

遠隔授業支援システム SEGODON の開発

吉野 孝*・由井 隆也**・長澤 庸二**・湯ノ口 万友*

Development of Distance Learning Support System SEGODON

Takashi YOSHINO, Takaya YUIZONO, Yoji NAGASAWA, Kazutomo YUNOKUCHI

We have developed a support system for distance learning classrooms via the Internet, which can consist 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. On the teacher's side, a picture of the classroom is always displayed by a remote control camera, and the upper half of the teacher's body 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 signals. Additionally, this system is equipped with shared cursors between a teacher and students, a blackboard system and a note system. We found that the preparation of classes took much time. This is one of the obstacles of carrying out distance learning continuously. To improve the system, we used an image scanner in order to create data for distance learning for a short time. We changed the screen size of the system into A4 size, that is the same size of data on paper. Moreover, in order to raise the interactivity between a teacher and students, we have developed a shared temporary drawing function. As a result of application, preparation time for classes was shortened and the A4 size screen made it easier to carry out classes. Moreover, the teacher and the students evaluated the shared temporary drawing function in very positive terms.

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ている[1-7].

現在、他の教育機関において実施されている遠隔授業は、大抵数回程度の適用であり、期末試験のある授業を対象とするような本格的な利用はなされていない。

我々は、比較的安価な入力機器を用い、一人一台、計40台の計算機を用いる遠隔授業支援システム SEGODON (Distance Learning Support Groupware for University Educational Environment) を開発している[8-9]. SEGODON では、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。教官の計算機には、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。質疑応答時には、直接教官と映像及び音声接続を行い、一対一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。

本論文では、我々が開発した遠隔授業支援システム SEGODON の概要とその実施手順を示した後、適用結果について述べる。

2. 遠隔授業支援システム SEGODON

SEGODON のシステム構成を Fig. 1 に示す。本システムは、教官用計算機1台、学生用計算機40台、管理用計算機2台、リモコンカメラ制御用計算機1台、教室用計算機1台、ファイルサーバ用計算機1台を用いている。その他の機器に、リモコンカメラ、液晶プロジェクタ、スピーカを使用している。教官用計算機、学生用計算機、管理用計算機、リモコンカメラ制御用計算機、教室用計算機計算機は Power Macintosh であれば、特に機種は問わない。ファイルサーバ用計算機はワークステーション(以下、WS)である。教官用計算機と学生用計算機は、画面サイズは832×624ドット以上で使用することを想定している。

本システムの支援機能一覧を Table 1 に示す。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、教室の様子表示システムと計算機間通信を行うためのソ

平成11年5月31日受理

*生体工学科

**情報工学科

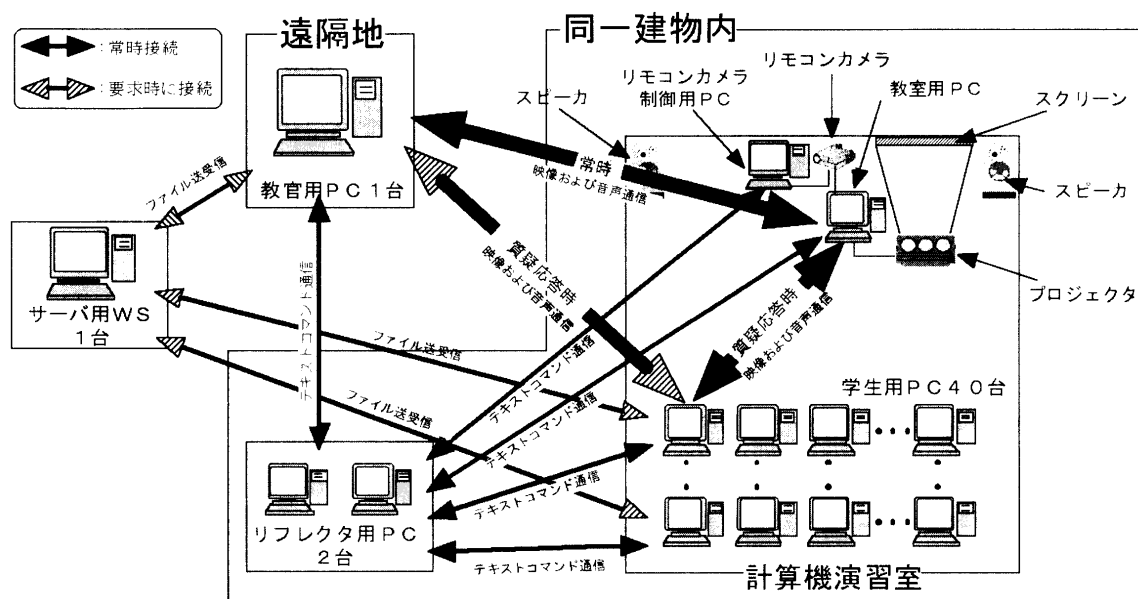


Fig. 1 System configuration of SEGODON.

Table 1 A list of supported functions of SEGODON.

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。座席表として利用できる。
リモコンカメラ制御ポインタ	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。
質疑応答システム	Wadamanのカードを用いて教官と学生の質疑応答を支援する機能。
レポート提出システム	Wadamanのカードを用いてレポート提出を行える機能。
メールシステム	Wadamanのカードを用いて、本システム内でメールのやり取りを行う機能。
ファイル操作画面の隠蔽機能	遠隔授業支援システム起動時に、MacOSが備えているファインダと呼ばれるファイル操作画面を表示しない機能。
自動遠隔授業起動機能	遠隔授業実施中は、受講者がログイン後何もせずに、自動的に遠隔授業支援システムを起動する機能。
応用数学演習用入力支援パレット	応用数学演習で利用する数学記号等を容易に入力するためのパレット。
自動インストール機能	授業資料を、授業前に自動的に配布する機能。
応用数学演習専用操作パレットの作成	応用数学演習でよく利用する機能をまとめたパレット。
学生の名前の自動入力	受講者の名前を、ログイン名から自動的に氏名データベースと照らし合わせて取得する機能。
レポート見出しワンタッチ作成機能	ワンタッチでレポートの見出し(提出日時、氏名、ログイン名、課題名)を自動的に作成する機能。
学生の顔画像の取得機能	教官用の座席表に学生の名前だけでなく、学生の顔の静止画も表示する機能。
学生のモニタ画像の取得機能	教官が授業中に学生が利用しているPCの画面のスナップショットを取得する機能。
テキストベースの質疑応答機能	教官と学生間で、テキストベースの質疑応答を行う機能。よく使われそうなフレーズは予め用意されており、ポップアップメニューで簡単に選べる。学生から教官へ匿名による質問も可能。教官からは、任意の一名あるいは受講者全員へメッセージを送ることが出来る。
共有一時描画機能	一時的に板書システム上のカードに、教官と学生の両方にリアルタイムに描画する機能。描画の数秒後に消える方式のため、消去等の余計な作業が不要である。描画はマウスボタンを押すだけで行える。
授業資料のスクロール共有機能	授業資料のA4サイズ化に伴い追加した機能で、教官の画面のスクロールと学生の画面のスクロールを共有する機能。
授業資料作成支援パレット	スキャナーで取り込んだデータを、授業資料画面に張り込むための専用パレット。

ソフトウェア NetGear で構成される。板書システムとノートシステムは、我々が開発した、カード型データベース Wadaman[10] をベースにして、新たに遠隔授業用の機能を開発したものである。NetGear[11] は、QuickTime Conferencing (Apple Computer) を利用した通信アプリケーションであり、インターネットに接続可能である。

3. 遠隔授業実施手順

3.1 授業前日までの準備

授業前日までに、授業中に使用する授業資料の作成と作成した授業資料を各計算機へ配布する必要がある。SEGODON では、資料作成と授業資料の配布方法についても考慮している。本節では、本システムの資料作成の方法と授業資料の配布方法について述べる。

3.1.1 授業資料の作成

我々はこれまでに、SEGODON を実際の 3 科目の授業に適用し、評価と改良を行ってきた[8-9]。その結果、遠隔授業用の資料作成に時間がかかる点が教官から指摘

されてきた。我々は、これが遠隔授業利用の妨げになると考えている。また、授業作成の問題については前田ら[12]も指摘しており、授業資料作成についての解決を試みている。しかし、前田らの試みは、使いやすい市販のソフトを利用して遠隔授業の資料作成の効率を上げることと、共有する画像の転送方式を変更することにとどまっている。

我々は、教官の手元に、既に紙で作成した授業資料がある場合の授業資料作成方法について検討した。Fig. 2 に今回適用した授業資料作成の手順を示す。イメージスキャナ (PaperPort VX, VISIONEER) で読み込んだ授業資料は一度計算機上のファイルとして保存され、それを SEGODON の授業資料として読み込む形となる。SEGODON の授業資料の画面の大きさは A 4 サイズを表示可能な大きさであるが、今回の適用においては、Fig. 2 下の左に表示されているスクロールウィンドウを利用して、A 4 サイズの表示を行っている。

3.1.2 授業資料の配布

授業資料は、授業開始前に各学生の計算機に配布しておく必要がある。この理由は、SEGODON では、教官と学生の共有動作の実現に、制御命令を配布する方式を用いているためである。授業資料の配布作業は、SEGODON が動作している DEMPO II [13] 上の機能の自動インストール機能を利用して行うことが可能である。

3.2 授業当日の準備

SEGODON では、教官用計算機と学生用計算機を直接接続を行わず、管理用計算機を介して行っている。これは、制御命令の配布のために教官用の計算機に負荷をかけないためである。また、制御命令配布型のシステムのため、教官用と学生用のソフトウェアは完全に同一のものを利用している。そのため、どの計算機を誰が利用するのかを、IP Address で計算機の役割を区別するようにしている。授業当日には、これらの IP Address の役割設定と管理用計算機等の起動を事前に行う必要がある。

3.2.1 IP Address の設定

SEGODON では、計算機の役割を区別するために IP Address を利用している。IP Address の役割設定は、Fig. 3 に示す遠隔授業の IP Address 設定用ソフトウェアを利用する。このソフトウェアは、ファイルサーバ用計算機に遠隔授業用の IP Address の役割設定を書き込むためのものである。設定ファイルに記載されていない IP Address を持つ計算機は学生用計算機として動作するようになっている。

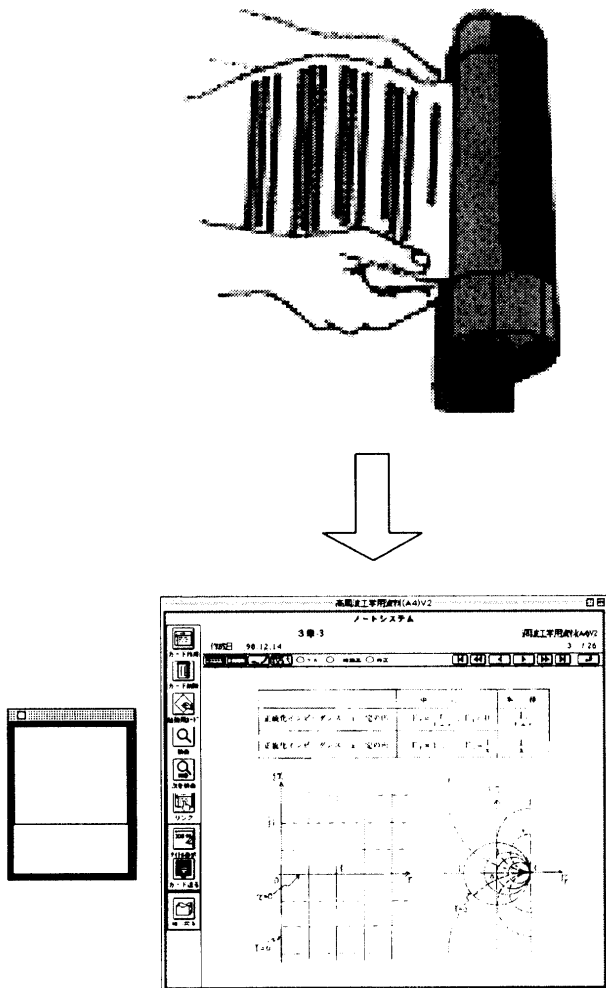


Fig. 2 Procedure of teaching-material preparation.

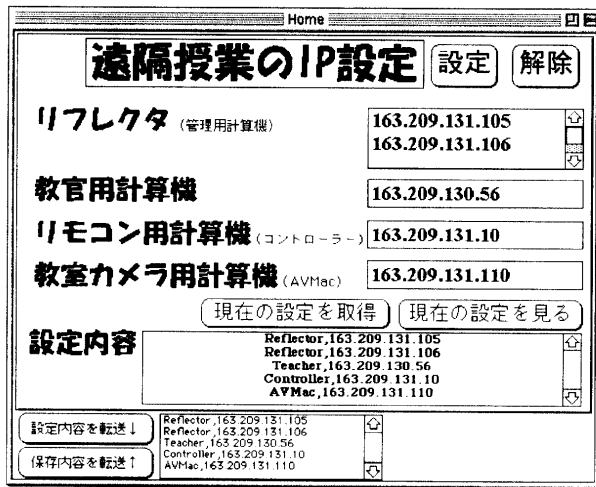


Fig. 3 Screen shot of the software for a setup of IP Address.

3.2.2 管理用計算機等の起動

授業実施前に、まず、管理用計算機を起動する必要がある。また、リモコンカメラ制御用計算機、教室用計算機も予め起動してあった方がよい。各計算機は、起動時にファイルサーバ用計算機に接続し、IP Addressの役割設定ファイルを取得し、その役割通りの動作を行う。

3.3 授業中の使用方法

授業中の使用法は、教官と学生と異なる。ここでは、教官側と学生側にたち、使用法を説明する。

3.3.1 教官側

Fig. 4に遠隔授業実施中の教官の様子を示す。教官は計算機の前に座り、予め用意した授業資料を用いて、マウス操作のみで授業を実施する。

Fig. 5に教官のコンピュータの授業実施中の画面例を示す。

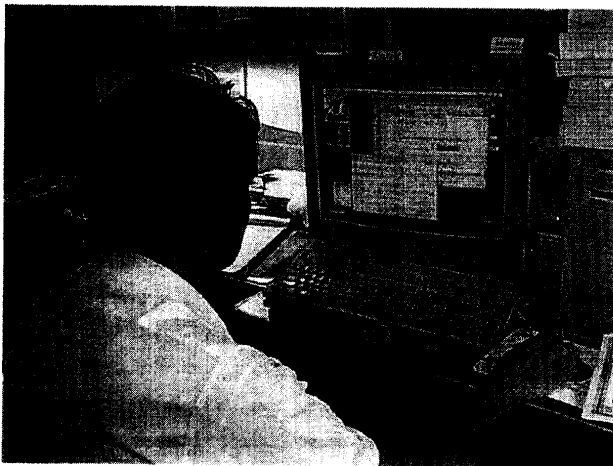


Fig. 4 A photograph of a teacher during a distance learning class.

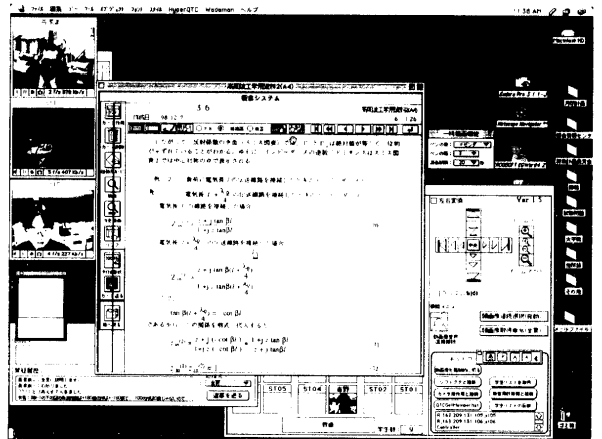


Fig. 5 Screen shot of a teacher's computer during a distance learning class.

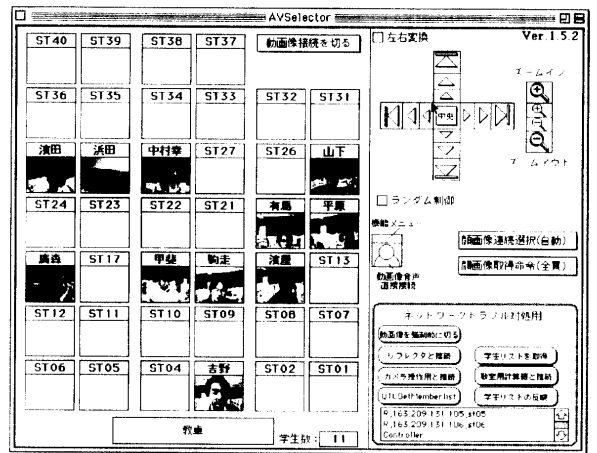


Fig. 6 Screen shot of a situation display window of a classroom.

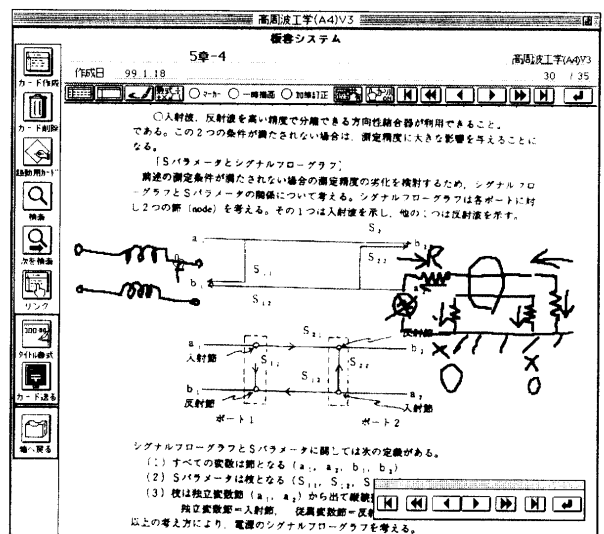


Fig. 7 An example of use of a shared temporary drawing function.

画面左側には、動画像が表示され、上から送信する教官の動画像、教室のリモコンカメラから得た教室の動画像（この絵では、一人の学生を拡大表示している）、一対一の会話をを行う学生の動画像が表示されている。画面中央の画面は板書システムで、教官は、この板書システムを利用して、学生に対して授業中を行う。そのほか、学生からの質問をうける質問ウィンドウ（左下）、教室の様子表示ウィンドウ（Fig. 5右下、Fig. 6）がある。Fig. 6 左側の学生の座席表には、教室の配置と学生の利用している計算機に学生の静止画を表示している。この静止画は、システム起動時に各計算機備え付けの CCD カメラから取得した画像であり、ファイルサーバ用計算機を介して、自動的に取得している。

教官が、板書システム上でマウスを動かすと、学生の計算機の板書システム上に表示される教官用の共有カーソルは、教官の指示している場所と同じ場所を示すように動き、教官の指示している箇所が学生に分かるようになっていく。さらに、本システムは、共有一時描画機能を備えている。これは、教官がマウスを押して指定の色で線を描画すると、学生の板書システム上にも同様に描画される機能である。Fig. 7 に描画例を示す。この描画は、教官の指示で消すことができる。また、線の太さや色の変更も可能であり、ある領域を指示したり、簡単な図を描画したりすることが可能である。

3.3.2 学生側

Fig. 8 に遠隔授業実施中に学生の様子を示す。学生は、計算機演習室に集まり、授業を受ける。

Fig. 9 に学生の計算機の画面例を示す。学生の画面には、学生の動画像（左上）と板書システムとノートシステムが表示されている。板書システムは、学生が、授業中に教官からの説明を受けるウィンドウであり、学生は

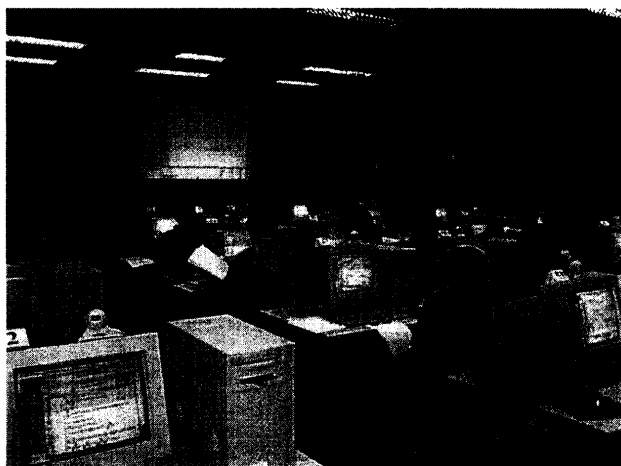


Fig. 8 A photograph of students during a distance learning class.

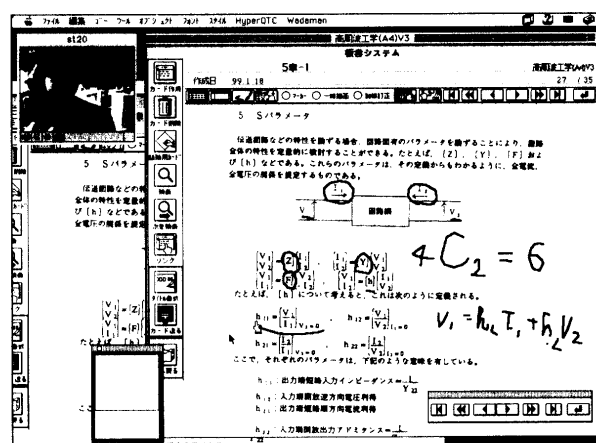


Fig. 9 Screen shot of a student's computer during a distance learning class.

利用に制限がある。ノートシステムは、板書システムと同一の内容が含まれているが、学生は自由に利用することができ、授業中に教官が板書システムで説明している最中に、前後のページを閲覧したり、メモを取ったりすることができる。

4. システムの適用

4.1 遠隔授業の準備

遠隔授業の準備のために、教官が行う必要がある授業資料の作成について評価を行った。遠隔授業用の資料は、遠隔授業用として新たに作成する必要がある。97年度実施した3つの授業では、基本的には既にある授業の資料をキーボード等で再入力し、資料作成には、1枚当たり約20分かかった。一回の授業で平均10枚の資料を必要としたため、1回の授業あたり、平均約200分の時間が必要であった[8]。このように、遠隔授業の資料作成には時間がかかり、連続して遠隔授業を実施する際の障害となる。今回は、既に作成済みの授業用資料がある場合の効率的な資料作成について検討した。新規に授業内容を作成する場合についての効率化については、今後検討する必要がある。

我々は、資料作成の効率化の方法として、既に作成済みの紙の資料を新たにキーボードやマウスを使って入力するのではなく、イメージスキャナを利用して読み込ませる方式を用いた。また、当初、紙の資料がA4サイズだったものをB6サイズ（遠隔授業の授業資料の大きさ）に分割して作成したところ、どの部分で分割するかの判断に時間を要することがわかった。さらに、実際分割したものを授業で用いたところ、A4サイズの資料が複数に分割されているために、説明する際に前後のページへ移動することが頻繁に生じ、授業しにくいことが指摘された。

Table 2 Preparation time of teaching materials.

授業資料の画面のサイズ	紙の資料(A4)の枚数	授業資料の作成枚数	紙の資料1枚当たりの平均作成時間
A4	35	35	1分53秒
B6	22	52	7分56秒

Table 3 The class day and the number of the participants of distance learning class.

実施日	98.12.01	98.12.08	98.12.15	98.12.22	99.01.12	99.01.19	99.01.26
参加人数	8	7	6	9	11	8	10

Table 4 The questionnaire items about a distance learning class.

(1) 授業の内容はわかりましたか。
(2) スクリーン上の教官の顔や表情で、授業内容はわかりましたか。
(3) スピーカからの教官の声で、授業内容はわかりましたか。
(4) モニタ上のカード画面で、授業内容はわかりましたか。
(5) 教官の指示操作(カード画面上のカーソル)で、授業内容はわかりましたか。
(7) 授業に満足しましたか。
(11) この授業はおもしろかったですか。
(29) 通常の授業の板書に比べて、遠隔授業の表示される内容の見やすさはどうでしたか。
(37) 教官のスピーカの音声は聞きやすかったですか。
(41) 共有一時描画機能は、授業の理解のために役に立ちましたか。
(42) 授業には熱心に参加できましたか。

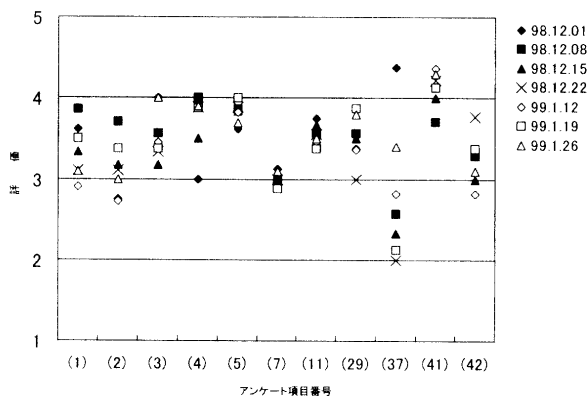


Fig.10 Questionnaire results about distance learning classes.

そこで、B6サイズであった板書システムの画面の大きさをA4サイズに変更した。その際、CRTの大きさの制限から、共有スクロール機能を用いてA4サイズを実現した。その結果、B6サイズへ分割するという問題は生じなくなり、授業のしにくさも一部解消した。さらに作成時間を短縮するために、授業資料作成支援パレットも開発した。

今回、授業資料の作成時間短縮のために、教官の紙の資料をイメージスキャナで読み込ませ、授業資料として利用した。Table 2に授業資料の作成時間を示す。両サイズともイメージスキャナを用いて作成を行った。A4サイズの資料の作成時間は、B6サイズに比べて約6分短く作成できている。また、B6サイズの授業資料の作

成枚数は、もともなった紙の資料枚数に比べて、約2.4倍になっている。これは、1枚の紙の資料を3枚のB6サイズの授業資料に分割することが生じたためである。また、授業資料がB6サイズの場合は、どこで分割するかを考える必要があるため、A4サイズに比べて、資料作成に時間がかかっていた。

4.2 授業への適用

本システムは、授業適用中、あるいは適用後に、新たな機能を追加したり、問題点の改善を行ったりしている。本論文で説明したシステムは、Table 3に示す実施日と参加人数で適用した。学生は情報工学科の3年生で、情報工学科2階の計算機演習室で講義を受けた。教官は、同一建物の5階教官室から授業を行った。また、授業終了後に、教官と学生に対して5段階評価式と記述形式のアンケートを毎回行った。

学生の評価として、遠隔授業に関するアンケート項目の一部をTable 4に、そのアンケート結果をFig. 10に示す。評価は1が低く、5が高いことを示す。全体的な評価は、おおむね3~4程度であることが分かる。Fig. 10の項目(37)のスピーカによる音声の評価はばらばらしているが、これは、音声の設定に問題があったためで、この問題は既に改善している。また、項目(41)の共有一時描画機能の評価は、全体的に特に高いことが分かる。また、教官からも、共有一時描画機能を使うと、共有カーソルだけよりもさらに授業を行いやすいというコメントがあった。

5. おわりに

遠隔授業支援システムSEGODONを開発し、実際の授業へ適用した。SEGODONは一人一台の計算機を利用する遠隔授業を支援する。ソフトウェアとしては、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等を備え、学生との一対一の質疑応答も可能である。

本論文では、遠隔授業の開始前の準備から、実際の授業の手順について述べた後、その適用結果について述べた。特に紙の資料から移行する場合の授業資料作成について、イメージスキャナの利用と授業資料のA4サイズ化を行い、授業資料作成の時間の短縮に効果を上げた。さらに、共有一時描画機能は、離れた場所にいる教官が学生に対して授業を行うのに有効に働き、今回の適用においては、教官と学生の双方に高く評価された。

今後、さらに適用を続け、効果的なシステム構築を行う。

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, 電子情報通信学会技術報告, OFS96-31, pp. 31-36 (1996).
- [2] 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とその検証, 情報処理学会論文誌, Vol.36, No.9, pp.2215-2227 (1995).
- [3] 田村 武志, 小島 篤博, 畠中 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, 電子情報通信学会技術報告, ET97-25, pp. 77-83 (1997).
- [4] 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, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.2, pp.199-210 (1998).
- [5] 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, 電子情報通信学会論文誌, Vol.J80-B-I, No.6, pp.348-354 (1997).
- [6] 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, 電子情報通信学会技術報告, ET96-42, pp.21-28 (1996).
- [7] 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, 電子情報通信学会技術報告, ET96-119, pp.41-48 (1997).
- [8] 吉野 孝, 井上 穰, 由井蘭隆也, 宗森 純, 伊藤 士郎, 長澤 庸二: インターネットを介したパーソナルコンピュータによる遠隔授業支援システムの開発と適用, 情報処理学会論文誌, Vol.39, No.10, pp.2788-2801 (1998).
- [9] 吉野 孝, 由井蘭隆也, 宗森 純, 伊藤 士郎, 長澤 庸二: 遠隔授業支援システム SEGODON の授業への連続的な適用と改良, 情報処理学会研究報告, 98-GW-30, pp.37-42 (1998).
- [10] 宗森 純, 和田 満, 長澤 庸二: 知的生産の技術力一歩支援システムの実現, オフィス・オートメーション, Vol.13, No.2, pp.162-167 (1992).
- [11] 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情報工学専攻修士学位論文 (1996).
- [12] 前田 香織, 相原 玲二, 大槻 説乎: 遠隔講義のためのマルチメディア教材提示システム, 情報処理学会論文誌, Vol.40, No.1, pp.161-167 (1999).
- [13] 吉野 孝, 宗森 純, 伊藤 士郎, 長澤 庸二: 教育用プラットフォーム DEMPO II の開発とプログラミング演習への適用, 情報処理学会論文誌, Vol.37, No.5, pp.891-901 (1996).