

ストロークエディタと直接指示・操作方式†

守屋 慎次^{††} 森田 利広^{††}
 稲井 幸治^{††*} 清水 聡^{††**}

本論文の目的は次の三つである。(1)「ストロークエディタ」という新しい種類のエディタを提唱し、実現したプロトタイプシステムについて述べる。ストロークエディタ上において入・出力し編集されるデータは利用者が書(描)いた筆跡であり、この筆跡をエディタ内において表現するデータ型はストローク(点列)である。このエディタの目的は、筆跡をそのままの姿でコンピュータに入力し、保存したり編集したり送信することである。このエディタがその本質において必要としているハードウェアは、表示平面と入力平面とが一体となったいわば紙のようなコンピュータと、スタイラスペンだけである。(2)ストロークエディタでとられた対話的方式「直接指示・操作方式」を提唱してその性質を導き、この方式の重要性を示すこと。対話の方式を特徴づける上で、また、使い易くする上で、この方式が非常に重要であることを示す。導出される性質の代表例として、この方式により仮想物(例えばカーソル)が実物(例えばペン先)化されること、順次入力に必要な記号(カーソルや空白など)を利用者が意識する必要がなくなること、そしてこの方式の必要十分条件がある。(3)利用者へ機械を近づける方法を示すこと。方法の主なもの、人が作業する場(本論文では筆削をするタブレット入力面)をそのまま受け入れる機械の場(本論文では液晶出力面)、を作り上げることである。

1. はじめに

ペンと紙で表される情報には、草案、記録、伝票、メモ、スケッチ、図案、伝言、申込書、カルテ、ファックス送信文など様々なものがある。身の回りをながめてみると、これらのうちには筆跡をそのままの姿でコンピュータに入力し、編集したり保存したり送信する価値のあるものが数多くある。本論文では、上記の草案、記録、伝票、…などへの応用を目指した、筆跡の入・出力や編集を行うシステム「ストロークエディタ」と、そのシステムでとられた対話の方式「直接指示・操作方式」について述べる。

コンピュータは依然として使いにくい機械のままである。原点に戻って使いにくさの本質を考えてみると次の点が思いあたる。すなわち入力する場所と出力する場所が離れている。これらを一致させたい。ストロークエディタと直接指示・操作方式の両者に共通の性質は、入力と出力の場所を一致させていることである。

入力と出力の場所をハードウェアによって一致させるために入・出力一体型のタブレットを用いる。筆跡はスタイラスペンから入力される。入力と出力の場所をソフトウェアによって一致させるために、書いたも

のが書いたとおりに書いた場所で見れるシステムを開発した。具体的に作成したシステムはオンライン手書き文章の画面エディタである。このシステムが筆跡データをストローク(stroke, 点列)の形で扱っているエディタであることから、このようなシステムをストロークエディタと呼ぶことにする。

図面の世界では、手書きの図形要素をボタン認識しながら図面を組み立てるシステムが、少しずつではあるが作られている¹⁾。文章の世界では、オンライン手書き文字認識の研究が長年月にわたって数多く行われ、そのようなシステムも市販されつつある²⁾。しかし、本論文のストロークエディタのように、文字認識をせずに筆跡を保存してその編集を行うシステムは本論文が最初である³⁾。

筆跡をそのまま扱うエディタは第5のエディタと云ってよい。すでに広く利用されている4種類のエディタ、すなわち文字列、図形、画像、音の各エディタに続くストロークのエディタである。ストロークエディタという術語は、テキストエディタやグラフィックエディタと同格に扱うべきものとする。そこで本論文のストロークエディタには「Sho」と命名しておくことにする。

Sho において入・出力と編集に用いる道具は、終始、スタイラスペン1本である。ファイル名さえ手書きで与える。この1本のスタイラスペンを、メニュー選択用に、筆記用に、消しゴム用に、見えゴム(消えた筆跡の復元)用に、改行用に、そして指示棒用に使いわける。スタイラスペンにこのような用途を与えた

† Stroke Editor, and Direct Pointing and Manipulation by SHINJI MORIYA, TOSHIHIRO MORITA, KOUJI INAI and SATOSHI SHIMIZU (Department of Electrical Communication Engineering, Faculty of Engineering, Tokyo Denki University).

†† 東京電機大学工学部電気通信工学科

* 現在 ソニー(株)情報通信研究所情報第2研究部

** 現在 三菱電機(株)電子事業部防衛情報システム部

道具を電子文具と名づける。

電子文具の特徴は直接指示 (direct pointing) かつ直接操作 (direct manipulation) が可能なことにある。すなわち、画面上の目的とする対象をその電子文具で直接的に指示し、その対象をその電子文具で直接的に操作できることにある。このような対話の方式を直接指示・操作 (direct pointing and manipulation) と呼ぶことにする。

ここで direct pointing という用語は、たとえば文献 4) において入・出力装置を分類して説明する際にライトペンやタッチスクリーンに共通するキーワードとして使われている。しかし、それ以外の使われ方や、それ以上に発展させた考え方は、この用語に関して、少なくとも筆者らの知る限りにはない。一方、direct manipulation という言葉は Shneiderman による命名⁶⁾であり、すでに広く知られている⁴⁾。直接指示・操作という言葉は、二つの既知の言葉を組合せただけのものである。しかしこの言葉を前述の入・出力場が一致したシステムに適用するとき、この言葉が一つの新しい対話方式を代表するキーワードであることを確信させるにふさわしい、数々の新しく有用な性質が浮かび上がってくる。それらを本論文で述べる。なお、直接指示・操作方式を文献 11) では「次世代の対話方式」と位置づけている。

本論文では、開発したストロークエディタ Sho の概要を 2 章において図説し、3 章で直接指示・操作の概念とそのいくつかのすぐれた特徴を述べる。4 章で議論とまとめを行う。

2. ストロークエディタ「Sho」の概要

本章では、Sho のハードウェア構成、筆記をする画面、そしてメニューやコマンドについて、主として利用者の立場からその概要を述べる。

(1) ハードウェア構成

ハードウェアの概要を図 1 に示す。主装置は入・出力一体型タブレットとスタイラスペン、そしてパソコンとから成る。このタブレットは、透明な入力平面と液晶表示画面とが貼り合わされてほぼ「一体」となった入・出力装置である。

Sho が起動された後、終了するまでは、1本のスタイラスペンだけですべての作業を行うことができる。

なお液晶表示画面 (すなわち入力平面) の大きさは縦 131.97 mm、横 211.17 mm であり、入力の分解能は 10 点/mm、表示の分解能は横 640 ドット、縦 400

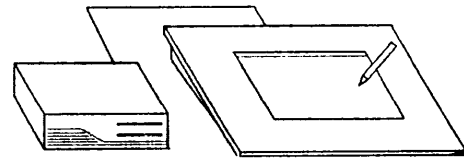


図 1 入・出力一体型タブレットとスタイラスペンとパソコン

Fig. 1 Hardware used for the stroke editor: a tablet-cum-display, a stylus pen, and a personal computer.

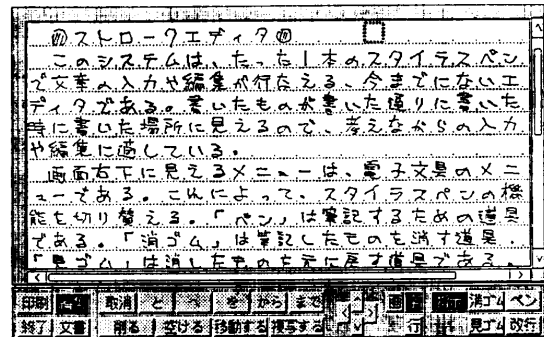


図 2 ストロークエディタ Sho の画面例

Fig. 2 Hard copy of a display screen of the stroke editor.

With a stylus pen being used as a pen, an eraser, or a pointer, a user writes, erases, and edits on the screen.

ドットである。

(2) スタイラスペンを電子的な文具として使う
ストロークエディタ Sho を使用している途中の画面例を図 2 に示す。

図 2 の右下に次のメニューがある。



利用者がスタイラスペンでこれらの一つを押すと、スタイラスペンがその道具の働きをする。これら五つのうちのいくつかを次々と押下した場合は、最後に押下したものを選んだことになる。何も押さない場合は、「ペン」を押した場合と同じ状態にある。図 2 では「指示」が選択されている。

メニュー上の「ペン」は筆記具、「消ゴム」は筆跡を消す (が詰めなおさない) 道具、「見ゴム」は消しゴムで消した部分を元にもどす道具、「改行」は筆記した行の途中で改行する道具、「指示」は筆跡の一部を指す道具である。

スタイラスペンは、次の (3) で述べる「文書画面」

内にあるとき上記の5道具の一つとして働くが、文書画面外にあるときは単にメニューを選ぶ道具となる。スタイラスペンに対してこのような役割を与えた道具を電子文具と呼ぶことにする。

電子文具の、道具としての種類が変わるのは、上記の5道具の一つを押したとき、(4)に述べる「終了」メニューを押したときだけである。

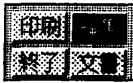
(3) 筆削を行う画面

図2中の一番大きな領域を文書画面とよぶ。この画面上で電子文具を用いて、筆記したり、消したり、元にもどしたり、改行したり、指し示したりすることができる。電子文具が「ペン」の場合、筆跡は電子文具の先端直下にその場で表示される。すなわち、書いたものが書いたとおりに書いたときに書いた所に見える。この特徴は WYSIWYW (What you see is what you write.) と表現することもできる。

図2の文書画面に見えているのは、上下方向に巻物式につづく文書の一部である。巻物式ではあるが頁の区切りがある(図2には示していない)。そのうちのどの1頁も、横 25 文字を1行とする 34 行からなる。このような「巻物」を仮想文書と呼ぶことにする。

(4) 他の画面の概要

図2の左下にあるメニュー



は、ストロークエディタ Sho が用意している画面の種類を表す。図2は「編集」画面の例である。

「文書」画面では、記入した仮想文書をファイルに保存したり、保存した仮想文書名の一覧表を表示して指定した文書を読み出すことができる。ファイル名は手書きで「文書」画面内の所定の欄に書くことができる。(手書きのファイル名は、Sho の内部では MS-DOS のファイル名で表現されている。この MS-DOS ファイル名は Sho が生成したもので予約語である。このため、MS-DOS のドライブ名はメニューから、ディレクトリ名とファイル名はキーボードから与えることもできる。) 利用者は自分の仮想文書群を自分のフロッピディスクに保存でき、フロッピディスクから読み出した仮想文書は「編集」画面の上で追記や編集ができる。

「印刷」は、仮想文書上の筆跡をプリンタに出力するための画面である。「終了」は、Sho を終了するた

めの画面である。

Sho ではまだマルチウィンドウを実現していない。

(5) Sho が扱う情報の単位

図2の右下のメニュー



は、ストロークエディタ Sho が扱うことのできる情報の単位である。一時に一つの単位を、電子文具によって選ぶことができる。情報の単位が変わるのはこのときだけである。図2では「字」が選ばれている。

「画」は、筆跡の1画を意味する。ここで筆跡の1画とは、電子文具が「ペン」の場合において、「ペン」の先が文書画面上に着地し、画面上を滑り、画面から離陸する直前までを指す。システム側から画とは何かを述べると、電子文具が「ペン」の状態において、スタイラスペンの先端にあるスイッチが ON から OFF までの間に、タブレットによって採取された点列 P_1, P_2, \dots, P_n が画である。ここで P_i は、タブレット座標系上の点 (x_i, y_i) からなる。Sho が扱うデータは、すべてこのような点列、すなわちストロークからなる。

「字」(「行」)は、筆記する人が考えるところの字(行)を意味する。Sho を起動した時点では「字」の状態になっている。Sho では、仮想文書上の、字のマス(行)座標値を活用して、筆跡データ中から字(行)を切り出している。手書き文章中から字と行を正しく切り出す率はほぼ 100% であり^{6),7)}、よほど無理な書き方をしない限り誤切出しは生じない。

これらの情報単位は、主として編集時に用いられる。例えば、筆跡上で「この字からこの字まで」とか「この行」と指定するときを使う。指定法は(8)で述べる。

(6) カーソルの種類とその移動

情報単位はカーソルの移動単位としても使う。字と行単位のカーソル移動はめずらしくないが、画単位のカーソル移動は本論文が最初である。画カーソルは、筆跡の1画を強調して表示する。字カーソルは字の1マスを、行カーソルは1行を、それぞれ囲む矩形で表示する。図2の文書画面の第1行に字カーソルを示した。

カーソルを移動する手段は二つある。ひとつは、電子文具を「指示」を選んで仮想文書の任意の位置を押下する方法、もうひとつは、電子文具によって図2上の矢印キーを押下する方法である。

(7) オペレータの指定—日本語の動詞を使う

図 2 上の



は、日本語の動詞の一部を意味するメニューである。編集コマンドのオペレータを指定する際（指定法は(8)で述べる）、電子文具で4動詞の一つを選択する。選択されると次のように実行される。

削る……筆跡中の指定された部分を削り、詰めなおす。

空ける……指定位置に1字分または1行分の空白を空ける。指定位置の字または行はうしろにずれる。

移動する…筆跡中の指定された部分を、指定された場所へ移動する。詰めなおしが自動的に行われる。

複写する…「移動する」と同様であるが、指定された部分は消えない。

(8) オペランドの指定—日本語の助詞を組み合わせる

図 2 上の



は、日本語の助詞の一部と、その取り消しを意味するメニューである。このメニューの1項目を電子文具で選ぶ。

例えば次のように使う。

例 1. A [を] [削る]

利用者は電子文具だけを操って、上記の左から右の順に指定してゆく。ここでAは筆跡中の1字または1行である。[]内はスタイラスペンで選んだ助詞メニューと動詞メニューを意味する。操作の結果は自明であろう。

例 2. [削る] A [を]

動詞メニュー [削る] を先に押下した場合である。

例 1 と同じ結果が得られる。

例 3. A [と] B₁ [から] B₂ [まで] [と] C [を] p [と] q [へ] [移動する]

指定されたオペランド (A, B, C, p, q) は画面上で強調表示される。ここでBは、B₁ という字 (または行) から B₂ という字 (または行) までの筆跡を表す。移動される筆跡はA, B, Cの三つがこの順に

字の列として連結されたものであり、その移動先は p, q の2箇所 (または行) である。p, q 以後の字 (または行) はうしろにずらされる。

筆跡の指定および助詞の選択は「取消」を押下することにより必要なだけ遡及して取り消すことができる。動詞メニュー選択の取り消し、および「画」単位のオペランド指定の両者はまだ実現していない。

上に述べたコマンドは、利用者がマニュアルの助けを借りずに使えることを目指しており、そのために次の方法をとった。

①日本語の助詞と動詞をメニュー上で選べるようにした。

②どの時点でのどの助詞、動詞、情報の単位が使えるかを、メニュー項目の表示の有無で示した。

①②の方法は本論文が最初ではない。①については Tennant ら¹²⁾ が、英文の構成要素をメニュー表示して、利用者が構成要素を選びながら問合わせ文を組み立てることによって、コンピュータと対話するシステムを開発している。

3. 直接指示・操作という対話方式とその性質

本章ではストロークエディタ Sho が持つ特徴について述べる。主要な特徴は、直接指示・操作という対話方式である。

前章では、スタイラスペンに対して「ペン」「消ゴム」などの Sho 独特の役割を与えた道具を電子文具と呼んだが、本章ではスタイラスペンの持つ一般的な性質について述べるので、電子文具という言葉は使わずにスタイラスペンあるいは単にペンと呼ぶことにする。(なお、「ペン」は Sho における筆記具を、ペンはスタイラスペンを、それぞれ意味する。)

(1) ペンとマウスと矢印キーの比較

ストロークエディタ Sho の利用者はスタイラスペンを手にしてペン先で対象を指示し (すなわちペンで直接指示し)、対象 (筆跡など) の上でペンを押下することによって対象を操作する (すなわちペンで直接操作する)。このように、直接指示・操作の方式をとっている。

上の手順を、通常の対話型システムでは次のように行っている。利用者はマウスを手にしてカーソルによって対象を指示し (すなわちマウスで間接指示し)、マウスのボタンを押して対象 (文字列など) を操作する (すなわちボタンで直接操作する)。このように、

間接指示・直接操作の方式をとっている。

本システムでは上下左右向きの四つの矢印キーをペンで押すことによりカーソル移動できる。これは間接指示方式といえる。したがって本システムでは、直接指示と間接指示の両方式を併用している。

そこで、直接指示具のペンと、間接指示具のマウスおよび矢印キーの三つを、指示のしかたによって比較してみよう(表1)。

表1の範囲では、矢印キーとペンの組合せは補完的である。すなわち、表1の矢印キーとペンの列においては、すべての行で○と×が逆になっている。また、表1のうち「対象指示の直接性」の行を除く範囲では、ペンはマウスの代役を果たしているといえる。

次に、表1から離れてペンとマウスを比較してみる。まず初めに、可搬性の点と、筆記具としても使えるという点のそれぞれにおいて、ペンはマウスよりすぐれている。次に、ペン先が動くのは仮想文書の座標系の上であるが、マウスが動くのは仮想文書の座標系の上ではなく、それとは相対的な(机上の)座標系の上である、という点で二つにはそれぞれ特徴がある。

以上のことから次のように結論できる。

平板形の入・出力一体型タブレットをほぼ水平にして、手の届く範囲内で直接指示できる対話環境におい

表1 三つの指示具を指示のしかたで比較した。○は「はい」を×は「いいえ」を意味する。*印は「どちらかと言えば」を意味する。

Table 1 Table shows the characteristics of three kinds of pointing devices—arrow key, pen and mouse. "○" and "×" denote affirmation and negation, respectively. "*" denotes "relatively closer to."

指示のしかた		指示具		
		矢印キー	ペン	マウス
対象指示の直接性	直接	×	○	×
	間接	○	×	○
目的点へのアクセス法	ランダム	×	○	○
	順次	○	×	×
手の動きの連続性	連続値	×*	○	○*
	離散値	○*	×	×*
位置決めの大・小局性	大局的	×*	○*	○*
	小局的	○*	×*	×*
カーソルの画面座標	絶対値	×	○	○
	相対値	○	×	×

ては、ペンは非常にすぐれた指示具であり、マウスを使う場合以上の用途と使い易さが期待できる。またこの場合、ペンと矢印キーは、表1の範囲内では、補完関係という意味においてすぐれた組合せである。一方マウスは、垂直型のディスプレイを使う場合と、大きくて手の届かないスクリーンを使う場合に向いている。

(2) ペンによる直接指示とその効果

本節では、ペンという直接指示具によってもたらされる効果を、利用者の視点から論ずる。

●直接指示—仮想物を実物化する

通常の対話型システムにおいてマウスの動きと連動するカーソルは、矢印やブラシやペンなどの絵(アイコン)になっている。アイコンを「仮想物」と表現すれば、通常の対話型システムではマウスという実物によって仮想物を移動している、といえる。

本論文の直接指示方式によると、通常の対話型システムにおけるカーソルが、ペンの先に対応している。すなわち、仮想物(カーソル)が実物(ペン先)化されている。

仮想物の実物化は、カーソルやブラシなどの、主として操作に用いられるアイコンに限らない。操作される側の文書ファイル(仮想文書)についても同様である。すなわち、入・出力一体型タブレットの表示面は通常の対話型システムにおける文書ファイルを実物化したものと考えることができる。通常の紙(すなわち実物)の上で筆記する場合、紙は入力と出力が一体化した装置と考えることができるが、本論文では図2の文書画面が紙の代わりになっている。

このように直接指示方式は、アイコンや文書ファイルという仮想物を実物化するという、新しい流れを生み出す源となっている。これは非常に興味深い現象と考える。

●直接指示—情報隠蔽に効果

対話型システムを使い易くする方策の一つは、コンピュータ内部に関する知識なしで使えるようにすること⁴⁾、すなわち内部情報を隠蔽することである。例えば、半角と全角の空白文字、および改行記号は、プログラム作成時に初心者かとまどいを覚える内部情報の例である。

空白文字や改行記号が使用されている理由は、カーソル位置へ符号を一つずつ順に埋め込むことにより2次元の文書空間を満たしてゆく入力方式による。これは入力における順次方式といつてよい。

本論文の入力方式はランダムといってよい。ペンで2次元の文書空間の任意の位置にアクセスでき、そこに筆跡を残すことができる。この方式によれば紙上で筆記すると同様に、空白文字や改行記号（そして筆記の場合はカーソル）は、すなわち順次入力に必要な情報は、不要となる。

●筆跡を扱う一情報隠蔽に効果

ペンで紙上に記入するとき、記入された筆跡上には文や図や表の「区分^{8),9)}」はない。同様に、英文や漢字等の「字種区分⁹⁾」も、半角・全角などの「字の大きさ区分⁹⁾」も、ローマ字入力等の「入力モード区分⁹⁾」も、日本語や英語やロシア語などの「言語区分」もない。

符号を扱うシステムにとって現状ではこのような区分は不可避となっており、これらが対話型システムを使いにくくしている主要因である^{8),9)}。しかし本論文のように、筆跡をすべてストロークデータで表現しているシステムでは利用者がこのような区分を意識する必要性が極端に少なくなる。すなわち、データに関する区分が大幅に隠蔽される。

●電子的な用紙とペンの組一情報隠蔽に効果

ストロークエディタ Sho はペン1本で操作可能である。キーボードは使用しなくてすむ。言いかえると、キーボードを必須とするシステムに比較すれば、キーボード面上の符号群が隠蔽されている、といえる。

(3) 直接指示と「場の融合」との関係

本節では2種類の場の融合¹⁰⁾例を示し、場の融合と直接指示との関係について論ずる。

まず、対話における場¹¹⁾の概念を定める。対話における場は「実世界」と「仮想世界」の境界上にあり、一方の世界から他方の世界に向けて情報が変換される場所である。対話における場には入力と出力の場がある。入力場の例としてキーボード面がある。手や指の動きが符号の列に変換される。出力場の例としてディスプレイ画面がある。符号の列が光に変換される。

●人の場と機械の場との融合—二つの融合例

まずはじめに、機械の場へ人の場が融合している場合について考える¹⁰⁾。この例として、人工現実がある。たとえば頭部搭載型のディスプレイを2眼で立体視している人の場合、人の視界（という場）と機械が生成する立体的な場とは「等しい」といえる。この場合、人の視界と機械が生成する場とは「融合」しているといえる。これは、人が機械へ大きく歩み寄ってい

る例といえる。

次に、人の場へ機械の場を融合している場合について考える。ストロークエディタ Sho がこの例である。Sho の利用者がスタイラスペンを用いて筆記する場合は、紙の上でペンを用いて筆記する場と「ほぼ等しい」といえる。また、Sho の利用者がその文書画面上にみる筆跡は、紙の上に見る筆跡と「ほぼ等しい」といえる。この意味で、本システムでは入力場と出力場の両方とも、人の場へ機械の場が融合する方式となっている。

●入力場と出力場との融合—直接指示方式への必要十分条件

本論文で用いたハードウェアでは、ペン先が動く入力場と、コンピュータからの出力場が（ほぼ）一致（言いかえると融合）している。（「ほぼ」と付記したのは、タブレットによる入力面と液晶の表示面とが接触して重なってはいるが完全には融合していないからである。）これはハードウェアという物理的な装置による入・出力場が、（ほぼ）融合していることを示している。

Sho というソフトウェアは、これに対していわば論理的な入・出力場の融合を実現している。例えば、画面上で筆跡を入力するための場所（論理的な入力場）と、筆跡を出力するための場所（論理的な出力場）とが一致（言いかえると融合）している。

上の考察から次のことがわかる。コンピュータが生成表示している対象を利用者が直接的に指し示すことができ、しかもコンピュータがそれを受理できるとき、すなわち直接指示できるとき、物理的と論理的の両者において入・出力場が融合している。またこの逆が成立することも明らかである。（より厳密に言えば、直接指示できるときには、物理的な指示装置を人が操作できること、および、論理的な入・出力場がその物理的な入・出力場の上で実現されていること、の二つも成立している。しかし、これら二つは、いわば当然のことであって、直接指示方式に固有の性質ではない。そこで、これら二つは省略して述べることにする。）

したがって、直接指示が可能となるための必要十分条件は、物理的と論理的の両者において入・出力場が融合することである。

直接指示・操作方式によるシステムの例として、ストロークエディタ Sho のほかに、人工現実、およびタッチスクリーンを用いたシステムがある。すなわち、これらの3システムは直接指示・操作というキー

ワードの下に同類である¹¹⁾.

4. おわりに

入・出力一体型タブレットの上で筆記し、筆跡を編集する新しいエディタと、このエディタでとられている新しい対話方式、すなわち直接指示・操作方式とについて論じ、次のように有用な成果を得た。

(1) 今までにないエディタ「ストロークエディタ」を提唱した。

筆跡情報を扱うエディタすなわちストロークエディタと、その入力・編集方法を本論文が初めて提唱した³⁾。プロトタイプとして作成したものであるが、考えながら筆記する分野で実用になる、という実感を得た。その理由は、スタイラスペン1本だけで全作業が行えること、文・図・表・式などの区別がないこと、日本語や英語などの言葉の差による影響が少ないこと、そして最後に、書いたものが書いたとおりに書いた時に書いた場所で見れること、による。

(2) 直接指示の性質を初めて明らかにし、直接指示方式の重要性を示した。

性質の第1は、従来の(間接指示方式の)対話型システムで仮想物として用いられている、操作のアイコンや文書ファイルなどが、直接指示方式においては電子的な文具として実物化されていること。

第2は、直接指示(ペン)と間接指示(矢印キー)を組にした指示法が「指示のしかた」のいくつかの側面で補完関係にあること。したがって組にして使うことが推奨できること。

第3は、入・出力一体型のタブレットをほぼ水平にして、机上もしくは携帯して手の届く範囲内で使用する環境では、ペンがマウスより適していること。

第4は、直接指示方式を実現するためには、物理的と論理的の両者において入力場と出力場を一致(または融合)させることが必要十分であること。これに関連して、人工現実とタッチスクリーンシステムとストロークエディタとは、直接指示・操作方式という同類に属することも示した。

性質の第5は、直接指示方式には情報を隠蔽する効果があること。具体的には、空白文字と改行記号(そして筆記の場合はカーソル)といった、順次入力に必要な情報を利用者が意識する必要がないことを示した。

第1～第5の性質から次のようにいえる。対話における指示の方式(直接または間接)は、対話方式を特

徴づける上で、また使い易くする上で、非常に重要な概念である。

(3) 人間側へ機械を近づける方法を示した。

方法の第1は、人が作業する場を、そのまま受け入れられるような機械の場を作り上げることである。本論文のストロークエディタでは、筆記の場について、これを実現した。

方法の第2は、人が持つ知識と、ごくわずかな約束だけで操作できるようにすることである。本論文では、日本語の動詞と助詞、そして電子文具を用いて、これを実現した。

本システムの課題としては、以下のものがある。ハードウェアでは、入・出力一体型タブレットとパソコンとが一体かつ小型になっていないこと、液晶画面が小さく表示の分解能が良くないこと、ペン先の位置と表示される筆跡の位置に視差があること、ペン本体の質感・量感やペン先の沈みと滑りにまだ違和感があること、などである。ソフトウェアでは、本論文の冒頭で述べた草案、記録、伝票、…などへ実用する段階にまだ至っていないことが最大の課題である。

参 考 文 献

- 1) 例えば、竹中工務店：フリーハンドで自在に描ける手書き図面入力システム、カタログ番号808902 GF (1989).
- 2) 例えば、SONY の PalmTop, Canon の AI ノート, 京セラの Refalo.
- 3) 守屋慎次, 清水 聡, 森田利広, 稲井幸治: ストロークエディタと電子文具—直接指示・直接操作による画面エディター, ヒューマンインタフェース News & Report, Vol. 5, No. 1, pp. 41-48 (1990.1).
- 4) Shneiderman, B. 著, 東 基衛, 井関 治監訳: ユーザー・インタフェースの設計, 日経 BP 社, (1988).
- 5) Shneiderman, B.: Direct Manipulation: A Step beyond Programming Languages, *IEEE Comput.*, pp. 57-68 (1983).
- 6) 守屋慎次, 清水 聡, S.N. クリシュナン: 運筆データからの行の切り出し, 信学論(D), Vol. J73-D-II, No. 7, pp. 973-981 (1990.7).
- 7) 森田利広, 守屋慎次, 清水 聡: 運筆データからの字の切出し, 信学論(D), Vol. J73-D-II, No. 10, pp. 1796-1798 (1990.10).
- 8) 守屋慎次: ユーザインタフェースの研究・開発動向, 日経コンピュータ別冊「マルチメディア時代のユーザインタフェース」, pp. 21-36 (1989.7).
- 9) 守屋慎次, 中谷吉久: 対話型システムにおける操作の一貫性, 計測自動制御学会第5回ヒューマ

ン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp. 499-508 (1989.10).

- 10) 守屋慎次: ユーザインタフェース技法, 情報処理, Vol. 29, No. 10, pp. 1097-1108 (1988).
 11) 守屋慎次: 人とコンピュータとの対話の大局的な機構, 情報処理学会グラフィックスとCAD研究会, 44-1 (1990.5).
 12) Tennant, H. R., Ross, K. M. and Thompson, C. N.: Usable Natural Language Interfaces through Menu-based Natural Language Understanding, *Proc. CHI '83 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 154-160 (1983).

(平成2年11月22日受付)

(平成3年4月9日採録)



守屋 慎次 (正会員)

昭和48年東京電機大学大学院博士課程修了。工学博士。現在、東京電機大学工学部電気通信工学科教授。昭和56年ニューヨーク州立大学、昭和57年イリノイ大学の各計算機科学科客員準教授。ユーザインタフェース、パターン認識、ストロークシステム、グループウェア、音声入力技法、インタラクションの分析・評価・モデリング法の研究に従事。Interacting with Computers誌の Special Editorial Board。電子情報通信学会、計測自動制御学会、人間工学会、テレビジョン学会、ACM、IEEE 各会員。



森田 利広 (正会員)

平成2年東京電機大学工学部電気通信卒業。現在、同大学院情報通信工学専攻修士課程在学中。以来、ストロークエディタ、運筆認識の研究に従事。電子情報通信学会、計測自動制御学会ヒューマンインタフェース部会各会員。



稲井 幸治 (正会員)

昭和63年東京電機大学工学部電気通信卒業。平成3年同大学院修士課程修了。現在、ソニー(株)。在学中はユーザインタフェース、ストロークシステム、グループウェアの研究に従事。計測自動制御学会ヒューマンインタフェース部会会員。



清水 聡 (正会員)

昭和63年東京電機大学工学部電気通信卒業。平成2年、同大学院修士課程修了。現在、三菱電機(株)。在学中はパターン認識の研究に従事。計測自動制御学会ヒューマンインタフェース部会会員。