac.jp

本研究では、遠隔講義中に受講者が起こしたイベントに、受講者のストリーミング映像を対応させて講師に提示する、講師支援システムを提案する。講師が PC を利用して講義を行い、受講者も独自に自宅などでリアルタイムに受講する同期分散型の遠隔講義を想定環境としており、そのような環境では受講者の様子を講師が把握しにくいという問題点がある。そこで、受講者の発言や受講者間コミュニケーションといった受講者の行動を講義イベントとして扱い、受講者の映像をイベントに対応して効果的に切り替えて提示できるようにした。評価実験により講師に提示する手法について、講師の Awareness に要する時間が短いことも確認することができた。

## Teacher Supporting System using Students' Streaming Image in Realtime Distance Education

Yuta Maruyama\* , Yasuhiro Yoshimitsu\* ,  
Hiroshi Shigeno\* , Ken-ichi Okada\* and Yutaka Matsushita†

In this paper, we describe a teacher supporting system which effectively switches the students' streamed image by using the "Lecture Events" received from the students. We made an assumption that distance education takes the following form; the teacher gives a lecture in a remote place and the students takes that lecture in real-time at home. In this case, it is difficult for the teacher to recognize the reactions of the students. In our system, the students' images are displayed in response to events. From the results of the evaluation experiments, we confirmed that the time for the teacher to grasp the state of the students is shortened when the "Lecture Events" are displayed.

### 1 はじめに

近年、生涯教育や社会人教育という言葉が非常に多く聞かれるようになった。この背景には、社会人が、かつて大学で学んだ知識の陳腐化が激しくなったことに気づき再教育を求めようになってきたことや、国際化と資格の時代に MBA などの国際的に通用したり、高

度な専門職に就業するための条件となっている資格を得ようとする人が増加したこと、また、自分の価値を高めるためにより高度な能力を自主的に獲得したいという社会人が増加して来たことなどがあげられる。

今日、ネットワーク技術やマルチメディア技術を利用した遠隔教育 (Distance Education) システムの研究・開発が盛んに行われている。これにより、学生などの受講者は、大学へ通わなくても、ネットワークを経由して自宅やオフィスなど好きな所からアクセスして受講することができるようになった。

\* 慶應義塾大学理工学部情報工学科  
Faculty of Science and Technology, Keio University

† 通信・放送機構

Telecommunications Advancement Organization of Japan

遠隔教育には様々な形態が考えられるが、大きく分けて2つに分類することができる。1つ目が、受講者は教室に集合し、インターネット網などを経由して教師や教材の画像・音声などを視聴する形態の遠隔教育である。2つ目は、受講者が教室などに集まるのではなく、自宅やオフィスなどで受講するような1対N型の遠隔教育である。本稿で想定している遠隔教育は、後者のような1対N型の形態のものである。この形態の遠隔教育は、今後遠隔での社会人教育や大学教育において増加していくものと考えられる。

ここで、1人の講師が多数の受講者に対して行う教室における講義について考える。このような講義では、講師は受講者の顔色や反応を見ながら授業を進めていく。しかし1対N型の遠隔教育では、受講者が目の前にいないため、講師は円滑な講義を行うことが困難となる。

そこで我々は、受講者のストリーミング映像を効率的に提供する講師支援システムを提案する。受講者が講義中に起こしたイベント（以下、講義イベント[1]と呼ぶ）に対応付けした受講者映像の様々な提示手法により、遠隔教育においても講師が講義を円滑に進めていくためのアウェアネスを支援する。

以下、2章では受講者の講義中の様子について述べ、3章ではそのイベントに結びつけた受講者映像の提示手法を述べ、4章では実装したシステムおよびシステム評価について述べ、5章を結びとする。

## 2 講義中の受講者の様子

教室講義では、講師は目の前にいる受講者の反応を見たり、声を聞いたりしながら講義を進めていくことになる。実際に講師の必要とする受講者の講義中の情報とは、

- 受講者がどのような態度で授業を受けているか
- 受講者が授業についてきているか
- 受講者の講師への発言
- 受講者間コミュニケーション
- 受講者の静止状態

などである。

教室での講義では、講師は受講者の表情を見たり、質問を投げかけながら授業を進めるため、受講者の様子をおおよそ把握することができる。また、受講者同士のコミュニケーションを見聞きして、受講者がその講義のペースについてきているかや、どのあたりに関心があるかも、ある程度判断することが可能である。受講者から講師に対して質問や意見が寄せられた場合、対面の授業環境であれば受講者の挙手という形でそれに気づくことができる。受講者が静止している状態、すなわち居眠りをしている可能性がある生徒や、トイレに行くなどで教室から一時退席している生徒も、目の前に生徒がいればそれを見逃すということはない。

以上のような、受講者の情報を容易に得られるのは教室講義の場合であり、本研究で想定しているような1対N型の遠隔教育では講師の目の前に受講者は存在しないために困難となる。つまり講師は、講義を円滑に進める上で必要となる、受講者がどのような動作をしているのか、真剣に聞いているのか、教室はざわついているのか、などの情報が不足した状態で講義を進めていくことになる。

## 3 提案システム

提案システムの概要を図1に示す。本節ではまず、本プロトタイプシステムで扱った受講者の講義イベントおよびその優先順位について述べ、それぞれの講義イベントに対応付けした受講者ストリーミング映像の提示手法について述べる。

### 3.1 講義イベントとその優先度

図1に示したように、講師端末、受講者端末ともにウェブカメラが設置してありお互いの映像が送受信されている。講師端末はデュアルディスプレイ環境となっており、その一方のディスプレイには、受講者の受講映像が並べて表示できるようになっており、受講者が起こす講義イベントに対応付けした形でその映像は効果的に切り替えられる。まず、本システムで扱った講義イベントを優先度と合わせて以下に示す。

1. 受講者からの発言
2. 受講者間のコミュニケーション
3. 受講者のページめくり
4. 受講者の静止状態

という四つの講義イベントに着目する。講義イベントに優先度を設けるのは、複数の受講者からのイベントの競合を避けるためである。講義イベントは起こった際に余さずそれが講師に伝わるわけだが、より優先度の高いイベントを先に表示することで、講師にとってより必要と思われる情報を優先して提供することができる。

まず第一に優先するイベントは受講者からの発言である。教室での授業でも受講者が挙手をして質問をしたり、意見をしたりするとき、急を要する場合が多いため、受講者からの発言を何よりも優先させることとした。

次に受講者間のコミュニケーションを重要視した。受講者同士のおしゃべりは、講師にとって、授業内容に対する興味度を測る要因になったり、講師の説明で誤っている箇所気づく要因になったりするため、重要な要素であるといえる。

次に受講者のページめくりに関する情報である。受講者の閲覧しているページを講師が知ることで、講義のペースについてきているかある程度把握することができる。教師の閲覧しているページに遅れている、あるいは全く別のページを閲覧して生徒がある割合であった場合、それにより生徒の理解度や、内容について興味度を測ることができる。

最後に挙げた受講者の静止状態とは、一定時間動作の無い生徒のイベントを指す。遠隔講義ではなかなか受講者の様子を見ることは難しく、生徒がどのような態度で受講しているのかを把握するのが困難である。受講者の静止状態についても同様に気づきにくく、居眠りをしている、もしくは一時的に退席している可能性のある生徒もアウェアしにくいという問題点がある。そこで、一定時間以上動きの無い生徒を取り上げて講師に知らせるという項目も必要な講義イベントとして付け加えた。

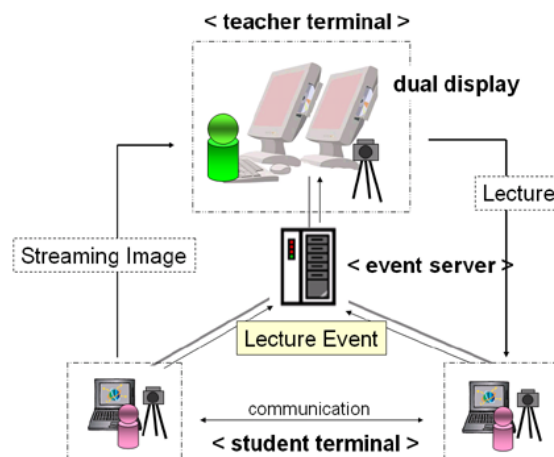


図 1: システム概要

### 3.2 受講者映像との対応付け

本システムで扱う講義イベントとその優先順位について述べたので、ここでは、その講義イベントのそれぞれが、講師に提供される受講者映像とどのように関連付けられるのかについて述べる。

**受講者からの発言** まず、受講者からの発言を受信したときの映像提示方法について説明する。受講者が講師に対して質問などのメッセージを送信すると、その発言者である受講者の映像ウィンドウが拡大表示される。ただし表示の拡大だけではアウェアされにくいので、ビープ音を鳴らし、背景色をグレーからピンクに変更するという効果を加えて、講師がアウェアしやすいようにしている。これにより、講師がもう一方のディスプレイにある講義資料に注目していたとしても、受講者映像の閲覧ディスプレイに目が行きやすい様になっている。

一人の受講者が疑問に思うような箇所に対し、他の受講者も同様に疑問に思うような状況は多々ある。一度一人の受講者からの質問を受信すると、一定時間は「発言待機モード」となって、連続した質問に対しては、発言者の映像は拡大せず、発言内容だけが映像の下に羅列されていく。こうすることにより、最初の発言者へのアウェアを失うことなく、講師のどの発言に対し発言が集中したのかを把握することができる。

**講義資料のページめくり** 受講者には、予め講師が用いているものと同じ講義資料が配布されていることが条件となる。講師端末において、講師が自由に講義資料を進めたり、戻ったりすることができるのと同じように、受講者端末でも、講師のページめくりのペースに縛られることなく、自分でページをめくったり戻ったりすることができる。受講者端末でのページ遷移は、その都度サーバに送信され、「誰が、どのページを閲覧しているのか」という情報が蓄積されていく。講師の現在ページもサーバは監視しており、そのページと比較して、著しく遅れている生徒がいた場合は、その生徒を自動的に抽出して、「遅延生徒」として講師に提示する。これにより、講師は講義の進捗を見直すことができ、同時に遅れている生徒も一覧で確認することが可能である。

講師と異なるページを見ている生徒は、必ずしもペースについていけない生徒とは限らず、講師のページと比較して遅れているのではなく、授業内容に関心がないからである可能性もある。そういった場合も、その生徒を抽出して講師に伝える。この情報は、講義のペースというよりは、学習者の興味度にもつながり、これにより、講義資料を改善する際の目安にすることも可能である。

**受講者間コミュニケーション** 教室での授業において、生徒同士のコミュニケーションは、教壇から見ている講師にとってある程度は把握できるものである。しかし、本研究の想定する、同期分散系の遠隔講義環境においては、受講者どうしのコミュニケーションがどうなっているのかということ講師はなかなかアウェアすることができない。

そこで、受講者間のチャットが開始されると、チャットをしている生徒の映像がダイアログとなって生徒映像を閲覧するディスプレイの隅に表示される。この際、ピープ音と共に表示して、誰と誰が話しているのかを、講師が気づきやすいようにしている。チャットが複数の受講者によって連続した場合は、ダイアログは画面の下のほうに羅列されていく。これにより、チャットの量を一目で把握することができるので、チャットウィンドウの羅列を教室の「ざわつき度」として感じられる。教室での生徒間のおしゃべりというのは、教師には内容が聞こえないくらいの声の音量でなされるものであり、教師にとっても「話しているかどうか」は分かって、「話している内容」までは聞き取れないのが

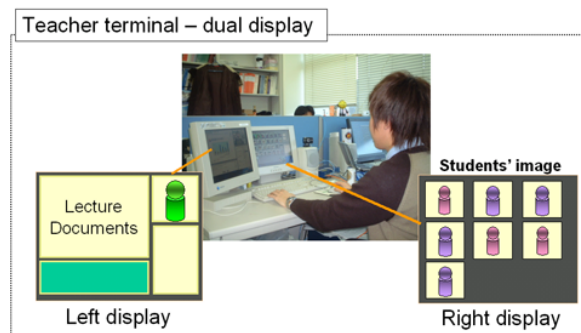


図 2: 講師端末 (デュアルディスプレイ環境)

普通である。本システムでも、それと同じような状況にするために、生徒間で話している内容は教師には届かないようにした。また、ディスプレイの隅のほうにチャットウィンドウが並んでいくことで、アウェアさせすぎず、教室のどこかでおしゃべりをしている学生がいる、といった感覚を提供できるようにした。

**受講者の静止状態** 講義中に、受講者が何も行動を起こさない状態がある。実際の教室においても同様で、受講者がノートも取らずにぼんやりしているか、居眠りをしているか、あるいはその場にいらない、つまり退席しているか、といった状態である。遠隔講義でも、そのような状況になり得る以上、そういった状態も講師に伝える必要がある。受講者が一定時間以上何もイベントを起こさなかったら、その生徒は「居眠りをしている」、あるいは「一時退席をしている」可能性がある生徒として、その受講者映像が拡大表示される。

受講者がどのような理由で何も行動を起こさずにいるかまでは把握することができないが、何も行動を起こさない学習者は、対面の教室授業でも目立つため、そのアウェアは講師にとっては必要な情報であると思われる。なお、受講者から発言があったときと同様で、ピープ音と背景色を変更する効果を加えて、アウェアさせやすくしている。

## 4 システムの実装

前節での提案に基づき、システムの実装を行った。本節では、システムの構成、実装環境、システムの機能およびシステム評価について述べる。

## 4.1 システム構成と実装環境

クライアントとしては講師端末と受講者端末、サーバとしては主に、ユーザ管理や講義イベントを蓄積する中央サーバ、受講者の講義イベントの発生を監視して判別し講師端末へ配信するフィードバックサーバ、映像管理サーバから構成される。

本システムは、研究室内の Fast Ethernet 上で、TCP/IP プロトコルを用いて実装した。サーバ端末、クライアント端末ともに Java を用い、ストリーミング映像の配信などについては JMF(Java Media Framework) を用いた。

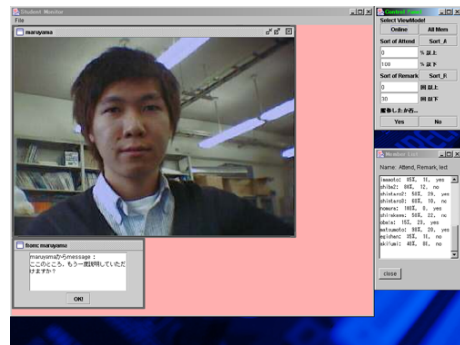


図 4: 受講者発言の受信時

## 4.2 システムの機能

まず、講師端末の構成を写真と合わせて図 2 に示す。講師端末はデュアルディスプレイ構成となっており、一方のディスプレイには受講者端末と同様に、講義資料やチャットウィンドウなどが表示され、もう一方のディスプレイに受講者映像が並べて表示されるようになっている。

講師が講義を行なう際には、図 3 に示される画面を見ながら行う。受講者が講義イベントを起こすとその情報は絶えずイベント管理サーバに送信され、そこでイベントは判別されて講師端末へ送信される。その際、イベントに対応づけされた形で受講者映像の表示が変化する。



図 3: 講師端末インターフェース

まず、受講者から講師に対して発言があった際の表示手法について述べる。受講者から発言があると、図 4 のように、発言者である受講者の映像が拡大表示される。また、講師がよりアウェアしやすくするためにビーブ音を鳴らすと同時に背景色をグレーからピンクに変更させて、聴覚的かつ視覚的な効果を付加している。

受講者間のコミュニケーションがなされた際は、図

5 のように、チャット監視ダイアログが受講者映像監視ウィンドウの隅に羅列される。これによって誰がいつ会話を始めたのかをアウェアすることができ、そのダイアログの量を教室の「ざわつき度」として意識することができる。

さらに講師は、予め登録された「出席率」や「発言回数」といった受講者プロフィールによっても受講者映像をふるい分けすることも可能である。そのプロフィールをグラフにしたものを図 5 に示している。このように、講義イベントに対応させて自動的に受講者映像が切り替わるだけでなく、講師自ら受講者映像をフィルタリングすることも可能となっている。

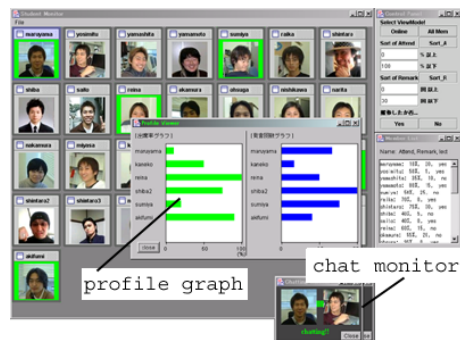


図 5: チャットモニターとプロフィールグラフ

## 4.3 システム評価

本システムの評価実験として、受講者の発言に対して講師が気づくのにどのくらいの時間がかかるのかを計測した。研究室の学生 11 人を対象とし、実際に講

師役として声を出して授業をしていることを想定環境とした。実験内容は、受講者映像が全く無い場合においてテキストだけで発言をアウェアさせる形と、受講者映像があつて、それを拡大する場合とに分け、それにビーブ音や背景色の変更といった効果を付加させる、させないという表示方法の変化を用意し、表示方法の変化により反応するまでにかかる時間がどのくらい異なるのかを調べるものである。その結果、実装した提示手法である、受講者映像の拡大にビーブ音と背景色の変更という効果を付加したものが、平均0.96秒と最も反応に要する時間が短かった。

また、受講者の映像の有無にかかわらずビーブ音を付加した場合、アウェアにかかる時間が大幅に短縮することから、アウェアネスには音による効果が大きいものであることがわかった。

## 5 まとめ

本研究では、1対N型の遠隔教育においても、講師が受講者の反応や行動などを把握しながら講義を進めることができるようにするため、受講者ストリーミング映像を講義イベントに対応付けした形で講師に提供する、講師支援システムを提案した。

提案システムでは、受講者の発言、受講者間のコミュニケーション、受講者が行うページめくり、受講者の静止状態という受講者のイベントに着目した。それぞれをイベント管理サーバが判別して講師端末に送信する。そして、それぞれに対応付けした表示方法で受講者映像を効果的に講師に提供できるようにした。なお、表示には、ビーブ音や背景色の変更といった効果を付加することで、よりアウェアしやすい工夫をした。

以上のように、受講者の映像を効率的に講師に提供することで、講師が教室での授業と同じような感覚で講義を進めることができるようになったといえる。評価実験の結果からも、本システムが遠隔講義において講師の必要な情報をアウェアしやすい形で提供できるものであることを確認することができた。

## 謝辞

本研究の一部は、通信・放送機構慶應義塾大学都市コミュニティ研究成果展開事業の一環として行われました。

## 参考文献

- [1] 重野 寛, 間下 直晃, 楯原 常宣, 松下 温: 講義イベントに着眼したXMLベース遠隔教育システム, 情報処理学会論文誌, Vol.42 No.9, pp.2319-2327, 2001年9月.
- [2] 酒井 士文, 間下 直晃, 吉光 康大, 重野 寛, 岡田 謙一, 松下 温: バーチャルクラスルームを利用した講義イベントによる講義の構造化, 情報処理学会研究報告, 2002-GN-44, pp.19-24.
- [3] 高野真, 児玉俊輔, 豊城かおり, 白井剛, 下條真司, 宮原英夫: 受講者の状態把握を支援する遠隔講義システムの提案, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO 2000) シンポジウム論文集, pp.463-468.
- [4] Sachin G. Deshpande and Jenq-Neng Hwang: A Real-Time Interactive Virtual Classroom Multimedia Distance Learning System, IEEE TRANSACTIONS ON MULTIMEDIA, VOL.3, NO.4, DECEMBER 2001, pp432-444.
- [5] Y.Kaneko, M.Yamaguchi, H.Matsuya, and T.Tsukada: Foldable-display system as a standard platform for multimedia use, IEEE TRANSACTIONS ON CONSUMER ELECTRONICS, 1996, pp.17-21.