

オフィス・システムにおけるハンドライティングの応用

野田 晴義 北村 浩三 フィン・トン・ハン
広瀬 直樹 仁野平 義則

日本アイ・ビー・エム 東京基礎研究所

オフィスで使われているアプリケーションでは、ユーザ・インターフェイスを工夫するためにいろいろな入力装置が使われている。本稿ではハンドライティングのインターフェイスを協同作業に対して応用した例を紹介する。一番目のシステムでは、既存の電子メール・システムに手書き情報を注釈として組み込めるようにした。二番目のシステムでは、ハンドライティング・インターフェイスとリアルタイム通信機能を組合せることにより、ワークステーションによるコンファレンス・システムを実現している。これらのシステムの実現と使用経験を報告する。

Use of Handwriting in Office Systems

H. Noda, K. Kitamura, T-H. Fin, N. Hirose, and Y. Ninohira

IBM Tokyo Research Laboratory
5-19 Sanban-cho, Chiyoda-ku, Tokyo, JAPAN 102

Current applications have used various input devices (keyboard, mouse, tablet, etc.) to support their user interface. Each device has its own advantage of handling one job and drawbacks with another. We have investigated the handwriting interface by implementing two systems for cooperative work. In the first system, we have extended the user interface and capabilities of the existing electronic mail systems with the good features of handwriting interface. The second system uses the handwriting interface and the realtime communication support to provide a handwriting conference between users of a network of workstations. We describe our approach and our experiences in implementing and using these systems.

1. まえがき

オフィスで行なわれている仕事には、個人が単独に処理できるものと、二人もしくは数人で協同して進めていかなければならない協同作業とがある。協同作業はさらに、手紙・回覧などのように時間的に遅れて処理されるものと、電話・会議等に代表される即座に（リアルタイム）処理されるものに分けられる。

手紙・回覧に代表される、リアルタイムな処理が不要な協同作業を電子化したものとして、電子メール・システムがある。これは送りたい内容をコンピューター・システム上にファイルの形で作り、そのファイルを送るようにしたもので、近年オフィスに普及している。

この電子メールは今までテキスト主体であったため、図や記号を表すためには文字で置き換えたり、複雑な手順を踏まなければならなかった。そのような場合に、ハンドライティングのインタフェースを導入することにより、手書きで地図などが簡単に描け、さらに文字などに対しても注釈を容易に付記することができるようになる。

またリアルタイムに意見の交換を行なう会議は、資料の配布、議事経過の記録などが繰り返されながら進行していくが、その際、資料や議事録は紙に、途中経過は黒板に記録されていく。この会議の電子化に際して、頻繁な意見の交換が効率的に行なえるためには、まずリアルタイムな通信機能によるサポートが必要であり、さらに文字や図などを複雑な操作なしで表せるインタフェースが要求される。この場合にもハンドライティングのインタフェースが有効であると考えられる。

われわれは以上のように、通信機能と手書きインタフェースの組合せによるオフィス作業の効率化を目指している。

以下では、手書き注釈機能をメールに応用した「アノテーション・システム」と、リアルタイムな電子会議を手書きインタフェースでサポートする「ハンドライティング・コンファレンス・システム」について述べる。これらのシステムは実現に際し、アプリケーション・プログラム（電子メール・システム等の既存システム）には変更を加えないという方針を取った。

2. オフィスでのハンドライティング

ここではハンドライティングのインターフェイスの特長を述べ、次にそれを協同作業に応用した例について述べる。

2.1 ハンドライティング・インターフェイス

いろいろなアプリケーション・プログラムの持つ入力装置としては、「キーボード」、「マウス」、「タブレット」等があり、それぞれユーザー・インターフェイスには特色がある。

情報の入力手段としては、余分な操作（モードの切り換え、メニューの選択）を必要とせず、いろいろな表現方法（文章、図）が同じインターフェイスで使えるものが望ましい。ハンドライティングはこれらの要求に応える方式である。具体的にその特長を挙げると次のようになる。

- a. フリーハンドのスケッチが簡単に書けるので文字だけでは表現しにくい物でも簡単に図として表現できる。
- b. 文字と図の入力を区別する必要がない
- c. 強調したい部分を自由にマークしたり、引用してコメントを付け加えたりできる
- d. 項目間の関連付けを図示できる
- e. 「紙と鉛筆」のインターフェイスをそのまま実現できる
- f. ポインターとして使える

我々はこのハンドライティングによるユーザー・インターフェイスを研究するため、協同作業をハンドライティングにより支援するシステムの試作を行なった。

2.2 協同作業

オフィスにおける作業は大別して2つに分けられる。一つは各個人が各々単独に行なう作業であり、各自の情報・資料の作成、整理等の作業が主な仕事になる。この分野での電子化はかなり進んでおりワーク・ステーションの利用状況もかなり高くなってきている。ワード・プロセッサ、スプレッド・シート、データベース、グラフ・ツール等のさまざまなアプリケーションが開発され、広く利用されている。これに

対して、手紙、回覧等で情報を伝えたり、電話、会議等の人とのコミュニケーションによって作業が進められていく「協同作業」がある。オフィスにおいて、この「協同作業」は仕事を進めていく上での重要な要素になっている。

2.2.1 アノテーション・システム

「協同作業」のうちで、手紙、回覧のように意志を伝えたい人がすぐに返事を必要としないものについては、いくつかのシステムが実現されている。『電子メール』、『電子掲示板』などがその例である。電子メールでは相手に伝えたい情報をエディタなどによってあらかじめ作成しておき、それをネットワークを通じて個人毎に設けられた電子的な郵便ポストに送付するものである。電子掲示板ではメンバーとなっている人が自由に読みだせる共通の掲示板に送付するようになっている。我々はこれらの電子的に蓄積・交換される情報としてテキストに手書きの情報を加え、よりコミュニケーションが円滑に進められるよう工夫してみた。

手書きの情報がどのように使われているか考えてみよう。例えば、手紙や文章を修正したり校正を加えたりする場合に、赤いペンで原稿の上に重ねて書き加えていく。この方法では、元の原稿に対してどのような経緯をたどって変更が加えられていったかが、後で一目で確認できるようになっている。また言葉として表現が難しい内容でも、図として描いておけば理解の助けとなるものも多い。

そこで電子メールとして交換されるテキストからなる文書に対して、手書き図やテキストに対する手書きの注釈を付け加えられるインターフェイスを実現した。その使用例としては、まず地図や概略図などを簡単に付け加えることができる。さらにテキストに対して重要な項目にマークをしたり、変更の内容を校正記号を上から重ね書きすることで指示したり、内容に対するコメントを添書きしたりすることができる。

特にテキストに対して付け加えられた注釈は、文字と手書きが組みになって一つの情報を表わしている。そのため、既存のワープロなどで挿入や削除などの編集作業によってテキストが移動した時にも、重ね書きされた注釈は同じように重なりながら移動していく必要がある。

描かれた手書き情報をテキストと関連付け付けるために、「リンク・マーク」と呼ばれる特別な文字を文

中に埋めこむことにした。リンク・マークはテキストと手書きの位置関係や手書きのストロークを情報として持っている。この結果、編集作業が行なわれても、関連付けられた文との位置関係は保持される。

このようにワークステーションで文書を作成する既存のエディタやワープロの中で筆跡を表示、記憶できるようにし、描かれた筆跡をテキストと関係付け、元のテキスト・ファイルと一緒に登録できるような機構を「アノテーション・システム」として実現した。このシステムはIBMパーソナル・システム/55とタブレットの組合せで実現されている。このようにして作成された文書は、今まで電子メールを交換していた機能によってそのまま配布することができる。また受信した側でも同じようにアノテーション・システムによって手書き情報を表示することができる。

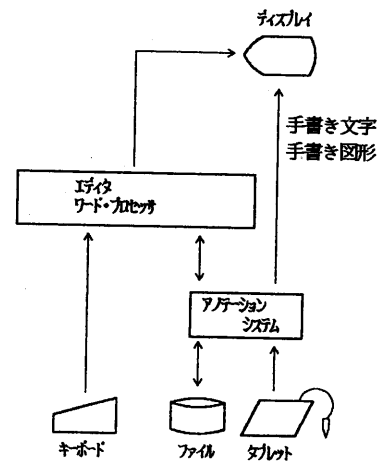


図1. アノテーション・システム

2.2.2 ハンドライティング・コンファレンス・システム

もう一つの「協同作業」の形態として、電話、会議等がある。これらの作業では、その場ですぐ何かを決定し、返答するようなリアルタイム性が必要であるが、電子化はまだ進んでいない。オフィスで行なわれている会議をそのまま電子化したものとしては、テレビ・電話会議システムなどがあるが、単に通信メディアとしての利用しか実現されておらず、設備も複雑で、コストの面にも問題があり、一般的な利用が出来

ない。会議そのものの電子化（コンピュータ化）は、あまり進んでいないのが現状である。

コンピュータによるコンファレンス・システムを現在のオフィスに取り入れるためには、実際にオフィスで行なわれている会議と同様に、『リアルタイム』に情報が伝わるのが重要な要素となる。この点を考慮して、リアルタイムに会議を支援するシステムをワーク・ステーション上に実現しようと考えられたシステムが『コンファレンス・システム』である。

コンファレンス・システムを利用して会議を行なう時にも、各自の使い慣れたアプリケーション・プログラムをそのまま利用したいという要求や、アプリケーション・プログラムの画面出力をそのまま会議上でプレゼンテーションの道具として利用したいという要求がある。またユーザーがコンファレンス・システムの操作について覚えることを最小限にすることも重要である。自分の使い慣れたインターフェイスがそのまま会議に使えるのが理想的である。

そこで我々は、自分の使い慣れたアプリケーション・プログラムがそのまま会議の道具として使えるシステムの実現を試みている。すなわち、ユーザーが会議を行なうための準備に使っているアプリケーション・プログラムをそのままコンファレンス・システムの道具として利用出来る『協同作業支援環境』である。我々はこの『環境』をネットワークで相互接続されたワークステーション上に実現した。

我々の試作したハンドライティング・コンファレンス・システムの構成を図2に示す。試作システムは描画エディタと共同作業支援ツールからなり、IBM トークン・リング・ネットワークに接続されたIBM パーソナル・システム/55上で稼働する。現在、ワークステーションとしては二台をサポートし、入力装置としてはキーボードとタブレットをサポートする。このエディタとツールをワークステーション上で同時に稼働させることにより、ハンドライティング・コンファレンスを行なうことができる。以下では、このエディタとツールについて説明する。

描画エディタ

描画エディタは、共同作業支援ツールとは独立に、描画メール交換システムのために開発したもので、単

一ユーザのアプリケーション・プログラムである。入出力装置としては、液晶表示と一体化されたタブレットおよびCRT表示と分離型のタブレットの2通りの組合せで稼働する。

おもな機能は、描画の入力・編集および文字の編集である。描画とはユーザが描く筆跡そのもので、文字などの上にも自由に重ねて描ける。編集はメニュー選択で行ない、文字入力にはキーボードから行なう。編集は切貼り機能によって消去、移動、複写ができ、さらに拡大/縮小の操作ができる。描画の内部表現はストロークの集まり（線図形）と入力時刻である。編集単位はストロークであり、イメージではなく線図形表現されているので、たとえば拡大/縮小による画質の劣化は少ない。

ユーザ・インタフェースについての描画エディタの特長は、編集対象を指定するときの柔軟性にある。

従来のエディタではカーソルやマウスにより指定される編集対象は矩形領域に制約されていた。しかしフリーハンド・スケッチのように2次元的に自由筆記されるものについては柔軟性に欠ける。本エディタでは、ユーザが編集したい文字や描画などを一筆書き（一本のストローク）で囲むか横切ることによって指定する方式にした。そのとき一筆書きとその始・終点を結ぶ線分で定まる閉領域内が編集対象になる。したがってユーザは任意の閉領域を自由に指定できる。

また入力編集モードについては、モードが少なくなるように操作を後指定形式にしている。つまり通常は描画入力モードで、メニュー選択により各編集モードに入り、移動/複写先、拡大/縮小率などを入力す

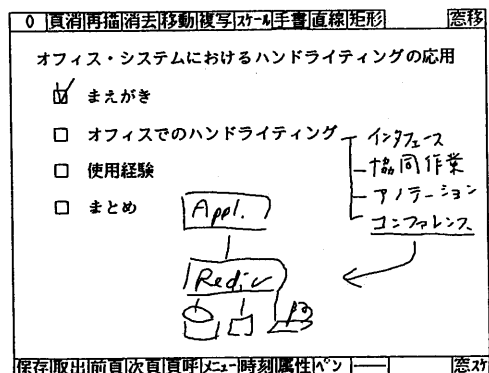


図2. 描画エディタ

る。このとき編集対象は、メニュー選択直前の描画ストロークによって指定されているものとみなす方式とした。したがって編集対象を指定するためのモードは不要である。またこの方式では、たとえば消去するとき、あらかじめ複数の対象をそれぞれ一筆書きで囲んでおき、次にそれらを連続的に消去していくことが可能である。このときユーザはメニュー選択のための腕の動きを最小にできる。

本エディタのユーザ・インタフェースは、リアルタイムなコンファレンス環境において、手書きによるスケッチ、マーク、コメントなどのやりとりにも有効である。

協同作業支援ツール

共同作業支援ツールは、複数のワークステーション上で同一の既存アプリケーションを同時に連携稼働させ、それらに同一の動作をさせることにより、共同作業を支援する。したがって共同作業をする複数のユーザは、作業中それぞれのワークステーション上で常に同一の画面表示を見ることができる。そのとき入力装置には発言権が設定され、入出力ファイルは同一のファイルを共用できる。

このツールは発言権処理部、入力ダイレクタ、共用ファイル処理部、および通信処理部からなる。

発言権処理部

入力されたデータが無秩序に他のワークステーションに配布されたとすると、複数の人が同時にタイプした文字は画面上に混在して表示されてしまうため、意味のない文字列になってしまう。このような、共同作業中の同時データ入力を避けるため、入力装置に対するアクセス権として「発言権」を設定し、「発言権」を持っている人のみがアプリケーションに対して入力を行なえるようにした。

試作システムでは、コンファレンス・システムを機能的に、また効率的に実施するために、会議中に発言できるワークステーションを一台のみに限定した。そのために各ワークステーションには発言権を要求したり、相手に渡したりするための機能として「ホット・キー」と呼ばれる特別なキーが用意されている。

会議中に発言権を要求するにはホット・キーを押せばよい。要求を受け取った発言中のワークステーションでは、ビーブ音によって相手からの要求を知ることができる。ここで相手に発言権を譲りたい場合には、同様にホット・キーを押せばよい。これら一連の操作によって発言権の移動が行なわれ、会議が運営されていく。

入力ダイレクタ

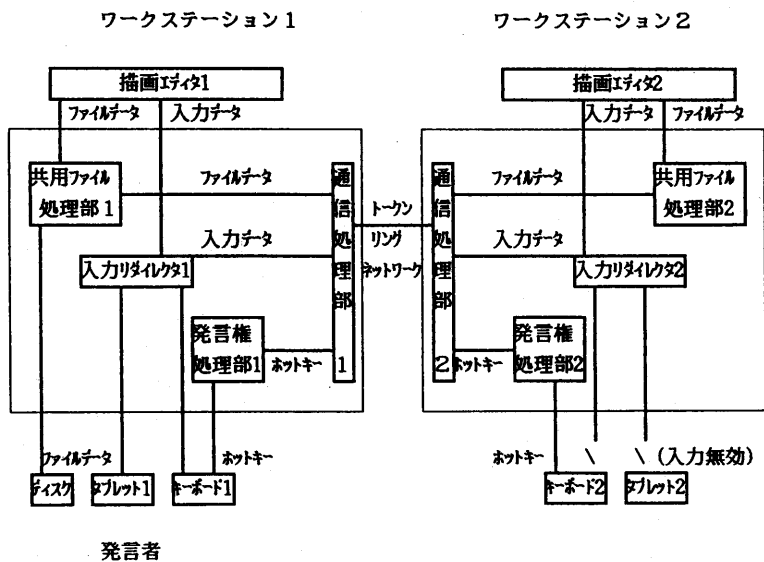


図3. 試作システムの構成

試作システムでは、入力装置としてキーボードとタブレットをサポートし、入力された情報はすべてリダイレクトされている。入力データがどのように他のワークステーションにリダイレクトされるかを以下で説明する。ここではアプリケーションに対する入力は、すべて標準入出力インターフェイス（システム・コール）を通じて行なわれると仮定している。

(1) キーボード1とタブレット1からの入力データは、描画エディタ1へ渡されるとともに入力リダイレクタ1によって通信処理部1を通じワークステーション2へ送られる。

(2) ワークステーション2では、入力リダイレクタ2がワークステーション1からのデータを受け取ったのち、それがあたかもワークステーション2の入力装置から入力されたかのように描画エディタ2へ渡す。

(3) ワークステーション2の入力装置からの入力データは、入力リダイレクタ2によって無視される。

共用ファイル処理部

共同作業をするとき、ワークステーション間でのようにデータを共用するかは重要な問題である。我々のシステムの共用ファイル処理部は、既存のアプリケーションが別々のワークステーション上で同時に動作したときに、同一のファイルを共用できるようにしたものである。

これによってアプリケーションは無修正でファイルの共用化を実現している。

3. 使用経験

分離型タブレットとしては、現実的にオフィス・スペースの制約を考慮して、小型のものを使用している。入出力装置の特性として、タブレットの分解能は10本/mmが標準であるのに対し、ディスプレイの解像度は約100 pel/inchとなっている。この違いによってタブレットの座標を表示画面と対応付けようとすると次のような問題点が明らかになった。

- ・手書きで細かい図を描くと、手ぶれが強調されて線が真直ぐ書けない、ぎざぎざが残ってしまう。
- ・手書き情報をテキストに並べて添書きをすると、

ディスプレイの文字フォントの大きさととのバランスがとれないことがある。バランスをとるため縮小すると形がつぶれてしまう。

- ・分離型タブレットを使用すると、視線と操作を行なう場所が離れているため、細かい図や文字をきれいに書くことは難しかった。

また既存のテキスト・エディタへの手書注釈については、手書情報を書き込めるスペースを文中にどのように確保するかという問題がある。

ハンドライティング・コンファレンス・システムを運用した結果、対象とする入出力装置の特性によって本方式による協同作業の支援が効率的なものとならないものに分れた。

入力装置から取り込まれたデータは他のワークステーションに同じデータを送信するために通信システムのオーバーヘッドを要するが、そのオーバーヘッドがキーボードの場合には十分に小さく無視することができるのに対し、タブレットのようにサンプリングされた座標データが連続して入力されるような装置では通信システムのオーバーヘッドが実際に送られるデータ量に対して非常に大きくなり、パフォーマンスや実用性という観点から再検討が必要なものとなった。

タブレットによって入力されるオブジェクトとして文字、図形、グラフィック・プリミティブ等があるが、漢字等のように比較的短いストロークを連続して頻繁に筆記する場合や高速に長いストロークを筆記する場合にストロークの脱落やサンプル点の間隔が広がる等の現象を生ずる。これらの現象は現在のリダイレクションの方式が入力のイベントが発生した時点で即座に相手のワークステーションにそのデータを転送する方式を採っているため、タブレットのようにデータを連続して生成するような装置に対しては通信のオーバーヘッドが非常に大きくなる。一方、キーボードのように離散的にイベントが発生し、かつデータ量が少ない装置に対してはパフォーマンスの問題は発生しなかった。

これらの現象を回避するためには幾つかの解決策が考えられる。すなわち、冗長な情報転送の発生を抑制したりブロック化の効率を高め、通信のオーバーヘッドを小さくする等の工夫を行なうことが考えられる。しかしながら、試作システムの目標の一つでもあるアプリケーション・プログラムに変更を加えずにどこまで実用に耐えるシステムを構成できるかと言う点については十分に目標を達成することが出来たと考える。

4. まとめ

今回試作したアノテーション・システムによるメール交換機能は既存のオフィス・システムとは独立に稼働している。今後は手書き情報をより広範囲な既存の各種オフィス・ツール（配布、読みこみ、ライブラリ管理）の環境に組み込んでいく予定である。

また今回は手書きの情報をテキストと組合せることに重点を置いたが、これからは手書きとして表わされたいろいろな情報をいかに処理のなかに活用させていくかが問題である。

次にハンドライティングの応用として実現したハンドライティング・コンファレンス・システムを評価してみる。この評価の過程で数多くの教訓を得た。本システムでは装置に対するアクセス制御を「発言権」の設定により排他的に行っていた。もし発言権の制御をコンファレンス・システムがすべて自動的に判断するとすれば、発言（データ）の内容によって制御の移動のタイミングが問題となる。それならばむしろ同時音声によるユーザー間の会話と組合せて同期をとる方が、より効率的であると考えられる。さらに、ローカル・ネットワークを利用したコンファレンス・システムではそのサービス・エリアに制約があり、同一の建物内の範囲のユーザーによる利用には限界があることなどである。

本システムではこのような制約や問題点が残っているが、我々が採用したリダイレクタによる協同作業支援システムでは任意のアプリケーション・プログラムを用いてそのプログラム自体には何等の変更を行わずに通信機能を付加するとともに慣れ親しんだユーザー・インターフェースを使って協同作業を実現できるので既存のソフトウェア資産が有効に活用できる利点がある。

本システムの試作ではローカル・エリア・ネットワークを通信メディアとして利用したため、リダイレクタ・データの転送と同時に音声を送信することがネットワークのディレイ等の理由でできなかった。このため先に述べた同時音声によるアクセス権の制御にはローカル・ネットワークとは別に電話回線を必要とした。音声とデータの同時通信能力を持つ通信システムとしてはデジタルPBXやISDNがあげられ、これらを利用することにより現在我々が必要としている同時音声通信機能の付加を実現することが可能である。

一方、これらの通信システムではデータの転送速度が64Kbpsとローカル・ネットワークに比較して非常に遅く、前述のタブレットからのデータ入力に対してより効率的なリダイレクション機構の開発が必要である。

本研究では今後、ローカル・ネットワークより広いサービス・エリアを持ち、音声とデータの同時通信を可能にするデジタルPBXの上に移植し、更にISDNに移行していく予定である。

参考文献

- 1) 北村, 松下; "手書きメモ交換のためのメモ入力・編集方式", 情処第33回全大, 2Y-4 (1986)
- 2) I. Greif and Sarin, "Data Sharing in Group Work", CSCW'86 Conference on Computer Supported Cooperative Work, December 1986, Austin, Texas.
- 3) S. Sarin and I. Greif, "Computer-Based Real-Time Conferences", IEEE Computer vol.18, No.10, October 1985