

遠隔授業支援システムの授業への適用と改良

吉野 孝[†], 井上 穰^{†,††}, 由井 蘭 隆也[†]
宗森 純^{††}, 伊藤 士郎[†], 長澤 庸二[†]

†鹿児島大学, ††大阪大学,
††京セラコミュニケーションシステム (株)

インターネットに接続されたパーソナルコンピュータと比較的安価な入力機器を利用した, 40台の計算機を用いる遠隔授業支援システムを開発した. 本システムは, 遠隔地にいる教官が, 計算機演習室に集まった学生に対して講義を行う形の遠隔授業を支援する. 教官側には, 教室の映像は常時表示されており, 学生のいる教室には教官の映像が常時スクリーンに表示されている. 学生との質疑応答時には, 教官と学生は映像と音声を用いて直接接続し, 1対1のコミュニケーションを行うことができる. さらに, 教官用及び学生用共有カーソル, 板書システム, ノートシステム等を備えている. 本システムを, 大阪大学と鹿児島大学間, 鹿児島大学内の異なる建物間, 計算機演習室内の授業に適用した. その結果, 今回適用を行った授業において, 授業の理解は, 本システムを用いても十分得られた. また, 通常授業の板書より遠隔授業の板書システムの方が見やすさの点で評価が高かった.

Application and Development of Distance Learning Supported System

Takashi YOSHINO, Yutaka INOUE, Yuizono TAKAYA
Jun MUNEMORI, Shiro ITO and Yoji NAGASAWA

Kagoshima University, Osaka University
Kyocera Communication Systems Co.,Ltd.

We have developed a supporting system for distance learning classrooms via Internet, which consists of 40 personal computers and inexpensive input equipment. This system may support a classroom, in which a teacher lectures for students in a remote computer practicing room. In the teacher side, a picture of the classroom is always displayed, and the teacher is always seen on a screen in the classroom. For questions and answers a direct connection between the teacher and any student in the classroom can be set up for video and audio channels. Additionally, this system is equipped with a shared cursor between a teacher and students, a blackboard system and a note system. Three kinds of distance learning classrooms have been tried; (1) between Osaka University and Kagoshima University, (2) between two buildings in Kagoshima University, and (3) within a computer practicing room. In these applications, it has been found that better understanding may be performed for students by this system and the electronic blackboard system is evaluated to be more easily watched than a conventional blackboard.

1. はじめに

現在、ネットワークの高速化とマルチメディア環境の普及により、それらを教育に利用した、遠隔授業支援システムの検討と開発が盛んに行われ始めている[1]-[6]。現在、専用線を用いたシステムは多数報告されているものの[1]-[4]、インターネットを用い、PCのみで構築された遠隔授業支援システムの検討や適用を行った例は少ない。そこで我々は、比較的安価な、一人一台、計40台のPCを用いる遠隔授業支援システムを実現した[7]。

我々が検討する遠隔授業支援システムは、教官は遠隔地におり、学生は計算機演習室に集まり、互いの通信はインターネットを利用する形のシステムである。教官側の計算機には、教室の映像を常時表示し、教室のスクリーンには教官の映像を常時表示する。学生との質疑応答時には、直接、教官と映像及び音声接続を行い、1対1のコミュニケーションが可能である。学生側の計算機には、常に授業の資料が表示されており、教官の操作と連動して動作する。本システムを3種類の授業に適用したので、これを報告する。

2. 遠隔授業支援システム

2.1 ハードウェア構成

図1に遠隔授業支援システム全体のイメージを示す。計算機としては、教官用1台、学生用40台の他に、管理用2台、リモコンカメラ制御用1台、教室用1台を用いている。その他に、リモコンカメラ、プロジェクタ、スピーカを使用している。各学生が利用する計算機一式は、計算機として、PowerMacintosh 8100/100AV(Apple Computer)、15インチのモニタ、CCDカメラとマイクである。教官が使用する計算機は、PowerMacintoshであれば特に種類は問わない。その他に必要な機器としては、映像と音声を取り込むためのCCDカメラとマイクである。リモコ

ンカメラは、教室の正面上方にあり、遠隔地の教官が制御可能である。

2.2 ソフトウェア構成

本システムのソフトウェアは、板書システム、ノートシステム、映像及び音声切り替えシステムと計算機間マルチメディア通信を行うためのソフトウェア NetGear[8]と MediaCore で構成される。表1に支援機能一覧を示す。

(1) 板書システム

板書システムは授業中に教官が学生に対して資料を示すために用いるシステムで、通常は、教官しか制御できない。このシステムはカード型データベース Wadaman[8]をベースに利用しており、普通の授業で板書されるような内容が書かれている。板書システムには、遠隔授業の支援のために、共有カーソル、連動カードめくり、カード転送機能、連動カード作成、連動カード削除、連動マーカー機能があり、さらに、学生の板書システムには質問ボタンが付いている。

(2) ノートシステム

ノートシステムは、各学生がノートの代わりに用いるためのシステムである。インタフェースは板書システムとほぼ同様である。学生は通常、板書システムは制御できないが、ノートシステムは自由に使うことが出来る。ノートシステムは板書システムで用いるために転送されてきたファイルを、自動的にコピーしたものである。このように、板書システ

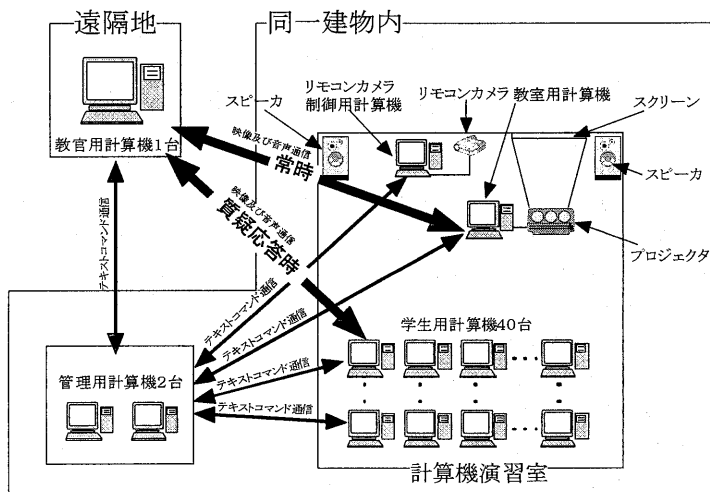


図1 遠隔授業支援システムの構成

ムと全く同じ資料を用いることで、授業中に学生は教官が板書システムで表示する資料と同じ資料を表示させ、教官の説明を聞きながら、ノートシステムに直接メモを記入することが出来る。また、教官が表示する資料とは別の資料を表示することも可能である。

(3) 映像及び音声切り替えシステム

教官用計算機には、映像及び音声切り替えウィンドウが表示される。ウィンドウには仮想教室部とリモコンカメラの調整を行うためのリモコン部がある。仮想教室部には、授業に参加している学生の名前がその学生が使用している計算機の位置に表示される。このシステムを用いて、教室に設置してあるリモコンカメラの制御と学生用計算機との映像及び音声通信の切り替えを行うことが出来る。

2.4 計算機間マルチメディア通信の構成方法

本システムでは、計算機間通信はNetGearとMediaCoreを用いている。両ソフトウェアとも、QuickTime Conferencing(Apple Computer)を利用した通信アプリケーションであり、テキストコマンド通信にはTCP/IPを、映像及び音声通信にはUDP/IPを用いているため、インターネットに接続が可能ならどこからでも利用できる。

2.5 インタフェース

(1) 教官用計算機のインタフェース

遠隔授業実施中の教官用計算機のモニタの様子を図2に示す。モニタ上には、教官本人の映像、教室の映像、板書システムおよび映像及び音声切り替えウィンドウが表示されている。学生と

の質疑応答時には、さらに、学生の映像ウィンドウが表示される。

(2) 学生用計算機のインタフェース

学生側のモニタの様子を図3に示す。モニタ上には、学生本人の映像、板書システムおよびノートシステムが表示される。教官との質疑応答中には、さらに、教官の映像ウィンドウが表示される。

3. 授業への適用

開発した遠隔授業支援システムを、実際の3つの授業に適用し、システムの評価と改良を行ってきた。今まで説明した機能は、当初から全てそろっていたわけではなく、それぞれの授業で得られた結果をもとに、追加した機能である。

3.1 ヒューマンインタフェース工学への適用

(1) 授業内容

ヒューマンインタフェース工学の遠隔授業は、大阪大学の教官1名と鹿児島大学の情報工学科の計算機演習室に集まった同大学の大学院生12名により行われた。90分の授業に対し、教官が準備した資料は6枚であった。授業では、教官は約50分かけて、資料の説明を行った後に、映像及び音声通信を切り替えながら生徒の出席確認を行った。集中講義の事前の説明としての授業ということもあり、学生は特にメモやノートをとる様子なかった。アンケート調査は授業終了直後に行った。また、夏期集中講義で普通の教室で行われた授業についても、比較のために全ての授業が終了後、アンケート調査を行った。

表1 支援機能一覧

支援機能	説明
映像及び音声切り替えボタン	計算機を使用している学生の名前が表示されており、教官がクリックすることでその計算機と映像及び音声通信の接続を行う。学生の名前は、学生が本システムを利用する際に入力した名前であり、座席表として利用できる。
リモコンカメラ制御ボタン	教官が教室全体を眺めたり、特定部分を注視するために、直感的な操作を行うための機能。マウスでポインタをドラッグするだけで、その方向へリモコンカメラのパン角、チルト角、ズームを変更する。
リモコンカメラのランダム制御機能	10秒間隔で、リモコンカメラが授業に参加している学生の中から1名を選択し、その学生のアップの映像を表示する。
教官用共有カーソル	教官のカーソル位置を教官の操作に追従して、学生の計算機へ表示する。
学生用共有カーソル	質疑応答時に、学生のカーソル位置を、教官と他の学生の計算機へ表示する。
連動ページめくり機能	教官が資料をめくったときに、連動して学生側の資料も同じページを表示する。
質問ボタン	学生が質問ボタンを押すことで、教官側の映像及び音声切り替えボタンの学生の名前が反転して、教官に質問があることを伝える。
カード資料転送機能	教官が表示しているカード資料を学生全員へ送付するための機能。資料の追加や資料の訂正を行うことができる。また、教官と学生が質疑応答中には学生も板書システムを操作でき、この機能を利用して学生の記述した内容を全員へ転送することもできる。
連動カード作成機能・連動カード削除機能	連動して新しいカード資料を作成したり、カード資料を削除したりする機能。
連動マーカー機能	授業の資料に対し、カラーでマークをしたり、下線を引いたりする機能。蛍光ペンで資料の上をなぞる感覚で利用できる。消去も可能。

(2) 実施後の改良

実験を行った結果、教官から、リモコンカメラを制御する余裕がないという指摘とカード資料を訂正する機能が欲しいという要望があった。授業中に、資料の説明を行いながら、映像及び音声切り替えウィンドウへ移動し、リモコンカメラを制御した後、再び説明を行うという作業を頻繁に行うことは困難である。そこで、教官が特に操作を行わなくても、次々と異なる場所や生徒の映像をとらえるように、リモコンカメラのランダム制御機能が必要であることがわかった。

カード資料の訂正方法としては、カード資料1枚分を全て転送して置き換えた方が、授業中に、新たな資料を配付したり、内容の追加を行ったりと応用範囲が広いと考え、カード資料転送機能として開発した。

リモコンカメラのランダム制御機能は、遠隔授業支援システムを用いた2回目の応用数学演習には間に合わなかった。

3.2 応用数学演習への適用

(1) 授業内容

応用数学演習の授業は、鹿児島大学の電気電子工学科にいる教官1名と、同大学の情報工学科の計算機演習室に集まった、電気電子工学科2年生32名により行われた。遠隔授業では、ラプラス変換に関する内容をそれまでの授業の総まとめとして行われた。90分の授業に対して、教官が用意した資料は、説明用が5枚、提出課題用問題が

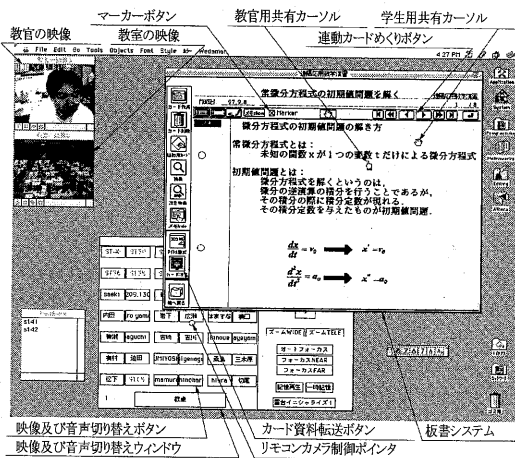


図2 教官の画面

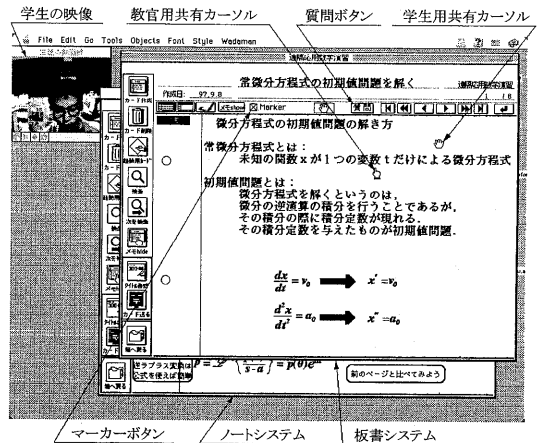


図3 学生の画面

2問が1枚に1問ずつで2枚、問題のヒントが1枚の計8枚であった。

授業では、教官は約18分かけて、資料の説明を行った。各学生は目の前のモニタ上に表示してある板書システムの資料を見ながら教官の説明を聞いた。それまでの総まとめとしての授業であり、メモやノートを取る学生はいなかった。教官は、説明後に学生に対して、課題をその場で紙に書き、係りに提出した後で、教室を出るように指示した。その後、教官は、学生が問題を解いている間に、映像及び音声通信を切り替えながら、学生の出席確認を行った。問題を解いている途中で、課題の1問に間違いがあることに気づいた一人の学生が、質問ボタンを利用して教官に問い合わせることがあった。教官は、正しい問題をカード資料転送機能を用いて再配布し、正しい問題を解いて提出するように指示した。

(2) 実施後の改良

学生から、カード資料が白黒で単調なため、カラー表示が出来るようにしてほしいという要望と、通常の授業ではノートに赤や青などの色を用いるので、そのような機能が欲しいという要望があった。そこで、カラー表示の機能を開発することにした。色をつけることについては、授業中のノートにアンダーラインなどのマークを付けることを意味していると考えられる。そこで、ノートシステムにカラーのマーカを付ける機能を開発した。

また、開発中であったリモコンカメラのランダム制御機能を実装し、10秒ごとに、学生一人のアッ

ブ画像を得られるようにした。

3.3 高周波工学への適用

(1) 授業内容

高周波工学の遠隔授業は、1週間のあいだにおいて2回行われた。授業を受けた学生は情報工学科3年生で、参加人数は、1回目が5名、2回目が3名であった。いずれも情報工学科の計算機演習室に教官も学生も集まった状態で行った。従って、遠隔授業支援システムを用いているが遠隔授業ではない。通常、遠隔授業では、音声は、通信による遅れ及びデータの圧縮、展開の処理の遅れにより約1秒遅延する。一方、共有カーソルも約1.4秒遅延するため、教官の音声による説明と共有カーソルの動きはあまりずれが目立たない。しかし、教官と生徒が同じ教室にいる授業においては、教官の音声に遅延がないため、共有カーソルの遅延時間がそのまま影響する。そこで、教官は、一人の学生の右後ろにある計算機を教官用計算機として使用した。授業中は、左前にいる学生の使用している計算機のモニタを直視で確認しながら、そのモニタ上の共有カーソルの動きに合わせて直接音声で説明を行った。授業はスミスチャートに関する内容であった。教官は、1回目の授業では、12枚のカード資料を70分で説明した。2回目の授業では、実際にスミスチャートのプリントを用いて演習を行うなどしながら、13枚を80分で説明した。各生徒は、モニタ上の板書システムの資料を見ながら教官の説明を聞いたり、教官の説明を聞きながら、ノートシステムで別の資料を参照するなどしていた。また、必要に応じてノートシステム上にメモを取る学生もいた。アンケート調査は各授業終了直後に行った。

(2) 実施後の改良

1回目の授業において、教官はマーカー機能を用いて、カード資料の図中で特定の面積を示そうとしていた。資料の特定の位置を示すために共有カーソルがあるが、面を示すことは考慮しておらず、また、マーカー機能はノートシステムのみのものであった。そこで、板書システムに連動マーカー機能を開発した。

学生からはレポート提出機能の要望があった。遠隔授業の最中であれば、NetGearを利用した

ファイル転送機能により可能であるが、授業以外の時間での提出も考慮する必要があり、今後検討する必要がある。

4. 評価と考察

4.1 アンケートによる評価

授業終了後に、学生に対して5段階評価式のアンケートを行った。アンケート結果を図4に示す。

(1) 授業内容の理解

授業内容の理解に関しては、遠隔授業支援システムを用いても大体分かったという結果が得られた。授業内容の理解を助けたのは、音声と板書システムであることが分かる。音声に関しては、肉声によるものも遠隔授業の通信を介したのも、ほぼ同じく大体分かったという結果になっている。また、通常授業の板書より、板書システムの方が良い結果となっている。共有カーソルによる理解が良いことから、資料が学生の目の前に表示され、教官が指し示している位置がよく分かるということが評価を高くしたと考えられる。教官の顔や映

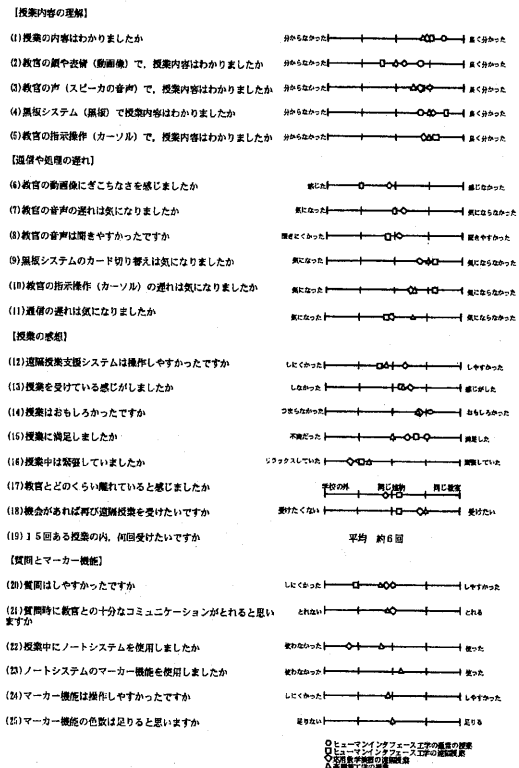


図4 アンケートの結果

像による理解については、どちらとも言えないという結果になった。特に高周波工学では、教官も学生も同じ教室にいたが、学生はモニタ上の板書システムに集中しており、教官を見ることはほとんどなかった。

(2) 通信や処理の遅れ

全体的には、通信の遅れはほとんど気にならないという結果を得た。教官の音声の聞き易さに関しては、授業途中に数回のハウリングや音声の途切れがあったものの、その他は十分聞き取れる状態であった。映像に関しては、時々、1秒以上同じフレームが表示されることもあったが、大抵は1秒間に2、3フレームであった。

(3) 授業の感想

授業の感想は、どの授業においても大きな差がみられなかった。高周波工学の授業は2回連続して使用したが、システムの操作に対する評価は、他の場合とあまり変わらなかった。高周波工学を行った教官は、システムを2回使用すると、1回目よりも操作が分かるようになったと述べていた。

(4) 質問機能とマーカー機能

学生による質問と資料上へのマーク記入は、学生が授業を受け、学習を進める際に重要であると考えられるが、どちらともいえないという結果になった。これらの機能については、さらに検討が必要である。

4.2 今後の改良

(1) 質問機能の改善

アンケートに記述されたコメントによると、映像及び音声通信を介した方が質問を行いやすいと感じた学生が多く見られた。しかし、現在のシステムでは、学生が質問ボタンを押したあと、教官が映像及び音声接続をしないと学生は質問できない。また、遠隔授業中に学生が質問ボタンを押していても教官が気づかない場合には学生は質問できないことになる。実際、質問ボタンを押して、すぐにマイクへ向かって質問内容を話し始めた学生も見受けられた。そこで、質問ボタンを押して、他に質問者がいない場合は即、教官と接続する等の改良必要がある。

(2) 非同期型の質疑応答機能

現在のシステムでは、学生は必ず授業中に質

問を終えなければならない。しかし、実際には授業時間以外にも質問を行うことがある。そこで、遠隔授業終了後に、学生と教官の相互のカード資料のやりとりを支援する、非同期型の質疑応答機能を開発する必要がある。

5. おわりに

遠隔地にいる教官が、計算機演習室の学生40名に対して、各学生が一人一台の計算機を用いた授業を行うことが可能な、特殊な設備を必要としない、遠隔授業支援システムを開発し、授業への適用を行った。

今後は、質問機能を改善することで教官と学生との対話性を高め、非同期型の質疑応答機能を開発することで授業時間以外における遠隔支援機能の検討を行い、さらに、同一学生に対して遠隔授業を継続し適用した場合の評価を行っていく予定である。

参考文献

- [1]若原 俊彦,由比藤 光宏,恒川 健司,水澤 純一,池田 克夫,美濃 導彦,藤川 賢治:ATMネットワークを用いた遠隔講義システム構成法の検討,信学技報,OF S96-31,pp.31-36(1996).
- [2]田村武志,小島 篤博,島中 宏,佐藤 文博:コミュニケーションを重視した遠隔教育システムの構築,信学技報,ET97-25,pp.77-83(1997).
- [3]太細 孝,小泉 寿男,横地 清,守屋 誠司,白鳥 則郎:マルチエージェント機能による遠隔協同授業支援,情処学論,Vol.39, No.2, pp.199-210(1998).
- [4]前田 香織,相原 玲二,川本 佳代,寺内 睦博,河野 英太郎,西村 浩二:遠隔講義のためのマルチメディア通信環境,信学論(B),Vol.J80-B-1, No.6, pp.348-354(1997).
- [5]于 冬,久峯 信一,三部 靖夫:Webを利用した遠隔講義システムでの端末間連動と教材同期表示,信学技報,ET96-42, pp.21-28(1996).
- [6]炭野 重雄,岩本 哲夫:大画面ディスプレイを用いた遠隔型集合教育システムの検討,信学技報,ET96-119, pp.41-48(1997).
- [7]井上 穰,由井 蘭 隆也,宗森 純,長澤 庸二:遠隔授業支援システムの授業への適用,情処学 GW 研報, GW25-8, pp.43-48(1997).
- [8]宗森 純,由井 蘭 隆也,山元 一永,長澤 庸二:遠隔ゼミ支援システム RemoteWadamanの開発と適用,情処学 GW 研報, GW-16, No.26, pp.1-6(1996).