

紙のキーボード

ーデジタルペンのための新しい日本語入力方式ー

1. 背景

「デジタルペン」とは、紙に手書きしたペンのストローク（筆跡）を記憶し、後で接続した PC に転送して利用する機能を持つデバイスであり、紙と PC を橋渡しすることを指向しているが、文章の執筆を支援するものではなかった。また、携帯性と執筆性能の兼ね合いを考えると、執筆のための IT には書く場所の自由を奪われるなど無視できない欠点があるため、日本語の執筆ツールには未開拓のニッチがあり、その実現にはデジタルペンと紙を利用して必要な自然言語処理系の要素技術を連携させればよいと考えた。

2. 目的

「IT」の持つ書かれたデータの利用の自由という性質に、「紙」の持つ書き方や場所の自由という性質を付加することで、いままでにない使い勝手を持つ執筆ツールを実現する。つまり、日本語を書くという目的に向けて、「紙に書くところを IT が見ている」という方式で紙と IT がコラボレーションするのである。具体的にはオフライン（PC 非接続）で紙の上の筆跡を記録するデジタルペン装置を利用して日本語文章の執筆を支援する執筆ツール「紙のキーボード」を開発する。

3. 開発の内容

3. 1 システムの概要

図 1 に「紙のキーボード」システムの概要を示す。システムはデジタルペンで文字や記号などのストロークを書き込むことで執筆する文章の内容を記録する狭義の「紙のキーボード」（「パッド」と呼ぶこともある）と、デジタルペン装置から転送されてきたストローク（筆跡）データを処理し、漢字の文字認識やペンジェスチャ

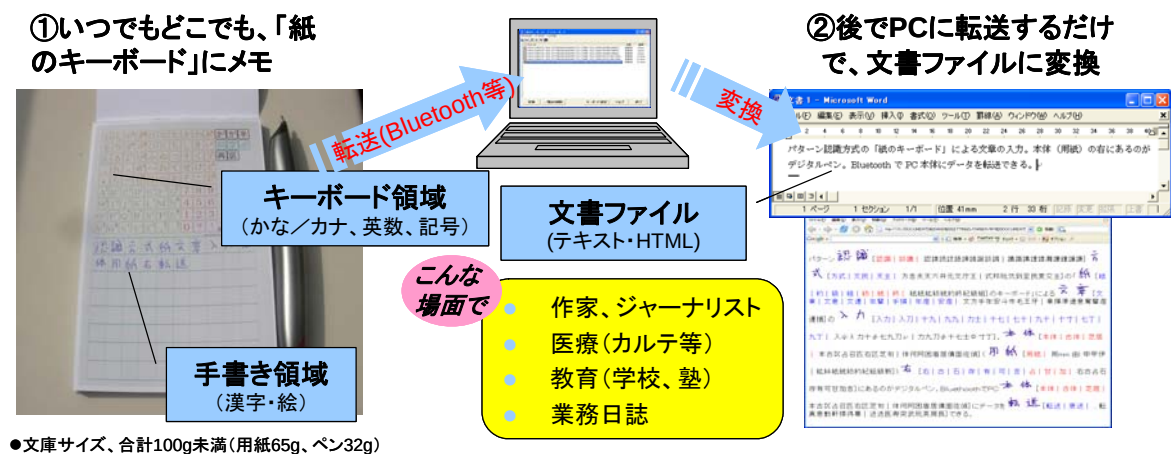


図 1 開発するシステム（「紙のキーボード」）の概要

一から対応する文字コード列への変換を行う「ソフトキーボード」とからなる。デジタルペン装置自体に特別な改造は必要なく、むしろ現在数社から発売されている異なる原理を持ったデジタルペン装置に共通のパッドとソフトキーボードで対応することで、普及促進を図っている。

3. 2 動作概要

ユーザーは「紙のキーボード（パッド）」を持ち歩き、デジタルペンで文章を書き込む。紙のメモ帳と違うのは、漢字以外の文字は用紙上のキーボードをペン先でつつく（タップ）するだけで入力されることと、漢字部分だけを手書き領域の枠目に書くが、これらの漢字も後で認識・文字コード化されることである。同じページに一度書いた漢字は何度も「再利用」できる機能もある。「ソフトキーボード」をインストールした PC の前に行ったとき（たとえば一日一回）、パッド上のチェックボックスをペンでチェックすると、パッドに書かれたストロークデータは「ソフトキーボード」に転送・変換処理され、自動的に文書ファイルに変換される。つまり、ワープロ文書が作成できる紙のメモ帳と考えればよい。

3. 3 実現手段

このシステムの機能を実現し、執筆ツールとして実用レベルの性能（特に手書き文字認識の認識精度）を与えるには、いくつかの要素技術を「紙のキーボード」の前提条件に合う形で開発し連携させる必要があった。これら要素技術間の関連を図2に示す。以下では本開発にとってブレイクスルーがあった技術についてのみ簡単に説明する。

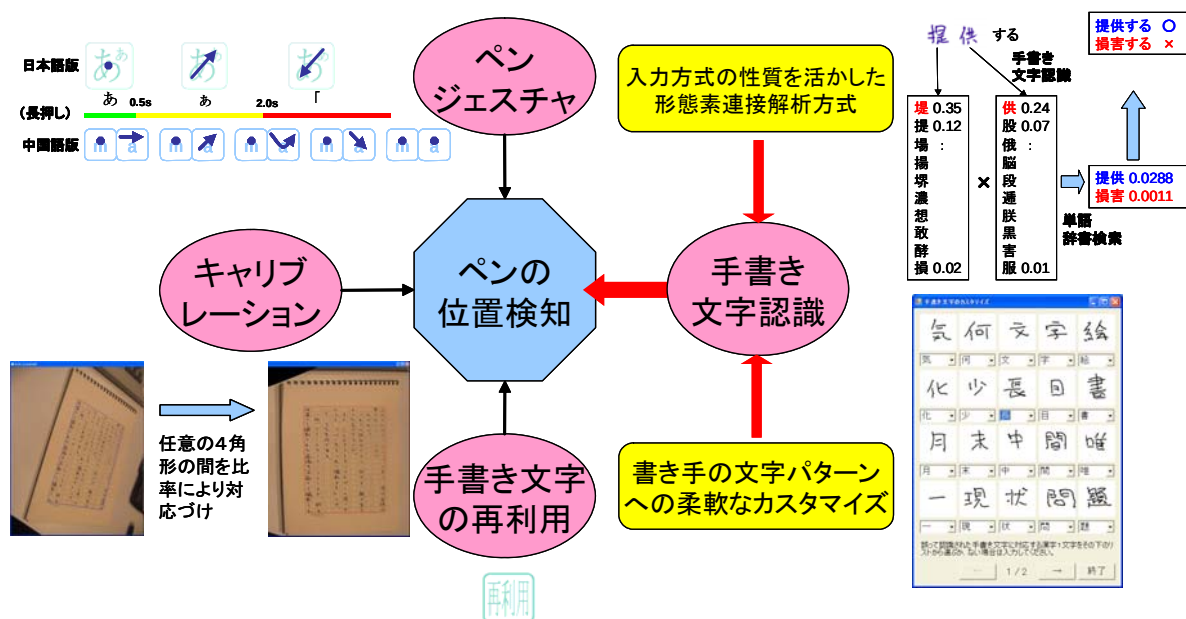


図2 システムを実現するための要素技術

①キー定義とペンジェスチャ

パッド上の矩形領域を「キー」として登録し、ペン先で指示することで文字コードを入力する。通常のキーボードと異なりシフト動作が効かないため、同じキー上で何種類かのペンストロークの特徴を判別することにより異なる文字（列）コードを入力できるようにすることを発案し、実現した。また、「ひらがな」「カタカナ」「半角」の3種類のモードを設け、

キーの個数×3種類のモード×3種類（中国語は5種類）のペンジェスチャ

に対して文字列定義を可能にした。

②手書き文字認識

この技術と、そのインプリメント方式は、「紙のキーボード」実用化の要である。本開発では独自に文字認識技術を開発するのではなく、既存の手書き文字認識プログラムから、「紙のキーボード」の方式に適合する谷川宜博氏開発のものを選り、共同で仕様を策定した後、本システムで利用できるライブラリの開発を再委託した。認識方式の中核は「セントロイド方式」と呼ばれる。文字パターン辞書中で各文字に対応する認識用文字パターンは別々に登録されているのではなく、すべての文字パターンは類似部分に分解され、約 20,000 個の「セントロイド」と呼ばれるデータ構造の重み付きネットワークとして登録される。したがってある文字パターンの登録が類似部分を持つ別の文字の文字パターンをも変化させ、認識精度に影響を及ぼすために学習効率がよい。

しかし谷川氏のものに限らず現状の手書き文字認識の精度は、ストレスなく日本語文章を執筆できる水準に至っていない。そこでつぎの2つの独自技術を開発することにより文字認識精度を執筆ツールとしての実用レベルに引き上げた。

- 入力方式の性質を活かした形態素連接解析方式
- 書き手の文字パターンへの柔軟なカスタマイズ

この2つが本開発中、最も苦労しかつブレイクスルーがあったところで、「4. 従来の技術（または機能）との相違」で解説する。

4. 従来の技術との相違

4. 1 形態素連接解析方式

一般的な手書き文字認識に対し、「紙のキーボード」では、認識文字が必ず漢字であり、かつ前後の文字列がキーボードによってほぼ 100%の精度で入力済みであるという利点がある。それを最大限に活かし、認識率を実用レベルに向上させるために、手書き文字認識、単語（漢熟語）辞書検索、後接形態素の連接判定を組み合わせることで認識精度を向上させる方式を考案した。図3に概要を示す。

図は2文字の漢字熟語の場合を示している。2文字の手書き文字入力に対して2回の文字認識が行われ、それぞれ10番目までの認識候補が「確率¹」つきで得られる。つまり文字認識からの知見によれば2文字には10×10=100通りの漢字文字列が対応しうる、それぞれの漢字文字列には、1文字目と2文字目の「確率」の積が、やはり「確率」として付与される。単語辞書は、「1文字目が第1の10文字の候補中にあり、2文字目が第2の10文字の候補中にある2文字の単語」という基準で検索される。この場合は、「提供」「損害」の2つが単語辞書中に存在する。「提供」の後接文字列指定子は「変（サ変名詞）」であり、これは「[さしすせがのにをもへだでかま、？！]」という正規表現に展開されて実際の後接文字列「する」とマッチするため、「提供」は文法的に正しい候補とされる。一方「損害」の後

¹ ここで言う「確率」とは、上位候補ほど1に近く、全候補分の合計が1になる0～1の評価値。もちろん真の確率ではない。

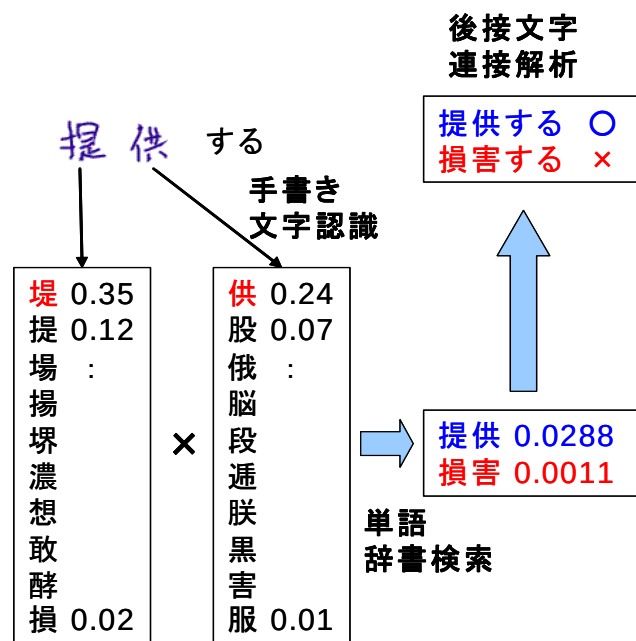


図3 文字認識、単語辞書検索、形態素後接文字連接解析の連携方式

接文字列指定子は「名」であり、「[がのにをもへだでかま、。?!]」という正規表現に展開されるため、「する」とはマッチしない。したがって「損害」は文法的に正しい候補とはみなされない。

形態素連接解析によって、文字パターンの学習とカスタマイズのゴールは、「必ず第1候補になること」から「10個の候補に入ること。またはその上位に入ること」と大幅に緩和された。この点が、「紙のキーボード」において手書き文字認識の精度を実用レベルに高める上で最も貢献した。

4. 2 文字パターンカスタマイズ方式

文字パターンカスタマイズ機能は、形態素連接解析方式と並んで、「紙のキーボード」の最も特徴的な部分であり、そもそも、文字パターンを個人の文字に合わせて柔軟に登録できることを第一の条件に文字認識プログラムを選定している。

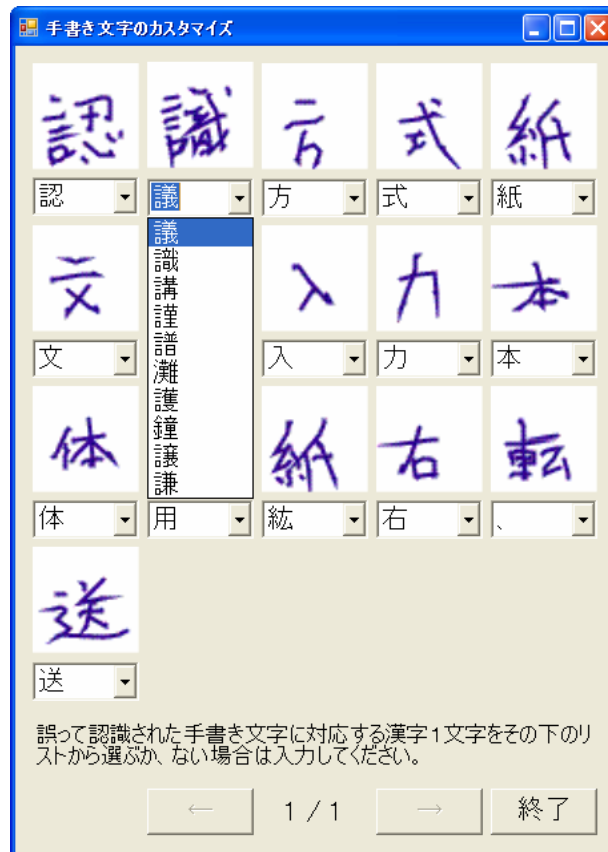


図4 「手書き文字のカスタマイズ」画面

「紙のキーボード」では、個人が長く使い続けることを想定し、余分な作業を意識させないカスタマイズ機能を目指して設計した。インクファイルを変換後に、誤認識した文字を訂正する操作の一部としてカスタマイズを行うようにした。これならば一回当たりの手間が少なく、ユーザーが気軽にパターンの登録を行ってくれると考えたからである。文書が生成された後、「手書き文字のカスタマイズ」画面を開くと、いま認識した手書き文字と認識結果の上位が一覧表示される(図4)。正しく認識されていない文字について、手書き文字の下のコンボボックスから正解を選ぶか、ない場合は変換入力すると、文字パターンと文字コードの対が文字パターン辞書に反映され、学習が行われる。個人の文字の書き癖にはバラツキが少ないので、多くの場合には一度訂正された文字は正しく認識される。

5. 期待される効果

紙とITを連携させた新しい日本語執筆ツールを実現したことにより、オフィスや書斎の外での執筆に関してITが執筆を支援できる分野が大幅に増えた。たとえばデジタルペン装置に内蔵された時計、認証チップ、GPS装置などとの連携により、日付、個人情報、地理情報に関する表記文字列を自動的に文章内に挿入するなど、「ITが知っていることはわざわざ書かない」日本語執筆スタイルが可能になる。

6. 普及の見通し

作家やジャーナリスト、医療関連(カルテ等)、教育(学校、塾)、社員の業務日誌などの領域での普及を目指して関連企業への紹介活動を行っている。

7. 開発者名

野口喜洋（開発者、作家）

全体設計およびプログラム開発、「紙のキーボード」（パッド）開発。

谷川宜博（再委託先 1、個人）

文字認識プログラムの開発、「紙のキーボード」に向けたライブラリ化。

ポトス株式会社（再委託先 2）

Technote および Airpen（どちらもデジタルペン装置の種類）インクライブラリの開発、オンライン版ソフトキーボードの開発。

（参考）開発者URL

「紙のキーボード」解説サイト <http://www.pothos.to/>

山之口洋公式サイト <http://www.eva.hi-ho.ne.jp/nayamama/yoya/>