

## 遅延認識を用いた手書きユーザインタフェースの基本設計

曾谷 俊男<sup>†</sup> 福島 英洋<sup>†</sup>  
高橋 延匡<sup>†</sup> 中川 正樹<sup>†</sup>

本論文では、表示一体型タブレットを出入力デバイスとして、考えながらの入力(創造入力)を念頭においたオンライン手書き入力による文書作成システムの基本設計について述べる。オンライン手書きによるユーザインタフェースを実現するためには、文字認識技術と同様、そのユーザインタフェース手法が重要である。我々は認知心理学の知見を手書きユーザインタフェースの設計に適用した。創造入力のためには、特別な訓練なしで意識を創作だけに集中できる手書き入力が適している。従来見られるオンライン手書き入力のユーザインタフェースでは、入力を即座に認識する。しかし、これでは、認識結果の確認、誤認識の訂正などにより思考の中断を生じる。筆者らは思考の中断を避けるため、入力ボタンを即座には認識しない(または認識結果を表示しない)遅延認識方式を考案した。また、手書きボタンは文字コードなど計算機のコード表現にない多種多様な情報を持ちうる。そこで手書きボタンを一時的表現とは考えず、手書きボタンをも文書表現とするため、ボタンとコードの2つの文書表現形式を採用した。本基本設計により、思考の中断のない入力環境を実現できるほか、システム作成上および手書きボタン処理上の利点が生ずることについて考察し、有効性を議論する。そして、遅延認識方式を採用した原稿用紙型の手書きユーザインタフェースのプロトタイプを紹介する。

### A Basic Design of Handwriting User Interface with Lazy Recognition

TOSHIO SOUYA,<sup>†</sup> HIDEHIRO FUKUSHIMA,<sup>†</sup> NOBUMASA TAKAHASHI<sup>†</sup> and MASAKI NAKAGAWA<sup>†</sup>

This paper describes a design of a document preparation system through handwriting on a display integrated tablet with consideration of creative writing. Handwriting is useful and promotive for creative works. All the conventional handwriting recognition interfaces employ the real-time recognition scheme which displays the recognition result immediately after a pattern is written. This scheme, however, imposes interruptions of user's thinking caused by confirmation of recognition results and correction of misrecognitions. To avoid these interruptions, we propose the lazy recognition scheme which delays recognition until required. Handwritten patterns include much more information than just their codes. To fully utilize handwritten patterns, pen-trace representation and code representation of a document are maintained in mutually convertible forms. This design realizes a natural environment for creative writing and provides advantages to implement systems and process handwritten patterns. A prototype which employs lazy recognition on a metaphor of Japanese manuscript papers is also described.

#### 1. はじめに

手書きによる計算機入力は、特に習熟を必要としない手軽な入力方式として研究が行われてきた。中でもオンライン手書き文字入力は、オフライン入力に比べ実現性が高く、ニーズも高い。そのため、不可欠な要素技術であるオンライン手書き文字認識技術を中心に研究が進められてきた。しかし、一方で手書き入力によるユーザインタフェースをどのように構築すればよいかを研究することは、オンライン手書き文字認識技

術の研究と同様に重要である。いかに手書き文字認識系が認識率を向上させようとも、認識系単体ではユーザインタフェースの問題は解決されない。

過去に報告されたオンライン手書きによる文書入力システムは、オンライン手書き文字認識系の応用システムが主である<sup>1)~6)</sup>。また、表示一体型タブレットにおいて直接指示・入力が可能なことによる原稿の校正システム<sup>7)~9)</sup>やストロークエディタ<sup>10)</sup>と呼ばれるシステムが報告されている。

ストロークエディタを除くこれらのシステムでは、オンライン手書き入力のリアルタイム性に注目し、入力されたボタン(文字・校正記号)を即座に認識している(以下、リアルタイム認識方式)。我々はリアルタイム認識方式がユーザに思考の中断を強いると考え、

<sup>†</sup> 東京農工大学工学部電子情報工学科  
Department of Computer Science, Faculty of  
Technology, Tokyo University of Agriculture  
and Technology

遅延認識方式を考案した。これにより、ユーザは文書入力中は文書内容に完全に集中できる。また、我々の「手書きユーザインタフェース」では、パタン認識を行うことにより、計算機による文書処理の恩恵（清書出力、自然言語処理による誤り訂正など）を受けることを意図している。この点でストロークエディタとは一線を画する。

本論文では、表示一体型タブレットを入出力デバイスとした、手書きによる文書作成システムの基本設計を述べ、そのフィジビリティを検証するために作成したプロトタイプを紹介する。これは、ユーザの思考をまったく妨害しない対話入力環境を実現する。リアルタイム認識方式による手書き入力システムを含め、従来のユーザインタフェース技法ではこのような環境は実現できない。

なお、「手書きユーザインタフェース」は筆者の設計した手書きによるユーザインタフェースシステムの名称として本論文では用いる。

## 2. 手書きユーザインタフェースの設計思想と目標

本章では、手書きユーザインタフェースの設計思想と目標について述べる。

### 2.1 創造入力支援の必要性

従来のユーザインタフェース手法では、入力時のユーザの思考に対する配慮よりも入力効率や速度、すなわち打鍵回数、視線や手の移動量などに注意が払われてきた。これらの評価尺度は入力作業、特に入力すべき原稿がすでにできあがった状態からの入力（以下、コピー入力）に伴う肉体的疲労を問題としていると言える。しかし、文書作成という高度な知的作業においては肉体的疲労だけが唯一重要な評価尺度ではない。知的作業を円滑に、効率よく進められる環境をも考慮する必要がある。例えば、創造的な作業における文書作成では、発案者とタイピストといった分業は成り立たない。文書にすることにより初めて考えたことが明瞭になり文書作成中に発想を刺激されることがままあるからである。つまり、コピー入力だけを問題にするのではなく、内容を考えながらの入力（以下、創造入力）におけるユーザインタフェースの研究が必要であるといえる。そこで、筆者の設計する手書きユーザインタフェースでは、高度な知的作業である創造入力の支援を中心に考えることとする。

### 2.2 文書作成作業形態の現状に関する考察

調査によれば、文書作成初期の発案から最終出力にいたるまですべてを計算機上で行う人は少数派である<sup>11)</sup>。多くの人々は、文書内容や構造を考えたり、推敲や再構成などの段階で紙（原稿用紙や仮出力など）とペンを用いて作業をしている。紙とペンを用いる理由を次に示す。

- (1) どこでも作業できること
- (2) 場所さえあれば広い範囲を一度に見渡せること
- (3) CRT や液晶面より紙面出力の方が見やすいこと
- (4) 書き込みが自由、手軽であること
- (5) 落ち着いて作業できること

これらについて、手書きユーザインタフェースに採り入れる可能性を考えてみる。

まず、(1)～(3)は紙の物理的特性によるものである。表示デバイスがこれらの点で紙のレベルに達するのは容易ではない。しかし、大型化、高分解能化、軽量化、無視差化の方向で確実に進歩しているので、紙との格差は小さくなりつつある。一方、表示一体型タブレットでは、紙面情報を動的に変更できることを利用して、紙を越えるメディアを提供できる可能性がある。

残る(4)、(5)に関しては、手書き入力に採り入れるべきであり、しかもそれは、手書き入力ならではの特徴である。

### 2.3 紙を用いると落ち着く理由

本節では、なぜ紙を用いると落ち着いて作業ができるのかについて考えてみる。

#### 2.3.1 「注意」という観点から見た文書作成

認知心理学の教えるところによれば、単に人間が外界からの刺激（音声、文字など）を（視覚、聴覚などにかかわらず）「知覚する」だけでも「注意」が必要である<sup>12)</sup>。「注意」していない事柄に関しては、結果的にほとんど無視される。創造的作業である著述（創造入力がこれにあたる）について、心理学的にその詳細が明らかになっているわけではない。しかし、知覚よりさらに高度な精神作業である。なおさら「注意」をその内容に向ける必要があると推測される。

一般に「注意」は、エネルギーのようなもので、その「量」は限られていると考えられている。したがって、2つの作業に単に「注意」を分散すれば、それぞれに対する「注意」は減少し、その効率、質は低下する。それぞれの作業が多くの「注意」を必要とする場

合は作業が止まる。そのような場合は、2つの作業間で時分割により「注意」を分散することになる。この場合、「注意」されなくなった事柄は急速に短期記憶から消失する。「注意」を元に戻し、作業を再開する際には、短期記憶に残った情報を用いるが、長期記憶に転送された一部の情報を短期記憶に戻して用いる必要がある。どちらにせよ多くの情報が失われる。このように2つの作業に「注意」を分散すれば、作業の質、効率は低下するだけでなく心理的負担も増大する。作業対象を我々の問題に近いキーボードによる日本語入力に限定し、同時に2つの作業を行う場合の干渉については文献13)に示されている。そこで論じられている作業効率の低下も2次作業中の「判断と出力」が「注意」を必要とする作業であるためと考えられる。以上のことから演繹して、文書内容、表現を考えるなど創造作業を伴う創造入力においては、その思考対象に「注意」を払いつづけられる（思考の中断がない）環境が必要である。

### 2.3.2 「自動化」された作業

一方、まったく「注意」を必要としない作業も存在する。高度に熟練した作業がそれであり、「自動的」(automatic)な作業と呼ばれる。一部の英文タイピストにそのいい例が見られる。原稿を見て、タイプライタを操作する作業に高度に熟練し、「自動化」されている。そのためタイピング作業にはまったく「注意」を必要とせず、タイピングと同時にまったく関係のない世間話が可能である。つまり、創造入力において文書内容に「注意」を集中するためには、計算機への入力作業が「自動化」されていなければならない。

しかし、作業が「自動化」されるためには、大量の時間をかけた過度の練習が必要である。日本語の2ストローク入力方式では、練習により「自動化」が比較的容易であるが、それでも必要とする練習量と心理的負担は少なくない。一方、仮名漢字変換方式では、確認・訂正作業が入るため、「自動化」すべき作業手順数が膨大になる。そのために「自動化」は難しい。

### 2.3.3 紙を使うと落ちつける理由

ここで手書き作業について考える。少なくとも日本においては、ほとんどすべての人が文字、式、図の手書きを初等教育で学び、日常生活で用いている。滅多に使用しない文字などを除き、手書きするという作業は日常生活において過度に練習され、「自動化」されていると考えられる。手書き作業が自動化されているため、紙とペンを用いた作業では、常にその内容に

「注意」を向けていられる。そのため、思考の中断がない。これが「紙とペンを用いると落ち着いて考えられる」理由と考えられる。

### 2.4 手書きユーザインタフェースの基本思想

これらの紙とペンを用いる理由に関する考察から我々は手書きの計算機入力環境は次の特徴を備えるべきであると考ええる。

- 思考の中断のない思考環境を構築する
- 入力の自由さを確保する

特に重要な特徴は思考の中断がないこと、つまり「人の思考を妨げない」ことである。入力の自由さもユーザの思考内容を容易に表現させることで思考を妨げる要因を取り除く。そこで我々は基本思想を「人の思考を妨げない」とした。

### 2.5 手書きユーザインタフェースの目標

次に紙とペンの長所と計算機の提供する利便性との関係について考えてみる。人が紙に書かれた初期原稿をわざわざ計算機に入力（紙から計算機への再入力）する背景には、次に示す計算機を用いる利点がある。

- (1) 訂正、編集、保存が容易であること
  - (2) きれいな清書出力が得られること
  - (3) 計算機による文書作成支援が受けられること
- 計算機上でこれらの文書作成の利便性を享受するために、再入力の手間という代償を支払っているわけである。この事実、計算機の利点、紙とペンの利点はどちらも文書作成に不可欠であることを示している。そこで、手書き入力システムの目標を「手書きの自由さと計算機の便利さ」の両立とする。

## 3. 手書きユーザインタフェースの設計方針

現在、手書き入力による計算機システム（電子手帳を含む）が数種類、製品化され、市販されている。これらのうち4種類について、そのマニュアルを参照しながら試用してみた。この経験から現在の手書きによるユーザインタフェースには、次の問題点があることが明らかになった。

- 自由に書いておき、後から認識することができない
  - いったん認識すると手書きパターンはもう見られない
- 試用してみたほとんどのシステムでは、筆跡そのままを保存するだけならできる。しかし、そこから認識系に渡すことはできない。目の前にデータがあるのに再度記入することには理不尽なものを感じる。

また、文字を認識するモードでは、認識結果が表示されてしまうと記入した筆跡はもう見られない。完璧

な認識であればそれでも良いかもしれない。しかし、正認識しなかった場合、誤認識の理由がわからずに記入を繰り返すことになる。これは無駄な手間である。

これらの問題は、「筆点は入力時に一時的に用いるものであり、文字コードを補うものである」というシステムアーキテクチャの思想に起因すると考えられる。しかし、筆点情報は計算機では認識処理が困難なものであっても書いた人には容易に理解できるものである。さらに、ノートや手書きの生原稿などを見ればわかるように手書きの文字パターンには単なる文字コード以上のいろいろな情報が含まれている。配置、大きさ、字形などがそれである。これらは計算機処理の可能性に関係なくユーザには有用である。

そこで、手書きユーザインタフェースの設計方針を「手書きのパターンを大切にする」とした。現状で計算機が認識できないからといって、情報を捨ててしまうのは得策ではない。

#### 4. 手書きユーザインタフェースの基本設計

前章までで述べた基本設計「人の思考を妨げない」に基づき、設計目標「手書きの自由さと計算機の便利さ」を達成するため、基本方針「手書きのパターンを大切にする」を立てた。これに従い「手書きユーザインタフェース」の基本設計を行った。

手書きユーザインタフェースは次の2つの基本概念から構成される。

- (1) 遅延認識方式
- (2) パターンとコードの文書表現形式

遅延認識方式とは、概念上、一回の入力セッション(文書入力作業の全部、または一部)が終了するまで認識処理、または認識結果の表示を行わない方式である。パターンとコードの文書形式は、手書き入力パターンそのままの表現である「筆画表現」と、通常の計算機上での文書表現と同等の「符号表現」からなる。次にこれらについて述べる。

##### 4.1 遅延認識方式

オンライン手書き文字入力、オフライン手書き文字入力に比べて次の点が優れていると言われる。

- (1) ストロークの分離が容易であること
- (2) 時系列のデータが得られること
- (3) 誤認識をすぐその場で訂正できること

このうち、(1)と(2)については、あまり疑問の余地はない。少なくともデメリットにはなり得ない。

問題は(3)である。「オンライン入力では、書いた

文字を即座に認識できる。認識結果を即座にユーザに示し、誤認識であれば訂正してもらえばよい。」というのがその根拠と考えられる。事実、現在発表されているオンライン手書き文字認識を用いた入力系ではすべて、個々の文字パターンを入力した直後に認識を行い、認識結果を表示する方式(リアルタイム認識方式)となっている。

確かにオフライン手書き文字入力を比較対象とすれば、特徴と考えられなくはない。しかし、それが本当の「オンライン手書き文字入力」の特徴であるかは疑問である。入力方式全般を比較対象とすれば、仮名漢字変換方式であってもこれと同様の特徴はある。つまり、これはオンライン手書き文字入力固有の特徴ではなく、「リアルタイムで入力の解釈を行う入力方式」の特徴である。

さて、リアルタイムで入力の解釈を行う入力方式、例えば仮名漢字変換による入力方式では、その入力操作全般(誤変換なども含む)に高度に熟練していない限り、ユーザの思考の中断は避けられない。これは、文書内容とともに確認・訂正作業にも「注意」(第2章参照)が必要なためである。

ここで手書き文字認識の困難さを考えると、リアルタイム認識方式では、仮名漢字変換とまったく同様のことが起こる。つまり、認識結果の確認や訂正による思考の中断は避けられない。

そこで、上の(3)をオンライン手書き文字入力の特徴と考えることはやめ、遅延認識方式の概念を提案する。

遅延認識方式では、個々の文字が書かれた直後に認識処理、または認識結果の表示を行わない。1つの文書の入力がすべて終わった時点や、ユーザが「これでひと区切り」と考えた時点で、ユーザの指示により文字認識処理、または認識結果の表示を行う。つまり、人間の思考が自発的に途切れたとき、はじめて認識結果の表示を行うのである。これにより、計算機システム側の都合で人間の思考をさえぎることがなくなる。手書き入力では、認識処理を施す以前のパターンでも(字の汚さは別として)容易に読める。むしろ、表示の切り替えにより思考を乱すことを考えれば、手書きパターンの方が汚くても思考の継続性はよい。入力直後に認識を行う必要はない。この点で仮名漢字変換とは異なる。

遅延認識方式では、文書の内容を入力するときは、文書内容だけを考えていけばよい。その後、認識処理

結果が示され、確認作業となる。認識結果の確認、誤認識の訂正を行っているときには、その作業だけに集中すればよい。これらの作業が分離されているので双方に集中できる。

文字認識系の認識率があまり高くない場合、文章入力後の訂正作業が膨大な量になる恐れがある。しかし、同じ認識系を使用している場合、リアルタイム認識方式であっても、訂正作業が膨大になることに変わりはない。訂正の作業量は、認識系の問題である。むしろ、遅延認識方式を用いることにより、入力時に訂正作業が混入しないことで、思考環境を守ることができる。

#### 4.2 筆画表現と符号表現

我々は手書き入力された文字等は認識結果が出てしまえば、不用のものとは考えない（基本方針：手書きのボタンを大事にする）。また、遅延認識を任意に行うためには手書きパターンを保存しておく必要がある。

そこで、手書きデータと符号化されたデータは分離し、「筆画表現」と「符号表現」の2つの文書表現形式を用意する。

これらはそれぞれ独立した表現形式である。したがって、それぞれの形式で文書の保存が可能である。

##### (1) 筆画表現

筆画表現は、基本的にタブレットに書かれた筆点データ列とそのタイムスタンプである。筆点データ列とは、タブレットから取り出された時系列の座標値列である。筆画ごとにその始点が書かれた時間を記録（タイムスタンプ）しておく。筆画表現の段階ではこれになんら処理を加えない。したがって書き込むデータにはなんら制限がなく、何でも書くことが許される。

実際はそのほかに、用紙データ、グループデータが用意される。

用紙データは、その筆画表現がどのような用紙（例えば原稿用紙）に書かれたものかを示すものである。

グループデータは、逐次的に管理される筆画の列に区切りを設定し、それに属性を持たせるためのものである。筆画をグループ化し、文字コードなどを持たせる。ユーザが直接筆画表現を作成した場合は、グループデータは設定されない。

##### (2) 符号表現

符号表現とは文字コード列である。つまり、筆点入力されたデータを符号化し、これにレイアウト情報を加えれば清書出力が可能な段階にあるものである。文章なら文字コード列になるが、図形であれば図形記述

言語、数式であればその記述言語という内部表現になる。これには符号化が不可能なストローク情報、ビットイメージ情報も含まれる。これらの集合で1つの文書の符号表現が構成される。

これは現在の計算機上の文書表現とほぼ同じである。文章の符号表現の場合、文字認識処理を用いて筆画表現から符号表現へ変換する。その際の誤認識訂正の利便を図るため、文字認識処理結果で最もそれらしい文字だけでなく、2位以下の文字認識候補のデータも符号表現に含んでおく。

この段階での表現形式は文書記述言語に合わせる事が有利である。

#### 4.3 筆画表現と具体表現の相互変換

紙の自由さと計算機の利便さを享受するためには、筆画表現と符号表現の間で変換が必要である。次にその相互の変換について述べる。

##### (1) 筆画表現から符号表現

筆画表現から符号表現をつくる時、次に示す処理が必要になる。

- (1) 文章と図、数式の分離処理
- (2) 文字、ジェスチャの分離処理
- (3) ジェスチャの認識・実行
- (4) 文字認識
- (5) 文章（または数式、図）構造の認識

なお、これらの処理が自動的に(1)から(5)まで進むのではなく、各段階でユーザの支援を求める。

まず、(1)で、文章、図、数式を表すストロークをそれぞれに分離する。これらのストロークを処理する方法は異なるためである。図、数式については、それぞれの処理系に渡す。次に(2)で個々の文字、ジェスチャを表すストローク列に分離する。続いて、(3)のジェスチャ認識・実行、(4)の文字認識を行う。ジェスチャの認識・実行を先に行うのは、ジェスチャの実行により文字認識が不要になる文字パターンがあるためである。最後にパラグラフ、章題、節題などの文章構造を文字コードとその配置から特定する(5)の処理を行う。これは文字の配置からだけでも、ある程度可能と考えられるが、文字が認識されてからのほうが、より有効と思われる。

人間はこれらの処理を上にしたように逐次的に行っているとは考えられない。文字を知っているからこそ文字単位に分離できる場合もある。ところが、ボタン認識や知識処理の現状の方法で、人間並みの処理を実現することは難しい。それぞれ不完全な処理を組み

合せてもかえって誤りが波及・蓄積する危険性が高い。結局、ユーザに理解しがたい処理結果を提示するおそれがある。そこで、上のように逐次的に処理を行い、それぞれの段階でユーザの支援（確認・訂正）を求める。

## (2) 符号表現から筆画表現

符号表現から生成した筆画表現（再生筆画表現）は、その源となった筆画表現を忠実に再現する必要はない。再生筆画表現はさらに訂正等の書き込みを加えること、その書き込みを思考過程として残すことがその目的である。そこで、システムが用意した文字のストロークデータを用いて筆画表現を再生する。

## 5. 手書きユーザインタフェースを用いた文書作成作業形態

通常、ワードプロセッサで文書を作る場合、まず原稿を手書きで作る（草稿）。次にワープロに入力する。次にプリントアウトし、それを見ながら入力ミスの訂正や推敲をする。推敲と同時にプリントアウトに書き込みを加え、それを見ながら計算機上の文書を修正する。この修正・推敲とプリントアウトを繰り返し最終稿に至る。

これを本方式の作業の流れと対応づけてみる（図1）。まず、草稿が本方式の筆画表現に対応する。そこから符号表現を生成し、訂正を加える。この訂正はワープロ上の見直しにあたる。符号表現での大規模な訂正（章やパラグラフ単位の置換、削除など）も可能である。しかし、思考過程を残すという観点からすれば、さらに筆画表現に戻し訂正をする方法が有効である。したがって、符号表現での訂正は「てにをは」など小規模なものが主になるとと思われる。本格的な推敲

を行うには、一度原稿をプリントアウトしてその紙面上で行うことが多い。

この修正・推敲用のプリントアウトが再生筆画表現（ゲラ）である。原稿を直接ワープロで作る場合でも修正・推敲用のプリントアウトをして確認をすることが多い。このように本方式で文書作成をする場合は、何度も筆画表現と符号表現を往復することになる。これは、仮出力して紙上で推敲、その後推敲結果を入力するという現在の文書作成サイクルと同様である。本方式ではこれらの作業をすべて計算機上で行うことができる。

## 6. 手書きユーザインタフェースの特徴

手書きユーザインタフェースには、前章まで述べたようにユーザ側の立場からの特徴、システム作成側からの特徴、さらに処理上の利点がある。これらを次に示す。

(1) ユーザが文書入力時には文書内容に集中できること（思考の中断のない入力環境の実現）

これは、本システムの最大の特徴である。手書きのパターンだけを用いて文書作成を行うことができる。

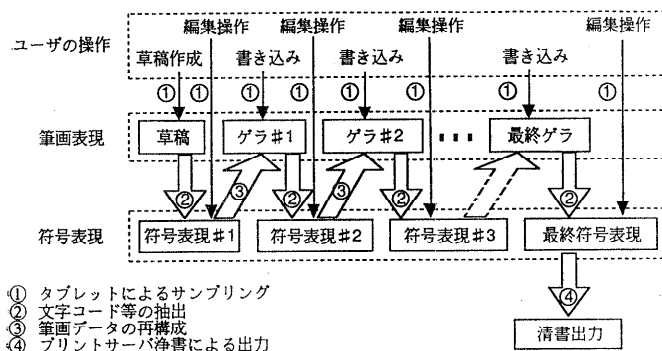
(2) 認識結果の確認・訂正時には、その作業にだけ集中していればよいこと

文書内容に意識をとられることなく、（認識系の手助けなど）符号表現への変換をすることだけを考えられる。本システムでは、入力文字パターンが筆画表現として残されるため、誤認識時などいつでも元の手書きパターンを参照できる。

(3) 筆画表現用エディタ、符号表現時エディタと両表現間の変換系を独立させて設計、作成できること

手書きユーザインタフェースでは、筆画表現エディタ、符号表現エディタ、筆画から符号

表現への変換系、その逆の変換系と4つのモジュールから構成される（図2）。これらの間のインタフェースは符号表現、筆画表現の仕様により規定されている。それさえ順守すれば、これらのモジュールは完全に独立させて設計、作成できる。したがって、本基本設計の範囲内で、様々な記入形態（例えば原稿用紙、申込書記入など）の手書き文書作成システムが可能である。これによりソフトウェアの保守性にも寄与する。さらに文字認識技術な



注：ゲラとは再生筆画表現のことである。

図1 本システム使用時の作業の流れ

Fig. 1 Document preparation through handwriting interface.

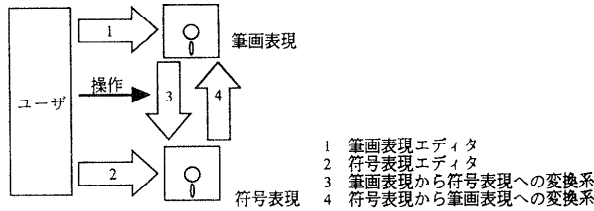


図2 本方式の構成  
Fig. 2 Tools of the handwriting interface.

ど要素技術の進歩を即座に取り込めるという利点をも生む。

- (4) 教師付き学習用のデータとなる、手書き文字認識系への操作をユーザから違和感なく引き出せること  
手書き文字認識（特に日本語のような多字種言語用）ではすべての入力を正認識することは非常に困難である。このため、文字認識系の学習機能は重要である。文字認識系に効率のよい学習をさせるには、正確な教示が必要である。本システムでは誤認識の訂正時にユーザを訂正作業に集中させられるため、より正確な教示が期待できる。
- (5) 大域的情報を用いた処理ができること

本方式では、遅延認識により、パタン認識の最終的判断に必要な情報が得られるまで遅らせることができる。そのため、入力全体から得られる大域的情報を用いた処理が可能である。文字認識に関しては、文字列の入力が完了しているのので、文脈処理などを適用しやすい。また、ストロークが文字を表現するのか、図形を表現するのかを区別する処理を、入力された全ストロークの傾向を用いて行う可能性を生む。

### 7. プロトタイプ

本方式は様々な用紙を設定することで、多様な入力に対処することができる。その一例としてプロトタイプを作成した。プロトタイプでは、普段から原稿作成に用いる原稿用紙を記入用紙とした。図3にその筆画表現作成ツールの画面、図4に符号表現の例を示す。

基本的にジェスチャはほとんどすべて筆画表現に残すが、原稿用紙そのものに関するジェスチャは即座に実行する。それらのジェスチャには、原稿用紙のページめくり、追加・挿入用の新たな原稿用紙設定（後述するガイドライン(3)用）がある。

このプロトタイプでは、処理の簡単化のため、次の入力ガイドラインを用いる。これらは、それぞれ括弧内に示す目的から設定されている。

- (1) 1文字を1マスに書く（文字分離処理を簡略化）
- (2) 文字列削除を意味するジェスチャ以外は、その始点が行間の余白にあるように書くこと（ジェスチャ分離処理の簡単化）
- (3) 文字列追加・挿入のため通常余白を利用するような場合、プロトタイプでは余白を利用せずに、新しい原稿用紙を挿入位置にリンクさせ用いること（枠なし認識の回避。図5参照）
- (4) 図形領域、数式領域はそれを囲むジェスチャをつけ加えること

ただし、これらのガイドラインを守らなければ入力できないということはない。ガイドラインを逸脱した入力に関しては、筆画表現から符号表現に変換する際、ユーザに助けを求めることになる。

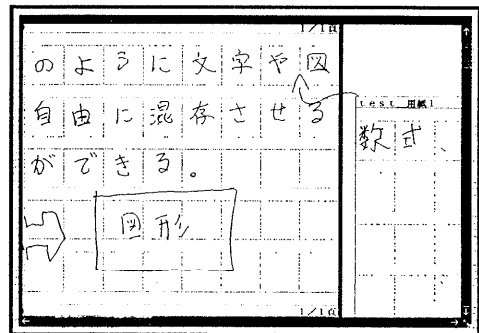


図3 筆画表現の例  
Fig. 3 A sample of pen-trace representation.

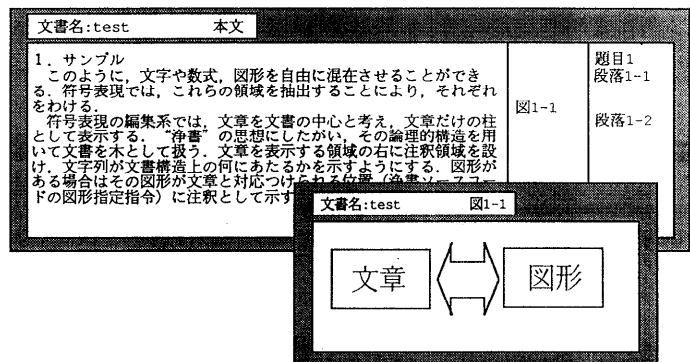
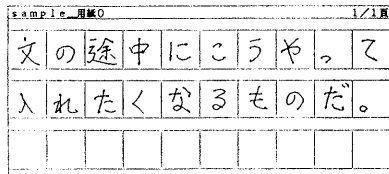
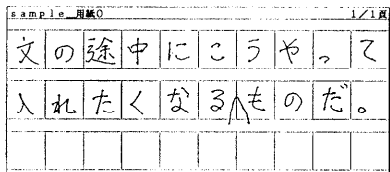


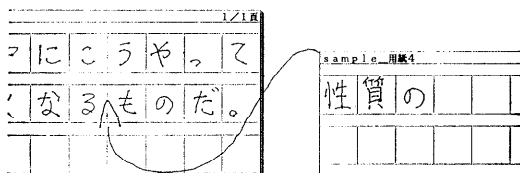
図4 符号表現の例  
Fig. 4 A sample of code representation.



(a) 既に入力された手書き文章の例  
(a) Before insertion.



(b) 追加したい部分に挿入記号を記入  
(b) Writing of insertion gesture.



(c) さらに引用線をひくと子原稿用紙が表示される。  
子原稿用紙に追加したい文字列を書き込むとその  
まま表示される  
(c) After a linkage line is drawn, a new  
manuscript paper is displayed on which  
additional writing is made.

図5 追加書き込みの例

Fig. 5 An example of additional writing.

本プロトタイプでは、我々が自前で開発したオンライン手書き文字認識系 JOLIS-2E<sup>14)</sup>を用いている。JOLIS-2E は JOLIS(Japanese On-Line Input System) 計画と名付けた我々のオンライン手書き文字認識系の最新版である。仮名、漢字、英数字、ギリシア文字、記号を含む 2,265 文字を認識対象文字とし、パーソナル指向により入力パタンのスクリーニングなしで 90% を超える認識率を得ている。

本プロトタイプは、液晶表示一体型タブレットを出力デバイス、M 68020 を CPU とするワークステーション上に実現した。オペレーティングシステムは、自前の開発による OS/omicron に表示一体型タブレットハンドラを追加したものである<sup>15)</sup>。開発言語は日本語 C である<sup>16)</sup>。

## 8. おわりに

本論文では、オンライン手書きによる文書作成システムの基本設計について述べた。遅延認識方式と2つ

の文書表現形態がその柱である。今後は本文で述べた手書き原稿作成プロトタイプを使用してみることにより、人の思考を妨げないという基本思想を検証し、評価を行いたい。

## 参考文献

- 1) 花木, 天満, 吉田, 鈴木, 石, 菊池: オンライン実時間文字認識システムの開発, 電子通信学会論文誌, Vol. J 64-D, No. 5, pp. 411-418 (1981).
- 2) 小高, 若原, 橋本: オンライン手書文字認識装置, 電子通信学会論文誌, J 65-D, No. 8, pp. 951-958 (1982).
- 3) 正嶋, 福永, 平沢, 篠崎, 松田: 手書きマンマシンインタフェースの開発, 電子通信学会技術研究報告, OS 88-48, pp. 51-56 (1988).
- 4) 伊藤, 上原, 木原, 小林, 吉田, 迫江: CR-100 オンライン手書漢字入力ターミナル, 昭和 58 年度電子通信学会総合全国大会予稿集, pp. 8-273 (1983).
- 5) 比田井, 大井, 中村, 黒沢: パーソナルコンピュータによるオンライン手書き漢字認識システム, 昭和 60 年度電子通信学会総合全国大会予稿集, pp. 6-112 (1985).
- 6) Carr, R. and Shafer, D.: *The Power of Pen-Point*, p. 342, Addison-Wesley Pub. Co., Reading, Massachusetts (1991).
- 7) 寺井, 中田: オンライン手書文字認識を用いた原稿校正システム, 情報処理, Vol. 15, No. 6, pp. 16-19 (1974).
- 8) 葛貫, 横山, 正嶋, 福永: JIS 校正記号準拠のオンライン手書編集方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 27, No. 10, pp. 1027-1035 (1986).
- 9) 児島, 戸井田: 手書き編集記号を用いたオンライン文字図形編集方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 29, No. 3, pp. 242-248 (1988).
- 10) 守屋, 森田, 稲井, 清水: ストロークエディタと直接指示・操作方式, 情報処理学会論文誌, Vol. 32, No. 8, pp. 1022-1029 (1991).
- 11) 下村, 臼井, 酒井, 並木, 中川, 高橋: 日本語文書作成支援環境の実現に向けて, 第 32 回情報処理学会プログラミング・シンポジウム報告集, pp. 97-107 (1991).
- 12) アンダーソン, J. R. (富田ほか(訳)): 認知心理学概論, p. 552, 誠信出版, 東京 (1982).
- 13) 岡留, 小野, 山田: タイプ入力作業の構成要素間に起こる干渉, 情報処理学会論文誌, Vol. 27, No. 3, pp. 304-311 (1986).
- 14) 本間, 曾谷, 中川, 福島, 中川, 高橋: オンライン手書き文字認識システム JOLIS-2E の開発, 第 40 回情報処理学会全国大会論文集, 6 E-3, pp. 358-359 (1990).
- 15) 早川, 並木, 高橋: 表示一体型タブレットを用いた計算機システムの構想, 第 33 回情報処理学会プログラミング・シンポジウム報告集, pp. 125-

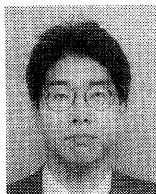


134 (1992).

- 16) 鈴木, 小林, 田中, 中川, 高橋: OS/omicon における日本語プログラミング環境, 情報処理学会論文誌, Vol. 30, No. 1, pp. 2-11 (1989).
- 17) 曾谷, 本間, 幸田, 福島, 中川, 中川, 高橋: 手書きユーザインタフェース, 第31回情報処理学会プログラミング・シンポジウム報告集, pp. 1-10 (1990).
- 18) 曾谷, 中川, 高橋: オンライン手書き文字認識系の使い勝手に関する考察, 第32回情報処理学会プログラミング・シンポジウム報告集, pp. 69-76 (1991).
- 19) Souya, T., Fukushima, H., Takahashi, N. and Nakagawa, M.: Handwriting Interface for a Large Character Set, *Proc. of 5th Handwriting Conf. of the International Graphonomics Society*, pp. 166-168 (1991).

(平成4年2月12日受付)

(平成4年10月8日採録)



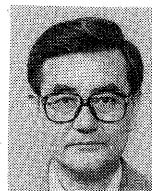
曾谷 俊男 (正会員)

昭和39年生。平成元年東京農工大学大学院修士課程(数理情報工学専攻)修了。平成4年同大学院博士後期課程(電子情報工学専攻)修了。同年, 日本アイ・ビー・エム東京基礎研究所入社。工学博士。オンライン手書きユーザインタフェース, オンライン手書き文字認識の研究に興味を持つ。IEEE, ACM 各会員。



福島 英洋 (正会員)

平成2年東京農工大学工学部電子情報工学卒業。平成4年同大学院博士前期課程(電子情報工学専攻)修了。在学中, 手書きによる文字図形入力インタフェースの研究に従事。現在, (株)日立製作所システム開発研究所に勤務。



高橋 延匡 (正会員)

昭和8年生。昭和32年早稲田大学第一理工学部数学卒業。同年(株)日立製作所中央研究所入社, HITAC 5020 モニタ, TSS の開発に従事。昭和52年より東京農工大学工学部数理情報教授。平成元年電子情報教授。理学博士。オペレーティングシステム, 日本語情報処理, パターン認識の研究に従事。電子情報通信学会, ソフトウェア科学会, 計量国語学会, ACM 各会員。



中川 正樹 (正会員)

昭和52年東京大学理学部物理卒業。昭和54年同大学院修士課程修了。同在学中, 英国 Essex 大学留学 (M. Sc. in Computer Studies)。昭和54年東京農工大学工学部数理情報助手, 平成元年1月数理情報助教授, 同4月電子情報助教授。オンライン手書き文字認識, 日本語計算機システム, 文書処理の研究に従事。理学博士。