

## スクリプトを用いたオンライン手書き入力実験

森下 哲次      石垣 一司      藤田 孝弥

(株式会社 富士通研究所)

### 1 まえがき

オンライン文字認識は、実験室レベルでは非常に高い認識率が得られており<sup>(1)</sup>、また最近では数社から製品も発売され、注目を集めている。

認識システムを開発するうえで重要なポイントの一つは、装置をフィールドに出したあと、どのように認識性能をアップ・デートするかである。

筆者らはさきに、その一手法として個人字形登録方式を提案し有効性を確認したが<sup>(2)(3)</sup>、前回の実験では、記入用紙に案内文字を一定のコード順に従って並べ、その下に文字を記入する方法をとったため、実際に使われる条件（ここでは、一般の文章を画面を見ながら入力、修正することを指す）とは文字の性質が異なっていた可能性がある。

今回、この方式が実運用にそくした環境でも有効に働くか、あるいは、手書き入力そのものについて一般のユーザがどのような印象もっているかを調査するためにスクリプトを用いた手書き入力実験を行ったので報告する。

我々の今回の実験の問題意識は次の3点である。

- (1) さきに提案した個人字形の登録が、通常の文章入力においても有効に働くかを調査する。
- (2) 一般のユーザが、手書きに対してどのような印象をもつか、実際に使ってもらってその意見を聞く。
- (3) 現在のシステムで通常の文章を入力した場合、記入および修正作業にどの程度時間がかかるかを調査し、システム改良の目安をつける。

### 2 実験システム

実運用に近い環境を設定するために、ここでは個人対応の文章入力システムを想定し、そのために必要な機能をUNIXの上にも実現した<sup>(4)</sup>。実験システムの構成は図1のようになっており、PFU-1500を主制御部として、タブレットとディスプレイがそれぞれ制御装置を介して回線で接続されている。機能別にみると、全体は5つのプロセスから構成されており、各々のプロセスの機能およびプログラム・ステップ数は表1のとおりである。また、本実験システムの仕様は表2のとおりである。

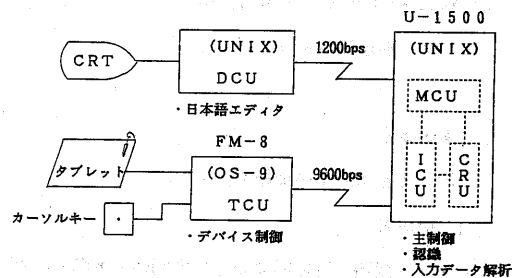


図1) 実験システム構成

表1) 各プロセスの機能および

プログラム・ステップ数

名称	機能	ステップ数	総ステップ数
TCU	デバイス制御	103	7871 (C言語)
ICU	入力データ解析	529	
CRU	認識、辞書登録	1242	
MCU	主制御、ユーザ情報ログ	2415	
DCU	日本語エディタ	3582	

## 表2) 実験システムの仕様

- ・認識対象字種 : 常用漢字約2000字および  
ひらがな、カタカナ、英数字  
句読点を含む
- ・認識モード : 全混在モード
- ・認識時間 : 3秒
- ・辞書 : 標準画数、標準筆順のもの  
平均1.5テンプレート
- ・辞書登録機能 : かな漢字変換、JISコード
- ・辞書削除機能 : カーソル指定
- ・ログ機能 : 字形情報、ペンタッチ情報  
などのユーザ・アクションを  
タイム・スタンプ付でログ

また、本実験システムは、ユーザのキー・アクション等をすべてログ・データとして蓄え、あとでユーザのオペレーション・ミスや、ファンクション・キーの使用頻度などが解析できるようになっている（これについては、別途報告する予定である）。

## 3 実験要領

今回の実験は以下の要領で行った。

### 3.1 被験者

パターン認識に直接関連のない部門の人8名と、パターン認識の研究に従事している人1名の計9名。年齢は20代～30代前半でワープロの利用頻度は比較的低い（月1回以下）人達であった。

### 3.2 スクリプト

認識率や筆記速度の比較を簡単にするために、図3に示すような漢字かな混じりのスクリプトを定めた。このスクリプトは全477字で、漢字と非漢字の割合はそれぞれ179字（37.5%）、298字（62.5%）であった。

現在の手書き文字認識方式には次の五つの弱点があり、目は回数の変動を起し易い文字に対する認識率が低いです。例えば、糸のように標準画数が六画になってしよって、あるいは同じ人でも場合によって八画に六四画になつたりする文字がこれに対応します。二番目を起し易い文字に対する認識率が低いということも必という文字が該当します。三番目はストロークの異なる横な文字に対する認識率が低いということです。びの位置が書く都度に異なる横な文字、例えば物など。四番目は書く都度に字形が変動する横な文字に低低いということです。例えば寸の横に右に傾いたりする文字がその代表です。最後に回数の少ない文字に低低いということです。この代表は、ひらがな、カタカナなどです。手書き文字認識の難しさは、個人によりライティが非常にたくさんあるためですが、私達はHとして登録することによって、この問題を解決して

図3) 実験用スクリプトの一部

### 3.3 日程、回数

2～3日間隔、約1時間/回、全4回

### 3.4 インストラクション

実験に先立ち、被験者にあてたインストラクションは次の2点である。

- ①これは楷書マシンです。
- ②ただし、あなたの字形を学習します。

### 3.5 実験手順

被験者は1回のセッションにつき、実験用スクリプトを1回記入し、全文字記入終了後、誤読した箇所を修正する。セッションの手順は次のとおりである。

- (1)記入開始時刻（T1）の記録。
- (2)スクリプトの記入。
- (3)記入終了時刻（T2）の記録。
- (4)誤読文字の修正および登録。
- (5)修正終了時刻（T3）の記録。
- (6)アンケート調査
- (7)上記(1)～(6)を1人につき、全4回繰り返す。

### 3.6 アンケート

手書き入力に対するユーザの印象を知るために、次のようなアンケート調査を行った。

アンケート1：手書き入力システムを使ってみた印象。

アンケート2：被験者が感じた認識率と被験者の求める認識率との関係。

但し、アンケート1は第4セッション終了後、アンケート2は第1～第4セッションを通じて調査した。

[アンケート1]

(1)キーボードのように訓練しなくてよい。

(①はい、②どちらともいえない、③いいえ)

(2)考えながら書ける。

(①はい、②どちらともいえない、③いいえ)

(3)自分の癖字をどんどん覚えてくれる。

(①はい、②どちらともいえない、③いいえ)

(4)丁寧に書くのは煩わしい。

(①はい、②どちらともいえない、③いいえ)

(5)手書きは効率がわるい。

(①はい、②どちらともいえない、③いいえ)

(6)手書きはキーボードにくらべて疲れる。

(①はい、②どちらともいえない、③いいえ)

[アンケート2]

(1)あなたの文字は何パーセントぐらい読めたと思いますか。 ( % )

(2)どれぐらいの認識率ならば使ってもいいと思いますか。 ( % )

### 4. 実験結果

表3および図4はアンケートの結果である。(但し図4のグラフ①と③については被験者の「使ってみた

表3) アンケート1の結果

	はい	どちらともいえない	いいえ
質問(1)	6	3	0
質問(2)	6	3	0
質問(3)	8	1	0
質問(4)	2	6	1
質問(5)	0	8	1
質問(6)	2	6	1

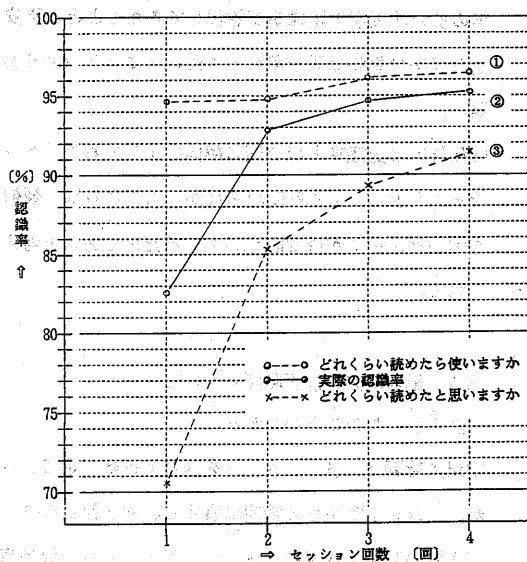


図7) アンケート2の結果

感じ」を聞いたものであって、誤読文字数を数えて計算したものではない。従って絶対値にはそれほど意味はない)

図5は各セッション毎の認識率と候補率の推移を示したものである。

図6は漢字/非漢字別に見た認識率の推移である。

図7は記入時間と修正時間の推移である。

## 5. 個別評価

### 5.1 認識率、候補率について

図5、図6から次のことがわかる。

(1) 1回目の認識率が低いのは、まだその人の字形が登録されていないためである。

(2) 2回目には約10%の認識率の向上がみられ、個人字形の登録による学習効果を裏付けている。特にこの効果は、漢字の登録によるものであることが分かる（図6の「漢字」のグラフ参照）。

(3) 3回目以降、認識率が頭打ちになったのは、類似文字の多い非漢字の認識率が飽和してきたことと、不安定な漢字の登録効果が薄れてきたことによる（図6参照）。

(4) 候補率は認識率とほぼ同じ傾向を示しており、セッションを通じてあまり変わらなかった。これは、類似文字のグループがほぼ固定しているためであると考えられる。

### 5.2 記入時間、修正時間について

図7から次のことがわかる。

(1) 記入時間は、各セッションを通じてほぼ一定であった。これを1字当りの時間に直すと、約3秒となり、「人間の書き速度は2~3秒/字」という一般の常識とよく一致している。

(2) 修正時間は、セッションを重ねるにつれ短縮されたが、これは慣れというよりは、認識率が向上した分、修正文字数が減少したためである。1字当りの修正時間でみるとほぼ一定の値を示しており、約4.4秒であった。これは相当大きな値であるが、これは修正作業を次のように行なわせたためである。

① まず候補選択を行なう。

② 候補文字のなかに正解がなかったときには、タブレット上のかな配列から「読み」を入力して、かな漢

字変換を行なう。

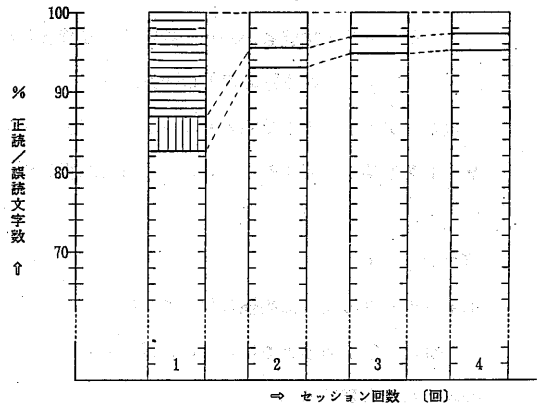
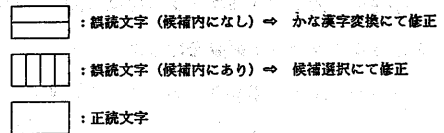


図5) 認識率および候補率の推移

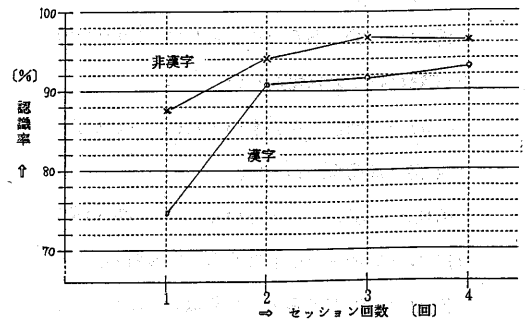


図6) 漢字/非漢字別にみた認識率の推移

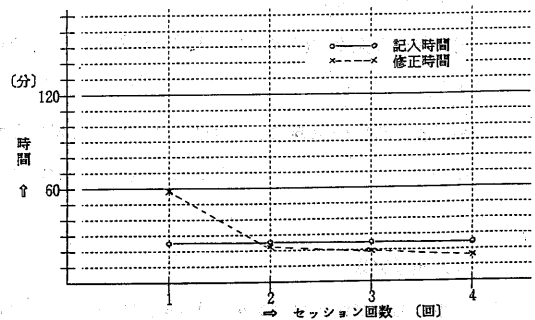


図7) 記入時間、修正時間の推移

### 5.3 アンケート1について

(1)質問(1)、(2)の結果から、今回の被験者は手書き入力にたいして比較的いい印象をもってると判断される。

(2)質問(3)、(4)の結果から、登録機能については一定の評価があるが、丁寧に記入することに対しては少々煩わしさも感じているようである。

(3)質問(5)、(6)の結果から、手書き入力はキーボードより疲れ易いものの、効率が悪いとは感じていなかったことが読みとれる。

### 5.4 アンケート2について

被験者の求める認識率①と被験者の感じた認識率③との間には相当の開きがあり、この両者の差が認識率に対する被験者の不満の程度を表していると考えた。

図4から、被験者は今回の認識率にはまだ不満であったと判断できる。しかし、上記の不満の程度は回を重ねる毎に減少しており(24%→5.1%)、個人字形の登録により被験者の不満がある程度解消されたと判断できる。但し、認識率だけで不満を解消するためには①と③が一致するまで②を上げ続けなければならない。

## 6 考察

### 6.1 登録の有効性について

3回目以降認識率が頭打ちになったが、スクリプトの字種が比較的少ない(142カテゴリ)割には思った程登録の効果が上がらなかった。この傾向は特に漢字に著しいが、これは単に漢字が不安定だからという理由ではなく、どう書けば読めるかが被験者によく伝わっていないからではないかと思われる。

このことは図8を見ると、より明らかになる。①はパターン認識を知っている人、②はその他の被験者の中で1回目の認識率が一番良かった人である。両者を

比べると、2回目のところで差が特に顕著に現れている。①の人はどう書けば読めるかを知っているため、簡単に高い認識率を達成することができたが、②の人は1回目には①の人より良く読めているにもかかわらず、なかなか認識率が上がってこない。(さらに①の人はその後、自分でコントロールできることが分かったため、少しづつラフに書くようになったこと、②の人はより丁寧に書こうと努力したことが、図9の記入時間の推移から読みとれる。)

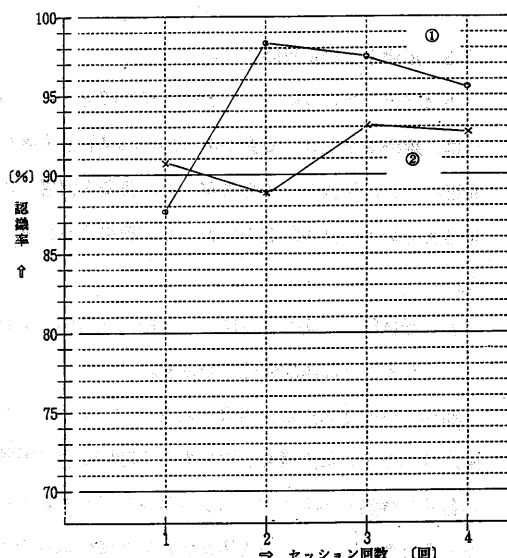


図8) 2被験者の認識率の比較

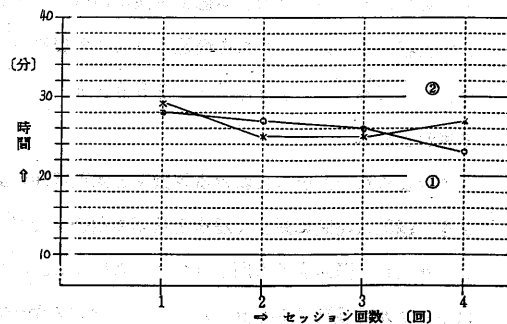


図9) 2被験者の記入時間の比較

以上のことを考えると、登録の機能をうまく使いこなすためには、専門家の知識をより平易なかたちでユーザに伝える工夫が必要であると判断される。

## 6.2 ユーザの印象について

アンケートの結果から、今回の認識率には相当の不満をもっているものの、手書き入力そのものについては、必ずしも一般に言われているように「効率が悪い」とは考えていないようであった。

## 6.3 認識率と修正時間について

5.4で述べたように、ユーザの不満を解消するためには、認識率を上げる必要がある。これは誤読文字の修正手段との兼ね合いであるが、その目安を消書化に至るまでのトータル時間を指標として次のように考える。

目安：最低限「総修正時間 < 総記入時間」となるような認識性能をめざす。

即ち、いかに考えながら書けるとは言っても、1時間かけて記入した文章を、更にもう1時間かけて誤読の修正を強制するようなシステムは受け入れられないだろうと考えると、これを満たすための条件は次のようになる。

手書き速度を2.5〔秒/字〕と仮定し、1字を修正するのに $x$ 〔秒〕を要する修正手段があったとすると、上記パフォーマンスを満足するための認識率 $y$ は、 $y(\%) = 100 - 250/x$ で表わされる。

このようなシステムにおける認識率と修正時間の関係を、総記入時間に対する総修正時間の割合 $r$ をパラメータとして図示すると図10のようにになる。これはトータル作業時間から見たパフォーマンスが一定になる点を結んだものに等しく、例えば、 $r = 1/2$

の曲線では、10秒の修正手段をもつ認識率87.5%の認識装置と40秒の修正手段をもつ認識率96.9%の認識装置のパフォーマンスは同じであることを示している。このように考えると、誤読文字の修正手段がいかに重要であるかがわかる。

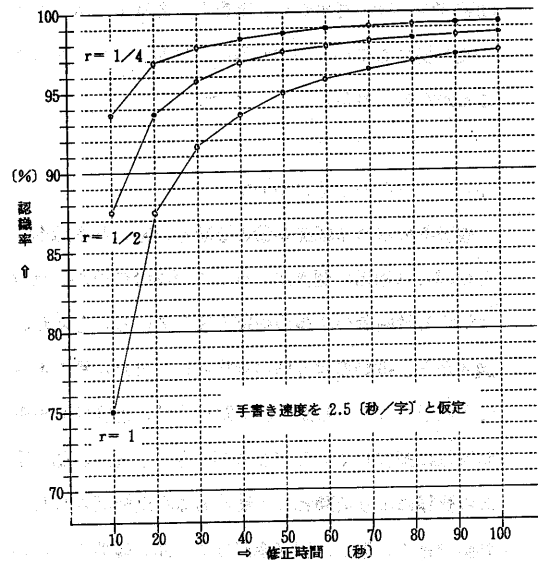


図10) トータル作業時間からみた認識率と修正時間の関係

## 7 まとめ

今回の実験結果をまとめると次のようになる。

- (1)手書き入力に対するユーザの印象は、(認識率が不十分であったにもかかわらず) 予想外によく、また必ずしも「手書きは効率が悪い」とも考えていないようであった。
- (2)今回の実験では、カテゴリ数が少ない割には、登録の効果が十分でなかった。これは、「なぜ読めなかったのか」あるいは「どう書けば読めるのか」がユーザに全くフィードバックされていなかったからであると判断された。
- (3)ユーザに受け入れられる認識システムを構築するためには、ユーザからみたパフォーマンスを考慮することが重要であり、そのためには、認識率のみならず効率のよい修正手段を検討することが必要であると判断された。

現在市販されているキー入力タイプのワープロはキーに慣れる必要はあるものの、内部処理がユーザに分り易いため、ユーザ自身が辞書を登録したり削除したりして入力効率を高める工夫ができるようになっている。このことはオンライン認識のような対話型のシステムにおいては特に重要で、認識装置が一般の人に受け入れられフィールドで活躍するためには、認識アルゴリズムがユーザにとって分り易いことが必要になってくる。今後は、「分り易い認識アルゴリズム」を実現する方向で検討を行う予定である。

最後に、日頃ご指導をいただく棚橋部長ならびに林室長、また本実験にあたって一緒にご討論いただいた吉岡調査役ならびに丹野、高橋両氏に深謝する。

## 参考文献

- (1)若原他：「選択的ストローク結合による画数、筆順に依存しないオンライン文字認識」  
信学論 (D), J 6 6 - D, 5,  
PP. 593 - 600 (8 3 / 5) .
- (2)Kato et al. : "Handwriting Input System For Japanese" Proceeding of IFIP80.
- (3)森下他：「実時間手書き文字認識における個人内変動の分析」PRL80-90, 1981.
- (4)吉岡 : 「UNIX下での手書き入力エディタの一考察」情処全大27回, PP.1245 -1246  
1983.

The first part of the report  
 deals with the general  
 situation of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The second part of the report  
 deals with the financial  
 position of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The third part of the report  
 deals with the social  
 conditions of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The fourth part of the report  
 deals with the political  
 conditions of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The fifth part of the report  
 deals with the economic  
 conditions of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The sixth part of the report  
 deals with the cultural  
 conditions of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The seventh part of the report  
 deals with the military  
 conditions of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The eighth part of the report  
 deals with the judicial  
 conditions of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The ninth part of the report  
 deals with the administrative  
 conditions of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.

The tenth part of the report  
 deals with the international  
 relations of the country  
 and the progress of  
 the work done during  
 the year.