

予測機能をもつ PDA 用手書き入力システム

岩山尚美，秋山勝彦，中島健次，石垣一司

(株) 富士通研究所

1. はじめに

PDA に代表される携帯情報機器の普及に伴い，携帯情報機器への様々な文字入力方法が提案されている^[1]．PDA 画面上に手書きした筆跡を認識するオンライン文字認識を利用した手書き入力は，文字入力操作のために特別な学習を必要としない自然なインタフェースである．我々は，高精度なオンライン文字認識を目指して，画数・筆順フリーな個人適応型システムを開発した^{[2][3]}．

我々は，手書き入力に対するユーザ満足度向上のためには，認識精度の向上だけでは不十分であると考えている．なぜならば，手書き入力は本質的に入力速度が遅く，不安定な姿勢で多くの文字を入力するのは疲れるという問題があるからである．したがって，我々はユーザ満足度向上のためには入力効率の向上が必要であると考えた．

手書き入力の効率を向上させる方法として，部分筆記による予測を行う方法があり，入力文字列の一部が入力されると次に入力されるべき文字枠に予測候補を提示する方法^[4]や 1 ストローク入力されるごとに予測候補を提示する方法^[5]がある．我々は，これまでに開発した文字認識技術をベースにした高精度な予測機能を開発し，多くの文字枠を配置できない PDA 上に予測機能をもつ手書き入力システムを実装した．

また，今回開発した予測機能をもつ手書き入力システムの評価実験を被験者実験により行い，予測機能による入力効率の効果とユーザ満足度の向上について確認した．本稿では，開発した手書き入力システムとその評価結果について述べる．

2. PDA 用手書き入力システム

2.1 画面デザイン

今回開発した予測機能をもつ PDA 用手書き入力システムの画面デザインを図 1 に示す．

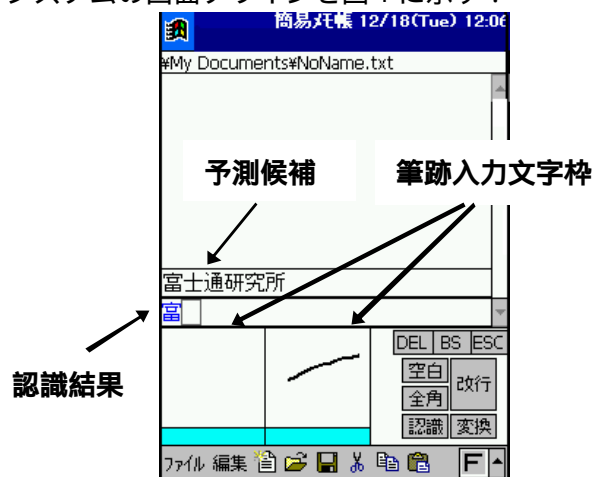


図 1： 手書き入力システムの画面デザイン

文字の連続入力が可能なように，筆跡入力文字枠を 2 つ用意した．文字枠のすぐ上に認識結果表示領域を配置し，その上に予測候補提示領域を配置した．

筆跡入力領域と予測候補提示領域を近くに配置することで，ユーザは筆跡入力中でも予測候補が提示されたことを知ることができ，筆跡入力から予測候補選択へのペンの移動距離も少なくてすむ．

2.2 筆跡からの高精度な予測

オンライン手書き文字認識は，入力された筆跡から複数の候補文字を出力する字形認識部と，前後の文字とのつながり情報をもとに出力文字列を決定する文脈処理部からなる．我々は，認識精度向上のために，字形認識部と文脈処理部のそれぞれにおいて，個人に適応する機能を開発した^[3]．文脈処理部での個人適応機能により，ユーザが使用した文字列は自動的に個人用文脈辞書に登録される．我々は，この個人用文脈辞書を予測辞書としても利用することにした．

入力された筆跡に対して字形認識を行い，字形認識結果の候補文字をもとに予測辞書を検索する．複数の候補文字をもとに予測辞書を検索することにより，予測候補の検索漏れを防ぐ．一方，候補文字の評価値がある閾値以上のものに制限するこ

とにより，入力された筆跡に対して不自然な予測候補を出力しないようにしている．このようにして，筆跡からの高精度な予測を実現している．

2.3 自動予測候補提示

他方の文字枠への筆跡入力開始，または，ペンアップからの一定時間経過により，1文字の筆跡入力が完了したとみなす．1文字の筆跡入力が完了したと判定されるごとに，新たに入力された筆跡に対して字形認識を行う．そして，これまでに入力された筆跡に対する字形認識結果をもとに予測辞書を検索し，予測候補を提示する．したがって，ユーザが入力した任意個の文字の筆跡入力が完了した時点で，常に最新の予測候補が提示される．

また，ユーザが予測候補を選択すると，選択された予測候補文字列に後続すると予測される予測候補が提示される．このようにして，ユーザからの明示的な指示なしに予測候補を提示する．

3. 評価実験結果

10名の被験者実験により，予測機能をもつPDA用手書き入力システムの評価を行った．各被験者は，ある個人の1ヶ月分のスケジュールデータ170文字を，予測機能ありの場合となし場合の2種類の手書き入力システムにより入力した．予測候補選択による入力方法により，どの程度の入力の効率化が可能かを調べるために，入力される文字列はあらかじめ予測辞書に登録して実験を行った．

まず，入力所要時間の平均値を表1に示す．予測機能により，入力所要時間が約半分になった．

表1： 入力所要時間

予測なし	予測あり
11分33秒	6分8秒

次に，入力に要した操作回数の平均値を，入力に必要な操作（表2）と認識誤りに対する修正操作（表3）に分けて示す．認識誤りが起きた場合に，ユーザは，他の候補文字を選択する（認識候補選択）か，誤った認識結果を消去して筆跡を再入力するかのどちらかにより，修正操作を行う．

表2： 入力操作回数

	予測なし	予測あり
筆跡入力	170回	43.0回
予測候補選択	0回	43.1回

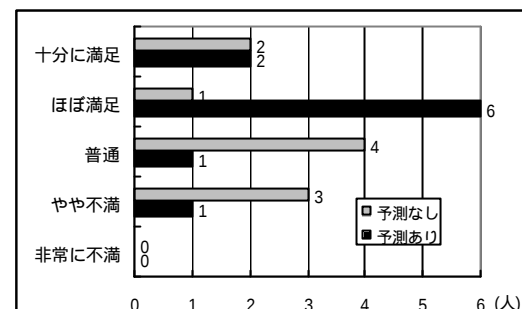
表3： 誤認識文字数と修正操作回数

	予測なし	予測あり
誤認識文字数	11.3文字	6.4文字
認識候補選択	2.5回	0.9回
筆跡再入力	10.8回	5.9回

予測機能により，入力操作回数が減るだけでなく，認識誤りに対する修正操作回数も減った．

入力実験後のアンケートにより，手書き入力に対する満足度についてまとめた結果を図3に示す．

図3： 手書き入力に対するユーザ満足度



予測機能が手書き入力に対するユーザの満足度を向上させるという結果が得られた．入力所要時間，入力操作回数の削減とともに，修正操作回数の削減が，満足度向上につながったと考えられる．

4. まとめ

本稿では，予測機能をもつPDA用手書き入力システムについて述べた．被験者実験により，本システムは予測機能がない場合よりも入力効率を向上させることを確認した．また，予測機能が手書き入力に対するユーザの満足度も向上させるという結果を得た．

参考文献

- [1] 増井俊之：ペンによるテキスト入力，UNIX MAGAZINE(1999年1月号)，pp.165-169, 1999.
- [2] H. Tanaka, K. Nakajima, K. Ishigaki, K. Akiyama, M. Nakagawa: Hybrid Pen-Input Character Recognition System Based on Integration of Online-Offline Recognition, Proc. 5th ICDAR, pp.209-212, 1999.
- [3] 岩山尚美，秋山勝彦，石垣一司：誤認識した字形と使用した文字列を学習する個人適応型オンライン手書き文字認識，情報処理学会研究報告，2001-HI-96, pp.55-62, 2001.
- [4] 福島俊一，山田洋志：予測ペン入力インタフェースとその手書き操作削減効果，情報処理学会論文誌，Vol.37 No.1, pp.23-30, 1996.
- [5] 増井俊之：動的ボタンマッチを用いた高速文章入力手法，日本ソフトウェア科学会，WISS'97, pp.81-86, 1997.