

大規模分散 WS システム上で動作する電子黒板と授業への応用

山之上卓 藤木健士

九州工業大学情報科学センター

清水真

安在弘幸

九州工業大学工学部

九州共立大学工学部

大規模分散 WS システム上で動作する電子黒板を開発した。この電子黒板は、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ある。ビットマップなどの大量のデータを大量の端末に同時に送信するため、並列プログラミングの手法を利用した。並列プログラムの概要やデータの流れを把握しやすくするため、本電子黒板の設計は図による並列システム記述言語で記述することによって行なった。この電子黒板は英語などの授業で実際に使用されている。

AN ELECTRONIC CHALKBOARD RUNNING ON A HUGE DISTRIBUTED WS SYSTEM AND ITS APPLICATIONS TO CLASSES

Takashi Yamanoue, Takeshi Fujiki

Information Science Center

Kyushu Institute of Technology

Makoto Shimizu,

Hiroyuki Anzai

Faculty of Engineering

Faculty of Engineering

Kyushu Institute of Tehcnology

Kyushu Kyoritu University

This paper presents an electronic chalkboard, used in a large classroom, which runs on a huge distributed workstation system for education. This electronic chalkboard sends bitmap data, figures and letters from the teacher's screen to more than 80 student screens. In order to transmit a large amount of data such as bitmaps to a large number of terminals in a short time, the program exploits several parallel programming techniques. In the designing phase, this program is written in a visual object-based programming language. The authors have used this electronic chalkboard in several classes, including English lessons.

1 はじめに

大規模分散 WS システム上で動作する電子黒板を開発した。

従来の電子黒板の多く (broadnoter[1], xtv[2], MERMAID[3], xshow[4] など) は、グループウェアとして開発されており、同時に利用できる人数は 10 人程度までのものがほとんどであった。これに対して、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ある。

ビットマップなどの大量のデータを大量の端末に同時に送信するため、並列プログラミングの手法を利用した。並列プログラムの概要やデータの流れを把握しやすくするため、本電子黒板の設計は図による並列システム記述言語で記述することによって行なった。

この電子黒板は、グループウェアとしての双方向性は持たないが、実際に 1 教室内で授業を行なう場合、双方向性が必要になる場合はほとんどない。この電子黒板は英語などの授業で実際に使用されている。

2 教育用分散 WS システムと電子黒板

九州工業大学情報科学センターでは、1992 年度主システムを約 400 台の X ウィンドウ端末、約 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に更新した。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る (図 1)[5, 6]。

本センターは 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 教室ある。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る。従って、教室の遠くからは黒板や OHP が見えにくい。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あり、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せる。

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ヘータを送ることはできない。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ある。この問題を解決するため並列プログラムを採用した。

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る。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あり、処理能力はミニスーパーコンピュータの性能を上回る。

本電子黒板は、1 つの送信プログラムと並列に動作する複数の受信プログラムから構成される (図 2)。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する。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、文字などを表示する。受信プログラムのみに注目すると、この部分は SPMD (Single Program with Multiple Data stream) であり、なおかつデータも同一のものが流れる。

本電子黒板は、初期の設計で図による並列システム記述言語 [8, 9] によって記述した。この言語はオブジェクトベースプログラミング言語の 1 つであり、オブジェクトを四角で表し、オブジェクト間のメッセージパッシングを矢印で

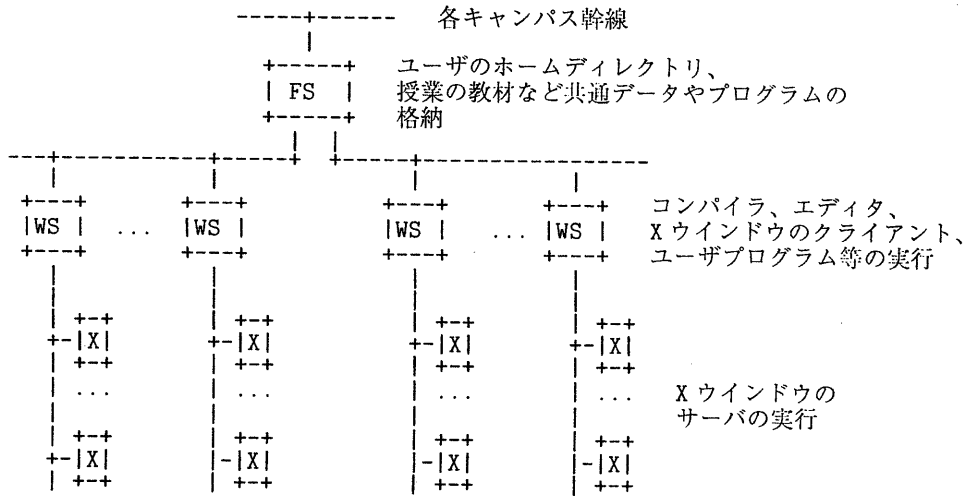


図 1: 九州工業大学情報科学センター教育用 ワークステーションネットワークシステム概念図

+++++ +----+ +++
 |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す。
 +----+, +----+, +++

表すものである。

4 性能評価

送信プログラムと受信プログラム間の通信に Stream を使用するものと Broadcast を使用するものの 2 種類を作成した。図 3 に、ビットマップデータ (850 x 750 pixel) を送り始めてから、端末に表示されるまでの時間のグラフを示す。縦軸は表示されるまでの時間、横軸は使用する端末の台数を示す。ここで各グラフの Receiver x i の i は受信プログラムを i 個動かした場合を示す。Broadcast の場合、速度は速いが画面の一部が抜け落ちる場合がある。Stream の場合、5 割程度速度は遅いが画面が抜け落ちる場合はない。

5 英語の授業への応用

日本の大学で英語の授業を行なう場合いくつか問題点があるが、そのなかでも特に 1 クラスの受講人数が多い問題は深刻である。1 クラスの平均学生数は 40 人から 50 人であり、このクラスを管理することは非常に難しい。この問題の解決策の 1 つとして、コンピュータネットワークの授業への活用が考えられる。筆者の 1 人は本電子黒板を含むいくつかのソフトウェアを使用して授業を行なっている。

ここでは、1. 単純に電子黒板などで学生の画面に文章や図を表示させて行なう授業と、2. 学生同士が電子黒板で示されたトピックスを見ながら talk を使って「会話」する授業の 2 通りを紹介する。

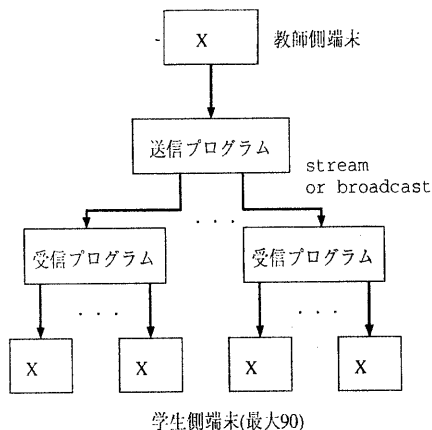


図 2: 電子黒板の概略

5.1 学生の画面に文章や図を表示させて行なう授業

学生は前もって、英文の翻訳を行なって、それを電子メールで教師に送っておく。学生の翻訳の受けとりには筆者の1人が開発したレポート自動受けとりシステム [7] を利用する。授業の前に、教師は受けとった翻訳を訂正し、コメントを加えておく。授業の間、学生の翻訳と、訂正を加えた翻訳を電子黒板などでスクリーンに表示しておき、これを見ながら授業が行なわれる。

電子メールによって、学生は好きな時間に好きな場所から文章を送ることができるし、教師は自宅からでも、これを受けとることができる。教師はプリントなどを作成したり配布する必要もなくなる。通常の黒板と異なり、学生は近くで文章や図を見ることができる。電子黒板は tree diagrams を示すとき特に有用である。コンピュータ上で簡単に文章を変更したり保存したりできるので、学生はノートを取る時間を削減することができる。教師の説明に集中することができる。

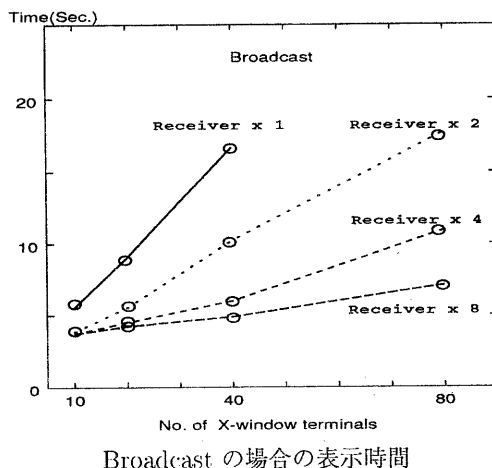
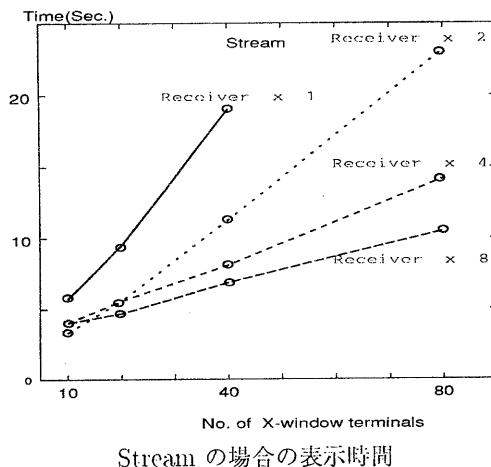


図 3: ビットマップデータ (850 x 750 pixel) を送り始めてから、端末に表示されるまでの時間

5.2 電子黒板で示されたトピックスを見ながら talk を使って「会話」する授業

学生から「会話」を引き出すため、電子黒板を利用している。教師は面白いと思われるトピックスを電子黒板に表示しておく。このトピックスを見ながら、学生同士が「talk」を使って会話を行なう。図4は、学生側端末に表示された電子黒板ウィンドウと talk ウィンドウを示す。ここで学生はどの都市に行きたいか、なぜ行きたいかを議論している。

6 終りに

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することができた。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った。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変える必要はない。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る。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る。

参考文献

- [1] M.Stefik, G.Foster, D.G.Bobrow, K.Kahn, S.Lanning and L. Suchman, *Beyond the chalkboard : Computer support for collaboration and problem solving in meetings*, CACM 30, 1(Jan. 1987).
- [2] H.M.Abdel-Wahab and M.A.Feit, *XTV: a framework for sharing X Window clients in remote synchronous collaboration*, Proceedings of TRICOMM '91. IEEE Conference on Communications Software: Communications for Distributed Applications and Systems, pp.159-67(1991).
- [3] K.Watanabe and S.Sakata et al. *Distributed Desktop Conferencing System with Multi-user Multi-media Interface*, IEEE Journal on Selected Areas Communications, Vol.9, No.4,pp.531-539(1991).
- [4] 下條真司、宮原秀夫、松元範久 「分散処理環境における教育支援通信システムの設計・開発」, 電子情報通信学会論文誌 D-1, Vol.J73-D-I, No.8, pp.693-701(1990).
- [5] 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).
- [6] 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).
- [7] 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).
- [8] 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).

