

遠隔授業支援システムの開発

井上 穰* 由井 蘭 隆也* 宗森 純** 長澤 庸二*
鹿児島大学* 大阪大学**

40台の計算機を使った遠隔授業支援システムを開発した。本システムでは遠隔地にいる教員がリモコンカメラを用いて教室全体の様子を見ると共に、画像と音声を瞬時に切り替えながら生徒と1対1でコミュニケーションをとることができる。また、授業用と個人用に二つのカード型データベースを用いており、授業用のデータベースには共有カーソルとカードを連動してめくる機能を備えている。これらの機能を実現するためには、教員用計算機1台と生徒用計算機40台とを管理用計算機を介して通信する必要があった。管理用計算機の必要台数を調べる実験結果より、管理用計算機は2台で十分であった。

A Development of Remote Teaching Support System

Yutaka INOUE* Takaya YUIZONO* Jun MUNEMORI** Yoji NAGASAWA*
Kagoshima University* Osaka University**

We have developed remote teaching support system. Forty computers have been used in the system. Features of this system consist of the view of classroom by controlling a remote camera, multimedia (video and audio) communication those connections could be changed, two multimedia databases, shared cursors, and a related card management function. Judging from experiments, these features could be realized by two server machines.

1. はじめに

近年、遠隔授業に関する研究が盛んに行なわれている[1]-[3]。テレビ会議の延長線上にあるシステムは既に利用段階に入っており、例えばSCS[3]は様々な大学に設置され使われている。我々は計算機を用いた多人数対応の分散型マルチメディアプラットフォーム[4]を開発してきた。このプラットフォーム上に遠隔授業支援システムを開発することにより、計算機を利用することを生かした授業支援ができないかと考えている。今回は、開発した遠隔授業支援システムの通信機能等を含めた実現内容について報告する。

2. 遠隔授業支援システム

2.1 概要

図1に遠隔授業支援システムのイメージを示す。開発したのは遠隔地に居る教官1名と教室の生徒40名とが1人1台ずつの計算機を用いて授業を行うシステムである。教官の画像と音声は教室に設置されたスクリーンとスピーカーから常時流されることで生徒全員に伝えられる。教室全体の様子は教官の使用する計算機のモニタ上に常時表示される。質疑応答は、教官が生徒との画像・音声通信を切り替えながら、常に1対1で行なう。その様子は教室のスクリーンとスピーカーから流され、生徒全員に伝わる。また、遠隔授業支援システムを計算機上で実現するためには黒板や資料に代わる授業用の画面と個人がノートをとるための個人用の画面の二つが必要と考えられる。そこで、個人用・授業用ともカード型データベースを用いることとした。これにより生徒は授業の

データを残して後で活用することができる。

2.2 開発環境

教官用計算機1台と生徒用計算機40台のそれぞれにはCCDカメラとマイクが取り付けられている。他に管理用計算機2台、AV機器用計算機1台、リモコンカメラ、プロジェクタ、スクリーン、スピーカを使用する。

計算機とモニタはPower Macintosh 8100/100AV (Apple Computer)とApple Multiple Scan 15 Display (Apple Computer)である。CCDカメラはQCAM (Connectix社)、マイクはPlainTalk Microphone (Apple Computer)、リモコンカメラはVC-C1MkII (Canon)である。なお、教室にある計算機が繋がっているネットワークの通信速度は10Mbpsであり、通信にはQuick Time Conferencing (Apple Computer)を用いている。システムの開発にはHyperCard 2.2 (Apple Computer)の記述言語であるHyperTalk 2.2 (Apple Computer)を用いた。また、個人用及び授業用カード型データベースには、当研究室で開発したカード型データベースWadaman[5]を改良して用いている。

2.3 システム構成

図2に教官が使用する計算機の画面を図3に生徒が使用する計算機の画面を示す。モニタ上に表示されているのは計算機使用者の画像、授業用データベース及び個人用データベースである。教官側には、更に画像・音声切り替えウィンドウと教室に設置されているリモコンカメラによる教室全体の画像が表示される。

(1) 画像・音声切り替えウィンドウ

生徒が使用している各計算機と1対1に対応している40個の画像・音声切り替えボタンが配置してある。こ

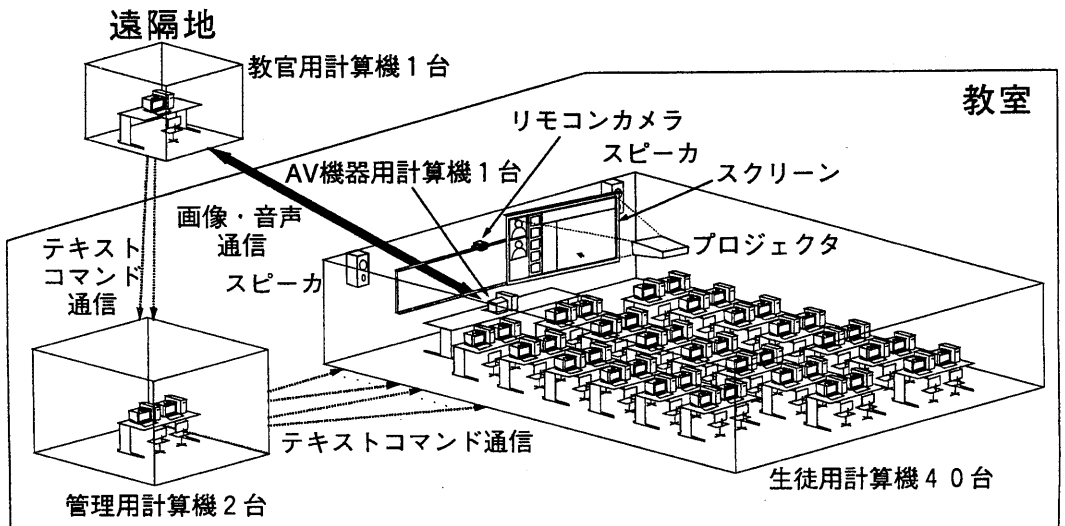


図1 遠隔授業支援システムのイメージ

これは教官が生徒との質疑応答等を行う際に生徒との画像・音声通信を切り替えるのに用いる。

また、リモコンカメラ制御ボタンが付いている。これは教官がリモコンカメラを制御して教室の様子を把握する際に使用する。

(2) 授業用データベース

授業用データベースは、教官が授業中に生徒に対して資料を示すために用いるデータベースで、通常は教官しか制御することができない。これには普通の授業で見られるプリントで配るような資料が書かれてある。その資料はファイル転送プログラムを利用して授業前に各生徒に配っておく。

授業用データベースには支援機能として、連動カードめくり機能及び教師用と生徒用の共有カーソルが1つずつ付いている。連動カードめくりとは、教官用計算機と生徒用計算機で同じ資料が表示される機能である。共有カーソルは、表示させている資料中の特定の位置を生徒全員に知らせるために使用する。なお、教官が生徒の一人と質疑応答を行なう際には、その生徒も連動カードめくり機能を扱えるようになり、教官用の共有カーソルとは別に質疑応答中の生徒のみが扱うことのできる生徒用の共有カーソルが一つ追加表示される。

また、生徒の用いる授業用データベースには質問ボタンが付いており、生徒は教官に質問のある意志を伝える

ことができる。

(3) 個人用データベース

個人用データベースは、各自が自由に使うことのできるデータベースである。このデータベースで使用する資料は、教官から送られてきた資料が自動的にコピーされたものである。コピーした資料を用いることで、生徒は、教官が示している資料と同じコピー資料を個人用データベースに表示させ、教官の説明を聞きながらコピー資料の上に直接メモを記入するなど、資料に自由に手を加えることができる。また、教官が授業用データベースで示す資料とは別の、以前の授業で用いた資料等を、必要に応じて参照しながら授業を受けることができる。

3. 遠隔通信の実現内容

本システムではTCP/IPを用いて通信を行っているが、テキストコマンド通信と画像・音声通信を別々に行っている。テキストコマンド通信とは、サイズが数十バイト程度のコマンドを送るのに用いる、教官用及び全ての生徒用計算機が常時接続している通信のことである。共有カーソルや連動カードめくりなど全ての計算機が実行する必要のある機能や質疑応答時の画像・音声通信切り替えを実現するために必要である。一方、画像・音声通信

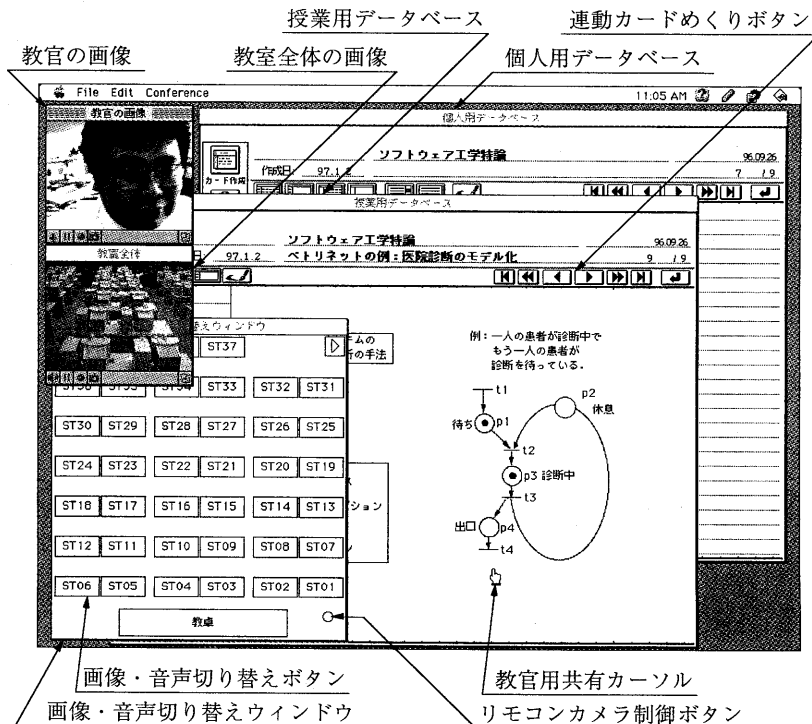


図2 遠隔授業支援システムの利用画面(教官側)

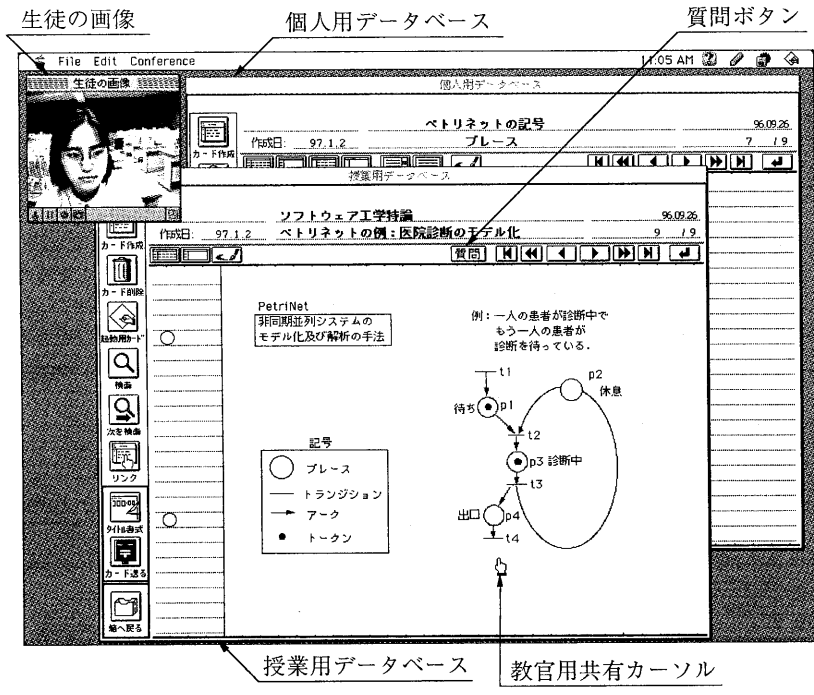


図3 遠隔授業支援システムの利用画面(生徒側)

は扱うデータサイズが大きいので、ネットワークの制約等により教官用及び全ての生徒用計算機を常時接続する事はできない、そこでこれらを別々に行うことにした。それぞれの通信の様子を図4、5に示す。

(1) テキストコマンド通信

テキストコマンド通信は、図4のように2台の管理用計算機を介して行われている。例えば、教官用計算機から全生徒用計算機に対してコマンドを送る場合には、まずコマンドを教官用計算機から2台の管理用計算機に送り、それを管理用計算機が生徒用計算機に配っている。

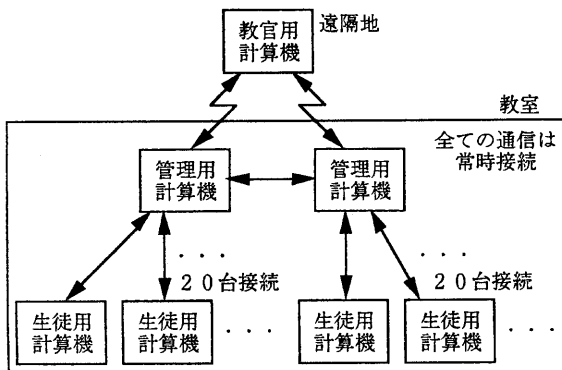


図4 テキストコマンド通信の様子

管理用計算機を導入した理由は、遠隔地からの通信は公共の通信網を使用するので教室の外では出来るだけ通信量を減らすということ、教官用計算機の処理負担を減らすということである。2台の管理用計算機を用いている理由は、教官用計算機1台に対して生徒用計算機40台の通信による直接接続を試みたところ31台までしか接続できなかったということである。

(2) 画像・音声データ通信

画像・音声データの通信は、図5のように教官用計算機とAV機器用計算機の間で常時行なわれている。これに

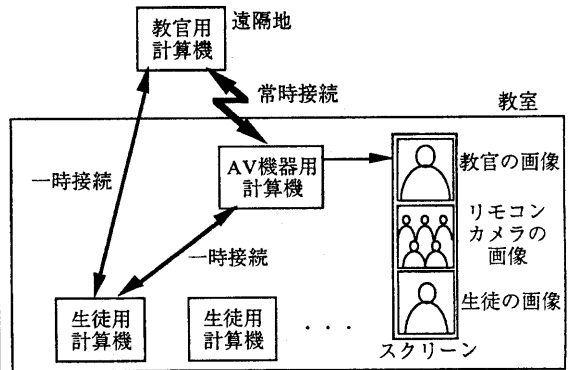


図5 画像・音声データ通信の様子

より教官の様子は教室に、生徒全体の様子は教官に伝わる。教官と生徒とで質疑応答等を行う際には、一時的に教官用計算機と生徒用計算機との通信が繋がる。また、その質疑応答中の生徒の様子を教室に流すために生徒用計算機とAV機器用計算機との通信も接続される。

4. 遠隔授業における操作内容

4.1 質疑応答

教官と生徒とで質疑応答等を行う際には、画像・音声切り替えウィンドウにある40個の画像音声切り換えボタンの中で、対象である生徒が使用している計算機に対応するボタンを押す。すると、その計算機との画像・音声通信が繋がり、その生徒と1対1のやり取りが行えるようになる。その生徒とのやり取りが終わり、他の生徒と質疑応答等を行う場合には、続けて次の生徒が使用している計算機に対応するボタンを押す。すると通信が切り換えられ、次の生徒と1対1でやり取りが行えるようになる。

生徒が質問を行いたい場合には、生徒が用いる授業用データベースに付いている質問ボタンを押す。すると、教官の使用する画像・音声切り換えウィンドウの中で、その生徒が使用している計算機に対応するボタンの表示が変化する。これにより、教官は、その計算機を使用している生徒に質問の意志のあることが分かる。教官が変化した画像・音声切り換えボタンを押すと、その生徒との画像・音声通信が繋がり、質疑応答を行えるようになる。

4.2 教室の様子の把握

画像・音声切り替えウィンドウにある40個の画像音声切り換えボタンの位置は、実際の教室にある40台の計算機の位置と合わせてある。画像・音声切り替えウィンドウ内で、教室の様子を把握したい位置へとリモコンカメラ制御ボタンをドラッグで移動させる。すると画像音声切り換えボタンとの相対位置からリモコンカメラが制御され、教室の指定位置の映像が得られる。

4.3 授業用データベースの操作

教官があるいは質疑応答中の生徒が授業用データベースの連動カードめくりボタンを押して表示されている資料のページを変更すると、全ての計算機の授業用データベースに表示されている資料のページも同じページに変更される。

教官が授業用データベースの資料中の任意の位置をマウスカーソルで指すと、全ての計算機の授業用データベース上でも、同じ位置を指す教官用の共有カーソルが表示される。質疑応答中の生徒が同様の操作をする場合には、生徒用共有カーソルが同様に表示される。

5. 考察

5.1 管理用計算機の台数について

当システムではテキストコマンド通信において管理用計算機を2台用いているが、これは最低限必要な台数である。今回、管理用計算機の台数が2台で十分なのかを検証する目的で管理用計算機が2、3、4台の各場合について共有カーソルと連動カードめくりの実行時間を測定した。

連動カードめくりの実行時間の測定は、教官用計算機上で連動カードめくりボタンをクリックした時間から、40台全ての生徒用計算機上のカードが変更された時間までを測定した。共有カーソルの実行時間の測定は、教官用計算機上でカーソルを動かし、40台全ての生徒用計算機上で共有カーソルの表示位置が変更されるまでの時間を測定した。いずれも5回測定を行い、その平均値を求めた。測定に際しては、インターネットを用いた遠隔地との通信を行う際に発生する遅延を除くため、教官用計算機も生徒用計算機等と同じ教室に置いた。結果を表1に示す。

管理用計算機1台当たり接続される生徒用計算機の台数は管理用計算機を2台、3台、4台と増やすと20台、13台、10台と減少するが、測定結果を見ると連動カードめくり、共有カーソルともその実行時間はほとんど変わっていない。これは、1回当たりに送信されるデータサイズが共有カーソルの場合で約20バイト、連動カードめくりの場合で約50バイトと小さいので通信負荷が少ないこと及び通信処理よりも共有カーソルの書き換えやカードの変更など計算機内部の処理に時間が掛かることが理由であると考えられる。

以上より、共有カーソルと連動カードめくりの実行に関しては、管理用計算機は2台で十分だと言える。

5.2 リモコンカメラによる画像切り替えについて

質疑応答は前述の様に画像・音声通信を切り替えながら行うが、通信の切り替え処理は、それまでの生徒との通信を切った後に次の生徒との通信接続を新たに行って

表1 異なる管理用計算機の台数における共有カーソルと連動カードめくりの実行時間

管理用計算機の台数[台]	2	3	4
管理用1台に接続される計算機の台数[台]	20	13	10
共有カーソルの実行時間[秒]	1.4	1.7	1.4
連動カードめくりの実行時間[秒]	2.2	2.3	2.0

いるため実行に約10秒掛かっている。そこで、画像・音声切り替えボタンを押下するとリモコンカメラも連動し、リモコンカメラの視点からも生徒個人の画像を捕らえるようにした。

リモコンカメラの映像は、AV機器用計算機から常時教官用計算機へと送信されているのでこちらは通信を切り替える必要が無い。リモコンカメラから見て左端と右端の生徒間を移動するという最も時間の掛かる場合に約8秒で、隣りの生徒へ移動するという最も短時間の場合には数秒で画像切り替えが終わるようになった。

6. おわりに

遠隔地に居る教官1名と教室の生徒40名とが1人1台ずつの計算機を用いて授業を行うシステムを開発した。システムの実現には、教官用計算機1台と生徒用計算機40台とを管理用計算機を介することによるテキストコマンド通信で常時接続する必要があった。その際に何台の管理用計算機を用いることが適切なかを調べるために、管理用計算機の台数を2, 3, 4台と変えながら試したところ管理用計算機は2台で十分であることが分った。また、リモコンカメラの導入によって教官が遠隔制御することで教室全体の様子を見ることができるようになった。

今後は遠隔ゼミなどの少人数による使用や講演などの多人数による使用に適用するなどして、評価・改良などを行うと共に、授業に必要な機能を随時追加する予定である。

参考文献

- [1] 近藤喜美夫, 鈴木龍太郎, 宇都由美子, 井形 昭弘: 教育利用のための圧縮画像/広帯域画像比較実験, 電子情報通信学会論文誌, Vol. J79-D-II, No.10, pp.1734-1740(1996).
- [2] 近藤喜美夫: 「スペースコラボレーションシステム」の構成, 電子情報通信学会技術研究報告, ET96-43 (1996-07).
- [3] 竹本 宜弘, 田村 武志, 高田 伸彦: 分散型教育における講師操作環境の構築とその検証, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.9, pp.2215-2227 (1995).
- [4] 吉野 孝, 山元一永, 井上 稔, 宗森 純, 伊藤士郎, 長澤庸二: 教育用プラットフォームDEMPO II の評価と改良, 情報処理学会グループウェア研究会, 15-8, pp.43-48 (1996).
- [5] 由井蘭隆也, 宗森 純, 長澤庸二: 知的生産支援システムWadamanの仮想環境の評価, 情報処理学会人文科学とコンピュータ研究会, 24-4 (1994).