

遠隔授業支援システムの提案

宗森 純 由井 蘭 隆也 井上 穰 長澤 庸二
鹿児島大学

40台の計算機を使った遠隔授業支援システムを検討した。本システムの特徴は画像と音声を用いてコミュニケーションをとると共に、カード型データベースを教官用と生徒用に二つ用いることと共有カーソルおよびカードを連動してめくる機能を備えていることである。連動カードめくりと共有カーソルを実現するためには、教官用計算機1台と生徒用計算機40台とを通信で常時接続する必要があった。そこで実際に接続を試したところが、管理用計算機を2台以上用いれば常時接続が可能であることが分かった。

A Proposal of Remote Teaching Support System

Jun MUNEMORI Takaya YUIZONO Yutaka INOUE Yoji NAGASAWA
Kagoshima University

We have developed remote teaching support system. Forty computers have been used in the system. Features of this system consist of multimedia (video and audio) communications, 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

我々は分散型マルチメディアプラットフォームを開発してきた[1]。今回、このプラットフォーム上で40台の計算機を使った遠隔授業支援システムを検討した。本システムの特徴は画像と音声を用いてコミュニケーションをとると共に、カード型データベースを教官用と生徒用に二つ用いることと共有カーソルおよびカードを連動してめくる機能を備えていることである。

2. 遠隔授業支援システム

2.1 システム構成

教官1名が遠隔地に、生徒40名が電算機演習室に居ることを想定してシステムを検討した。教官及び各生徒は、それぞれ計算機を使用する。また、管理用の計算機、プロジェクタ、スクリーン、スピーカーを使用する。図1に、遠隔授業支援システムのシステム全体のイメージ図を示す。

教官から送られてくる画像と音声については、画像は管理用計算機のモニタ上に表示させ、そのモニタ画面をそのままプロジェクタからスクリーンへ映し出す。音声は管理用計算機からスピーカーへと流す。また、生徒全体の様子が、管理用計算機に取り付けてあるビデオカメラから取り込まれて、教官へと送られる。

各生徒は計算機を使用する事により、教官に質問を行うことが可能であり、授業のデータを残して後で活用することも可能である。

図2に、教官が使用する計算機の画面例を示す。

各計算機は、計算機本体とモニタ及びビデオカメラとマイクから構成される。ビデオカメラとマイクは、計算機の前に座っている人の画像と音声を取り込むために使用する。これらにより取り込まれた画像と音声は、通信により他の計算機と送受信することが可能である。

使用する計算機とモニタは、生徒用がPower Macintosh 8100/100AV (Apple Computer)とApple Multiple Scan 15 Display(Apple Computer)、管理用がPower Macintosh 9500/120(Apple Computer)とApple Multiple Scan 20 Display(Apple Computer)である。

また、全ての計算機で、ビデオカメラにはQCAM(Connectix社)を、マイクにはPlainTalk Microphone(Apple Computer)を使用する。

2.2 画面構成

図2において、モニタ上に表示されている二つのカード型データベースを、Wadaman [2]を二つ用いることからTwin-Wadamanと呼ぶ。この画面構成は、教官及び各生徒のモニタ上で共通である。

一つのWadamanは、教官が授業中に生徒に対して資料を示す際に用いる教官用のデータベースで、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いる。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。

もう一つのWadamanは、各自が自由に使うことのできる、普通のデータベースである。このデータベースには、教官から送られてきた資料をコピーしたものを使用

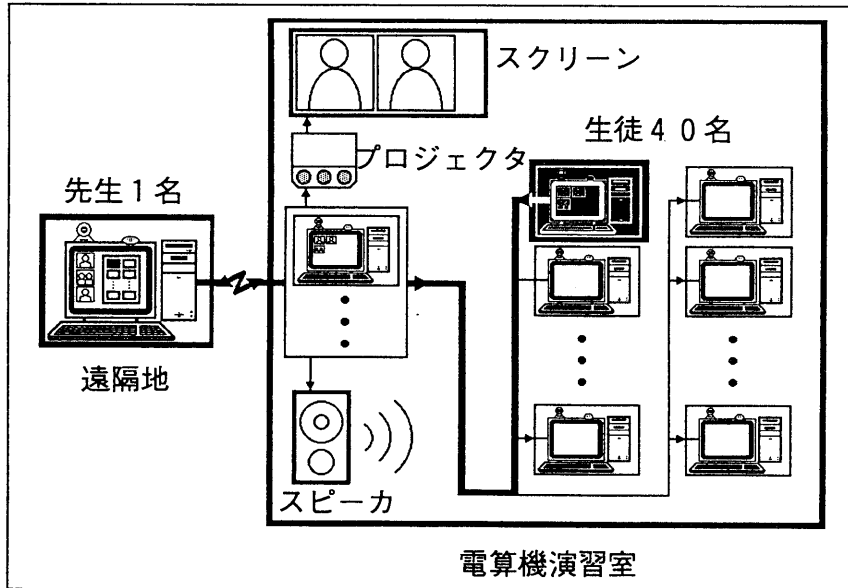


図1 遠隔授業支援システムの全体イメージ図



図2 遠隔授業支援システムの利用画面(教官側)

する。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普通の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。もちろん、生徒は、教官の示す資料とは別に、参照したい資料を自由に見ることができる。

教官用のデータベースについては、教官が授業中に生徒に対して資料を表示したり、資料の中の特定の位置を指し示したりできるように、連動カードめくり機能と共有カーソル機能が付いている。

連動カードめくりは、表示させるカード資料を変更する際に使用する。教官が表示資料を変更すると、授業参加者全員の教官用データベースに表示されている資料も同じものに変更される。なお、教官の他に質問中の生徒も資料を変更できる。

共有カーソルは、教官用データベースにおいて、表示させている資料中の特定の位置を授業参加者全員に知らせるために使用する。教官が資料中の特定の位置をマウスカーソルで指すと、全員の教官用データベース上でも、同じ位置を指すカーソルが表示される。質問時には生徒も資料中の特定の位置を指せるように、生徒の質問用共有カーソルも一人分付いている。

他に、各自の判断でカーソルの表示と非表示を選択できるように、カーソル表示スイッチが付いている。

教官が生徒と質問等のやり取りを行う際、本来ならば教官と生徒全員とがやり取りできることが望ましいが、遠隔授業ではネットワークの制約等で物理的に不可能である。そこで、教官が画像や音声を用いて生徒とやり取りを行う場合、教官が生徒の画像と音声を切り換えながら、常に1対1で行う。その画像と音声を切り換えに画像音声切り換えボタンを用いる(図2)。

画像音声切り換えボタンの各ボタンは、生徒が使用している各計算機と1対1に対応している。教官が生徒の誰かと、画像や音声を用いてやり取りを行いたい場合には、画像音声切り換えボタンの中で、その生徒の座っている計算機に対応しているボタンを押す。すると、そのボタンに対応している計算機との画像・音声通信が繋がり、その生徒と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、続けて他の生徒とやり取りを行う場合には、続けて次の生徒の座っている計算機に対応するボタンを押せば、通信が切り切り、同様に1対1でやり取りを行えるようになる。

また、生徒が質問の意思を教官に伝えられるように、生徒には質問ボタンが付いている。生徒がこのボタンを押すと、教官の使用している画像音声切り換えボタンの中で、その生徒が使用している計算機に対応するボタンが反転表示に変化する。これにより、教官は、その計算機に座っている生徒に質問の意志のあることが分かる。そ

の生徒との質問のやり取りは、教官が画像音声切り換えボタンを押すことで行う。

2. 3 通信について

本システムでは、テキストデータ専用の通信と画像・音声専用の通信を別々に行っている。

テキストデータの通信は、データサイズが数十バイト程度の命令などを全員に対して送信する場合が多い。一方、データサイズの大きい画像・音声の通信では、データを全員に送信する事はできないので、教官用計算機と管理用計算機との間では常時通信を行い、生徒からの質問時にはその生徒が使用している生徒用計算機を一台加えて双方向通信を行う。

テキストデータの通信は、図3の様に複数の管理用計算機を介して行われている。教官用及び生徒用の各計算機は、管理用計算機に対してのみ通信を行う。例えば、教官から生徒全員に対して同じデータを配る場合には、まずデータを教官から2台の管理用計算機に送り、それを管理用計算機が生徒全員に配るようにする。

これは、1台の教官用計算機に40台の生徒用計算機を通信で直接接続することは難しいであろう、ということ、仮に接続できるとしてもNetGear[3]が使用しているQuickTime Conferencing(Apple Computer)の性能上、一人当たり約300KB(40人では約12MB)の通信用メモリが教官用計算機内において必要となること、最大40回の通信が教官用の計算機では負担になる可能性があること、また、遠隔地からの通信は公共の通信網を使用するため、電算機演習室の外では出来るだけ通信量を減らしたいということから、このような形にしている。また、管理用計算機を複数台使用することで、通信容量に余裕がある範囲で通信処理を並行して行い、通信時間を少なくできる可能性もある。つまり現在のシステムでは、管理用計算機が、通信用のメモリ負担と、通信の処理負担、およびテキストデータの全員への配布を行っている。

図4に、画像・音声データの通信の様子を示す。

画像・音声データの通信は、教官用計算機と管理用計算機の間では、教官の画像を電算機演習室のスクリーンに表示するためと生徒全体の様子を教官に送るために常時行う。生徒との質問などのやり取りの時には、一時的に、教官用計算機と生徒用計算機を接続して会話を行えるようにし、その質問中の生徒の画像をスクリーンに表示するために生徒用計算機と管理用計算機を接続する。

画像と音声を用いる際の実用的限界が現状では3ないし4台までということが、実験的に分かったことから、このような形にしている。

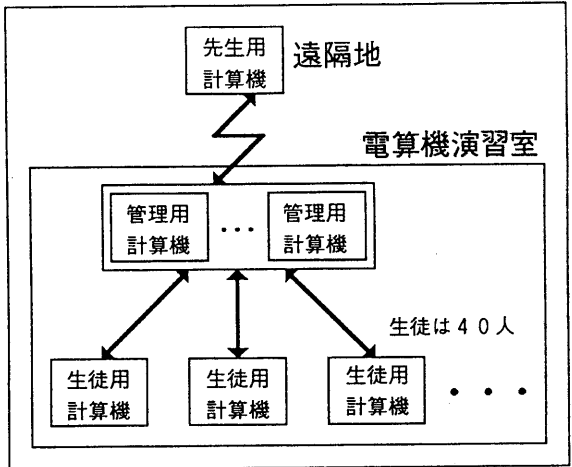


図3 テキストデータ通信の様子

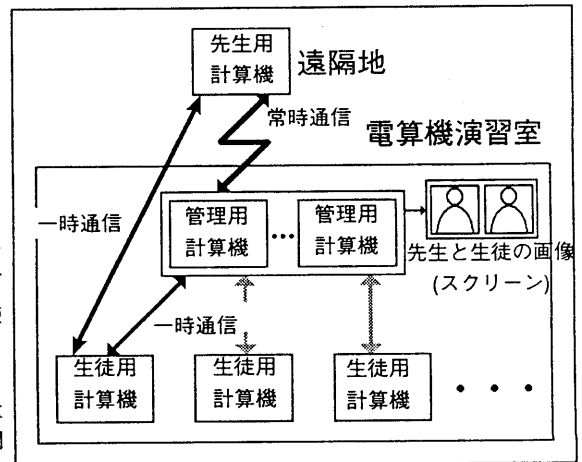


図4 画像、音声データの通信の様子

3. 考察

3. 1 管理用計算機について

管理用計算機を何台使用すれば生徒用計算機40台と教官用計算機1台の合計41台を、テキストデータの通信用に常時接続できるのかを検討した。

実験に使用した計算機は、全てPower Macintosh 8100/100AVとApple Multiple Scan 15 Displayである。

実験の結果、プログラムとしてNetGearだけを動かすと31台まで、HyperCardも併せて動かすと27台までしか接続できないことが解った。

このために、生徒用計算機を40台扱うためには、管理用計算機を2台以上使用する必要がある。

3. 2 各支援機能の実行時間について

生徒用計算機を40台扱うためには、管理用計算機が2台以上必要であることが分かったので、テキストデー

タ通信用の常時接続に管理用計算機を2台使用し、それぞれに生徒用計算機を20台接続するようにシステムを構成した。その接続の様子を図5に示す。

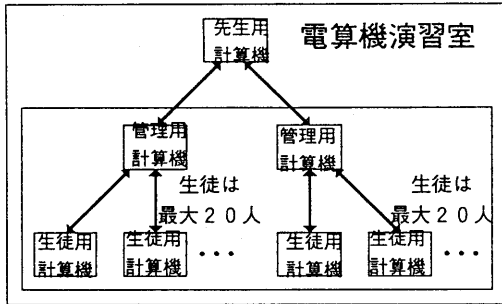


図5 生徒用計算機40台対応時の接続の様子

このシステムにおいて、連動カードめくり及び共有カーソルの実行時間を実際に測定した。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、全ての生徒用計算機上のカードが変更された時間まで、1枚変更する時間を測定した。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、その結果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6回測定を行い、その平均値を求めた。測定に際しては全ての計算機のモニターを観る必要があったため、教官用計算機も電算機演習室内に置いた。

測定に使用した計算機は、全てPower Macintosh 8100/100AVとApple Multiple Scan 15 Displayで、電算機演習室内の通信速度は10Mbpsである。

連動カードめくりの実行時間の測定結果を表1に、それをグラフ化したものを図6に示す。

共有カーソルの実行時間の測定結果を表2に、それをグラフ化したものを図7に示す。

ここで、表1,表2、図6,図7の、画像無し、画像表示のみ、画像表示有りについて説明をする。画像無しとは、教官用計算機及び全ての生徒用計算機上で、教官用と個人用の二つのデータベースとテキスト通信のプログラムが動いている状態である。本システムではこの状態で授業を行うことはないが、連動カードめくりと共有カーソルの実行時間はこの状態が最も短い。したがって基準として測定した。画像表示のみとは、これに画像音声通信のプログラムが加わり、画像と音声のデータは計算機内に取り込まれているが、画像・音声通信は行われていない状態である。本システムではこの状態で授業を行う場合が最も多いと考えられる。画像通信有りとは、教官と一名の生徒との間で画像・音声通信が行われている状態である。本システムでは教官と生徒とが画像・音声通信を用いて質問などのやり取りを行う場合に

表1 連動カードめくりの実行時間測定結果

生徒用計算機の台数(台)	画像表示なし(秒)	画像表示のみ(秒)	画像通信有り(秒)
10	1.9	2.5	3.1
20	2.3	2.9	3.6
30	2.8	3.6	4.0
40	3.3	4.1	4.6

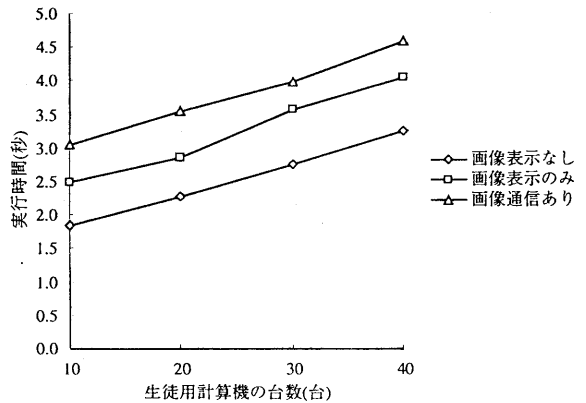


図6 連動カードめくりの実行時間

表2 共有カーソルの実行時間測定結果

生徒用計算機の台数(台)	画像表示なし(秒)	画像表示のみ(秒)	画像通信有り(秒)
10	1.2	1.6	2.2
20	1.6	2.2	2.3
30	2.0	2.6	2.9
40	2.5	3.3	3.2

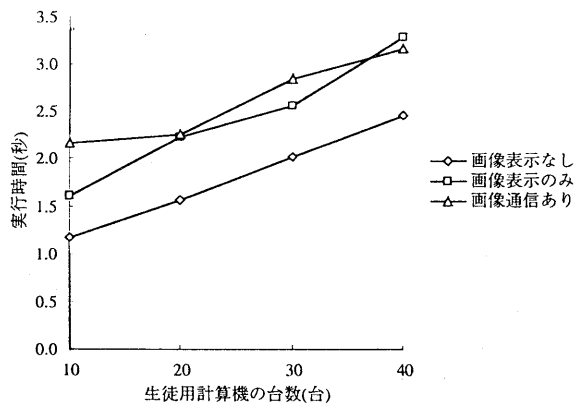


図7 共有カーソルの実行時間

相当する。

連動カードめくりは5秒以内で全生徒に反映されている。連動カードめくりは、カードをめくる度に表示される資料の説明を行うなど、頻繁に実行されることは少ないので、十分な実行速度であると考えられる。一方共有

カーソルは、1回の実行に3秒以上掛かっている。共有カーソルは、細かく動かす場合など、3秒の内に数回実行する場合もあるが、このような時には共有カーソルの動きが遅れることになる。これについては、実行回数を減らすようにするとか、実行できなかった古いカーソルデータは無視するようにするなどの対策を考える必要があるだろう。

画像・音声切り換え時間については、管理用計算機を考慮に入れない、教官と生徒との通信のみの場合で平均7.15[秒]、管理用計算機1台を考慮に入れて、教官と管理用計算機との通信の中に生徒が加わる形の場合で平均9.67[秒]かかった。これは、通信に使用しているQuickTime Conferencing (Apple Computer) が、通信路の確保の他に、計算機内部でのメモリの確保や解放、およびそのための一連の処理を行っており、その処理に時間が掛かる為だと考えられる。

3. 3 問題点について

管理用計算機を2台以上用いれば、テキスト通信は常時接続できることが分かった。そこで今後は、管理用計算機は2台で十分なのか、あるいはそれ以上使用する必要があるのかを改めて検討する必要がある。また、それに伴い、教官の画像と音声をスクリーンに表示させる計算機はどれにするのかなども検討する必要がある。

各支援機能の実行速度については、測定の結果は上記のように得られたが、遠隔授業を行う場合では十分な速さなのかを、実際に遠隔授業を行うなどして確認する必要がある。

また、画像音声切り換えボタンについて、ボタンに表示されているのが生徒の使用している計算機の名前になっているが、どの生徒がどの計算機を使用しているのかを遠隔地にいる教官は知ることができないので、これに生徒の名前を表示させるようにする必要がある。

システム起動の複雑さの問題もある。現在、このシステムを動作させるのに4つのアプリケーションを起動する必要があり、起動する順番も重要である。具体的には、テキスト専用通信アプリケーション (NetGear)、画像音声専用通信アプリケーション、教官用カード型データベースと画像音声切り換えボタン用の通信機能付HyperCard、普通のカード型データベース用の普通のHyperCardであり、通信用のアプリケーションを先に起動しなければならない。アプリケーションを一本化して数を減らすことが可能ならばそれが最も良い対策だと思う。

4. おわりに

遠隔授業支援システムとして、黒板の代わりにカード型データベースを二つ使い、教官と生徒間での質問の際には画像音声を切り換えながら常に1対1でやり取りするシステムを考えた。また、このシステムで必要となる基礎的支援機能として、教官用データベースに連動カードめくりと共有カーソルを付加し、新たに画像音声切り換えボタンを開発した。

連動カードめくりと共有カーソルを実現するためには、教官用計算機1台と生徒用計算機40台とをテキスト通信で常時接続する必要があった。そこで実際に接続を試したところが、管理用計算機を2台以上用いれば常時接続が可能であることが分かった。そこで、支援機能について、2台の管理用計算機を使用するシステムの場合の、教官用計算機1台と生徒用計算機40台による連動カードめくりと共有カーソル及び画像音声切り換えの実行時間を測定した。この測定結果から、連動カードめくりは実際に授業で使用できそうであることが分かり、共有カーソルは実際の使用には遅くなる可能性のあることが分かった。また、画像音声切り換えにもある程度の時間が掛かっている。

今後はシステム構成を検討しながら、問題点として挙がっている一つ一つを解決していく必要がある。

参考文献

- [1]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).
- [2]由井園隆也, 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).
- [3]山元一永: 分散型マルチメディアプラットフォームに関する研究, 鹿児島大学大学院工学研究科修士学位论文(1996).