



電子黒板†

山之上 卓¹

藤木 健士²

1 はじめに

80 台を越えるような多数の X 端末を同時に使用する電子黒板を設計し、実現しました。本電子黒板は、教師側の端末画面（ビットマップ）や教師が入力する図形や文字を 80 台以上ある学生側端末のすべてにほぼ同時に表示させたり、教師側端末で行なわれるコマンド入力や文書編集の様子を学生側端末のすべてにリアルタイムで表示させたりするものです。この電子黒板によって、学生は手元の端末で教師が提示する絵や文字などを見ることができます。

ビットマップなどの大量のデータを大量の端末に短時間で送信するため、本システムの開発において並列プログラミングの手法を利用しています。この電子黒板は英語の講義を含む様々な授業で実際に使用されています。

2 教育用分散 WS システムと授業支援システム

九州工業大学情報科学センターの主システムは 400 台の X ウィンドウ端末、50 台のワークステーションなどから構成される分散ワークステーションシステムです。このなかで教育システムは、ファイルサーバ、ワークステーション、X ウィンドウ端末を階層的に接続した構成になっています (図 1)[3, 4]。

本センターには 90 台の X ウィンドウ端末を持つ教室が 2 教室、80 台の X ウィンドウ端末を持つ教室が 1 教室あります。各教室は 100 人近くの学生と 100 台近くの端末を収容する必要があるため、通常の教室に換算すると 150 人から 200 人収容の大きさがあります。従って、教室の遠くからは黒板や OHP を見ることは困難です (図 2)。本電子黒板は以上のような問題を解決するために開発したものです、教師側の端末画面（ビットマップ）や教師が入力する図形や文字を 80-90 台の学生側端末にほぼ同時に表示されます。

3 並列プログラミングと電子黒板

X ウィンドウ端末は Broadcast が使用できないため、クライアントから同時に複数の端末へデータを送ることはできません。ビットマップデータなどの大量の情報を大量の端末に送る場合、これを 1 台のワーク

¹情報科学センター, yamanoue@isct.kyutech.ac.jp

²情報科学センター, 平成 7 年 8 月に退職

†Design of tutorial tools on a lot of X window terminals
Takashi YAMANOUE, Takeshi FUJIKI

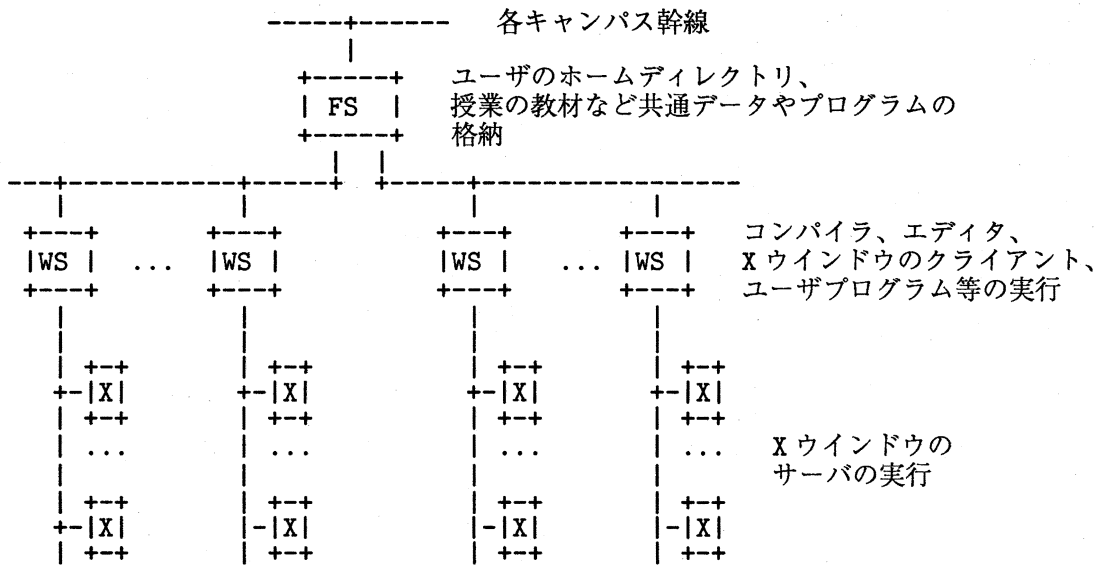


図 1: 九州工業大学情報科学センター教育用 ワークステーションネットワークシステム概念図

+----+ +----+ +----+
 |FS| |WS| |X| はファイルサーバ、ワークステーション、X ウィンドウ端末をそれぞれ表します。
 +----+, +----+, +----+

ステーションで行なうと、実用的な速度を維持することは不可能です。この問題を解決するため並列プログラムを採用しました。

分散ワークステーションシステムは疎結合の MIMD 型並列コンピュータとみなすことができます。通信量が比較的少ない場合は並列スーパーコンピュータとしても使用可能で、処理能力はミニスーパーコンピュータの性能を上回ります。

本電子黒板は、並列に動作する 1つの送信プログラムと複数の受信プログラムから構成されています(図 3)。送信プログラムは教師端末から入力されるコマンドやデータを受信プログラムに送信します。受信プログラムは送信プログラムから送られたコマンドに従って、学生側の端末にビットマップ、線、文字などを表示します。受信プログラムの方に注目すると、この部分は SPMD(Single Program Multiple Data) で、なおかつデータも同一のものが流れます。

4 教育支援システムの詳細

今回、教師画面に文字や図を上書きするものとリアルタイムのテキスト表示機能を持つものの 2種類の電子黒板を作成しました。この 2種類の電子黒板を同時に使うことも可能です。

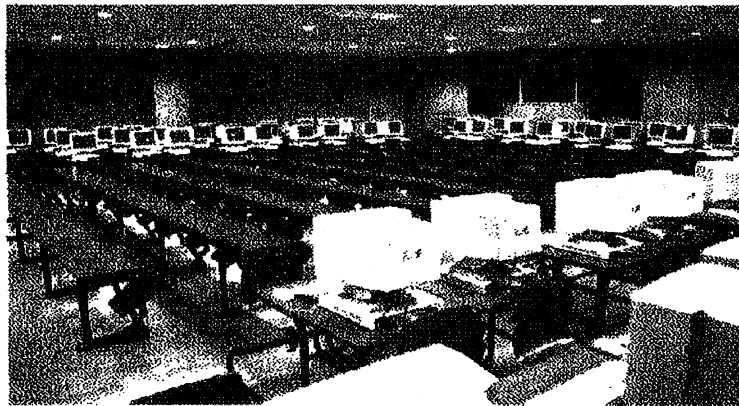


図 2: X ウィンドウ端末を 90 台収納している教室

4.1 教師画面に上書きする電子黒板

本電子黒板は、教師側端末の画面(ビットマップ)を送信して、その上に図や文字を上書きするものです。文書、プログラム、図の説明などに便利です。図 4 にこの電子黒板を使用中の教師側端末の状態を示します。本電子黒板は以下のように使用します。

1. 準備

表示させたい文章やグラフィックスのウィンドウと、コマンド入力用の別のウィンドウを開いておきます。

2. 起動

% Eboard_c を実行します(戸畑ホセン C 教室の場合)。しばらく待つと、ウィンドウ枠が表示されるので、その枠を学生側端末に表示させたいウィンドウにかぶせて、マウスの左ボタンをクリックします。

クリックしてから 10 秒程度待つと、学生側端末にかぶせた部分が表示されます。

3. 指示(学生側端末のマウスカースルの移動)

指示したい位置でマウスの左ボタンを押すと、学生側端末のマウスカースルが、その位置に移動します。

4. 線引き

引こうとする直線の端にマウスカースルを移動して左ボタンを押し、もう 1 端にマウスカースルを移動して真中のボタンを押すと線が引かれます。

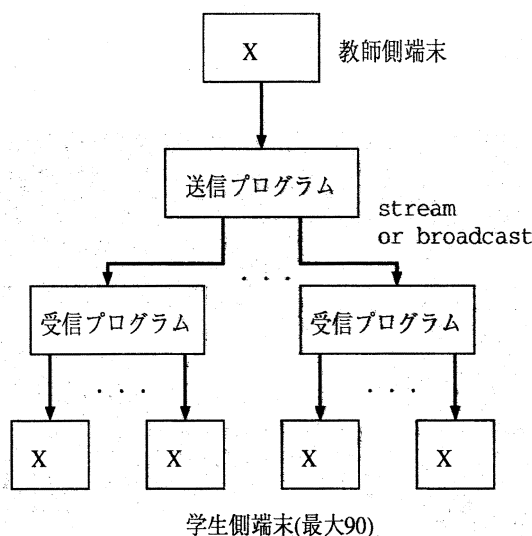


図 3: 電子黒板の概略

5. 文字

マウскарソルの左ボタンを押してキーボードを叩くとその文字が表示されます。続けてキーボードを叩くことによって文章も表示できます。[Return] キーを叩くと、次の行から、次の文字が表示されます。[Del] キー ([BS] キー) で直前の文字を修正することもできます。

文字が表示されないときは一回マウскарソルをウインドウの外に出入します。ただし、現在表示できる文字はアルファベットと数字のみです。

6. 表示画面の変更

- (a) 表示画面をかぶせているウインドウの左上の○印をマウスでクリックしてアイコンにします。
- (b) 上の状態で表示させたい画面を変更します。
- (c) もとのウインドウを表すアイコンをクリックして、再度、表示させたい画面にウインドウをかぶせます。10 秒程度待つと学生側端末の表示画面が変更されます。

7. 終了

[ESC] キーを叩きます。終了しない場合は一回マウскарソルをウインドウの外に出入れして、もう一度 [ESC] キーを叩きます。

8. 異常状態の対処

表示ウインドウが突然消えたりコマンド入力ウインドウに Segmentation Fault が表示されたりした場合は、

- (a) コマンド入力ウインドウで [ctrl]+[C] を入力
- (b) % Ekill_c を入力

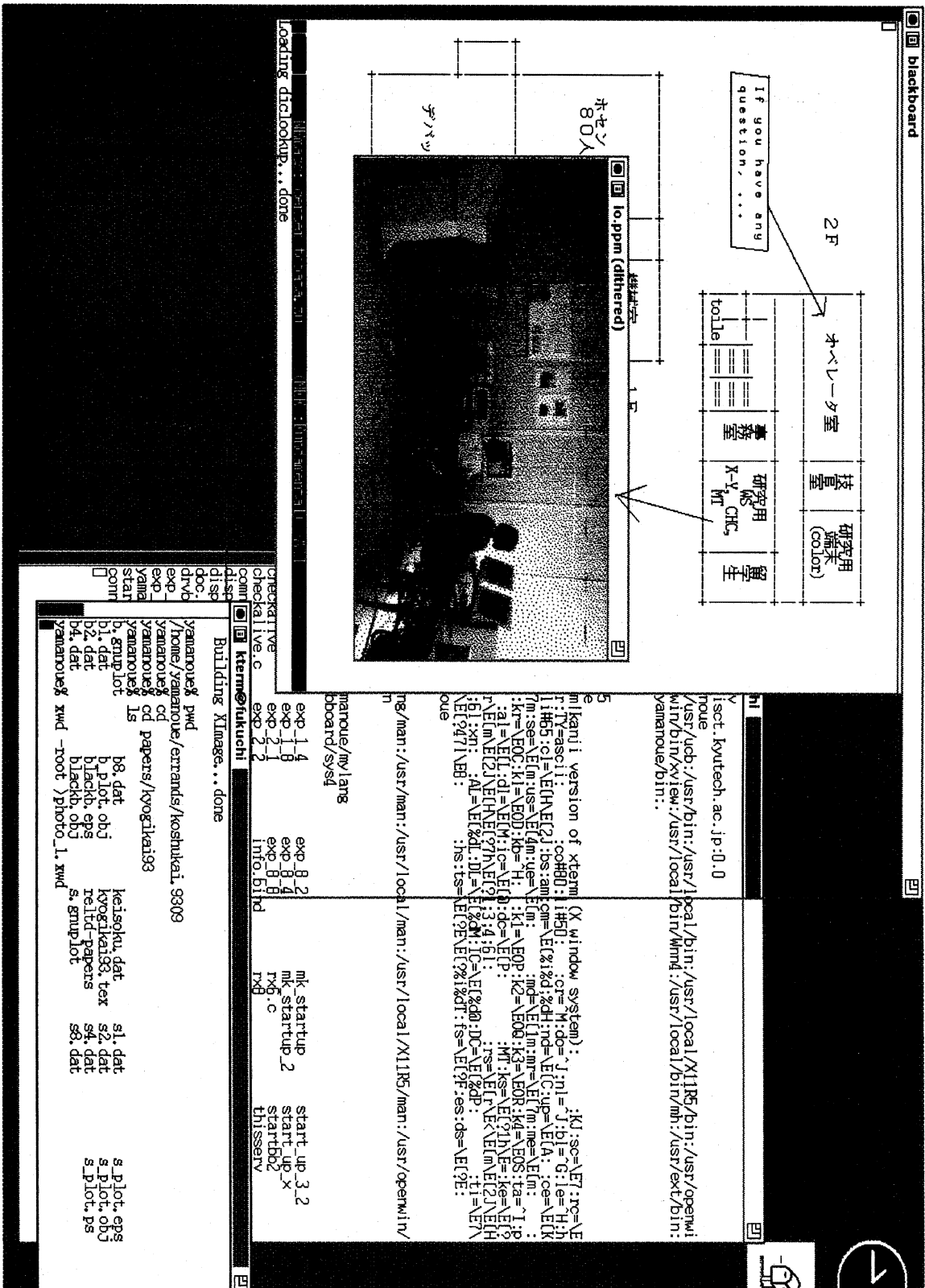


図 4: 教師画面に上書きする電子黒板

(c) 再度 Eboard_c を実行

を行ないます。

なおこの電子黒板は、教室によって、以下のコマンドを使用します。

部屋	起動コマンド	異常時対処コマンド
戸畑・ホセンC	Eboard_c	Ekill_c
戸畑・ホセンB	Eboard_b	Ekill_b
飯塚・端末講義室	Eboard_t	Ekill_t
飯塚・AV講義室	Eboard_av	Ekill_av
飯塚・セミナー室	Eboard_s	Ekill_s

5 電子黒板・リアルタイムテキスト表示ツール

5.1 ツールの概要

このツールは教育を行なう際に黒板を利用する代わりに、教官が学生に提示したい内容を学生の端末に表示させるためのものです（図5）。教師の端末のウィンドウ上に表示されているのと同じ内容が学生のX



図 5: 電子黒板・リアルタイムテキスト表示ツール

端末に表示されます。このシステムを起動すると shell が起動され、ここで実行したコマンドやその結果がほぼ同時に学生の端末に表示されます。これを用いるとコマンドの使い方や結果の意味を実際に実行しながら教えることができるので、計算機の使い方を教えるのに非常に便利です。また RAW モードでデータを送っているので画面制御のシーケンスを用いたアプリケーションを利用した場合でも、学生の端末に表示が可能です。

5.2 システムの仕組み

ここでは電子黒板システムの仕組みについて説明します。このシステムは80台程度のX端末に同時に同じ情報を表示させることを可能にするため、分散処理を行なっています。情報提供者から複数のワークステーションに情報を送り、そこからさらに複数のX serverに表示要求を行なうことにより、ほぼ同時に情報を送れるようにしています。それで情報は図6にあるような木構造上に流れます。

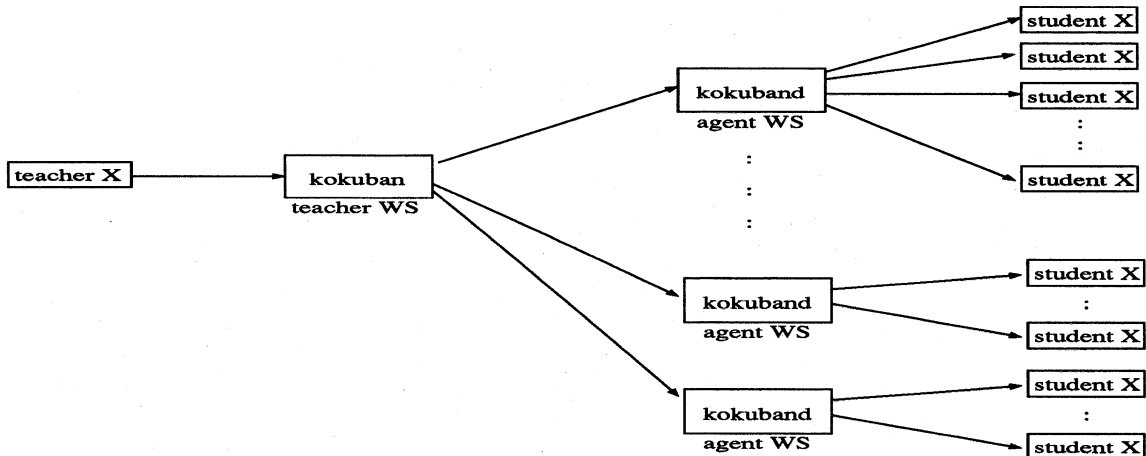


図 6: 電子黒板の仕組み

次にシステムがどのように起動されるかについて、以下に述べます。情報発信者が kokuban を起動すると、このプロセスはコンフィギュレーションファイル (kokuban.conf) に書かれている内容に基づいて、エージェントホストに接続します。これにより inetd 経由でエージェントのプログラム kokuban が起動されます。これは kokuban から表示すべき X server やフォントやジオメトリの情報を受けとり、指定された X server に情報提供者から送られてきた内容を表示します。このような仕組みにより、ユーザはただ kokuban を起動するだけで学生の端末に提示したい内容を表示することができるようになります。

5.3 黒板の利用方法

kokuban を実行するとシェルが起動され、そこで入出力される内容が学生の側に表示されます。なにか文書を見せたい場合には more で見せたりエディタでそれを表示すると、学生はそれを読むことができます。emacs 上で動作するツールなどの使い方を教えたい場合には、emacs -nw のように no window のオプションをつけて起動してから、そこでメールやニュースなどのツールの使っているのを実演することができます。exit でシェルを終了すると、このシステムは終了します。

学生の X 端末上で表示しているウィンドウは kterm で、その上でデータを受けとりそれを表示させるプログラムを動かしています。それで学生の側で control-key + マウスのボタンで kterm のオプションを指定できます。これにより文字のサイズを変更したりできます。また X のカットアンドペーストを用いることも可能です。

画面制御のシーケンスを利用する場合には教師側の kterm と学生側の kterm のサイズが同じでないと表示がおかしくなる場合があります。デフォルトでは学生の側に 80 カラム 24 行の kterm が開くことになっているので、先生の側でもこれと同じサイズの kterm 上で kokuban を実行したほうが安全です。

それから、X の接続制限を行なっているサーバでは学生の側の表示用の kterm を開けない場合があります。その場合には学生にログインしてもらって xhost + を学生に実行してもらうなどして接続制限を解除する必要があります。このツールを良く使う場合には可能であれば、サーバを起動する際に接続制限をしないように設定したほうが便利です。

また geometry や font の指定を行なう場合には kokubanx が便利です

```
$ kokubanx -geometry 80x50+0+0
```

```
$ kokubanx -fn a24 -fk k24
```

のようにこれを起動すると学生の側の画面と同じサイズのウィンドウが開きます。ただし

```
$ kokubanx -g 80x50+0+0
```

のように -geometry のかわりに -g としないように気をつける必要があります。-g オプションはグループを指定するのに使います。-g オプションと -geometry オプションを両方使う場合には

```
$ kokubanx -g oproom -geometry 80x50+0+0
```

のように -g -geometry の順で指定して起動して下さい。情報科学センターで利用できるグループを以下に挙げます。

部屋	グループ名	部屋	グループ名
戸畑・ホセン C	roomb	飯塚・端末講義室	tlroom
戸畑・ホセン B	roomc	飯塚・AV 講義室	avroom
		飯塚・セミナー室	tsroom

6 終わりに

分散ワークステーションシステム上で並列プログラミングを行なうことにより、実用的な速度を持った電子黒板を開発しました。電子黒板により、学生は教師側の提示する文章や図が手元できれいに見えるようになり、教師は板書、プリントの作成とコピー、OHP 作成などの手間がはぶけるようになりました。また、リアルタイムで線を引いたり、書き込みを加えたりすることができるので、授業の形態を従来の黒板を使ったものからそれほど変える必要はありません。今後の課題として、動画や音声を扱えるようにシステムを拡張すると、より教育効果が高くなると思われます。また、学生の端末が遠隔地に分散して存在しているような場合は、学生の反応も得られるよう、双方向の通信が行なえるようにシステムを拡張する必要があります。

ビットマップを送信して上書きする電子黒板のソースプログラムは、

ftp://ftp.isct.kyutech.ac.jp

で入手可能です。リアルタイムで教師側の動作を学生に見せる電子黒板のソースプログラムは、

ftp://ftp.kyutech.ac.jp

で入手可能です。これらに手を加えてより良いものを作って公開していただけると幸いです。

参考文献

- [1] 山之上 卓 「九州工業大学の教育用ワークステーションネットワーク」, 文部省・東京大学主催、平成3年度情報処理教育研究集会講演論文集 pp.33-34(1991).
- [2] 九州工業大学・情報科学センター 「広報特別号」, 九州工業大学情報科学センター (1991).
- [3] 大西淑雅、中山仁、山之上卓、藤木健士、末永正 「大学における大規模分散システムの構築 (1)- 利用面を重視して -」, 九州大学大型計算機センター, 計算機科学研究報告第9号 pp.15-24(1992).
- [4] 中山仁、中村順一、末永正 「大学における大規模分散システムの構築 (2)- 運用面を重視して -」 九州大学大型計算機センター, 計算機科学研究報告第9号 pp.25-34(1992).
- [5] 山之上 卓、清水真 「教育用ワークステーションネットワークとそれを用いた授業の実際」, 平成4年度 第16回 情報処理教育に関する研究会講演論文集 - マルチメディアと分散環境特集 -, pp.7-164(1992).
- [6] T. Yamanoue, H. Hayata, H. Anzai, *A Figure language for distributed system descriptions and its pre-compiler which can parse figures* Proceedings ICSC'92: Second International Computer Science Conference, pp.425-431(1992).
- [7] T. Yamanoue, H. Hayata, H. Anzai, *A figure programming language for parallel supercomputers* Transputers and Parallel Applications, IOS Press, pp.209-214(1993).