

対話型電子白板システムを用いた 種々のアプリケーションのプロトタイピング

小國健 中川正樹

(東京農工大学 工学研究科 電子情報工学専攻)

表示一体型の対話型電子白板システムを構築し、大画面に適したユーザインタフェースをいくつか考案した。インタフェースの設計にあたっては、説明者の立ち位置への依存性を低くすること、手の動きを小さくすること、画面をなでる操作を活用すること、を重視した。

また、対話型電子白板システム上で稼動するアプリケーションのプロトタイプをいくつか作成した。現在、手書きのプログラムを認識して即座に実行するアプリケーションや、計算式を即座に計算するアプリケーションなどのプロトタイプが稼動している。

Prototyping of various applications for an interactive electronic white board

OGUNI, Tsuyoshi NAKAGAWA, Masaki

Department of Computer Science,
Tokyo University of Agriculture and Technology

This paper describes a new style of human interfaces and several applications on an interactive electronic white board. If the usual GUI is just expanded to the white board size, a teacher have often to move to the command menus and move hands from side to side as well as the teacher's body hides the board. In order to avoid these, operatability at an arbitrary standing position of a teacher, diminution of required movement of hands, thus no hiding of the board by the body and easy operations by electronic chalks have been sought. Moreover, prototyping of various applications has been made. Recognition and execution of handwritten programs and calculation of handwritten arithmetic formulas are running on the system.

1 はじめに

本稿では、対話型電子白板システムに適したユーザインタフェースについて考察するとともに、電子白板システム用の種々のアプリケーションのプロトタイプを提示する。

有名な対話型電子白板システムに、Xerox 社の Liveboard がある。Liveboard に関する論文[1, 2]には、ペンには見ている人の注目を集める効果があること、白板に書いた情報を保存したり読み出ししたりできることなどが述べられている。こうした特徴は、我々の電子白板システムにもそのままではまる。

しかし、Liveboard と我々の電子白板システムとは、インタフェースも用途も違う。

Liveboard は、基本的にデスクトップ用のインタフェースを流用しており、文字認識も利用していない。一方我々は、デスクトップマシン向けのインタフェースを電子白板向きに改良するとともに、研究室が独自に開発した文字認識エンジン[3]を適宜利用する。

また、Liveboard はミーティングやプレゼンテーションなど企業での利用をおもに考えているが、我々の電子白板システムは学校教育での利用を前提にしている。

我々の電子白板システム上では、現在、手書きのプログラムを即座に認識して実行するアプリケーションや、計算式を即座に計算するアプリケーションなどのプロトタイプが稼動している。

2 ハードウェア構成

対話型電子白板システムの構成図を図1に示す。

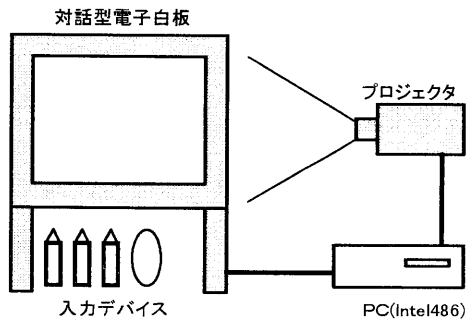


図1 電子白板システムのハードウェア構成

対話型電子白板の写真を写真1に示す。

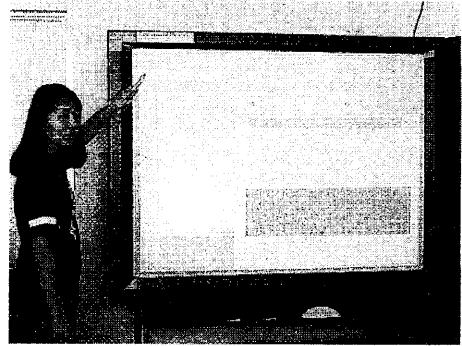


写真1 対話型電子白板

PC で作り出された画像は、プロジェクタを通して、電磁授受作用方式のタブレットである電子白板面に映し出される。

電子白板面の大きさは $1,331 \times 998$ cm であり、約 $3,300 \times 2,500$ ドットの座標読み取り分解能をもつ。ただし、表示解像度は 640×480 ドットである。これはプロジェクタの制限による。色数は最大 $16,777,216$ 色である。

入力デバイスには、3 種類のペンと 1 種類のイレーサがある。これらのデバイスはコードレスであり、電池も不要である。

ペンは、位置とタップの状態を検出できるが、第2ボタンなどは備えておらず、その機能は1ボタンマウスに相当する。イレーサは、両端点の位置とタップの状態を検出できる。ただし、複数の入力デバイスを同時に利用することはできない。

入力デバイスの情報は、RS-232C ケーブルを通して PC に送られる。それぞれの入力デバイスがどのような役割を受け持つかは、ソフトウェアが決定する。

3 ユーザインタフェースに関する工夫と研究

3.1 大画面向きインタフェースの必要性

対話型電子白板システムにデスクトップ向けインタフェースを持ち込むと、使い勝手の問題が生じる。

たとえば、手を大きく動かす必要が生じたり、そのために画面を体で隠してしまったり、逆に手を微妙に動かさなくてはならなかったり、ペンとキーボードと併用しなくてはならなかったりする。

したがって、電子白板システムには電子白板システムに適したインタフェースが必要である。

3.2 ジェスチャーに対する疑問

対話型電子白板システムに適したインタフェースとして、画面上に描いた形状をコマンドとして解釈する機能、すなわちジェスチャーの採用が考えられる。

実際、Liveboard はジェスチャーを採用している。しかし我々は、いまのところ、ジェスチャーの採用には積極的でない。

ジェスチャーの形状は自明ではなく、学習する必要がある。形状が自明ではないことは、これまでに考案されたジェスチャーの形状がさまざまであることから明らかである。我々自身も、ジェスチャーが覚えにくく忘れやすいことを経験している。

また、多くのジェスチャーは形状が単純であり、誤認識されやすい。そのため、ジェスチャーを書くたびに、正しく認識されるのだろうかと不安に駆られることになる。誤認識されると誤ったコマンドが実行され、授業や会議の進行を中断する。

さらに、衆人環視の中での操作ミスは、使用者に動揺を誘い、バツの悪い思いをさせることになる。

3.3 デスクトップ向けインタフェースの改良

そこで我々は、デスクトップで広く使われているスクロールバーやツールバーなどを電子白板向けに改良することにした。

改良にあたっては、次の3点を考慮した。

(1) 場所依存性を低くする

電子白板で従来のデスクトップ向けインタフェースを利用すると、画面上の機能ボタンを押すためにそのボタンのある場所にまで歩かなければならない事態が多発する。こうした事態を少なくするため、できる限り使用者の立ち位置に依存しないようにする。

(2) 手の動きを小さくする

電子白板で従来のデスクトップ向けインタフェースを利用すると、手の動きが必要以上に大きくなってしまいます。そこで、小さな手の動きで大きな手の動きと同様の効果が得られるように工夫する。

(3) 画面をなでる操作を活用する

電子白板では、ペンを持ったまま一点を押し続ける操作が難しい。手がぶれやすく、腕も疲

れやすい。そこで、一点を押し続ける代わりに、画面をさっとなでる操作の利用を考える。

3.3.1 スクロール方式

一般的なスクロール方式を図2に示す。

矢印、つまみ、軸を使って、画面のスクロールを行う。

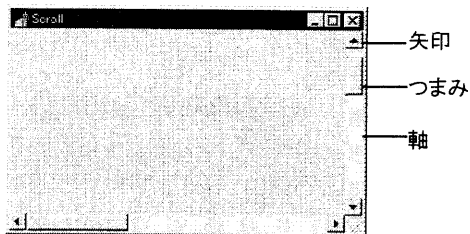


図2 一般的なスクロール方式

我々は、図3のようなスクロール方式を提案する。

ウィンドウの周囲にスクロール用領域を設ける。この設計により、場所依存性を低くできる。

スクロール用領域の任意の一点をペンで押し、そのままペンを上下左右に動かすと、ペンの動きに合わせて画面がスクロールする。この設計により、特定のボタンを押し続ける必要がなく、画面をなでるだけで自由にスクロールができる。

ペンを (x, y) 動かした場合、画面は (kx, ky) スクロールする。 k は係数であり、ペンの速度に応じて h 倍変化する。この設計により、手の動きを小さくできる。

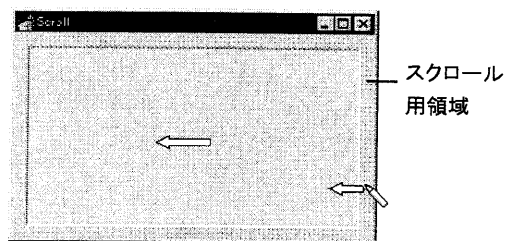


図3 提案するスクロール方式

3.3.2 ウィンドウの移動

一般的なウィンドウの移動方式を図4に示す。

タイトルバーでペンを押し、そのままペンを動かすと、ペンの動きに合わせてウィンドウが移動する。

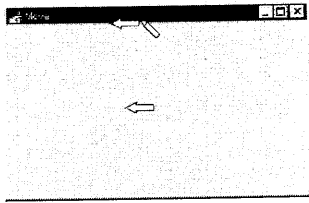


図 4 一般的なウィンドウの移動方式

我々は、図 5 のようなウィンドウの移動方式を提案する。

タイトルバーの上でペンを押し、そのままペンを (x, y) 動かすと、ウィンドウは (kx, ky) 移動する。この設計により、前項と同様に手の動きを小さくできる。

また、ウィンドウの移動中は、ペンが物理的に差している点と、ペンが論理的に差している点とを線で結び、操作対象を明確にする。

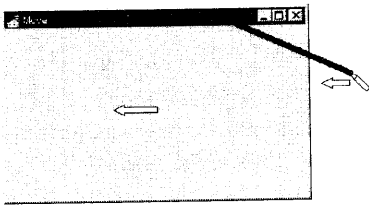


図 5 提案するウィンドウの移動方式

3. 3. 3 ツールバー

一般的なツールバーを図 6 に示す。

ツールバー上の機能ボタンは、左端から順々に並べられる。

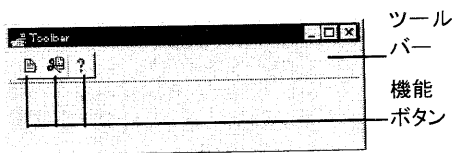


図 6 一般的なツールバー

我々は、図 7, 8 のようなツールバーを提案する。

ウィンドウの大きさに合わせてツールバー上の機能ボタンが伸縮する。この設計により、場所依存性を低くできる。

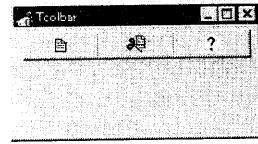


図 7 提案するツールバー(状態 1)

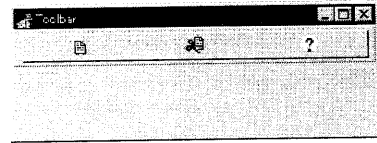


図 8 提案するツールバー(状態 2)

3. 3. 4 カウンタ

一般的なカウンタを図 9 に示す。

上向きのボタンを押すとカウント値が増加し、下向きのボタンを押し続くとカウント値が減少する。



図 9 一般的なカウンタ

我々は、図 10, 11 のようなカウンタを提案する。

上向きのボタンと下向きのボタンを、カウント用領域としてひとつにまとめる。この設計により、わずかではあるが、場所依存性を低くできる。

カウント用領域の任意の一点をペンで押し、そのままペンを上下に動かすと、ペンの動きに合わせてカウント値が増減する。この設計により、特定のボタンを押し続ける必要がなく、画面をなでるだけで自由にカウント値を増減させることができる。

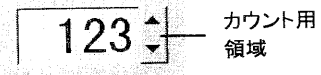


図 10 提案するカウンタ

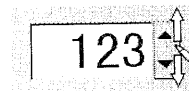


図 11 カウント値の増減方法

3.3.5 タブ

一般的なタブを図 12 に示す。
タブを押すことによって、ページが切り替わる。

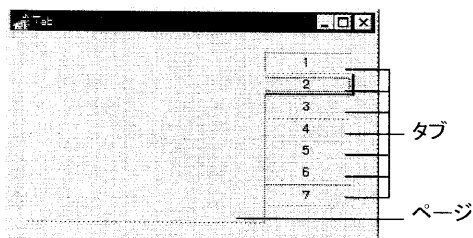


図 12 一般的なタブ

我々は、図 13, 14, 15 のようなタブを提案する。
ページの右側にタブがある場合、ページの左端をペンで押すと、タブが左側に移る。その逆も可能である。この設計により、場所依存性を低くできる。

また、任意のタブ項目をペンで押し、そのままペンを上下に動かすと、ペンの動きに合わせてタブが切り替わる。タブ項目をひとつずつ押していく必要がなく、画面をなでるだけでタブが選択できる。

ペンを縦方向に距離 x 動かすと、縦方向に距離 kx 離れたタブ項目が選択される。この設計により、手の動きを小さくできる。

タブ項目の選択中は、ペンが物理的に差している点と、ペンが論理的に差している点とを線で結び、操作対象を明確にする。

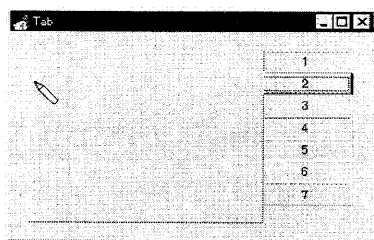


図 13 提案するタブ(状態 1)

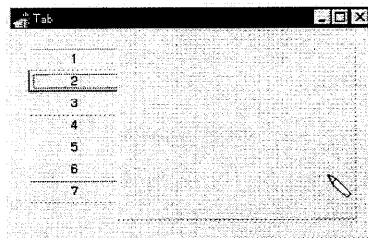


図 14 提案するタブ(状態 2)

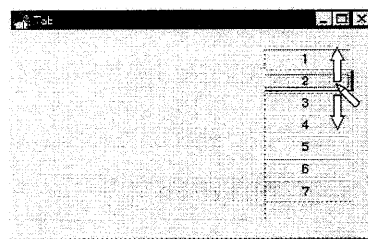


図 15 タブを選択しているところ

3.3.6 ページめくり方式

一般的なページめくり方式を図 16 に示す。

ページ隅のページめくり用領域をクリックすると、ページがめくられる。

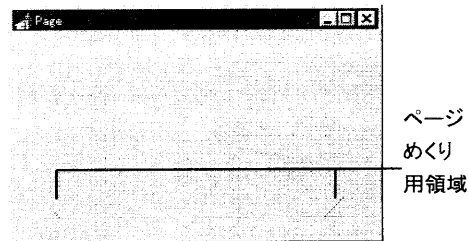


図 16 一般的なページめくり方式

我々は、図 17, 18 のようなページめくり方式を提案する。

ページ全体をページめくり用領域とする。この設計により、場所依存性を低くできる。

また、ページの任意の一点をペンで押し、そのままペンを左(右)に動かすと、ペンの動きに合わせて右(左)ページがめくられる。特定の領域を押す必要がなく、画面をなでるだけで自由にページが切り替えられる。左ページでペンを押すか右ページでペンを押すかに関係なく、ペンを動かした方向によってページがめくられる方向が決まる。

ペンを横方向に距離 x 動かすと、ページは距離 kx めくられる。この設計により、手の動きを小さくできる。

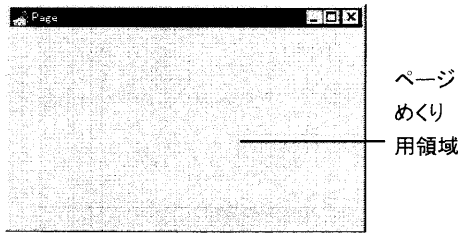


図 17 提案するページめくり方式

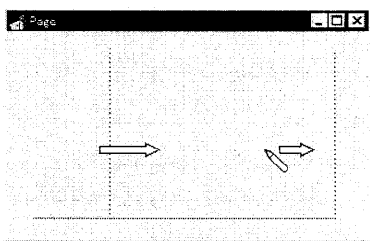


図 18 ページをめくっているところ

3. 4 文字認識の利用について

文字認識は、プログラムの認識や計算式の認識など、どうしても必要な箇所だけで使用する。可読性を高めるだけのためには使用しない。

板書は絵と文字が複雑に混在するため、文字だけを自動的に抽出することは容易ではない。絵を描いているのか文字を書いているのかを使用者が教えるというインターフェースも考えられるが、板書への集中を妨げてしまう。また、誤認識は避けられない問題であり、誤認識が発生すると授業や会議の進行を中断する。

したがって、板書した文字の認識には、必要なときになって認識を行う Lazy recognition[4]を採用する。

4 アプリケーション

4. 1 ダイナエディタ

ダイナエディタは、我々の対話型電子白板システムの基本となるアプリケーションである(図 19)。ペンで絵を描いたり、イレーサで絵を消したりできる。縦方向のスクロールも可能である。

ツールバー上の機能ボタンを押すことで、4.2

以降に紹介するアプリケーションを呼び出すことができる。



図 19 ダイナエディタ

4. 2 ダイナプログラマー

ダイナプログラマーは手書きのプログラムを認識し、実行するアプリケーションである(図 20)。

プログラムを板書し、機能ボタンを押すと、手書き文字認識エンジンおよび C 言語プログラム認識エンジンが実行され、手書き文字がキャラクタに変換される。続いて市販のコンパイラによってコンパイルが行われ、プログラムが実行される。

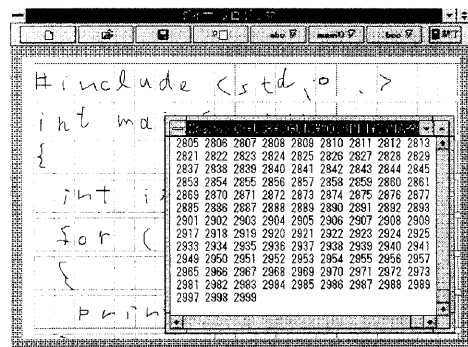


図 20 ダイナプログラマー

4. 3 ダイナ平祐

ダイナ平祐は、手書きの計算式を認識し答を表示するアプリケーションである(図 21)。

「0123456789+-×÷=().」の 18 種類の文字に対応している。

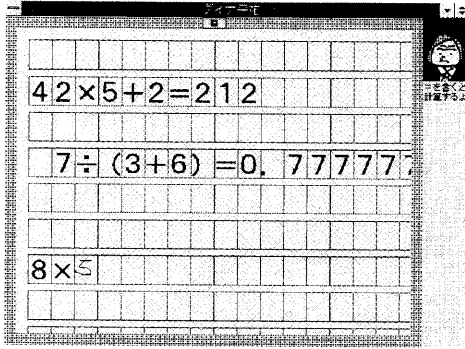


図 21 ダイナ平祐

4.4 ダイナまめぼん

ダイナまめぼんは、既存のテキストファイルを読み込み、表示するアプリケーションである(図 22)。本を模したデザインと、縦書き表示を特徴とする。

テキストファイルの中に独自の記号を埋め込むことで、絵を表示したり音声を再生したりすることができる。

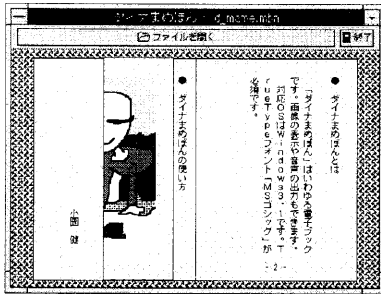


図 22 ダイナまめぼん

4.5 ダイナルーレット

ダイナルーレットは、その名の通りルーレットの機能をもつアプリケーションである(図 23)。教師が生徒を指名するときなどに利用する。

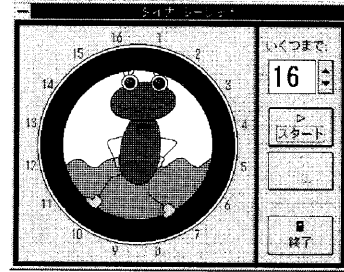


図 23 ダイナルーレット

5 課題

5.1 ハードウェアの問題

対話型電子白板システムをしばらく使用してみたところ、いくつか問題があることがわかった。

ひとつは、表示解像度の低さである。640×480ドットの解像度では、少ない文字しか書けない。使用者や線の太さなどによっても異なるが、12×8文字程度がせいぜいである。これでは黒板代わりとしては不十分である。したがって、解像度を高くする必要がある。

また、電子白板の画面表示にプロジェクタの投影を利用しているため、部屋をある程度暗くしなければ画面が見えない点も問題である。薄暗い教室での授業は不自然であり、現在のシステムがそのまま教育に利用できるとは考えにくい。

さらに、影が邪魔であったり、ペンの軸が太すぎて字が書きにくかったり、電子白板本体がすぐに動いてしまったり、そのため頻繁にピント合わせやペンの位置調整を行わなければならないといった問題もみられた。

以上の点から、我々は、新しいハードウェアが必要であると判断した。現在、日立製作所映像情報メディア事業部の協力のもと、新しい対話型電子白板システムを開発中である。

5.2 インタフェースの課題

立ち位置に依存しないインタフェースとして、ポップアップメニューの採用が考えられる。

しかし、任意の場所にポップアップメニューを表示するには、ジェスチャーを利用するか、状態をもつペンを利用するかしなければならない。

ジェスチャーの採用には、3.2で述べた理由により、消極的である。また、現在使用しているペンは状態をもたない。

ポップアップメニューを表示するため特定のペンを使用することも考えたが、簡単なユーザビリティテストの結果、ペンの持ち替えは面倒な作業であり、好ましくないとの結論を得た。

そこで今回は、ポップアップメニューを使用しないという条件下でインタフェースを設計したわけだが、現在開発中の新対話型電子白板システムでは状態をもつペンの採用を予定している。したがって、インタフェースの再考が必要となる。

5.3 アプリケーションの課題

複数のアプリケーションを同時に使ったところ、ウインドウの切り替えや大きさの調整をしなければならず、面倒に感じた。そこで今後は、アプリケーションのシームレスな統合を目指したい。

各アプリケーションの機能を強化すること、アプリケーションの種類を増やすこと、そして Windows3.1 から Windows95 への移行も必須である。

6 まとめ

対話型電子白板システムを構築し、大画面に適したユーザインタフェースをいくつか考案した。また、電子白板システム上で稼動するアプリケーションのプロトタイプをいくつか作成した。

より良いハードウェアの構築、および、プロトタイプの評価に基づく効果的なアプリケーションの開発と統合が、課題として残された。

参考文献

- [1] Elrod, Bruce, Gold, Goldberg, Halasz, Janssen, Lee, McCall, Pedersen, Pier, Tang and Welch : Liveboard: A large interactive display supporting group meetings, presentations and remote collaboration. CHI'92 Conference Proceedings, May 1992.
- [2] Pedersen, McCall, Moran, Halasz : Tivoli: An electronic whiteboard for informal workgroup meetings, INTERCHI'93 Conference Proceedings, April 1993. ACM, 391-398.
- [3] M. Nakagawa, K. Akiyama, L. V. Tu, A. Honma and T. Higashiyama : Robust and Highly Customizable Recognition of On-line Handwritten Japanese Characters, to appear in Proc. of 13th Int'l Conf. on Pattern Recognition, Vienna (1996.8).

- [4] 曾谷俊男, 福島英洋, 高橋延匡, 中川正樹 : 遅延認識方式を用いた手書きユーザインタフェースの基本設計, 情報処理学会論文誌, 34, 1, 158-166 (1993.1).