

マウスと電子ペンを併用できる環境の提案

中塚 智子*, 坂東 宏和**, 大即 洋子*, 加藤 直樹*

*東京農工大学工学部

**東京成徳短期大学ビジネス心理科

本稿では、電子ペンの新たな活用方法の提案を目的とし、マウス用の作業空間と電子ペン用の作業空間を分離することで、マウスと電子ペンによって別々の作業を行える環境を提案し、その環境を実現するツール WorkTable の設計と実現について述べる。具体的に、デスクトップとアプリケーションなどの各ウィンドウは、従来どおりマウスで操作を行う。これに加えて電子ペンでは、手書きによる計算や電子メールの送信など、電子ペンに適した作業をマウスによる作業とは独立して行える。試用評価の結果、マウスと電子ペンで独立した別々の作業ができるのは便利であり、従来の Windows 環境よりも素早く作業できることが示唆された。

A workbench supporting concurrent use of a mouse and an electronic pen.

Tomoko Nakatsuka*, Hirokazu Bandoh**, Yoko Otsuki*, Naoki Kato*

*Dept. of Computer Science, Tokyo University of Agriculture and Technology.

**Dept. of Marketing and Psychology, Tokyo Seitoku College.

This paper will describe the doubled layers method for simultaneous uses and separated works of a mouse and an electronic pen. As usual, windows operation such as desktop or application could be directed by a mouse. Besides, on the other overlapping and translucent layer, an electronic pen could operate several works suitable to a pen; calculation, e-mail, etc. Furthermore, this paper will mention about design and development of a new tool Work Table designed for realization of this method. As a result of the evaluation test, most of testers recognized convenience of this method and their working time was shortened.

1. はじめに

近年，計算機の高速化と低価格化が進み，一般家庭においても高速なパーソナルコンピュータ(以下，PC と記す)が利用されるようになってきた．PC への入力手段としてはマウスとキーボードが一般的であるが，最近では数千円程度で購入できることもあり，イラストを描いたりするときに，ペン入力タブレットと電子ペン(スタイラス，以下電子ペンと記す)も広く一般的に利用されるようになってきた．

電子ペンは，多くの人が従来から慣れ親しんできた紙と鉛筆のように利用することができ，キーボードやマウスのように，使いこなすための練習を必要としない手軽な入力デバイスである．また，筆記者の個性や感情を含めた表現豊かな文字や絵が描画できるという利点もある．このような利点を活かす形で，従来から手書きによる電子メールシステム¹⁾や，手書きを利用した教育支援システム²⁾³⁾など，電子ペンに関する様々な研究が行われてきた．同時に，キーボードの代わりとして，電子ペンによるテキスト入力を容易に行うための研究⁴⁾⁵⁾も多く行われ，現在 PDA を中心に広く利用されている．

しかし，現在市販されている一般的なアプリケーションでは，マウスからの入力と電子ペンからの入力を同一のものとして扱うことが多く，使い勝手の問題を除けばマウスでも電子ペンと同様の作業や操作を行うことが可能であった．そのため，電子ペンの利点が活きる場面以外では基本的にマウスが利用され，電子ペンが全く使われないことも多かった．

そこで，本稿では，電子ペンの新たな活用方法の提案を目的とし，マウス用の作業空間と電子ペン用の作業空間を分離することで，マウスと電子ペンによって別々の作業を行える環境を提案し，その環境を実現するツール WorkTable の設計と実現について述べる．具体的に，デスクトップとアプリケーションなどの各ウィンドウは，従来どおりマウスで操

作を行う．これに加えて電子ペンでは，手書きによる計算や電子メールの送信など，電子ペンに適した作業をマウスによる作業とは独立して行える．

複数のデバイスを併用する研究は従来から行われているが，それらは基本的に同一の作業空間上で作業を行うものである⁶⁾⁷⁾⁸⁾．マウスと電子ペン用の作業空間を分離することで，電子ペンとマウスを持ち替えるだけで作業を切り替えることができ，電子ペンがより多くの場面で活用されることが期待できる．

2. WorkTable の設計

2.1 作業空間の分離

WorkTable は，マウスと電子ペンで別々の作業を行えるようにするために，マウス用の作業空間と電子ペン用の作業空間を分離した環境を提供する(図 1)．

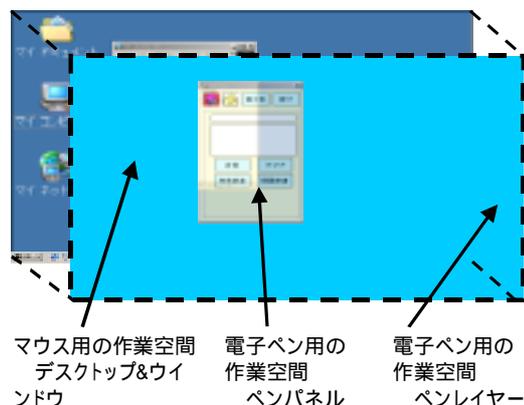


図1 WorkTable の基本構造

マウス用の作業空間は，デスクトップ，および，各ウィンドウである．マウスでは，従来どおりデスクトップと，アプリケーションなどの各ウィンドウの操作を行える．

電子ペン用の作業空間は，マウス用の作業空間全体を覆う透明なレイヤー(以下，ペンレイヤーと記す)である．本稿では，ペンレイヤーの中で，電子ペンによる作業を行うためのボタンなどの操作オブジェクト，および，作業結果などを表示するためのテキストボック

スなどが表示されている部分を，特にペンパネル(図 2)と呼び区別する．なお，それらのオブジェクトは，マウス用の作業空間の表示を邪魔しないために，半透明で表示する．電子ペンでは，2.3節で述べる作業を行うことができる．

なお，マウス用の作業空間と電子ペン用の作業空間は完全に独立しており，お互いの作業が相手の作業空間に影響を与えることはない．

2.2 有効な場面

WorkTable は，マウスと電子ペンを用いて独立した 2 つの作業を並行して行うことができ，特に次のような場面で有効であると考えられる．

2.2.1 マウスに適した作業の補助

文章入力や表計算などの事務的な作業をしているときに，一時的に計算や辞書引きなどの補助的な作業をしたくなることがある．このとき，従来の Microsoft Windows(以下 Windows と記す)の環境では，電卓や電子辞書などの補助的な作業に必要なアプリケーションを起動し，そのアプリケーションに切り替えて作業を行わなければならない．また，両方のウインドウを同時に表示したい場合には，二つのウインドウの位置と大きさを調整する必要があり，手間がかかって面倒であった．

この問題の解決方法としては，キーボードに専用のボタンを用意し，そのボタンを押すだけで補助作業に必要なアプリケーションを起動できるようにすることが考えられる．しかし，この方法では，ウインドウの切り替えや位置と大きさの調整が必要という問題は依然として残る．この方法の発展として，ウインドウの切り替えや位置と大きさの調整といったすべての作業を，キーボードによって素早く行えるようにすることも考えられる．しかし，この方法は，時間の短縮には有効であるが，習熟するまでの心理的負担が大きいという問題がある⁹⁾．



(A)表示パターン1



(B)表示パターン2

表示切り替えボタンを押すことにより，表示(A)(B)を切り替えることができる．

図2 ペンパネル

別の解決方法としては，IBM 社のインターネット翻訳の王様のように，マウスカーソルを文章中の単語や計算式にあわせるだけで，自動的に補助作業を行う方法も考えられる．しかし，この方法では，文章中に入力されていない単語や計算式の場合には対応できない．

そこで，電子ペンによってこれらの補助的な作業を行うことを提案する．具体的に，電

子ペンによってペンレイヤーに手書き入力を行うことで、様々な作業を行えるようにする。これによりマウスから電子ペンに持ち替えるだけで素早く補助的な作業を開始できる。さらに、作業結果を半透明なペンパネル上に表示することで、ウインドウの位置やサイズを調整することなく常に補助作業の結果を見ることができる。

2.2.2 電子ペンに適した作業の補助

第2.2.1項で述べた場面とは逆に、手書き電子メールなどの電子ペンに適した作業をしているときに、漢字の確認や辞書引きなどの補助的な作業をしたくなることがある。このような場合も、補助的な作業を行うためのアプリケーションを起動する操作は必要となるが、電子ペン用の作業空間が透明であるためウインドウの位置やサイズを調整することなく常に補助作業の結果を見ることができる。

2.2.3 作業の組み合わせ

地図の上に直接手書き文字などを書き込み、メールで送信する場合のように、複数のアプリケーションを組み合わせることで1つの作業を行う場合がある。このような場合、地図の表示ツール、お絵描きツール、メールなど、必要なアプリケーションを順次利用して作業を行う必要がある。しかし、従来の Windows 環境では、複数のアプリケーションを利用して作業を行う場合に、コピー＆ペースト操作や、ファイルを経由してのデータ移動を行わなければならない、コピー操作やアプリケーションの起動操作など必要となる操作が多くなり面倒であった。

そこで、マウス用の作業空間と電子ペン用の作業空間における作業の結果を、組み合わせることを提案する。これにより、コピー操作などが不要となり、複数のアプリケーションを組み合わせる作業がより容易に行えるようになる。

同様の作業の組み合わせを実現するソフトウェアとしては、PlusSoft 社の PenPlus がある。PenPlus は、デスクトップやウインドウ

の表示の上に、手書きで文字などを書き加え、それらをファイルに保存したり、メールで送信したりできるソフトウェアである。しかし、PenPlus は、モードの切り替えによって手書き文字の描画と通常の Windows 操作とを切り分けている。また、手書きで書き加えた文字などを見ながら Windows の操作を行えない問題があり、必ずしも簡便に2つの作業を組み合わせることができなかった。

2.3 電子ペンによる作業の種類

2.3.1 マウスに適した作業の補助

WorkTable では、マウスに適した作業を補助する作業の例として次の(1)、(2)の機能を実現する。

(1) 電卓機能

文章入力などの作業を行っているときに、簡単な計算が必要になった場合を想定し、ペンレイヤーに入力された手書きの算式(図3(A))を計算し、その計算結果をペンパネルに表示する機能(図3(B))を実現する。今回は、括弧を含む四則演算を計算できるようにする。

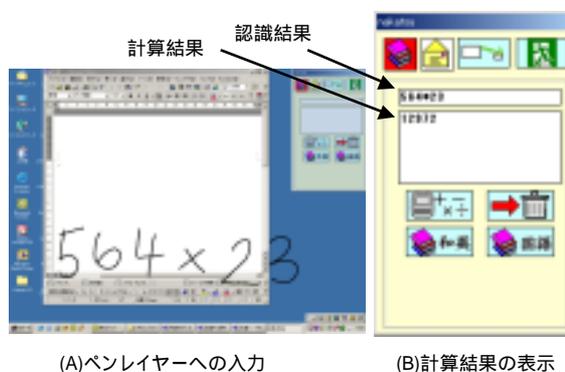


図3 電卓機能

(2) 辞書引き機能

文章や資料の閲覧を行っているときに、熟語の意味などを調べたくなった場合を想定し、ペンレイヤーに入力された手書き文字を認識¹⁰⁾し、その意味などを表示する機能を実現する。

2.3.2 電子ペンに適した作業

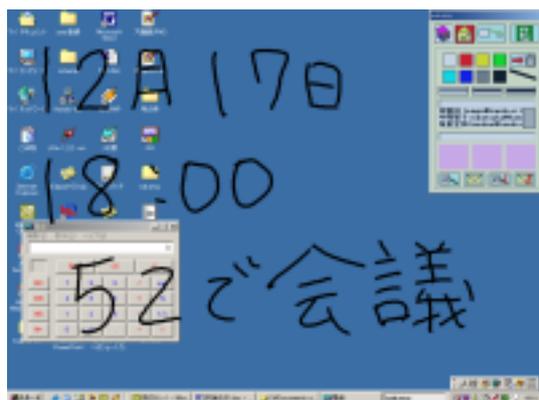
WorkTable では、電子ペンに適した作業の

例として次の(1), (2)の機能を実現する.

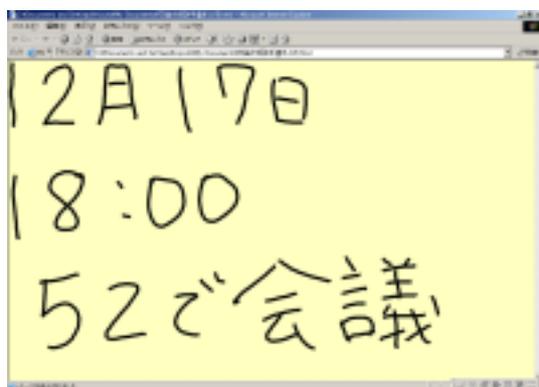
(1) 手書きドロームモ機能

手書きによる簡単なメモを取る場合を想定し, 図 4(A)のようにペンレイヤーに入力された手書きの文字やイラストを, ドロー形式でファイルに保存する機能を実現する.

一般的なドロー形式では, 閲覧する際に専用の表示ソフトウェアが必要となるものが多い. しかし, この場合, 他の PC 上でメモを見ようとした場合, 最初に表示ソフトウェアをインストールする必要などがあり面倒である. そこで WorkTable では, Windows 環境で一般的に使われているブラウザである Microsoft 社の Internet Explorer(以下, IE と記す)で表示できる形式で保存する(図 4(B)). また, 保存する際のファイル名は, 日時と時間から自動的に生成する.



(A) ペンレイヤーへの入力



(B) 保存したデータの表示例

図4 手書きドロームモ機能

(2) 手書きドロームモ機能

手書きによる簡単な連絡をメールで送りたくなった場合を想定し, ペンレイヤーに入力された手書きの文字やイラストを, 電子メールで送信する機能を実現する. 手書きの文字やイラストは, 2.3.2項(1)で述べた手書きドロームモと同様の形式でファイルに保存し, 電子メールの添付ファイルとして送信する.

また, 電子メールの送信先は, あらかじめ用意したアドレス帳から選択できるようにする. さらに, 電子メールのタイトルは, 枠あり手書き文字認識技術¹¹⁾を用い, 手書きによって入力できるようにする.

2.3.3 作業の組み合わせ

WorkTable では, 組み合わせによる作業の一例として次の(1), (2)の機能を実現する.

(1) 手書き PNG メモ機能

Web ブラウザなどで表示した地図などの上に, 直接手書きでメモを書き加えて保存したい場合を想定し, 図 5(A)のようにペンレイヤーに入力された手書きの文字やイラストを, デスクトップやウインドウの表示を含めてファイルに保存する機能を実現する(図 5(B)). ファイル形式は, ファイルサイズが小さくなり, IE などの一般的なブラウザで表示できることから PNG(Portable Network Graphics)形式を採用する. また, 保存する際のファイル名は, 2.3.2項(1)で述べた手書きドロームモと同様に, 日時と時間から自動的に生成する.

(2) 手書き PNG メール機能

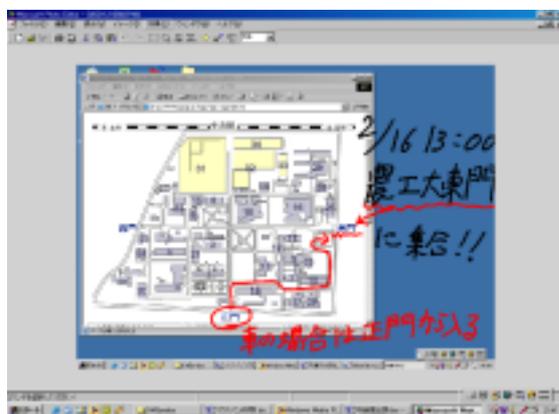
Web ブラウザなどで表示した地図などの上に直接手書きで連絡を書き加えてメールで送りたくなった場合を想定し, 画面に入力された手書きの文字やイラストを, デスクトップやウインドウの表示を含めて電子メールで送信する機能を実現する. 手書きの文字やイラスト, デスクトップやウインドウの表示は, 2.3.3項(1)で述べた手書き PNG メモと同様の形式でファイルに保存し, 電子メールの添付ファイルとして送信する.

電子メールの送信先, タイトルの入力,

2.3.2項(2)手書きドローメールと同様の方法で入力できるようにする.



(A) ペンレイヤーへの入力



(B) 保存したデータの表示

図5 手書き PNG メモ機能

3. WorkTable の実現

3.1 基本作業と手書き作業の区別

Windows では、一般的にマウス、電子ペンどちらからの入力も同じマウスイベントに変換され、各ウインドウに配信される。一方、WorkTable では、マウスによる入力と電子ペンによる入力を別の入力として扱うために、Windows 上で発生するすべてのマウスイベントを監視し、電子ペンによる入力によって発生したマウスイベントの場合には、処理を変更する。

具体的には、電子ペンによる入力によって発生したマウスイベントが各ウインドウやデ

スクトップに配信されようとした場合に、WorkTable がそのマウスイベントを消去し、配信されないようにする。同時に、WorkTable で画面への入力などの処理を行う。なお、そのマウスイベントを発生したデバイスの種類の判別は、WACOM 社のタブレットドライバ(Version4.71 で確認)と、我々の研究室で開発しているタブレットドライバ iDriveMe が、マウスイベントの拡張情報を 0 以外に設定することを利用する。マウスイベントの拡張情報が 0 であればマウスによる入力によって、0 以外であれば電子ペンによる入力によって発生したイベントと判断する。

3.2 画面への筆跡表示とペンパネルの実現

筆跡は、画面に直接描画することにより表示する。しかし、デスクトップやウインドウの表示が変更された場合や再描画が行われた場合に、表示した筆跡が消えてしまう危険性がある。そこで、Windows 上で発生するすべてのイベントを監視し、デスクトップやウインドウが、ウインドウの移動や再描画要求などの筆跡が消えてしまう危険性のあるイベントを受信した場合には、筆跡の再描画処理を行う。

ペンパネルは、Windows のレイヤードウインドウを利用して実現する。レイヤードウインドウの半透明機能を利用して、半透明なウインドウを実現する。さらに、そのウインドウを最前面ウインドウ(常に他のウインドウよりも前面に配置されるウインドウ)に指定することで、ペンパネルが常に前面に表示されるようにする。

3.3 ドロー形式

WorkTable のドローメモ、ドローメール機能で採用するデータ形式は、Windows 環境で一般的に使われているブラウザである IE で表示できるようにするために、VML(Vector Markup Language, IE 上で線分などの描画オブジェクトを生成するための拡張タグ)を用いて実現する。具体的に、線の色や太さ、点

の座標列などの描画データと，その描画データを基に VML を生成する JavaScript のプログラム，および，基本的な HTML タグを含む HTML ファイルとして保存する．

4. WorkTable の評価

4.1 実験の目的と手順

本稿で提案した電子ペンの新たな活用方法の有用性を評価するために，被験者が普段利用している PC に WorkTable をインストールし，3 週間利用してもらい，アンケートを行った．被験者は筆者の所属する大学の学生 7 名であり，全員 PC の操作に習熟していた．実験の様子を図 6 に，実験に利用した PC の一例を表 1 に示す．なお，実験期間中は，WorkTable を利用して 1 日 1 通以上の電子メールを送信してもらった．

4.2 実験の結果

アンケートは 4 段階(4 が最も良く，1 が最も悪い)で回答してもらった．アンケートの質問項目と回答結果(平均値)を図 7 に示す．

また，自由に意見を書いてもらった結果，次のような意見が得られた．

- 使っていて面白い
- 操作しやすい
- ペンパネルの近くで入力したら，ペンパネルが自動的に移動してくれるとよい
- ペンパネルの操作をマウスで行ってしまうことがある

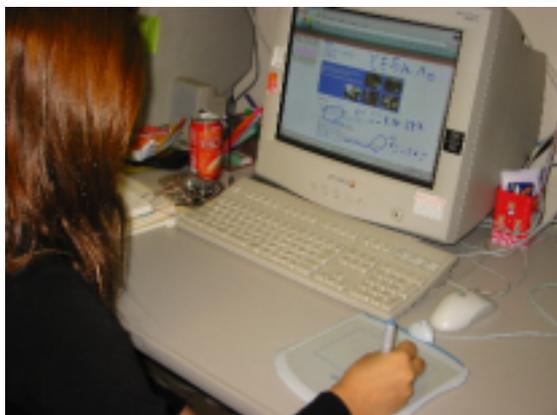
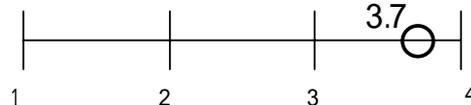


図6 評価実験の様子

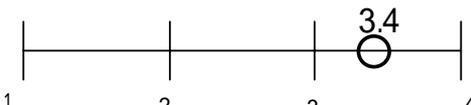
表1 典型的な使用機材

OS	Microsoft Windows2000
CPU	Intel Pentium 933MHz
メインメモリ	384Mbyte
出力装置	1024×768×32bit
タブレット	WACOM 社製 FAVO Serial(M) 読取範囲：127.6×92.8mm 読取分解能：0.025mm 読取速度：最高 100 ポイント/秒

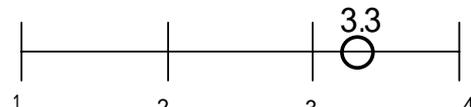
従来のWindows環境と比較して素早く作業を行えるか
行えない 行える



マウスと電子ペンで別々の作業ができるのは便利か
不便 便利



マウスと電子ペンの持ち替えによる作業の切り替えは素早くできるか
できない できる



今後も利用したいか

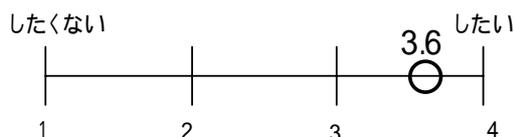


図7 評価結果

4.3 考察

評価の結果から，マウスと電子ペンで別々の作業ができるのは便利であり，従来の Windows 環境よりも素早く作業できると感じていることが分かった．また，マウスと電子ペンの持ち替えによる作業の切り替えを素早く行え，今後も利用したいと考えていることが分かった．

一方で，ペンパネルの操作をマウスで行っ

てしまうことがあるという問題が指摘された。この問題を解決するためには、ペンパネルのデザインを工夫し、はっきりと操作オブジェクトの区別を行えるようにする必要がある。

実際に利用する場合には、誤認識による作業効率の低下の問題が発生する。この問題に関しては、現在は誤認識が発生した場合にすべてを書き直すしかないが、簡便に誤認識を訂正できるインタフェースを実装し、誤認識の影響を出来る限り小さくする必要があると考える。また、お絵描きソフトウェアなどの電子ペンに適した一般アプリケーションが利用できなくなるという欠点がある。それについては、マウス用の作業空間と電子ペン用の作業空間を逆にする機能の追加などを検討する必要があると考える。

5. おわりに

本稿では、電子ペンの新たな活用方法の提案を目的とし、マウス用の作業空間と電子ペン用の作業空間を分離することで、マウスと電子ペンによって別々の作業を行える環境を提案し、その環境を実現するツール WorkTable の設計と実現について述べた。具体的に、デスクトップとアプリケーションなどの各ウインドウは、従来どおりマウスで操作を行え、電子ペンでは、手書きによる計算や電子メールの送信など、電子ペンに適した作業をマウスによる作業とは独立して行うことができる。

また、WorkTable は、ある作業を行っているときに、補助的な別の作業をしたくなった場合、複数の作業を組み合わせた作業を行う場合に、特に有効であると考えられる。

評価の結果、マウスと電子ペンで別々の作業ができるのは便利であることが示唆された。

より詳細な評価実験の実施と、電子ペンのさらなる活用方法の提案を今後の課題とする。

謝辞

本稿の執筆にあたり、多大なご助言をいただいた葎田まりさん、沖哲幸氏に深く感謝する。本研究の一部は、科学研究費補助金奨励研究(A)13780205 の補助による。

参考文献

- 1) 加藤直樹, 田中宏, 中川正樹: 公開インクフォーマットの設計と手書き電子メール環境の開発, 電子情報通信学会論文誌, D-, Vol.J84-D-, No.2, pp.203-212 (2001).
- 2) 曾谷俊男: ペン入力によるドリル答案作成 / 採点システムプロトタイプ, 情報処理学会研究報告, 95-CE-38, pp.49-54 (1995).
- 3) 伊藤穰, 江頭広幸, 岡崎泰久, 渡辺健次, 近藤弘樹: WWW 上でのオンライン手書き文字認識の実現とそれを実装した知的教育システムの開発, 電子情報通信学会論文誌, D-, Vol.J83-D-, No.6, pp.610-618 (2000).
- 4) 荒井俊史, 正嶋博, 福永泰: 手書きユーザインタフェースにおける文字入力方法, 情報処理学会論文誌, Vol.35, No.3, pp.478-487 (1994).
- 5) 中島直樹, 宮原末治, 若原徹, 小高和己: マルチメディア端末用手書き入力インタフェースの設計とその応用, 電子情報通信学会論文誌, D-, Vol.J79-D-, No.4, pp.592-599 (1996).
- 6) Ken Hinckley, Mary Czerwinski and Mike Sinclair : Interaction and Modeling Techniques for Desktop Two-Handed Input, Proc.UIST'98, pp.49-58 (1998).
- 7) Paul Kabbash, William Buxton and Abigail Sellen : Two-Handed Input in a Compound Task, Proc.UIST'94, pp.417-423 (1994).
- 8) Gordon Kurtenbach, George Fitzmaurice, Thomas Baudel and Bill Buxton : The Design of a GUI Paradigm based on Tablets, Two-hands, and Transparency, Proc.CHI'97, pp.35-41 (1997).
- 9) 久野靖, 角田博保: キーボードによる窓操作機構の作成と評価, 情報処理学会論文誌, Vol.31, No.5, pp.721-730 (1990).
- 10) 福島貴弘, 中川正樹: 確率モデルに基づくオンライン枠なし手書き文字列認識, 信学技報, PRMU98-139, pp.25-30(1998).
- 11) 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).