

講師のニュアンスおよび授業の雰囲気を 再現する遠隔教育システムの実装と評価

音嶋 肇 y 水野 忠則 z 佐藤 文明 z

現在研究されている遠隔教育システムの多くは、遠隔教育を潤滑に行うためのメカニカルな環境をいかにして確保するかに注目があかれている。しかしながら、教室の雰囲気のような、本来授業が有する要素（講師が伝えたい感動や面白さ、学生の理解度や興味・共感の度合いなど）を伝える研究のなされている例が少ない。そこで筆者らは、上述したような雰囲気、感情、ニュアンスなどを伝えられる遠隔教育システムについて研究している。筆者らはこれまで、映像エフェクトを用いて講師の感情、ニュアンスなどの表現を試みる方法や、受講者の反応（理解度や関心度など）を他の受講者や講師にフィードバックすることで授業の臨場感の再現を試みる方法などを提案してきた。本稿では提案システムを実装し、実際の遠隔教育授業において提案システムを使用して運用実験を行った。その結果、映像エフェクト効果はエフェクトの定義が不十分だったため、あまり講師のニュアンスは伝わらなかった。一方、フィードバック効果は実験結果からある程度の授業の臨場感の再現ができた。

Distance Learning system which reproduces a nuance of a lecturer and an atmosphere of class

Hajime Otojima y, Tadanori Mizuno z, Fumiaki Sato z

Many of Distance Learning systems studied currently attract attention how to secure the environment that is mechanical to do Distance Learning in lubrication. However, there are a few study examples to communicate the element which a class originally has as a classroom's atmosphere: Impression and interest that a lecturer wants to convey, degree of understanding, interest and sympathy of a student. So we study Distance Learning system which communicate an atmosphere, feelings, a nuance. Till now, we have proposed a method to try expression such as feelings or nuance of a lecturer, using a video effect and a method to try reproduction of sense of reality of class by feeding back by reaction of a student to other student and a lecturer. In this report, we implemented a proposed system and we used the system to test in a real Distance Learning class. As a result the video effect was not transmitted through the nuance of many lecturers, because a definition of effect was not enough. On the other hand the feedback effect had reproduction of sense of reality of class of one degree from an experiment result.

1 はじめに

マルチメディア技術の発達やコンピュータの高性能化に加え、生涯学習の需要が高まってきている。そのような背景において、マルチメディア技術とネットワーク設備を利用した、遠隔教育システムの検討と開発が盛んに行われ始めている。

現在研究されている遠隔教育システムの多くは、高速衛星通信回線と低速地上回線を組み合わせた非対称ネットワークによる遠隔教育システム [1] などのよう

に、遠隔教育を潤滑に行うためのメカニカルな環境をいかにして確保するかに注目があかれている。しかしながら、受講者の受講経験や受講習慣に応じて画質や対話性を向上させるシステム [2] や、バーチャルリアリティ技術を用いて臨場感や学習意欲を向上させるシステム [3] のように、教室の臨場感といった本来授業が有する要素（講師が伝えたい感動や面白さ、学生の理解度や興味・共感の度合いなど）の扱われている研究例が少ない。

そこで筆者らは従来の研究とは異なった視点に立ち、遠隔教育授業において欠落しがちな講師の伝えたいニュアンスや感情や、授業の雰囲気・臨場感に注目し、それらを補うシステムを提案してきた [4]。

y 静岡大学大学院情報学研究科
Graduate School of Information, Shizuoka University
z 静岡大学情報学部
Faculty of Information, Shizuoka University

本稿では提案システムを実装し、実際の遠隔教育授業において提案システムを適用することで運用実験を行った。その結果、映像エフェクト効果は事前のエフェクト定義が不十分だったため、あまり講師のニュアンスは伝わらなかった。一方、フィードバック効果は実験結果からある程度の授業の臨場感の再現が確認できた。

2 提案する遠隔教育システム

講師のニュアンスおよび授業の雰囲気や再現する遠隔教育システムについて、以下説明する。

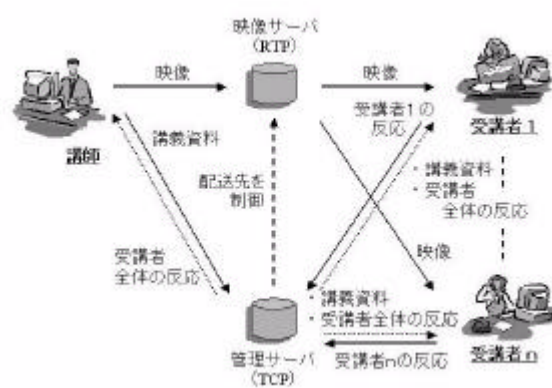


図 1: システム構成

2.1 システムの概念

提案するシステムは、授業そのものの雰囲気や講師の感情、ニュアンスなどを伝えることに重きをおく。その方法として今回我々は、以下の2つの手法を用いる遠隔教育システムを提案した。

- 2 映像エフェクトを用いて、講師の感情、ニュアンスなどを表現する
- 2 受講者の理解度や興味・共感の度合いなどを他の受講者や講師にフィードバックすることで授業の臨場感の再現を試みる

これら2つの手法を用いて、講師の感情、ニュアンスなどの表現や授業の雰囲気や再現を試みる。

2.2 システムの使用環境

本システムの使用環境は、講師と受講者が同じ時間を共有するライブ形式の遠隔授業とし、講師と受講者はそれぞれコンピュータ端末の前で授業を進めることとする。したがって、講師はシステム内の講義資料にリアルタイムで文字を書き込んだり、描画したりすることで、講義資料を黒板やホワイトボードの代わりとする。また、受講者1人に対してコンピュータ端末を1台割り当てる。これにより、受講者一人一人のレスポンスを集計し他の受講者に配信することで、受講者は授業を受けている他の受講者全体の状態を客観的に把握することが可能になると判断する。

2.3 システムの構成

図1に提案するシステムの構成を示す。システムは、映像サーバ及び管理サーバからなる。

2 映像サーバ

講師側のアプリケーションで生成された映像データを受け取り、授業を受けている受講者にその映像データをマルチキャスト配信する。映像の転送には RTP を用いて行う。

2 管理サーバ

受講者全員の反応を受け取って集計し、その結果を受講者や講師に転送を行う。また、講師側から提供される講義資料データを受け取って、受講者側にマルチキャスト配信を行う。それら以外に、講師や受講者のメンバ管理や接続・脱退処理も行う。

2.4 講師側のアプリケーション

講師側の遠隔教育用アプリケーションが行う主な処理は以下の通りである。

- 2 映像をカメラからキャプチャし、必要ならばエフェクト処理を行い、符号化を行ったのち映像サーバへ送信
- 2 マイクから音声を拾い、映像に組み込む
- 2 講義資料データを管理サーバに送信
- 2 受講者の反応を管理サーバから受け取り、表示

上記以外に講師側のアプリケーションは、映像や講義資料の表示を常時行う。

2.5 受講者側のアプリケーション

受講者側の遠隔教育用アプリケーションが行う主な処理は以下の通りである。

表 1: エフェクトとその目的

エフェクト	エフェクトの目的
ズームイン	重要ポイントの提示
白黒、RGB 値反転	講師の感情を表現
フォーカスの変化	注意を促す
注意映像の挿入	話題変更点の提示など
特定部分の拡大	重要ポイントの指摘
テロップ表示	理解を促進

- 2 映像サーバから映像を受け取って再生・表示
- 2 管理サーバから講義資料データを受け取って表示
- 2 自分の反応を管理サーバへ送信
- 2 受講者全体の反応を管理サーバから受け取って表示

2.6 映像エフェクト

講師が受講者に対して授業を行っているとき、講義資料を利用するだけでは講師の意図するものを伝えることが難しい。また、講師が映っている映像を淡々と流し続けているだけでは受講者がそのうち授業にあきてしまうという恐れもある。そこで、映像に何らかのエフェクトをかけて、講師側から受講者に映像を送ることで、講師のニュアンスを受講者に伝えることができるのではないかと考えられる。

本システムで想定する映像エフェクトは、講師が重要な部分を説明しているとき、または説明し始めようとしているときに対してエフェクト処理を行うものである。また、授業中に注意を促すときにも同様にエフェクト処理を行う。これにより、講師は受講者に対して授業の重要ポイントを明示したり、授業に対する集中力の低下を防いだりすることができる。エフェクト処理のきっかけは講師側のアプリケーションのボタン操作に基づいて行う。各種エフェクトと、そのエフェクトを用いる目的の対応を表 1 に示す。

例えば、講師がある話題を説明し終わり、次の話題に移ろうとするときに、図 2 のような映像を挿入し、次の話題に移ることを明示する。これに対して受講者は、授業が次の話題に移ることを視覚的に捕らえることができ、授業内容をより明確にすることができる。

2.7 受講者の反応のフィードバック

遠隔教育はその特徴柄、講師や受講者が物理的に離れているため、授業をしていても授業の臨場感に欠



図 2: 注意映像を挿入するエフェクト

ける恐れがある。そこで、受講者の理解度や興味・共感の度合いを他の受講者にフィードバックすることによって、受講者は他の受講者全体が同じ授業をどのように感じているのか、理解しているのかなどを客観的に把握することができる。また講師にも同様にフィードバックすることで、講師は受講者が授業を受けていてどう感じているのか、授業がわかっているのかなどの受講者全体の雰囲気客観的につかむことができ、それによってより効果的な授業を展開することが可能であると思われる。

フィードバックする内容は、受講者の理解度や授業内容に対する関心度、授業中の集中度などがあげられる。本システムで想定している受講者の反応のフィードバック方法は、理解度や関心度などの各種ボタンを設置しておき、随時そのボタンを受講者に押しってもらうことである。

この方法は、例えば理解度ならば、分かる、まあまあ、分からないなどといった各ボタンを設置しておき、そのボタンが押された情報を管理サーバに送信する。各受講者から届いた反応をサーバが集計し、その結果をリアルタイムで受講者全員に送信することで、授業の臨場感を出すことができると考える。この方法における受講者全体の反応は、レベルメータや連続グラフで表示する。これらの両方を併用することで、受講者は多角的に授業の雰囲気を得られたり、臨場感の再現につながったりするものと思われる。

3 実装

提案システムを実装した。本システムは講師映像の送受信を行うアプリケーションと、受講者の反応を他の受講者にフィードバックするアプリケーションの 2 つから構成される。今回はそれらを独立したシステムとして実装した。なお、実装にはそれぞれ Java 言語を用い、マルチメディアライブラリとして Java Media Framework [5] を利用している。



図 3: 講師側アプリケーション

3.1 講師映像用アプリケーション

講師側アプリケーションの実装画面を図 3 に示す。講師はコンピュータの前で画面を見ながら授業を行う。講師は、自分の顔が映っているモニタの右側にあるエフェクトボタンを必要に応じて押し、映像にエフェクト効果を加えることによってニュアンスの表現をする。今回は「フォーカスの変化」エフェクトの代わりに「ズームアウト」エフェクトを代用した。また「テロップ表示」エフェクトは未実装である。

受講者側のアプリケーションも実装した。受講者側のアプリケーションは、講師の映像をモニタするだけの簡単なものである。

3.2 フィードバックアプリケーション

フィードバックアプリケーションの実装画面を図 4 に示す。このアプリケーションは講師、受講者の両方が使用する。図 4 の左上に理解度、関心度、集中度の各ラジオボタン群が設置してある。受講者は授業中に随時このラジオボタンを操作することによって、自分の今の状態をサーバに送信する。また、サーバによって集計された受講者全員の反応結果を受信し、図 4 の中央のように折れ線グラフで表示する。同時に、図 4 の右上のようにレベルメータでも表示する。このアプリケーションで返す反応とその内容を表 2 に示す。授業開始時にすべての反応は中央の要素（ふつう・まづまづ・ふつう）に初期設定されていて、グラフ表示もまたこの中央の要素を基準としている。折れ線グラフは、0% を基準にし、-100% から+100% の間の数値を取るものとする。一方レベルメータは、50% を基準に取り、0% から 100% の間で変化する。

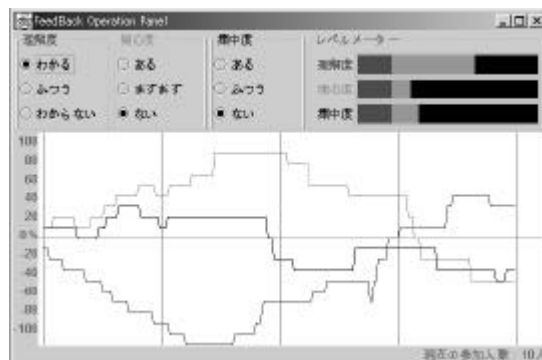


図 4: フィードバックアプリケーション

表 2: 返す反応とその内容

	わかる	ふつう	わからない
理解度	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
関心度	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
集中度	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>

4 評価

本システムの有効性を検証するために、実装したシステムを用いて、実際に大学の授業で運用実験を行った。その結果を以下に示す。

4.1 実験環境

実験は、静岡大学情報学部情報科学科 3 年生を対象としている「計算モデルとアルゴリズム」という授業において遠隔教育授業を行った。今回は環境の制限があったため、受講者を 1 つの教室に集合させることにした (図 5)。また、講師から送られてくる映像を受信した 1 台のノート PC の画面をプロジェクタで教室の前面に投影することで、仮想的に個々の端末に講師映像が表示されているようにした (図 6)。なお、講師は自分の研究室からデスクトップ PC の前に座り、現場にいるスタッフと連携を取りながら授業を行った。講義資料は教室のノート PC にあるパワーポイントファイルを使用し、講師の合図を受けることで現場のスタッフが手動でページを切り替えた。

フィードバックアプリケーションに関しては、実験当日に自分のノート PC を持参していた受講者にだけ実験に参加してもらった。授業に参加した受講者は 58 名で、そのうちの 40 名がフィードバックアプリケーションによる実験に参加した。

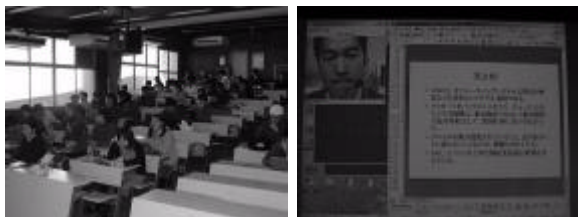


図 5: 授業風景 図 6: プロジェクタ画面

表 3: 返す反応とその内容

	エフェクト効果	フィードバック効果
授業 1	なし	なし
授業 2	あり	なし
授業 3	あり	あり

4.2 実験内容

今回は、およそ 20 分間の授業を 3 回行った。それぞれの授業の詳細を表 3 に示す。授業を 3 回行ったのは、エフェクト効果およびフィードバック効果がある場合とない場合を比較することによって、各効果の有用性を検証するためである。授業終了後、映像エフェクト効果とフィードバック効果に関するアンケートを行った。

4.3 実験結果

授業終了後に受講者に対してアンケートに答えてもらい、本システムに対する評価を得た。アンケートの各質問には理由も同時に記入してもらうようにした。なお、授業内容の関係で今回授業で使ったエフェクト効果は、拡大エフェクトと白黒・RGB 値反転エフェクトの 2 種類であった。以下に映像エフェクト効果とフィードバック効果に対するアンケートの結果を述べる。

映像エフェクトの評価

映像エフェクトに対するアンケート項目を以下に示す。質問 1 は複数回答してもらうようにした。また、質問 2 と 3 に関しては 5 段階評価で点数をつけてもらい、平均点が 3 点で、高ければ高いほど評価が良いように設定した。アンケートの結果をそれぞれ表 4、表 5 に示す。

質問 1 エフェクト映像がなかった場合の授業と比べて、あった場合の授業はどうだったか？

表 4: 質問 1 の結果

選択技	割合 (%)
授業が単調でなくてよかった	37.9
講師の気持ちがよりリアルに伝わった	3.4
授業が楽しかった	25.8
授業内容がより理解できた	3.4
授業本来の臨場感があった	5.1
エフェクトはいらない	17.2
その他	25.8

表 5: 質問 2,3,5,6,7 の結果

	質問 2	質問 3	質問 5	質問 6	質問 7
結果	2.45	2.00	3.51	3.17	3.32

質問 2 拡大エフェクトによって授業内容の重要ポイントが明確になったか？

(1. いいえ 3. ぶつう 5. はい)

質問 3 白黒・RGB 値反転エフェクトによって講師の感情や気持ちが伝わったか？

(1. いいえ 3. ぶつう 5. はい)

フィードバックアプリケーションの評価

フィードバックアプリケーションに対するアンケート項目を以下に示す。質問 4 は複数回答してもらうようにした。また、質問 5,6,7 に関してはエフェクト効果のときと同様に 5 段階評価で点数をつけてもらった。アンケートの結果をそれぞれ表 6、表 5 に示す。

質問 4 フィードバックアプリケーションを使わなかった授業と比べて、使った場合の授業はどうだったか？

質問 5 各要素 (理解度や関心度など) の折れ線グラフによる表示はどうだったか？

(1. わかりにくい 3. ぶつう 5. わかりやすい)

質問 6 各要素 (理解度や関心度など) のレベルメータによる表示はどうだったか？

(1. わかりにくい 3. ぶつう 5. わかりやすい)

質問 7 授業中にこのシステムを使うこと自体、どうだったか？

(1. 無益 3. ぶつう 5. 有益)

表 6: 質問 4 の結果

選択技	割合 (%)
授業の臨場感が再現された	12.5
自分の状態を客観的に把握できた	22.5
他人の状態が知れてよかった	70.0
講師が臨機応変に対処して役に立った	2.5
授業が楽しくなった	20.0
フィードバックはいらない	17.5
その他	17.5

4.4 考察

表4より、エフェクト効果を用いた遠隔教育の授業では、「授業が単調でなくなった」という項目や、「授業が楽しくなった」という項目の割合が比較的多いことから、エフェクト効果を用いることによって授業全体にメリハリをもたせる事に成功したといえる。しかしながら、表5の質問2,3の結果の数値が低いことから、エフェクト効果の意味するものが、受講者に正確に伝わっていなかったことがわかる。アンケートにエフェクト効果の意味付けをあらかじめ定義しておくべきだという意見が多数あり、これに関しては今後検討していく必要がある。

また表6より、フィードバックアプリケーションで「他人の状態が知れてよかった」という項目の割合が最も多かったことと、表5の質問7の結果より、このアプリケーションの有効性が示されたと思われる。しかしながら、表5の質問5,6より、折れ線グラフでの表示は比較的高い評価だが、レベルメータ表示の評価が低く、これについても検討していく必要がある。折れ線グラフとレベルメータの基準の取り方が異なっていたため、受講者に混乱をきたした可能性は否定できない。さらに表6より、「授業の臨場感が再現できた」という項目の割合が低いことから、フィードバックアプリケーションで目標としていた臨場感の再現があまりできなかったことがわかる。

ところで、音声にもエフェクト効果を求める意見が多数あった。その理由として、講義資料やノートに注意している間に映像エフェクトをかけられたとしても、それに気づかないということである。確かにその通りであり、警告音を入れるだけで容易に注意を促せられると想像できるので、今後検討していきたい。

以上より、フィードバックアプリケーションは比較的有效性があることがわかったが、エフェクト効果に関しては、更なる比較、検討が必要だと確認できた。

5 おわりに

本稿では、提案した講師のニュアンスおよび授業の雰囲気再現する遠隔教育システムを実装し、さらに実際の遠隔教育授業において提案システムを適用することで運用実験を行った。実験の結果、映像エフェクト効果に関してはエフェクト効果の定義を事前にできなかったこともあり、受講者に講師の伝えたいニュアンスが伝わらなかった。フィードバック効果に関しては、他の受講者の状態を知ることができて有益だったという意見が多く、授業の臨場感の再現には至らなかったものの、それに近い結果を得ることができた。

今後の課題としては、まず映像エフェクト効果の見直し・検討である。今回の実験では、エフェクト効果を用いることによって授業そのものにメリハリを持たせることができたが、残念ながら講師の意図までは受講者には伝わらなかった。これを受け、今後は受講者にとってより理解しやすいエフェクト効果の考案や、事前にエフェクト効果を定義するよう心がけたい。また、今回の実装したシステムをより完成度の高いものへと作り上げていくことも課題の1つである。

参考文献

- [1] 三好 一賢, 岡永 陽治, 黄 星齊, 近藤 暉, “ 衛星インターネットによる遠隔講義システムの設計, 開発と実験,” 信学論 (D -), Vol. J83 - D - , No.6, pp. 644{650, June 2000.
- [2] 村上 正行, 八木 啓介, 角所 考, 美濃 導彦, “ 受講経験・日米受講習慣の影響に注目した遠隔講義システムの評価要因分析,” 信学論 (D -), Vol. J84 - D - , No.9, pp. 1421{1430, Sep. 2001.
- [3] 白戸 仁博, 佐々木 整, 竹谷 誠, “ バーチャルリアリティ技術を用いた遠隔教育システムの開発と適用,” 信学論 (D -), Vol. J83 - D - , No.6, pp. 619{626, June 2000.
- [4] 音嶋 肇, 水野 忠則, 佐藤 文明, “ 授業の雰囲気やニュアンス等の表現を伝達する遠隔教育システムの提案,” 情報処理学会第62回全国大会特別トラック(1)講演論文集, pp. 115{118, March 2001.
- [5] jmf(Java Media Framework):
<http://java.sun.com/products/java-media/jmf/>