

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

加藤 直樹[†] 田中 宏^{††} 中川 正樹[†]

E-mail Environment with Handwriting Using Digital Ink Format 'HandsDraw'

Naoki KATO[†], Hiroshi TANAKA^{††}, and Masaki NAKAGAWA[†]

あらまし 本論文は、手書きメッセージの読み書き、送受信、重ね書き、筆記者・筆記時刻確認、筆記再生などの機能を有する手書き電子メール環境について述べる。我々は、初心者にも自然な手書きを UI に採用し、簡単に表現豊かなメッセージをインターネット上で送受信できるシステムを実現した。本システムは手書きメッセージが送受信できる点で、近年急成長している携帯型情報通信端末に先行するものである。更に、手書きの筆跡や図形、コード文字を表現できるように提案したフォーマット HandsDraw に従い、手書きのメッセージを読み書き、送受信する機能はもちろん、受信メールへの上書き、筆記者・筆記時刻確認機能、そして、筆記再生機能を提供する。対話技法としては、ペン入力の良いを生かした囲み選択と、ペン入力の弱点を解決したボタンインタフェースを採用した。本システムを実際に使用してもらった上でアンケート調査を行い、また、2年半にわたるインターネットでの公開や研究室での使用によって多くの意見を収集した。その結果、提供するすべてに機能に対して総じて肯定的な意見が得られた。その一方で、手書きの文字をそのまま送りたくないとの意見も得られ、文字認識機能の必要性が示された。

キーワード ペン入力、手書き、電子メール、インクフォーマット

1. ま え が き

近年、インターネットの急速な普及に伴い、電子メールはコミュニケーションの手段として重要なものとなった。電子メールは、郵便と同様に自分の都合に合わせて処理できる特徴をもつ上に、配送が非常に高速であること、種々のコンピュータ処理を施せること、同時に複数の相手に送信できることといった利点をもつ。しかし、従来の電子メール環境では基本的にコード文字（コンピュータ上で扱える文字コードが割り当てられている文字）によるコミュニケーションしかできない。このため、絵を含めることが難しい、メッセージが冷たい印象になるなど、表現力が弱いという問題が生じる。また、コード文字の入力が必須となるため、初心者には操作が難しいキーボードを使わなければならないという問題も生じる。そこで、我々はこの弱点を解決し、より多くの人により簡単に表現豊かな電子メールによるコミュニケーションを行えるように

するために、既存のインターネット上の電子メール環境に手書きユーザインタフェース（以下、ユーザインタフェースを UI と記す）を適用し、手書きで書いたメッセージを送受信できるシステムを実現した [1]。この環境を手書き電子メール環境と呼ぶ。

我々は、手書き電子メール環境の普及を重視し、その土台としてインターネット上の電子メールを利用した。そして、従来の電子メールの読み書きを可能とし、かつ、既存の電子メールアプリケーション（メーラ）でも受け取れるようにした。また、手書き電子メール環境をより便利にする機能として、受信したメールへ重ね書きする機能、だれがいつ書いたのかを確認する機能、書いたときの状況を再現する機能、手書きの文字をコード文字に変換する機能を組み込んだ。これらを実現するために、データ形式をドロー形式とし、筆順や筆記者、筆記時刻を保存できるようにした。近年では画像ファイルとして手書き情報を送受信できる携帯型情報通信端末が急成長している。しかし、これらは画像ファイルを添付しているだけなので、上記の機能を提供していない。

本論文では、電子メールへ手書き UI を適用することの利点を整理した後、コード文字に加えて図形や手

[†] 東京農工大学工学部, 小金井市

Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei-shi, 184-8588 Japan

^{††} 富士通研究所, 明石市

Fujitsu Labs. Ltd., Akashi-shi, 674-8555 Japan

書きの筆跡情報（デジタルインク）を表現することのできるデジタルインクフォーマットの設計、そして、手書き電子メール環境の設計・実現と本環境に対するアンケート調査などの結果について述べる。

2. 手書き電子メール環境の利点

2.1 従来の電子メール環境の問題点

電子メールの最も優れた点は、配送が非常に高速なことである。この高速性が注目され、ビジネスからプライベートまでいろいろな場面で利用されている。

一方、電子メールには、コード文字だけしか書くことができないため、絵や地図といった2次元情報を相手に送りたいときに苦勞するという基本的な問題点がある（図1(a)）。画像のバイナリファイルを添付して送信することもできるが、その画像を作るために別のアプリケーションソフトウェア（以下、APと記す）を使用しなければならないことなど余計な手順を踏まなければならない。大抵の場合、そこまで労力をかけることを嫌い、絵の代わりに文章だけで説明したり、時には記号文字で絵を描いたりする。コード文字の文章だけしか簡単に扱えないことは、現在電子メールを利用している者も不満を抱いており、これから使おうと考えているユーザにも魅力的ではない。また、コード文字だけの文章は冷たい印象になりがちであるという問題もある。

このことに加えて、入力方法にも問題がある。メールを書く、つまり、コード文字の入力には、普通キーボードを用いる。コンピュータの使い始めにおいて、最初につまづくのがキーボードを用いた文字入力である。キーボードは、慣れてしまうと高速に多量の文字

を入力できるが、慣れるには相当の訓練と時間を必要とする。キーボードによる文字入力が苦手なことで、電子メールの利用を諦めてしまうおそれもある。

2.2 電子メールへの手書き UI 適用の利点

手書き電子メール環境は、上記の問題点を解消するために、従来の電子メール環境へ手書き UI（ペン入力）を適用したものである。ここでは、手書き UI を適用することで得られる効果、及び、手書きの情報を電子的に表現することで得られる効果を示す。

(1) だれもが簡単にメールを書ける

手書き UI の最大の特徴は、手書きを入力方法とできることである。手書き UI を採用することで、初心者がコンピュータを使い始めるときの大きな障害であるキーボード入力は、手書き入力に置き換わる。手書きは、ほとんどの人が幼少のころから行っているため、既にその操作に慣れている。したがって、入力方法に慣れるための訓練を必要とせず、初心者でも気軽に利用できる。更に、その操作は認知心理学でいうところの自動化された操作であり、考えながら入力を行える利点もある [2]。

(2) 表現豊かなメールが書ける

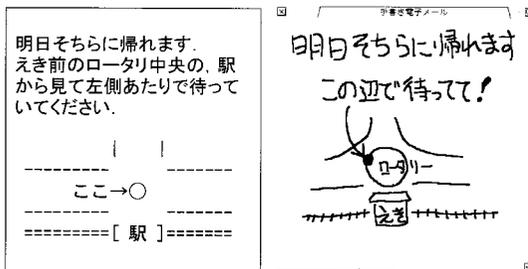
入力方法として手書きを用いることで生じるもう一つの利点は、2次元オブジェクトを容易に入力できる（書ける）ことである。従来のマウス UI でも絵や数式の入力は可能であるが、その入力方法は独特であり、紙に書く方法とは全く異なっている。手書き入力では、紙に書くのと同じように文字や絵図を入力することができる（図1(b)）。

また、手書きの文字（肉筆）や絵図が書けることで、書き手の個性や感情を効果的に伝えることができ、更に、コード文字だけのメールが冷たい印象を与えてしまう問題も解決できる。これらの効果から、電子メールによるコミュニケーションの幅を広げることが期待できる。

(3) PDA との相性がよい

手書き UI はあらゆるサイズのハードウェアに適応する。特に、入力操作面を表示面と一体化できること、キーボードを必要としないことから、携帯性に優れたハードウェアに適している。既に製品化されている携帯型情報機器（PDA: Personal Digital Assistants）の多くがペン入力を採用しているのはこの特徴がゆえである。

ところが、PDA での電子メールの入力、つまり、コード文字の入力は、画面上に表示されたキーボード



(a) Ordinary e-mail environment.

(b) E-mail environment with handwriting.

図1 従来の電子メールと手書き電子メール

Fig. 1 Ordinary e-mail environment and e-mail environment with handwriting.

をペンで押すか、手書き入力と認識処理の組合せを用いるのが通常である。しかし、小さな入力面で行うこれらの操作は意外に面倒である。PDA でメールを書く場合、その内容は比較的短いことが予想される。内容が短い分、それを入力するのが面倒であるとユーザはいらだちを感じてしまう。

簡単なメッセージであれば手書きで十分表現可能である。手書き電子メール環境では手書きで書いたものをそのまま送れるため、PDA においても容易に電子メールを書くことができる。また、これらの利点から、聴覚障害者のためのコミュニケーション手段として最適であるとの意見が得られている。

(4) 電子的な処理を利用できる

手書き電子メール環境は、電子的な紙に書かれた情報を送受信する環境ととらえることができ、FAX の電子メール版と位置づけられる。FAX と最も異なるのは、FAX では現実の紙に印刷されたものを受け取るが、手書き電子メールでは電子的な情報をそのまま受け取る点である。このため、文書を電子的に扱うときの利点である情報の再利用や検索が容易である点が、手書き電子メール環境の利点の一つとなる。

電子的な紙には、文字や絵といった目に見える情報とともに、それらの属性を記録することができる。この点を利用することで、手書きの良さを生かし、電子メール環境をより便利にするいくつかの特徴的な機能が実現できる。まず、情報ごとに筆者と筆記時刻を記録することで、書かれている情報が、いつだれによって書かれたのかを容易に特定できるようになる（筆者・筆記時刻確認機能）。また、重ね書きを繰り返しても、筆者や筆記時刻ごとに表示することで見やすさを損なわない。複数の人で紙を回覧しコメントを記入していくような作業に有効な機能である（図 2）。

また、筆順を記録することで、筆記状態を再現できるようになる（筆記再生機能）。早書きした手書きの文字は、他人にとって、時には書いた本人にとっても読みにくいことがある。書いている状況を見ることができれば読解の手助けになる。更に、筆記時の思考を再現するのも役立つ。

更に、文字認識機能を組み込むことで、とりあえず入力は考えながら行える手書きで行い、後でコード文字に変換してから送ることや、送り手は手書きで十分と判断し送ったものを、受け手がコード文字に変換して再利用することができるようになる。例えば、学生が書いた論文に先生がコメントを入れ、そのコメント

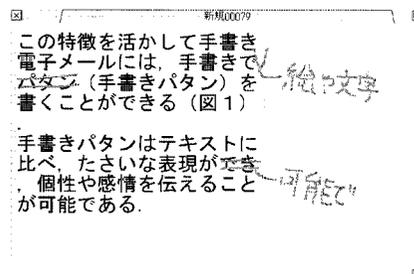


図 2 コード文字列上に書かれた手書きのコメント
Fig.2 Handwritten annotations on printed text.

に従って文書を改訂するような作業を行うとき、この機能を活用することができる。

3. 手書き電子メール環境の基本設計方針

次に手書き電子メール環境の基本設計方針を記す。

(1) インターネット電子メールを土台とする

手書き電子メール環境をより便利なものとするためには普及が重要である。手書き電子メール環境は送信側、受信側がともに利用したとき最も有効なものとなるからである。そこで、インターネット上の電子メール環境を土台として利用し、送受信及び配送するための仕組みには、既存の仕組み（SMTP サーバや POP サーバ）をそのまま利用する。

インターネット上の電子メールは急速に普及し、今後も普及は更に進んでいくと考えられる。したがって、手書き電子メール環境の普及を考慮すると、インターネット上の電子メール環境を土台として利用することが最適である。また、既存の仕組みを利用することで、新たな整備を行う必要がない。既存の電子メール環境を利用している人や利用できる人であれば、手書き電子メールを読み書きする AP を使用するだけで、手書き電子メール環境を利用できる。

更に、従来の電子メールとの親和性をもたせる。具体的には、従来の電子メールの読み書きを可能とし、また、既存のメーラで受け取った場合も簡単に読むことができるようにする。このようにすることで、従来の電子メールを利用している人にも抵抗なく、受け入れられると考える。

(2) データはドロー形式で管理する

手書き電子メール環境で送受信するデジタルインクや図形、コード文字からなるメッセージを表現するデータはドロー形式で管理する。

絵や図を管理するデータ形式には大別してビットマップ形式とドロー（ベクトル）形式がある．先に述べた筆者・筆記時刻確認機能や筆記再生機能，文字認識機能の実現にはドロー形式の方が都合よい．特に，筆記再生機能はドロー形式でなければ実現は不可能である．また，文字認識にはオンライン方式とオフライン方式がある．オフライン方式はビットマップ形式とドロー形式のどちらでも利用可能であるが，オンライン方式はドロー形式でなければならない．ドロー形式で表現されたメッセージを既存の電子メールで送受信するためには，そのメッセージを電子メールとして送受信する形式に変換しなければならない．そこで，送受信に用いる外部データ形式としてデジタルインクフォーマットを設計し，それを利用する．

4. デジタルインクフォーマット HandsDraw の設計

本章では，手書き電子メール環境で送受信する，デジタルインクや図形，コード文字からなるメッセージを表現する外部データ形式として設計したデジタルインクフォーマット HandsDraw [1], [3] について述べる．HandsDraw は 1996 年 9 月の公開から，現在までいくつかの改定を施している．

4.1 目 的

HandsDraw は，手書き電子メール環境で利用することとともに，手書き UI を採用した AP 間でのデータ交換に用いることを目的として設計したフォーマットである．手書き UI はあらゆる大きさのハードウェアに適用し，それらのハードウェアを使用したシステム間で UI に統一性をもたせることが可能である．ここで，そのシステム間でのデータ互換性を高めることが重要となる．我々は PDA，デスクトップ，電子白板といった様々な大きさのハードウェアに手書き UI を適用したシステムの研究・開発を行っている [4]．PDA で書いたものをデスクトップシステムで整理したり，電子白板システムで使う資料をデスクトップシステム上で作ったりすることができれば，より効率的に作業が行える．我々は，データを交換するためのフォーマットを規定すれば，それを利用する AP 間のデータ互換性を確保できると考え，HandsDraw を設計した．

これまで，デジタルインクを扱うことができるフォーマットの設計，そして，標準化への試みは何度か行われてきたが普及しなかった．その原因として，仕様が大きすぎて取扱いが複雑であること，ペン入力

の利点を生かすための情報を記録できないことが挙げられる．ペン入力を採用した AP を普及させるためには，その間でのデータ互換性が重要であり，標準フォーマットの存在は必須である．HandsDraw が標準フォーマットとなればそれにこしたことはないが，我々は，まず HandsDraw をたたき台として公開し，議論を活発にし，標準フォーマットを確立する一つの架け橋になればと考えている．

4.2 基本方針

HandsDraw の基本方針は広く公開し，普及させることである．HandsDraw を標準フォーマット，若しくは，そのたたき台とするためには，多くの人に知ってもらい，使ってもらわなければならない．そのためには，その仕様を極力簡単なものとすることが重要である．フォーマットを使うために多量のマニュアルを読まなければならないのでは，利用してみようと思う人は少なくなるだろう．また，使用制限をなくすることも重要である．特に，企業が利用する場合，他の企業が関係していると利用することが難しくなる．HandsDraw は使用制限を設けず，自由に利用できるように公開する．

4.3 特 徴

次に HandsDraw の特徴を示す．

(1) 仮想的な紙の集合を表現する

HandsDraw は 1 枚の仮想的な紙（ページ）の順序集合（ドキュメント）を表現する．ページの大きさはページごとに設定が可能である．そして，ページ上に書かれたデジタルインクや図形，コード文字（これらを描画オブジェクトと呼ぶ）を表現する．

(2) オブジェクトはドロー形式で表現する

HandsDraw は描画オブジェクトをドロー形式として扱う．前章でも述べたとおり，手書きの良さを生かす筆記再生や文字認識機能を実現するためにはオブジェクトをドロー形式で扱う必要がある．そこで，外部データ形式でもドロー形式で扱う．

(3) 書き順と図形の深さを記録する

筆記再生や文字認識機能の実現を可能とするために，描画オブジェクトが書かれた順番（筆順）を記録する．また，ドロー形式の図形エディタでは，オブジェクト同士の間（深さ）順序が必要となる．HandsDraw でも筆順とは別にこの順序を記録する．

(4) 座標系は論理座標を用いる

描画オブジェクトの位置を規定する座標系には論理座標系（1 単位 = $1/x$ ポイント： x は任意）を用いる．

HandsDraw で表現されたドキュメントは、いろいろなサイズのハードウェア上で読まれることが予想される。そして、どのハードウェア上でも同じ大きさで見たいことがある。そこで、座標系としてハードウェアに依存しない論理座標系を使用する。

(5) コード文字とインクの位置ずれを防ぐ

コード文字とデジタルインクを重ねて書いた場合、使用環境によって異なった表示フォントが用いられると、デジタルインクとコード文字の位置関係が変わってしまうことがある。これを解決するために、コード文字列の表示上の行ごとにその幅を記録する。

この問題を解決する最適な方法は、文字ごとに位置を記録することである。しかし、これではデータ量が非常に大きくなる。我々は行ごとにある程度の位置ずれが起こらなければよいとの立場をとり、文字列の表示上の行ごとにその幅を記録し、AP で表示を行うときはその幅に収まるように 1 文字ごとの位置を補正する (図 3)。

(6) セッション情報を記録する

新しくメールが書かれたときやメールを開いたとき、筆記者が変わったときをセッションの始まりとして、筆記者と時刻を記録する。そして、メールに書かれた描画オブジェクトごとに、どのセッションに属するかを記録する。この情報を利用することで、筆記者・筆記時刻確認機能の実現できる。この用途では、オブジェクトが書かれた正確な時刻までは必要なく、データサイズも控えられるので、一つひとつの描画オブジェクトごとではなくセッションごとに記録する。

5. 手書き電子メールアプリケーションの設計と実現

本章では、手書き電子メール環境を構成する AP として実現した、手書き電子メールの設計と実現について述べる。

5.1 機能設計

手書き電子メールは、先に述べた手書き電子メール環境の基本設計方針に従い、また、手書き UI 適用による利点を生かすために、従来の電子メールに加えてデジタルインクや図形がコード文字と混在した電子メールの読み書きと送受信、受信した電子メールへの重ね書き、デジタルインクを書いたときの筆記状態の再現 (筆記再生)、だれがいつ書いたかの確認 (筆記者・筆記時刻確認)、手書き文字パターンのコード文字への変換 (文字認識) をできるようにする。

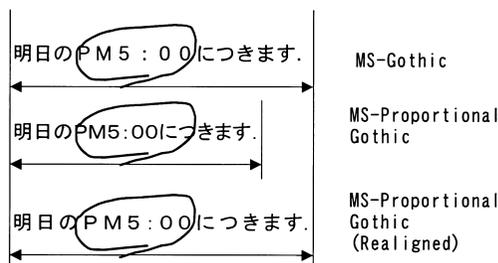


図 3 異フォントによるコード文字の位置変化とその修正
Fig. 3 Incongruity between handwritten annotations and printed text caused by the change of font, and its resolution.

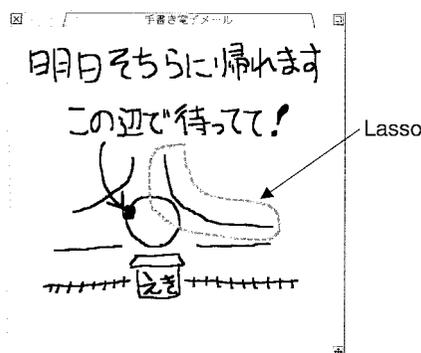


図 4 囲みによるオブジェクト選択
Fig. 4 Selecting objects by encircling.

5.2 対話技法の設計

手書き電子メールでは、メールを書くことにペン入力を用いる。そこで、他の操作に用いる対話技法にもペン入力の良さを生かすべきである。次に、このことを念頭において設計した対話技法について述べる。

(1) 手書き囲み線による対象指定

オブジェクトを選択する方法として、手書きで描いた囲み線で対象の指定を行う対話技法 (囲み選択) [5] を提供する (図 4)。マウス UI では方形で指定する方法がとられているが、ペンによるドラッグ操作は難しいため [6]、この方法はペン UI には向かない。囲み選択では、選択したいオブジェクトを囲む線を描くと選択が行える。ペンは書く道具であり、対象を囲む線を描くという操作はごく自然な操作である。また、囲み選択は入り組んだオブジェクトの選択も一度で行える利点がある。

(2) ペン入力指向のボタンインタフェース

マウス UI における一般的なボタンインタフェース

では、そのボタン上でクリックを行うとボタンを押下したことになる。ペンによる操作では、この操作をペンタップと呼ぶ。ボタンを押下するには、タップの開始と終了時点でペン先がボタン上になくなくてはならない。ところが、ペン操作には、視差や手ぶれの影響で、ペン先を下ろすときと上げるときに細かい位置決めが難しいという問題点がある。このため、従来のボタンインタフェースでは、特に、ボタンの大きさが小さくなると、押下が行いにくくなる。

そこで、我々はこの点を解決するためのボタンインタフェースを考案した。このボタンインタフェースでは、一般的な押下方法に加え、ペン先の位置がある程度ずれても押したことになる押下方法を提供する。具体的には、ある一定時間ボタンの上空にペンを位置させると、ボタンを捕獲（キャプチャ）することができる。捕獲した場合、ペンを下ろすときに一定距離内ペン先がずれても押下したことになる。また、ペンを下ろした後、一定時間内及び一定距離内であれば、ペンを上げる前にボタンの外側にペン先がずれても、押下したことになる。

この押下方法は、ペン先が入力面に触れない状態でも、一定距離内であれば、その位置を取得することができるハードウェアの機能を用いたものである。

5.3 送受信形式の設計

手書き電子メール環境はインターネット上の電子メールを土台として利用するため、その送受信の形式はインターネット電子メールの規約（RFC2045～2049）に従う。

既存のメーラで受け取ったときにも、簡単に手書き電子メールを見られるようにするため、複数の内容を一つのメールとして送信できる MIME のマルチパートを利用する。そして、HandsDraw を記述した部分は第 2 パート以降に置き、そのパートのヘッダには、

```
Content-Type=application/x-handsdraw;
charset=<charset>; name=<name>
```

を記述する。HandsDraw はテキスト形式であるため、Content-Type のパラメータとして text/~ を記述することも考えられたが、text/~ のパートは添付ファイルとして分割しないメーラが存在しているため、application/~ を選択した。charset には HandsDraw の記述で使用した文字コードの種類を記述する。また、name には拡張子を hdf とした任意のファイル名を記述する。こうすることで、手書き電子メールを既存のメーラで受け取ったとき、HandsDraw を記述

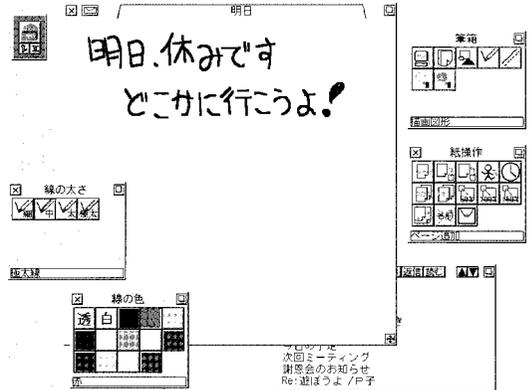


図 5 手書き電子メーラ実行画面

Fig. 5 An example screen of the e-mail environment with handwriting.

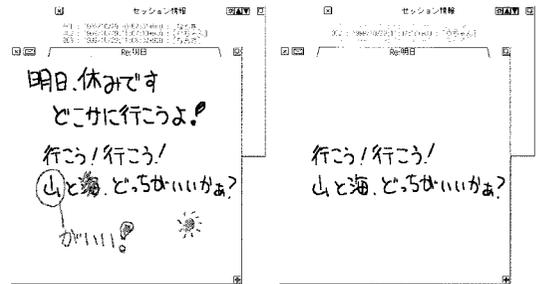


図 6 筆者・筆記時刻識別機能

Fig. 6 Confirming the author and the time of writing the messages.

した部分は添付ファイルとして分離される。そして、Content-Type のパラメータやファイル名の拡張子に対応して AP を起動できるメーラであれば、簡単に手書き電子メールを読むことができる。

なお、第 1 パートには付加情報として、その電子メールは手書き電子メールであること、手書き電子メールを見るための AP を手に入れる方法、更に、手書き電子メールにコード文字列が書かれている場合はその内容を記述する。

5.4 実行環境

今回実現した手書き電子メーラは米国マイクロソフト社の OS (Windows 95 以上) 上で動作する。手書き電子メーラの良さを体感するにはペン入力が必要となる。そのため、コンピュータに表示一体型タブレット、若しくは、タブレットを接続するか、ペンコンピュー

タを用いる必要がある。しかし、ペンの代わりにマウス、または、その代わりとなるデバイスを用いることも可能である。

5.5 実行画面

手書き電子メールでメールを書いている状態の実行画面を図 5 に示す。画面中央が仮想的な紙であり、ここに書いたメッセージを送受信することができる。また、筆者・筆記時刻確認機能を用いている場面の実行画面を図 6 に示す。左側がもとのメールであり、右側が 2 セッション目に書かれたものだけを表示している。

6. 手書き電子メール環境の評価

実現した手書き電子メールは 1997 年からホームページ上で公開し、自由に利用できるようにしている。また、展示会などのデモンストレーションにおいて、実際に使用してもらい意見を収集した。

東京農工大学科学技術展 '96 においては、来場者に使用してもらった上で、アンケートに回答してもらった。この科学技術展では長時間にわたって使用してもらうことが不可能であること、多くの質問を用意すると回答してもらえなくなることから、おもしろいと思うか、便利だと思うか、使いたいと思うかという感覚的な質問に限定した。そこで、実現した手書き電子メール独自の機能に対する意見を収集するために、研究室で常時利用できるようにもした。

ここでは、アンケートの集計結果と得られた意見を示し、その考察を通して手書き電子メール環境を評価する。なお、UI や AP の評価では主観的な意見も重要と考えるため、考察では絶対数が少ない意見にも注目する。なお、使用してもらった手書き電子メールは文字認識機能を組み込んでいないものである。

6.1 科学技術展におけるアンケート調査

6.1.1 アンケート回答者層と電子メールの普及度

アンケートの有効回答者数は 50 名であった。性別（質問 1）は男性が 23 人、女性が 14 人、不明が 13 人であった。回答者の年齢層（質問 2）、電子メールの経験度（質問 3）を図 7 に示す。年齢層、電子メールの経験度ともに幅広い層からの回答が得られたが、大学で開かれた展示会で調査を行ったため、電子メールをよく使っている者、20 代の者が多くなった。20~40 代の回答者のうち半数以上が電子メールの使用経験があり、電子メールの普及が進んでいることがわかる。その反面、10 代と 50 代以上の者は使用経験がなく、年少者や高齢者への普及が遅れていることが示された。

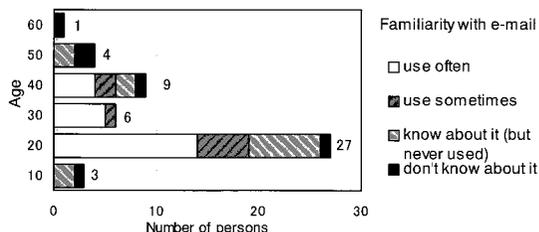


図 7 年齢層とメールの経験度

Fig. 7 Participants' age level and familiarity with e-mail.

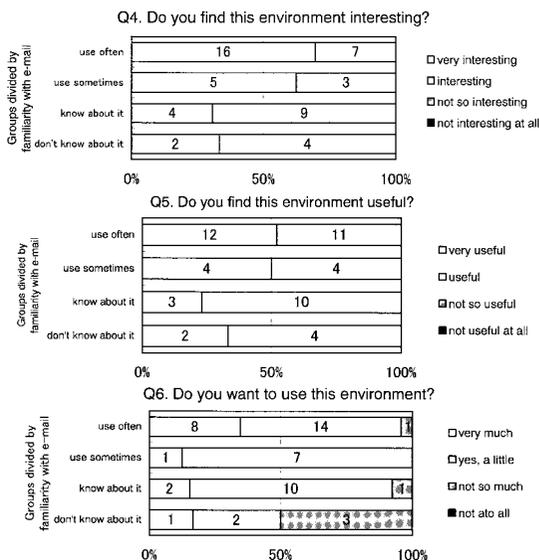


図 8 手書き電子メールについての質問への回答

Fig. 8 Answers to the questionnaire about the e-mail environment with handwriting.

6.1.2 手書き電子メールへの関心度・必要性

手書き電子メール環境についての質問 4, 5, 6 の回答を図 8 に示す。棒内の数字は人数を示す。一般的に手書き電子メール環境に対して肯定的な回答が得られ、手書き電子メールへの関心度・必要性は高いことが示された。

その一方で、質問 6 において 5 人が手書き電子メールを使いたいとは思わないと回答をした。この 5 人は全員が 40~60 代の人であり、そのうち 4 人は電子メールの経験がない人でもあった。他の年代では電子メールの経験がない人でも肯定的な意見を述べており、一般にコンピュータアレルギーと呼ばれることが影響したと考えられる。

6.1.3 絵図が描けることへの意見

従来の電子メールについての意見を求めた質問7の回答で1人から絵が描けないことが不満であるとの意見を得た。また、手書き電子メールについての意見を求めた質問8の回答において、4名から絵図が描けることに肯定的な意見を得た。これらのことから、電子メールで絵を送ることができる機能の重要性が示された。

6.1.4 手書きで文字が書けることへの意見

質問8の回答において、そのままの文字が送れるのととても楽しいとの意見、キーボードより手書き入力の方がよいとの意見を4人から得た。このことから、手書き文字の楽しさや、キーボードを使わずにメールを書けることの有効性が示された。

その一方で、手書きの下手な文字が送られては困るとの意見を6人から得た。自分の文字にコンプレックスをもった人にとって、手書きの文字がそのまま送られるのは、かなり抵抗があることがわかった。更に、コード文字に変換できればよいとの意見を2人から得た。これらのことから、必要に応じて手書き文字をコード文字に認識する機能の必要性が示された。

また、文字入力はキーボードの方が良いとの意見を2人から得た。この2人は電子メールをよく使っている人であり、キーボードに慣れてしまえば、文字入力はキーボードの方が良いということである。しかし、先に示した手書きの方が良いと答えた4人のうち、電子メールをよく使っているのは1人であり、初心者にとっては手書きが有効であるといえる。

6.2 公開と研究室での利用で得られた意見

インターネット上での公開や展示会などでのデモンストレーションにおいて実際に利用してもらうことで、手書き電子メール環境に対する100件を超える意見が得られた。手書き電子メール環境の本質であるキーボードなしで簡単に電子メールが書けることの便利さを肯定する意見が得られたことは、科学技術展における調査と同じであった。また、科学技術展に比べ長時間使用してもらうこともできたため、科学技術展では収集することができなかった手書き電子メール独自の機能である重ね書き、筆記者・筆記時刻確認、筆記再生機能に対する意見が多く得られた。次に研究室での使用で得られた意見を含め、これらの機能に関する意見を整理して示す。また、研究室での使用における手書きメッセージの例を図9に示す。

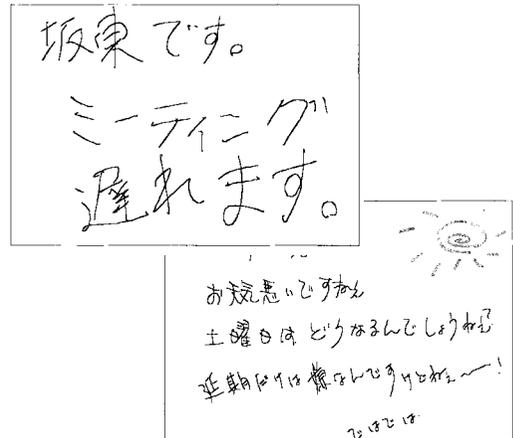


図9 手書き電子メールの使用例
Fig. 9 Examples of handwritten e-mail messages.

6.2.1 重ね書き機能への意見

展示会などではビジネスで電子メールを積極的に利用している人が大半を占め、科学技術展から得られたものとは違った側面からの意見が得られた。特に、重ね書き機能に対して肯定的な評価を受けた。電子メールを利用した文章回覧などにおいて簡単なメモを記したいときに便利であることや、文書の上に重ね書きすることが従来の電子メールではできずFAXや紙文書を使っていたが、そのような用途にも使用できることがその理由であった。

研究室での利用においても、論文要旨などの文書作成における指導や校正を受ける際に、この機能が便利であるとの意見を得た。

6.2.2 筆記者・筆記時刻確認機能への意見

上記の目的での利用において、複数人が同一メールに重ね書きした場合にも、その筆記者・筆記時刻が確認でき、セッション別に表示できる点も便利であるとの意見を得た。この点に関しては、この情報が確かであることを証明できれば、なお利用価値があるとの意見を得た。

6.2.3 筆記再生機能への意見

個人的な利用を考えている人からは、筆記再生機能に対して肯定的な意見が得られた。その理由は、動きのない電子メールに動きが入ることによって生じる楽しさやおもしろさといったものであった。

更に、研究室の電子白板を用いた環境では、筆記したときの思考がよみがえってくるという意見が複数得

られた。

7. 関連研究と実用化の動向

手書きのメッセージを送受信できる電子メール環境の研究や実用化の例は既に存在する。次に、これらと本論文で述べた手書き電子メール環境との違いを記す。

研究としては竹之内ら [7]、守屋ら [8] の研究がある。これらの研究は、我々のものとコンセプトは近い。しかし、これらの研究は時期が早いこともあり、仕組みの点で現在のインターネット電子メールとの親和性は弱いものとなっている。また、守屋らは我々以外で唯一筆者と筆記時刻を記録できるデータ形式 [9] を用いているが、この形式はページごとでしか記録できない。電子メールの場合、複数の人が上書きを繰り返す用途が考えられ、ページごとの記録では意義が少ない。表示フォントの違いから生じるコード文字とデジタルインクとの位置関係のずれは両者とも考慮しておらず、異なったハードウェア・ソフトウェア環境で読むときに問題が生じる。更に、両者とも実際に利用できるものを公開し、利用してもらった上での評価は行っていない。

我々の開発後、製品として多くのものが市場に出てきた。Net Writer (Paragraph), ++Mail (ソフトフロント), ペンパル (Pothos), PHS を内蔵した PDA であるピノキオ (東芝) や GENIO (松下電器), DDI Pocket の P メール DX を利用した TEGACKY (松下電器), メーテル (CASIO), Free Shot (日通工), 携帯電話の J-PE02 (パイオニア), PDA の Zaurus (シャープ) などがその例であり、手書きのメッセージを電子メールで送受信することができる。ピノキオ, GENIO は、インターネット以外のネットワークを利用している。また、Net Writer と ++Mail, ペンパル以外はビットマップ形式を採用している。この点で我々の方針とは根底から異なる。Net Writer は、きれいな絵を描くための機能に重点を置いており、従来のコード文字ベースの電子メールを読み書きすることはできない。++Mail は従来の電子メールで受け取ることができないこと、++Mail とペンパルは受け手で送り手の使用したフォントがない場合にデジタルインクとコード文字がずれてしまうことといった問題点をもつ。また三者とも、文字認識や筆記再生、筆者・筆記時刻の確認といった手書きの良さを生かす機能は提供していない。

この中で最も普及しているのは、P メール DX を利

用した機器であろう。機器も非常に小型化されており、利用料も低く設定されている。普及の面からいえば、ハードウェア面やコスト面が重要であることを示している。また、インターネット電子メールとの親和性が高く、かつ、データフォーマットも一般的なものであることも好まれている要因と考えられる。

8. 今後の展開

手書き電子メール環境の本質は、手書きの情報を含んだデジタル文書を送受信する一つの手段を提供することである。これは、今まで紙を用いて行っていた書類の受渡しを、インターネットを通して行う手段として用いることができることを意味する。そして、紙を用いたときよりも容易にコンピュータによる情報処理を施せるという利点を与えてくれる。この点に注目すると、アンケートや通信教育における答案用紙とその解答、そして、近頃話題になっている住民票などの定型 (フォーム) 文書の受渡しなどへの応用が考えられる。これらの用途にコンピュータを用いる場合、電子メールの問題点と同じく、表現力が乏しいことや入力が難しいという問題がある。しかし、手書き電子メール環境であれば、紙を用いたときと同じように、手書きで簡単に書くことができ、上記の問題点を解決できる。

また、実用化の流れは小型情報機器の利用に向かっている。今回実現した手書き電子メールの利用を通して、データサイズが大きめになってしまっていることがわかった。小型情報機器の記憶容量やインターネットへの接続方法として携帯電話や PHS の回線を利用することを考慮すると、少しでもデータサイズを抑えることが好ましい。そこで、データフォーマットである HandsDraw のデータサイズを減らすことが課題である。その方法としてバイナリ形式の検討を行う。更に、データフォーマットが一般的なことも重要であることが、実用化された製品の好まれ方からもわかる。このことに加えて、違った製品間では手書きメッセージを交換できない点が普及を妨げていると考えられる。この点から、HandsDraw の検討と公開を通して、手書きの良さを生かす機能の実現に必要な情報を記録できるデータフォーマットの標準化を進めることが重要であると考えられる。

9. むすび

本論文では、インターネットの電子メールでコード

文字に加え手書きのメッセージを送受信できる手書き電子メール環境について述べた。手書き電子メール環境によって、より多くの人々がより豊かなコミュニケーションを、電子メールを通して行えるようになると期待できる。

今回、デジタルインクや図形、コード文字を表現することのできるデジタルインクフォーマット HandsDraw を設計した。HandsDraw は手書き電子メール環境で送受信するメッセージを表現するフォーマットとしてだけでなく、手書き UI を採用した AP 間のデータ交換用フォーマットとして設計した。

また、手書き電子メール環境を構成する AP として手書き電子メールの設計・実現を行った。手書き電子メールでは、手書きのメッセージの読み書き、送受信する機能はもちろん、それ以外に手書きの良さを生かし、電子メール環境をより便利なものとする機能として、受信したメールへの重ね書き、筆者・筆記時刻確認機能、そして、筆記再生機能を実現した。また、その対話技法として、ペン入力の良さを生かした囲み選択と、ペン入力の弱点を解決したボタンインタフェースを採用した。

本手書き電子メールを実際に使用してもらった上でアンケート調査を行った。また2年半にわたるインターネットでの公開や研究室での使用によって多くの意見を収集した。その結果、キーボードなしに手書きでメッセージが書けること、メッセージへの重ね書きや筆記再生、筆者・時刻確認ができることに対し肯定的な意見が得られた。また、手書きの文字をそのまま送りたくないとの意見も得られ、文字認識機能の必要性が示された。

手書き電子メールは、人と人のコミュニケーションや、紙に代わる情報伝達のためのメディアに適するものであり、今後8.で述べた分野における手書き電子メールの実用化を進めていくことが課題である。

謝辞 本研究は、情報処理振興事業協会の創造的ソフトウェア育成事業の一部補助による。

文 献

- [1] 加藤直樹, 田中 宏, 中川正樹, “手書き電子メール環境の試作” 第12回計測自動制御学会 HI シンポジウム, pp.189-194, 1996.
- [2] 中川正樹, “発想支援手書き環境の硬い技術と柔らかい技術” 第34回情処学プロシン, pp.21-32, 1993.
- [3] H. Tanaka, N. Kato, and M. Nakagawa, “Prototyping of a digital ink E-mail system based on a common ink format,” Proc. HCI'97, pp.435-438, 1997.

- [4] M. Nakagawa, “Enhancing handwriting interfaces,” Proc. HCI'97, pp.451-454, 1997.
- [5] 中川正樹, 佐藤 俊, “表示一体型タブレット上でのペンの囲みに対する対象の包含を判定する高速アルゴリズムの実現と評価” 信学論 (D-II), vol. J77-D-II, no.8, pp.1630-1639, Aug. 1994.
- [6] 加藤直樹, 中川正樹, “ペンユーザインタフェース設計のためのペン操作性の検討” 情処学論, vol.39, no.5, pp.1536-1546, 1998.
- [7] 竹ノ内博夫, 木名瀬敏彰, 中村史郎, “電子メールシステムにおける手書き情報サービス機能の実現” 第41回情処学全体, 1M-4, pp.241-242, 1990.
- [8] 守屋慎次, 唐澤郁子, 谷中 大, 森田利宏, 桧垣誠一, “ペン入力電子メール” Human Interface News and Report, vol.7, pp.15-24, 1992.
- [9] 森田利宏, 守屋慎次, “ストロークデータのファイル構造と管理プログラム” 情処学 DBS 研報, 85-1, pp.1-10, 1992.

(平成12年7月3日受付)



加藤 直樹 (正員)

平5東京農工大・工・電子情報卒。平7同大大学院修士課程了, 平9同博士課程了。日本学術振興会特別研究員を経て, 現在, 東京農工大・工・情報コミュニケーション助手。手書き UI, コンピュータネットワーク利用, 教育の情報化に興味をもつ。工博。



田中 宏

昭61東北大・工・通信卒。同年(株)富士通研究所に入社, 現在に至る。オンライン文字認識の研究に従事。パターン認識全般, 手書き UI に興味をもつ。



中川 正樹 (正員)

昭52東大・理・物理卒。昭54同大大学院修士課程了。同大在学中英国 Essex 大学留学 (M.Sc.in Computer Studies)。昭54東京農工大・工・数理情報助手。現在, 情報コミュニケーション教授。パターン認識, 手書き UI, 教育の情報化等の研究に従事。

理博。