

授業映像への手書きアノテーションによるピア・レビューシステム

寶理翔太郎[†] 寺田 達也^{††} 加藤由香里^{†††} 江木 啓訓^{††††} 塚原 渉^{††}

中川 正樹^{††}

[†] 東京農工大学 工学部 情報コミュニケーション工学科

^{††} 東京農工大学 工学府 情報工学専攻

^{†††} 東京農工大学 総合情報メディアセンター

〒 184-8588 東京都小金井市中町 2-24-16

^{††††} 東京農工大学 大学教育センター

〒 183-8509 東京都府中市幸町 3-5-8

あらまし 初等および中等教育では、授業観察により、授業を改善するための情報共有と議論が行われている。高等教育においても、授業観察の教育効果が期待されるが、特定の時間に観察者全員が出席して授業観察し、議論する場を設けることは難しい。そこで、授業風景をその場で収録しながら、もしくは後日再生しながら手書きでアノテーションを加えることにより、柔軟にピア・レビューを行えるシステムを開発した。大学院および学部の授業において実際に使用した結果、動画記録とアノテーションの提示がは授業の記録や教員とFD担当者による授業後の振り返りレビューにおいて、有効に利用できるとの評価が得られた。

キーワード FD, 授業評価, 情報共有, 教育改善, ピア・レビュー, ペンインターフェース

A peer review system on lecture video with handwritten annotation

Shotaro HORI[†], Tatuya TERADA^{††}, Yukari KATO^{†††}, Hironori EGI^{††††}, Wataru

TSUKAHARA^{††}, and Masaki NAKAGAWA^{††}

[†] Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

^{††} Department of Computer and Information Sciences, Tokyo University of Agriculture and Technology

^{††††} Information Media Center, Tokyo University of Agriculture and Technology

2-24-16, Naka-cho, Koganei-shi, Tokyo, 184-8588 Japan

^{††††} Center for Higher Educational Development, Tokyo University of Agriculture and Technology

3-5-8, Saiwai-cho, Fuchu-shi, Tokyo, 183-8509 Japan

Abstract To improve lectures in elementary and secondary education, it is common practice that a few evaluators observe a lecture, and then have their observations discussed in meetings. While we can expect similar practice to improve lectures in higher education, it is difficult to schedule for all participants to come together, due to various reasons, for both lectures and meetings. In this paper, we propose a peer-reviewing system, which allows the users to add handwritten annotations on video images, both during recording or at a later time. This way, peer review of lectures can be done flexibly. Evaluation studies, conducted in undergraduate and graduate courses, indicated that recorded movies with annotations promoted meaningful discussion and collaboration between teachers and staffs for faculty development.

Key words Faculty Development, Class Evaluation, Intelligence sharing, Educational Improvement, Peer Reviewing, Pen Interface

1. はじめに

大学教育においても、授業改善への要望や必要性が高まっている。初等及び中等教育の現場では、授業アンケートや授業観察によって、授業の質の評価を行い、学生の理解に合わせた授業改善を行ってきた。しかしながら、大学のように教育研究を目的とした高等教育の現場においては、授業アンケートは行われているものの、以下のような問題のために、授業観察はあまり行われていない。

(1) 参加者の確保の難しさ：

授業観察のため、特定の時間、場所に評価者を集めるのは困難である。

(2) 長時間の拘束による負担：

授業観察自体に時間がかかる。さらに、授業観察後の議論において的確に問題点を指摘することが困難であるため、議論が円滑に進行せず、長時間にわたることがある。

(3) 議論発散による不満足：

時間が限られた中で授業観察および検討会を行うため、相互理解不足の状態での議論が終了し、本来の効果が得られない。

これら3つの問題を解決するために、授業風景を録画し、それに書き込みを行うことで正確かつ詳細な観察と議論を可能にするピア・レビューシステム (FD Commons) の提案を行う。

2. 関連技術

リアルタイムに評価を行うシステムとしては、学会の発表会場で、プレゼンテーションを聞きながら、聴衆のチャットも表示するシステム [1] [2] が 1997 年以来、利用されている。これによってリアルタイムに評価を行うだけでなく、本会場のみならずサブ会場からも議論を行うことができ、従来のように特定の場所にとらわれる必要がなくなった。

動画にアノテーションを加えるシステムとして、テキスト入力やマウスクリックによるものが提案されている [3]。(株) ニワンゴ [4] によるニコニコ動画が日本のネットワークトラフィックの 1/10 を占めるほど広く利用されている。ニコニコ動画は、動画を再生しながら上書きしたいタイミングでフォームよりテキストの入力を行うと、動画上にそのテキストが一定時間表示されるシステムである。またニコニコ生放送というサービスを開始しており、サービスは会場風景などの録画を行いながら、テキストの入力を行うシステムとなっている。ニコニコ動画は、多数の書き込みに対応するために、動画上のアノテーションが一定のサイズ以下のテキストに限られるとともに、いつまでの位置にアノテーションが表示されるかをユーザが決めることができない。さらに、ある特定ユーザのアノテーションだけを表示するということができないので、情報の切り分けが困難である。

一方、YouTube [5] 上に字幕を加える字幕.in [6] では、特定のユーザの字幕のみ表示させることが可能であり、これによって自分の選択によって必要な情報とそうでない情報を取捨選択できる。また、テキストの表示時間を設定することができ、表示しておきたい情報の保持も可能となっている。しかしながら、

テキストによってアノテーションを加えると対象の指定が困難であるという短所を持ち合わせている。

上記は、開発の目的が我々と異なるために、直接比較することは適当ではないが、参照すべき利用技術として、それらの長所・短所を考慮し、本システムに生かすことができる。つまり、授業評価に応用することができ、効率的なレビューを行えるツールを構築することができると考えられる。

講義の受講時のノート作成を支援する研究として、撮影した授業映像に記入を行うシステムがある [7]。ペンやマウスでの記入を実現しているが、動画でなく静止画 (スナップショット) を対象としている。また、「いつ、誰が、何をした」などの講義イベント情報を取得し、受講者が記述するノートに反映させるものがある [8]。いずれも、受講者を支援するシステムである。我々は、授業観察の活動を対象とし、手書きで動画にアノテーションを加えるシステムを提案する。

3. プロトタイプシステムの設計と試作

本報告では、大学などの高等教育の場面において授業改善のために用いる FD Commons の 2 つの特徴的利用法を次に示す。

- 授業の授業風景を録画しながら、動画上の任意の位置と時刻に手書き、評価スタンプ、ScreenShot などのアノテーションを加える利用法
- 授業後に、録画された風景の再生を行いながら、同様に動画上にアノテーションを追記する利用法

FD Commons は、以下の状況によって利用されることを想定して作られたシステムである。

Case1 評価者が授業現場で録画をしながらの利用 (即時ピア・レビュー)

Case2 評価者が録画された動画を再生しながらの利用 (事後ピア・レビュー)

Case3 評価者および授業者の議論の現場においての利用 (振り返り)

このシステムでは、Case2 および Case3 の際に、従来のように特定の場所、時間を占有するという制約がなくなる。また授業映像に基づいて議論することにより正確かつ効率的に行える。さらに動画上に手書きのアノテーションを書き込むことで、文字情報だけでなく、教室内の教員、学生や機器などの改善項目も記録できる。これらの実現により、ニコニコ動画などのテキストタイプの動画にアノテーションを加えるシステムとは一線を画する。

3.1 構成要素と提供機能

図 1 は、今回試作した FD Commons の概観である。このシステムが提供する機能について以下に述べる。

3.1.1 アノテーションエリア

手書きアノテーションのエリアは、手書き、スタンプ (図 2) の付加を行うことができる。録画、再生中の画像は、画面を 4 分割したときの右上に表示される。

3.1.2 アノテーション機能

今回、主に以下のアノテーションを付加できるよう設計を行った。



- ① アノテーションエリア
- ② ペンサイズ
- ③ 消しゴム
- ④ 手書きストローク
- ⑤ 評価項目スタンプ
- ⑥ 特殊スタンプ
- ⑦ NewPage
- ⑧ 録画関連ボタン
- ⑨ 再生関連ボタン

図 1 システム (プロトタイプ) の概観



図 2 評価項目スタンプの図と意味

(1) 画面上書き機能

画面上に、手書きで上書きを可能にする。4色の指定、ペンサイズの変更が可能である。図や記号も手書きで書き込めるので、書きたい情報に制約はない。ニコニコ動画などの既存のテキストタイプのアノテーションと違い、動画上にポイントマークや引き出し線で注目すべき場所を指し示すことができる。(図1)

(2) 評価項目スタンプの貼付け機能

頻繁に使うコメントをスタンプとして用意し、スタンプアイコンをタップ(クリック)して選択し、次に、授業風景中のスタンプを付けたい場所にタップすることで、スタンプが貼り付けられる。これによって、手書きの手間を省くことができるだけでなく、手書きの解析をしなくても、スタンプが利用状況だけから定量的な集計や評価が可能にある。(図1)

図2にプロトタイプで実装を行った評価項目スタンプを示す。授業で頻繁に使用される項目をスタンプにした。肯定的評価のスタンプは黒文字+緑丸、否定的評価のスタンプは黒文字+赤文字の形で構成されている。

(3) 消しゴム

画面上に書かれた、アノテーションを消すことができる。消しゴム自体もアノテーションデータとして保持しておく。

(4) 特殊スタンプの貼付け機能

授業観察の後の振り返りでの議論トピックのきっかけとして利用するための評価項目スタンプに限定されない項目として、

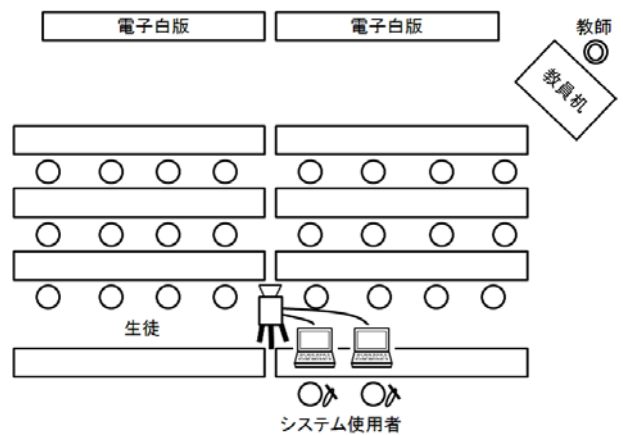


図 3 試用した教室の配置図

「ここに注目!」のスタンプを実装した。

(5) New Page 機能

アノテーションエリアに書かれた、手書き、スタンプをすべて消去する。

3.1.3 録画関連機能

Capture 開始のボタンを押すことで、録画の開始をする。Capture 終了ボタンを押すことで録画を終了する。

3.1.4 再生関連機能

Playback 開始ボタンを押すことによって、再生を開始する。録画された映像を再生しながらアノテーションの書き込まれたタイミングで、アノテーションを再現する。手書きは書き始められたタイミングで描画し、スタンプは押されたタイミングで描画する。New Page の押されたタイミングでアノテーションをすべて消去する。再生が終了するか、Playback 終了ボタンを押すことで再生を終了する。

3.2 試用実験

実装した機能を検討するため、2008年7月30日10:30~12:00、情報系大学院生対象の集中講義の1コマ集中講義において、情報工学専門教員とFD担当教員の2名の評価者でプロトタイプの試用した。教室の配置図を図2に示す。教室後方にWebカメラを配置し、その後ろのデスクにタブレットPCを配置した。評価者2名はタブレットPCを使用して授業開始とともに録画を開始し、評価者はアノテーションの書き込みを行った。授業は1時間半であり、授業終了とともに録画を終了する。その後、アノテーションおよびスタンプが付与された授業動画の再生を行いながら、2名の評価者と開発担当者で機能の評価と講義者のインタビューを行った。その結果、次のコメントが得られた。

- (a) 授業映像に直接アノテーションによる書き込みを行えることによって、よりの確なアドバイスが可能となった。
- (b) 録画がリアルタイムに進行するため、消しゴムを使用する間に授業が進行してしまう。
- (c) スタンプのユーザインタフェースが、漢字と記号であるため、グローバルでもなくユニバーサルもない。
- (d) ペンデバイスを使用するので、ラジオボタンなどが押しにくく、誤入力が発生しやすい。

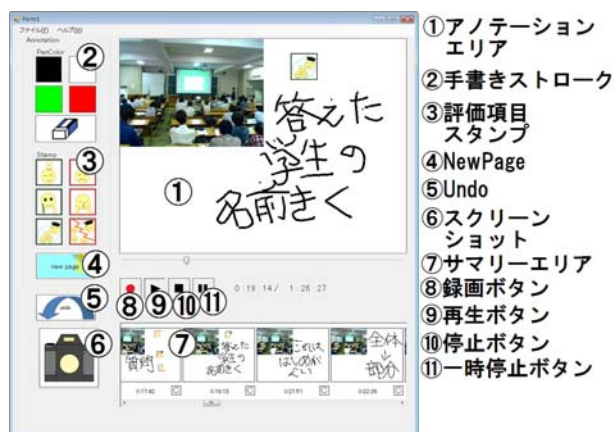


図 4 改良したシステムの概観

- (e) 良かったところ、悪かったところ、注目してほしいところが、どの時刻かわからないので最初から最後まで再生しなくてはいけない。
 - (f) ペンのサイズの変更を使用する機会が少ない。
 - (g) ペン色の変更を使用する機会が少ない。
 - (h) 録画、再生関連のボタンが文字だけなのでわかりにくい。
- 以上のことをふまえ、システムの改良を行った。

4. システムの改良及び機能追加

前項で得られたコメントより、改良と機能追加を行った。改良を行ったシステムの概観を図 4 に示す。改良、追加を行った機能を次に述べる。

4.1 追加機能

(1) ScreenShot ボタン

録画及び再生時に ScreenShot ボタンを押すことで、その時刻の動画の画像と手書き、スタンプの ScreenShot をサマリーエリア (図 4) に追加表示する。

(2) Undo ボタン

録画時に、Undo ボタンを押すことで 1 つ前のアノテーションを削除することができる。

4.2 改良点

(1) 画面上書き機能の改良

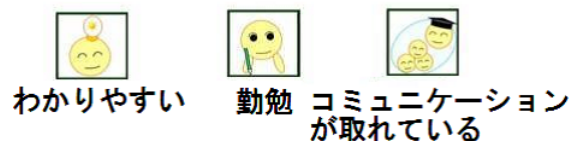
黒、白、緑、赤の 4 色に変更した。これは、映像が明るい場合の書き込みに黒、映像が暗い場合の書き込みに白、肯定的評価を書き込む場合に緑、否定的評価を書き込む場合に赤を使用することを想定した配色である。また同じ操作である消しゴム機能を手書き機能に統合した。

(2) 特殊スタンプの貼付け機能の改良

改良を行った評価項目スタンプを図 5 に示す。プロトタイプでは、講義手法中心のスタンプであったが、より本質的な評価基準として説明の優劣のスタンプ (わかりやすい、わかりにくい)、学生の受講意欲を示すスタンプ (勤勉、怠惰)、教員と学生のコミュニケーションの工夫のスタンプ (コミュニケーションが取れている、いない) の 3 項目、6 種類のスタンプを使用した。

(3) 録画、再生機能の改良

肯定的評価のスタンプ



否定的評価のスタンプ



図 5 改良した評価項目スタンプ

録画、再生、停止ボタンをビデオ機器やソフトウェアで慣れ親しんだアイコンに変更した。また、一時停止ボタンの追加も行った。

(4) 再生機能の改良

再生時に追記できるように改良を行った。これによって次の 2 つの状況における利用が可能となった。

a) 動画のみの読み込み

読み込む動画が選択された状態で、再生ボタンを押すことによって再生の開始を行う。再生を行いながら、録画時と同様にアノテーションの上書き、貼り付けができる。再生時の機能を次に述べる。

- シークバーをドラックすることによって、その時刻に移動することができる。
- 一時停止ボタンを押すと一時停止をし、その状態で再生ボタンを押すと、一時停止した場所から再生が再開される。
- 停止ボタンを押すことで、再生を終了する。
- 再生中の動画に手書きアノテーションの追加を行うことができる。
- サマリーのクリアボタンを押すことによってサマリーの削除を行うことができる。

b) 動画とアノテーションファイルの読み込み

読み込む動画のみでなくアノテーションファイルを選択した状態で再生を行うと、上記に加えて次の機能も働く。

- ScreenShot ボタンが押された時刻の ScreenShot をサマリーエリアに作成する。
- 最初から再生を行い、アノテーションを付加された時刻がくるとその時間のアノテーションをアノテーションエリアに表示する。
- サマリーエリアをクリックすることによって、ScreenShot が押された時刻に移動する。

5. 評価実験

プロトタイプに改良、機能追加を行った FD Commons を使用して 2008 年 10 月 3 日 (第一回) と 10 月 10 日 (第二回) の

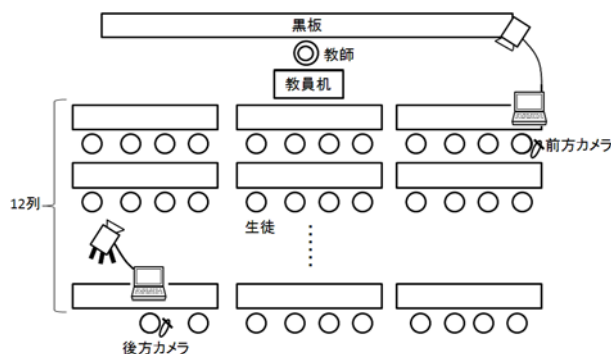


図 6 評価実験を行った教室の配置図

2 回にわたって、工学部機械系の 2 年生向けの講義で評価実験を行った。実験を行った教室の配置図を図 6 に示す。カメラは、後方から全体を眺めた場所と前方から全体を眺めた場所の二つのポイントに設置した。授業は 1 時間半であり、授業開始と共に録画を開始し、授業終了と共に録画を終了する。授業後、講義者、評価者と共に使用して授業の振り返りを行った。第一回は、工学部に所属する専門に近い若手教員と FD 担当教員が参加した。第二回は、工学部に所属しシステム開発を専門とする教員と第一回と同じく FD 担当教員が参加した。

6. 結果及び考察

今回の評価実験によって、システム機能について主に次のコメントが得られた。

6.1 システムの機能

システムの機能については、主に「スタンプ」の使いやすさ、および「ScreenShot (サマリー)」の有用性についてのコメントが多く見られた。たとえば、スタンプについて次のコメントがあった。

- プロトタイプに比べて、スタンプを使用する回数が減った。
- 最初のシステムプロトタイプに比べて、誤入力が少なくなった。誤入力してしまった場合も undo ボタンによる訂正が可能なので消しゴムを使用しなくなった。
- 手書きによる書き込みが増えた。

これらのコメントから、スタンプの種類、数はスタンプの使用頻度に影響することがわかった。プロトタイプのスタンプでは、ネガティブな意見が多く押される傾向にある。例として、声がよく聞こえるは最初のみ押されるが、ネガティブな声は聞こえないは声が聞こえなくなるたびに押される。

後は、スタンプの候補を複数用意して多人数の評価者にシステムを使用してもらい、使用するスタンプの選定を行う必要があると考えられる。

「ScreenShot (サマリー)」の有用性については次のコメントがあった。

- サマリー機能を実装することによって、授業の振り返りが非常に効率的になった。
- サマリーを見るだけで、どのような授業であったか、ざっと思い出すことができる。
- 振り返りたい箇所を一目で見つけることができる。

これらのコメントから ScreenShot (サマリー機能) は、授業の振り返りにとって非常に有用であることがわかった。ただ、評価者の行動を観察すると大抵の場合、NewPage 機能の前に ScreenShot をする傾向にあるため、NewPage 機能と統合したほうがよいと考えられる。

6.2 評価の視点

評価実験の第一回 (10 月 10 日実施) において、授業者と同じ専門的知識を持つ評価者 (専門教員) と教育を専門とする評価者 (FD 担当) の動画に書き込まれたコメントの比較を行った。コメントの書き込まれたサマリー数を比較したところ、専門教員では 49 枚、FD 担当では 59 枚であった。専門教員では次のように、教えるべき内容についてのコメントが多かった。

- 「けたの上がりの説明は F, 10, 12 と書くべき」
- 「MSB って処理系が何ビットが決まらないと言えないのでは？」
- 「回路図も出しては？」

一方、FD 担当者は、おもに教え方についてのコメントが多く、次のとおりであった。

- 「声が小さい」
- 「学生を見る」
- 「つかみは良い。ポイントは？」
- 「学生があきてきた」

今回は、専門教員と FD 担当者の 2 名で評価を行ったが、ほかに様々な人で評価を行うと個々で異なるのポイントを評価すると考えられる。例えば、評価者は教員だけでなく、講義を受講した経験のあるティーチングアシスタントや大学院生など前提知識が異なる評価者の参加により、多様な視点を取り入れたピア・レビューが可能となる。

6.3 カメラ位置の考察

評価実験第二回では、カメラ位置によって評価できるポイントが違うことがわかった。後方にカメラを置いた場合は学生側からの視点となり、前方にカメラを置いた場合は教師側からの視点となる。今回、後方カメラの場合のほうが黒板などの多くの情報を得ることができるという結果を得たが、学生の注目度などは、前方カメラの場合でしか得られない情報であるので、一概にどちらのほうがよいとはいえない。今後は、それぞれで具体的にはどのような情報を得ることができるかや、両方の映像を持った場合との比較などを行っていく予定である。

7. 今後の展望

今回の実験結果を踏まえて、今後の展望について述べる。

7.1 評価項目スタンプの改良

考察で論じたように、評価項目スタンプは改良の余地がある。当面は、振り返りににおいて必要性が指摘された「授業が早すぎるスタンプ」と板書の肯定的評価、否定的評価のスタンプ、声の大きさに関する肯定的評価、否定的評価のスタンプの作成を行う予定である。

7.2 複数カメラによる入力

今回、1 つのカメラで収録を行っていたが、複数のカメラから映像を取り込み各映像をアノテーションエリアに貼り付ける

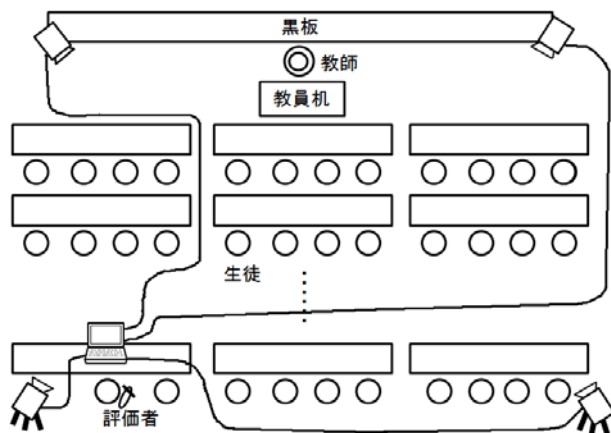


図7 複数カメラ入力による操作のイメージ

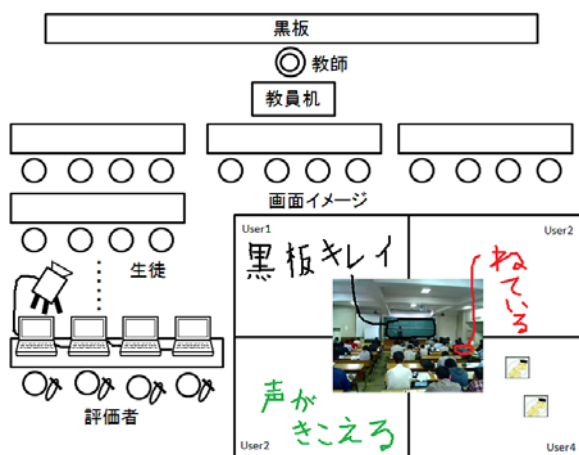


図8 複数人による操作のイメージ

ことによって、1つのPCでクラス全体を見渡しながらか評価を行うことができる。これによって、すべての場所の情報を得て評価を行うことができる(図7)。

7.3 遠隔地における授業評価

現在のプログラムでは、収録済みの動画に対してはアノテーションの付加を行うことができるが、遠隔地でリアルタイムにアノテーションの付加を行うことはできない。インターネットなどを利用して遠隔地で評価することによって、音声や映像の大域幅が限定された状況、かつ場の雰囲気がわからないという状況における評価に違いが出てくるのかどうかを調べる予定である。

7.4 複数人による授業評価

現在、1台のカメラより得た映像とアノテーションに対して、後日アノテーションの付加を行うことはできるが、リアルタイムに複数人のアノテーションを付加することはできないので、複数のPCを同期させて1つのキャンパスに同時に書き込める機能を追加する。複数人が同じエリアに書き込むとアノテーションが混在してしまうので、各評価者は特定のエリアにだけ書き込めるようにし、ほかの評価者の書き込みは閲覧できる機能にする。このことによって、リアルタイムかつインタラクティブにお互いの評価情報の共有が行われる(図8)。

8. まとめ

本稿では、授業評価のためのピア・レビューシステムFD Commonsの開発を行った。実際の授業で使用した結果、伝えたいポイントを映像と共に指し示すことができるので効率よく的確に振り返りが行われることがわかった。

本システムは開発途中の段階であり、今後の展望で述べたように様々な機能を実装する予定である。頻繁に実装・評価実験のサイクルを行うことで各機能の有用性を明らかにしていく。

謝辞

授業評価をさせていただいた、成蹊大学の中野 有紀子准教授、東京農工大学の梅田 倫弘教授、評価に参加していただいた東京農工大学の岩見 健太郎助教に深謝する。

本研究の一部はMicrosoft Research Asia(MSRA) 研究費の補助を受けて行われた。

文献

- [1] 暦元純一, "学会でチャット!? WISS'97 での実験", bit, vol.30, no.6, pp.9-17, 共立出版, 1998.
- [2] Jun Rekimoto, Yuji Ayatsuka, Hiroataka Uoi, and Toshifumi Aarai, "Adding another communication channel to reality: an experience with a chat-augmented conference", CHI'98 Summary, 1998.
- [3] 山本大介, 長尾確, 閲覧者によるオンラインビデオコンテンツへのアノテーションとその応用, 人工知能学会論文誌, Vol.20, No.1, pp.67-75, 2005.
- [4] 株式会社ニワンゴ(2008)「ニコニコ動画」, <<http://www.nicovideo.jp/>> (2008年10月29日アクセス).
- [5] YouTube(2008),「YouTube」, <<http://jp.youtube.com/>> (2008年10月29日アクセス).
- [6] 株式会社字幕in(2008),「字幕.in」, <<http://jimaku.in/>> (2008年10月29日アクセス).
- [7] 重森晴樹, 倉本到, 渋谷雄, 辻野嘉宏, 講義への集中を目的としたノート作成支援システム, 情報処理学会研究報告 2004-CE-75, pp.17-24, 2004.
- [8] 吉光康大, 間下直晃, 酒井士文, 重野寛, 岡田謙一, 松下温, 講義イベントの効果的な再現を可能としたダイナミックノート, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2003) シンポジウム論文集, pp.53-56, 2003.