

大画面に適したポインティングユーザインタフェースの拡張

坂東 宏和 , 大即 洋子 , 増田 厚司 , 加藤 直樹 , 中川 正樹

東京農工大学工学部

東京都小金井市中町 2-24-16

E-Mail : bandou@hands.ei.tuat.ac.jp

本稿では、Windows の一般的なアプリケーションと Windows の基本的な操作を、電子白板環境に適したユーザインタフェースで行えることを目的とし、手の届かない位置にあるオブジェクトを操作者の手元から操作できる伸張ポインタの実現について述べる。筆者の所属する研究室では、以前から大画面インタフェースのための伸張ポインタを提案してきた。本稿は、その伸張ポインタを一般の Windows アプリケーションに利用可能とし、さらに、その機能を拡張する方法について述べる。伸張ポインタは、ペンの動きを増幅することにより、適度な動きで遠くの位置にあるオブジェクトの選択と操作を行える。具体的に、タップ、ダブルタップ、ドラッグ操作を可能とする。また、手書き文字認識を用いることで、選択したウインドウに対する文字入力操作も可能とした。

Enhancement of the user interface by the extensible pointer for a large screen.

Hirokazu Bandoh, Yoko Otsuki, Atsusi Masuda, Naoki Kato and Masaki Nakagawa

Dept. of Computer Science, Tokyo Univ. of Agriculture and Technology.

2-24-16, Naka-cho, Koganei, Tokyo, 184-8588, Japan

E-Mail : bandou@hands.ei.tuat.ac.jp

This paper describes enhancement of the extensible pointer that enables a user to operate distant objects beyond his/her reach on a large interactive electronic board. We have been proposing the user interfaces using this extensible pointer. This paper presents a method to avail the extensible pointer for general MS-windows applications and enhance its functions. Tapping, double tapping and dragging can be effected by the enhanced extensible pointer. By employing handwritten character recognition, text input has been also realized.

1. はじめに

近年，教育の情報化が積極的に進められる中で，一斉授業における黒板の代わりとして対話型電子白板が導入されるようになってきた．一方，会議において活用することを目的としたシステムとしては Liveboard¹⁾などがあげられる．また，SMART Board(SMART Technologies 社)やメディアサイト(リコー社)，デジタルボード(日立ソフトウェアエンジニアリング社)など，様々なメーカーから対話型電子白板が市販されている．

このような状況の中，我々の所属する研究室では，従来から電子白板環境に適したユーザインタフェースの研究²⁾³⁾を行ってきた．また，我々はその成果を活かした様々なアプリケーションを提案してきた⁴⁾⁵⁾．しかし，従来の提案は，大画面ユーザインタフェースの研究のため，個々のアプリケーションのインタフェースを改善したものである．この大画面ユーザインタフェースがある程度確立してきたので，一般的なアプリケーション操作や Microsoft Windows(以下 Windows と記す)の基本的な操作を，標準的な Windows のインタフェースではなく，我々の提案してきたユーザインタフェースで行えるようにすることを考えた．教育現場や会議などで使われる多くのアプリケーションは，デスクトップ環境を想定したものがほとんどである．これらのアプリケーションを，電子白板環境において便利に活用するためには，これらのアプリケーションの操作を電子白板環境に適したユーザインタフェースで可能にすることが望まれる．

そこで本稿では，Windows の一般的なアプリケーションと Windows の基本的な操作を，電子白板環境に適したユーザインタフェースで行えることを目的とし，手の届かない位置にあるオブジェクトを操作者の手元から操作できるポインタ(以下伸張ポインタと記

す)の実現方式について述べる．伸張ポインタでは，具体的にタップ，ダブルタップ，ドラッグの操作を行うことができる．また，手書き文字認識技術⁶⁾と組み合わせることで，選択したウィンドウに対する文字入力も可能とする．

筆者の所属する研究室では，以前から大画面インタフェースのための伸張ポインタを提案してきた²⁾．表示一体型のペン入力では，ペン先で直接に目的の場所を指示する直接指示・操作方式が一般的で，広く受け入れられている．しかし，これを大きな表示面の装置に使うと，目的のものを指示したり移動したりするために，端から端まで手を伸ばしたり，表示面を横切ったりしないといけなくなる．そこで考案したのが，伸張ポインタである．

これによると，体から離れたものでも，指示，操作できる．このことから，厳密には直接指示ではなくなっている．しかし，ペン先と実際の移動先との間に帯を表示することで，この帯がマジックハンドのように見えることから，直接指示・操作方式の自然な拡張にもなっている．この機能をつかえば，非常に大きな表示一体型装置で直接指示・操作方式のユーザインタフェースを採用することが可能である．本稿は，その伸張ポインタを一般の Windows アプリケーションに利用可能とし，さらに，その機能を拡張する方法について述べるものである．

2. 伸張ポインタの設計方針

本稿で実現する伸張ポインタは，標準的なパソコンに対話型電子白板を接続した環境を対象とする．本章では，我々の研究室で従来から行ってきた，電子白板環境に適したユーザインタフェースの研究²⁾³⁾の成果に基づき，伸張ポインタの設計方針について述べる．

2.1 対話型電子白板

対話型電子白板(図 1)は，タブレットをホワイトボード程度の大きさにしたもので，タ

タブレットと同様電子ペンを用いて入力する。電子ペンは 3 種類程度利用でき、アプリケーション側でペン番号を識別することで、各電子ペンに別々の機能を割り当てることもできる。また、電子イレーサを利用することもできる。画面は、前面からプロジェクタで投影する形式のものと、背面から投影する形式のものがある。



図1 対話型電子白板(背面投影型)

2.2 デスクトップ向けインタフェースを電子白板環境に適用した場合の問題点

Windows 環境におけるユーザインタフェースは、基本的にデスクトップ環境を想定しており、そのまま電子白板環境で利用した場合に、次のような問題が発生する。

(1) 操作のために画面を遮ってしまう

従来のデスクトップ向けインタフェースは、基本的にボタンやリストボックスなどの操作オブジェクトの上にポインタを合わせて操作する。したがって電子ペンで操作する場合には、その操作オブジェクトの上に電子ペンを乗せて操作することになる。そのため大画面環境では、操作者が操作オブジェクトの近くまで歩いて行ってから操作する必要があり、結果的に画面を遮ってしまう。特に Windows 環境の場合、スクロールバーや最小化・最大化ボタン、メニューがウインドウの端全体に配置されているため、それらの操作を行う場合に頻繁に画面を遮ってしまう。

(2) 電子ペンの動きが大きくなる

電子ペンを用いてドラッグなどの操作を行う場合、従来のインタフェースではドラッグ先まで電子ペンを移動しなければならない。そのため、たとえば横方向のスクロールバーを操作する場合に、電子白板の端から端まで移動しなければならない場合がある。また、そのほかの操作も、画面が広がるのに合わせて全体的に電子ペンを大きく動かさなければならない。

(3) ダブルタップが難しい

デスクトップ上のショートカットによってアプリケーションの起動操作を行う場合などにダブルタップを用いるが、電子ペンの場合には、1 回目のタップと 2 回目のタップの位置がずれてしまうことが多く、ダブルタップがうまくできないことがある。

(4) テキスト入力が面倒

従来の環境では、テキスト入力はキーボードからの入力を基本としている。しかし、電子ペンを利用しているときにキーボードを操作することは面倒である。

2.3 設計方針

伸張ポイントは、2.2 節で述べた Windows のユーザインタフェースを電子白板環境で利用した場合の問題点から、次の点を考慮して設計する。

(1) 操作者の手元で操作できるようにする

操作者が画面を遮ったり、必要以上に移動したりしなくても画面上の操作オブジェクトを操作できるように、遠くの位置にある操作オブジェクトを操作者の手元で選択し、操作できるよう設計する。このとき、操作対象となっている操作オブジェクトを明示し、現在どの操作オブジェクトを操作しているのかははっきりと分かるようにする。

(2) 電子ペンの動きを適度な大きさにする

電子ペンの動きを増幅することにより、電子ペンの小さな動きで大きな動きと同様の効果が得られるよう設計する。

(3) ダブルタップを容易にする

ダブルタップを別の操作で代用できるようにすることで、容易にダブルタップを行えるよう設計する。

(4) 電子ペンでテキスト入力できるようにする

手書き文字認識技術⁶⁾などを用いて、電子ペンによって手書きでテキスト入力できるようにする。

3. 伸張ポインタの設計

第2.3節で述べた設計方針に基づき、操作者の手元で、かつ、適度な大きさの電子ペンの動きによって一般的なアプリケーションの操作と、Windows の基本的な操作を行えるよう設計する。

3.1 実現する機能

具体的に次の(1)から(3)の機能と、伸張ポインタと手書き文字認識技術を組み合わせた(4)の機能を実現する。

(1) タップ操作

操作者が画面上の任意の位置でペンダウンを行い、そのまま電子ペンを移動させると、電子ペンの動きを増幅してポインタを移動する(図 2)。たとえば、増幅の倍率を k とすると、電子ペンを (x,y) だけ移動させた場合には、ポインタは (kx,ky) だけ移動する。増幅倍率 k は、画面の大きさや操作者の好みにより適切な値が異なる。一般に増幅倍率が大きいほど手の動きが小さくなるが、あまり大きすぎると細かな操作ができなくなる。そこで、操作者が任意の値を選択できるようにする。操作を画面上の任意の位置から始められるようにし、さらに、電子ペンの動きを増幅してポインタを移動させることにより、操作者の手元で、かつ、小さい電子ペンの動きで様々な操作を行うことができる。なお、ポインタの移動中は、ポインタ位置を明確にするためにペンダウン位置からポインタの位置までを線で結んで表示する。

このポインタを、タップしたい操作オブジェクトの上に移動し、ペンをアップさせるとそのオブジェクトをタップできる(図 3)。

(2) ドラッグ操作

最初に、(1)のタップ操作と同様にドラッグしたい操作オブジェクトの上にポインタを移動する。ポインタをそのまま停留させると、ペンダウン位置からポインタの位置までを結んだ直線が消去され、その操作オブジェクトをドラッグできる(図 4)。なお、電子ペンを完全に停留させることは難しいため、電子ペンが数ピクセル程度動いても停留しているものとみなす。

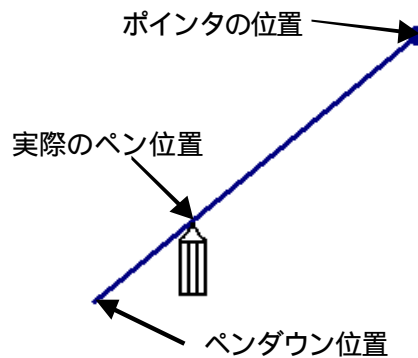


図2 移動量の増幅

ペンをアップすると、このオブジェクトがタップされる

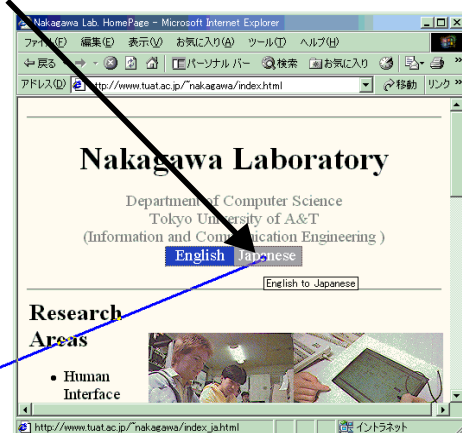


図3 タップ操作

停留させると直線が消え、ドラッグできる状態になる



図4 ドラッグ操作

(3) ダブルタップ操作

最初に、(1)のタップ操作を行い、ダブルタップを行いたい操作オブジェクトをタップする。タップ操作直後に、電子ペンでシングルタップを行うと、最初に伸張ポインタでタップした操作オブジェクトをダブルタップできる(図5)。なお、電子ペンによるシングルタップは画面上的の任意の位置で行うことができる。これにより、ダブルタップ操作を、伸張ポインタによるタップと電子ペンによるシングルタップによって行うことができる。

タップ操作後、任意の位置でペンタップを行うと、このオブジェクトがダブルタップされる。

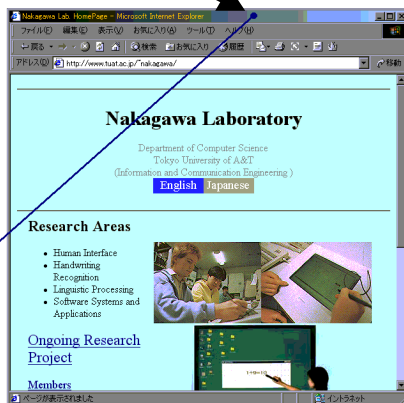


図5 ダブルタップ操作

(4) 文字入力操作

最初に、(1)のタップ操作を行い、文字を入力したいウインドウを選択する(図6)。次に、3.2節で述べる方法によって手書き文字を入力できる状態にし、電子ペンによって画面上の任意の位置から手書き文字を書き入れる(図7)。書き終わりから数秒経過すると、画面に書いた文字が認識され、認識結果候補が手書き文字の書かれた場所の近くに表示される(図8)。候補の中から正しい文字を選択すると、その文字を最初に選択したウインドウに入力できる。なお、認識結果候補の中に正しい文字が含まれていない場合には、候補表示部分以外をタップすると入力がキャンセルされる。

また、画面上の任意の位置で右タップを行うと、バックスペースを入力できる。

文字を入力したいウインドウを選択

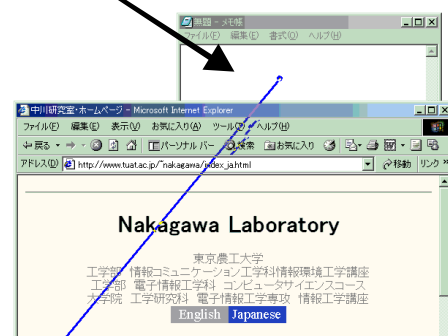


図6 ウインドウの選択



手書き文字の入力

図7 手書き文字の入力

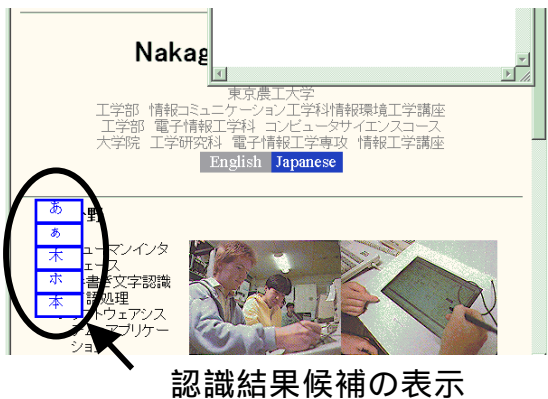


図8 認識結果候補の表示

3.2 機能の切り替え

第3.1節で述べた伸張ポインタの各機能，および，文字入力操作を通常のポインタと併用でき，かつ，画面上の任意の位置から利用できるようにするためには，通常のポインタと伸張ポインタ，手書き文字入力を何らかの方法で切り替えられるようにする必要がある．今回は，その方法として対話型電子白板がハードウェア的に 3 種類程度の電子ペンを利用できることに着目し，電子ペンの持ち替えによってポインタを切り替えるようにした．具体的に 3 種類の電子ペンを，次の通り割り当てた．

- Windows 標準のポインタ(ペン番号=1)
- 手書き文字の入力(ペン番号=2)
- 伸張ポインタ(ペン番号=3)

4. 伸張ポインタの実現

伸張ポインタの実現環境を表 1 に示す．電子白板用ドライバ iDriveMe は，我々の所属する研究室で開発しているドライバであり，メーカー標準添付のドライバと比べて，プログラム中でペン番号を利用しやすいなどの特徴がある．原理的にはメーカー標準添付のドライバでも実現できるが，今回は実現を容易にするために iDriveMe を用いた．

伸張ポインタは，マウスの動きを拡張するために Windows 上で発生するすべてのマ

ウスイベントを監視する．具体的に，マウスイベントを発生させたデバイス，および，電子ペンのペン番号により，図 9 のような処理を行う．

表1 伸張ポインタの実現環境

OS	Microsoft Windows2000
対話型電子白板	日立ソフトウェアエンジニアリング社 デジタルボード D-70
電子白板ドライバ	iDriveMe
パソコンの性能	CPU : Intel Pentium 1Ghz メモリ : 384MB

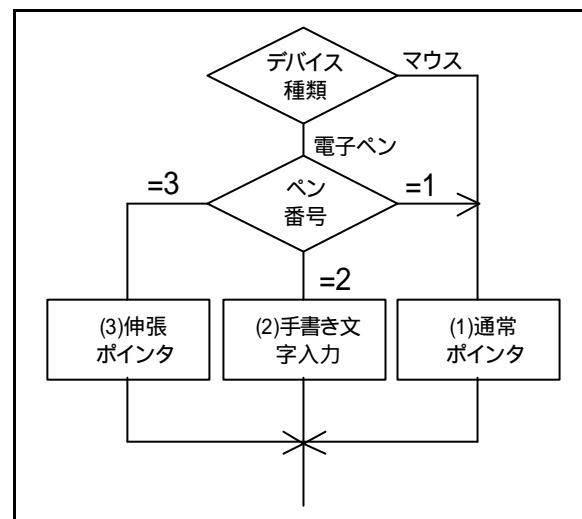


図9 デバイスによる処理の分岐

次に，図 9 に示した各処理の実現方式について述べる．

(1) 通常ポインタ

マウスイベントを発生させたデバイスがマウス，または，ペン番号 1 の電子ペンである場合には，発生したマウスイベントをそのまま通過させる．

(2) 手書き文字入力

マウスイベントを発生させたデバイスがペン番号 2 の電子ペンである場合には，発生したマウスイベントを消去し，電子ペンの動きに合わせて画面上に手書き文字を描画す

る。最後の入力終了してから一定時間内に次の入力が行われない場合には、入力された手書き文字を認識し、その認識結果候補を画面に表示する。認識結果候補の中から正しい文字が選択された場合には、その選択された文字を、入力フォーカスを持ったウインドウへ送信する。

(3) 伸張ポイント

マウスイベントを発生させたデバイスがペン番号 3 の電子ペンである場合には、発生したマウスイベントを消去する。マウスダウンイベント以外のイベントが発生した場合には、マウスカーソルを電子ペンの位置に移動させる。マウスダウンイベント(ペンダウン)が発生した場合には、図 10 の処理を行う。なお、図 10 の処理を行っている間に発生したマウスイベントは、すべて消去される。

ペンダウンからペンアップまでの間に電子ペンが移動された場合には、電子ペンの移動量(電子ペンがダウンした位置と、現在の電子ペンの位置との差)を k 倍(k : 増幅倍率)した位置にマウスカーソルを移動し、マウスムーブイベントを発効する。増幅倍率は、操作者が設定ファイルを書き換えることによって任意の値に設定できる。ペンが一定時間以上停留された場合には、停留位置でマウスダウンイベントを発効し、ドラッグ状態へ移行する。

ペンがアップされた場合で、ドラッグ状態に移行していない場合には、ペンアップ位置でマウスダウン、マウスアップイベントを連続して発効し、クリック動作を行う、ドラッグ状態の場合には、マウスアップイベントだけを発効し、ドラッグ状態を解除する。

ペンアップ後一定時間内にタップ操作が行われた場合には、ペンがアップされた位置でマウスダウン、マウスアップイベントを連続して発効し、ダブルタップ動作を実現する。

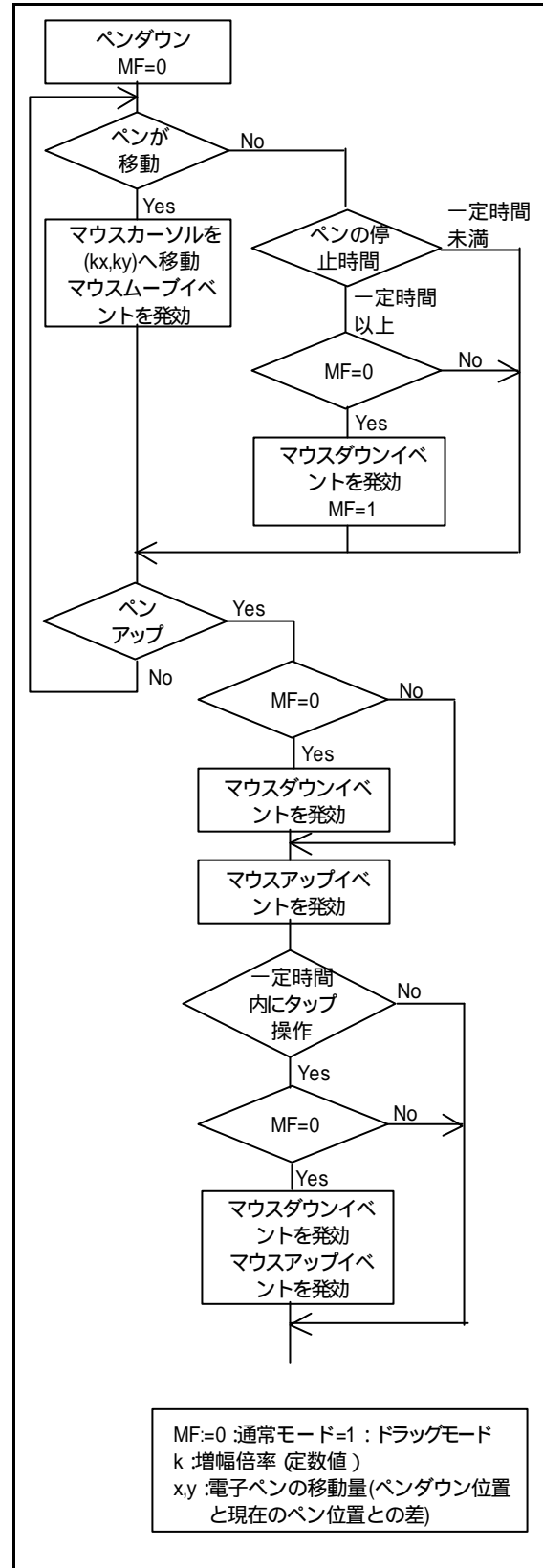


図10 伸張ポイントの処理

5. 予備評価

伸張ポインタを研究室の学生 4 人に利用してもらい、伸張ポインタの各操作について評価して頂いた。評価は、1(使いにくい)から 5(使いやすい)の 5 段階であり、中点は 3 である。4 人の平均値を表 2 に示す

表2 評価結果

操作名	使いやすさ
タップ操作	4.25
ドラッグ操作	3.5
ダブルタップ操作	2.75
文字入力操作	3.25

また、気づいた点を自由に書いてもらったところ、次のような意見が得られた。

- ・ ダブルタップが難しい。
- ・ ダブルタップを失敗した場合に、ペンタップ位置の操作オブジェクトがクリックされてしまう。
- ・ ペンダウン位置とポインタの位置を結ぶ直線の残像が残る場合がある。

ダブルタップ操作以外については、中点以上の評価を得ることができた。

ダブルタップは、伸張ポインタによるタップ操作直後に、電子ペンによるシングルタップを行わなければならない、あわててしまいうまく操作できないことが多かった。また、失敗した場合に電子ペンによるシングルタップがタップ操作とみなされるために、操作者が意図していない場所がタップされることがあった。ダブルタップをより容易に行えるようにするためには、伸張ポインタによるタップ操作から電子ペンによるシングルタップを行うまでの時間を調整し、シングルタップが遅れてもダブルタップ操作とみなすなどの工夫が必要である。

また、Windows の再描画の関係から、不要な線が残ることがあった。この問題につい

ても今後検討していく必要がある。

6. おわりに

本稿では、Windows の一般的なアプリケーションと Windows の基本的な操作を、電子白板環境に適したユーザインタフェースで行えることを目的とし、手の届かない位置にあるオブジェクトを操作者の手元から操作できる伸張ポインタの実現方式について述べた。具体的に伸張ポインタでは、タップ操作、ドラッグ操作、ダブルタップ操作を行うことができる。また、手書き文字認識技術と組み合わせることで、選択したウインドウに対する文字入力操作も可能とした。

今後は、問題点を改善するとともにより詳細な評価実験を行い、電子白板環境に適したユーザインタフェースの実用化を目指していきたい。

謝辞

本研究の基となる研究を行った小國健氏に深く感謝する。本稿執筆にあたり、多大なご助言をいただいた葎田まりさんに深く感謝する。本研究は、一部基盤研究(B)(2)11558031の補助による。

参考文献

- 1) Scott Elrod, Richard Bruce, Rich Gold, David Goldberg, Frank Halasz, William Janssen, David Lee, Kim McCall, Elin Pedersen, Ken Pier, John Tang, Brent Welch : LIVEBOARD: A large interactive display supporting group meetings, presentations and remote collaboration, CHI'92, pp.599-607 (1992).
- 2) 小國 健, 中川 正樹: 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プング, 情報処理学会研究報告, 96-HI-67, pp.9-16 (1996).
- 3) 堀田 耕一郎, 小國 健, 澤田 伸一, 中川 正樹: 対話型電子白板におけるユーザインタフェース, 第 14 回ヒューマンインタフェースシンポジウム報告集, pp.367-372(1998).
- 4) 大即 洋子, 加藤 直樹, 中川 正樹: 手書きによる壁紙新聞作成支援システムの試作, 情報処理学会研究報告, 2000-CE-57, pp.103-110(2000).
- 5) 中川 正樹, 小國 健, 坂東 宏和, 堀田 耕一郎, 澤田 伸一: 対話型電子白板を用いた教育ソフトウェア, 情報処理学会夏のプログラミングシンポジウム報告集, pp.47-54(1998).
- 6) 秋山 勝彦, 中川 正樹: オンライン手書き日本語文字認識のための線形処理時間伸縮マッチングアルゴリズム, 電子情報通信学会論文誌, D Vol.J81-D No.4, pp.651-659(1998).