

4 J-9 オンライン手書き数式認識システム「*METAH*」における編集と修正のインタフェースの実現

佐藤俊, 中川正樹

(東京農工大学 工学部)

1. はじめに

我々は、オンライン手書き数式認識システム *METAH* を構築した。*METAH* は、手書きパタンの記号への分割（記号分割）、記号認識、幾何学的位置関係の認識（記号連結）の三つの処理で構成されている。各処理の完全を期待できない現状で、これらの処理を一体化して全処理を通す方法では、(1) 処理結果がユーザの意図した数式と大きく異なる、(2) 誤認識を発生した場合、ユーザはどこに問題があったのか分からない、という問題が生じると考えた。*METAH* では、各処理終了時に結果を表示し、各処理毎でユーザに修正の支援を仰ぐことにより上記の問題を解決した。修正操作に要求されることは、ユーザに親しみやすく、手間を最小限に抑えることである。また、手書きのパタンの編集操作にも上記のことが要求される。

本報告では、手書きパターンに対する編集のインタフェースについて述べるとともに、各処理の誤り修正のインタフェースについて重点的に述べる。

2. 手書きパターンに対する編集のインタフェース

手書きの数式に対する必要な編集機能としては、次に挙げるものを考え、その実現のために (1)~(4) を指針とした。

- ・削除：数式（記号）を取り除きたいときに必要
- ・移動：数式の空間を詰めたいときなどに利用
- ・複写：式の変形などで同じ式を繰り返すときに利用

(1) メニュー選択とジェスチャの編集操作方式の提供

削除、移動、複写の操作を行うには、メニュー選択、ジェスチャの二つの方式を考える。各方式にはそれぞれ、コマンドが確定する、少ない動作で操作を実行できる、という利点がある。

(2) ジェスチャ操作への対応

手書きパタンの入力とジェスチャを判別するために、ジェスチャでは、ペン側面のスイッチを押しながら行うことによって実現する。

(3) 操作を完了するまでの動作順序の任意性

メニュー選択方式では、操作を完了するまでにコマンド決定、対象指定、コマンド実行の動作を必要とするが（削除は前二つ）、*METAH* ではこれら複数の動作の順番を制限させない仕様とする。例えば、コマンドを決定してから対象を指定したり、逆に対象を指定し

てからコマンドを決定するようなことである（コマンド決定の代りにジェスチャで行うこともある）。

(4) 対象指定のためのポインティングと囲み方式の提供

対象を指定する方法には、対象が一つのときに有利なポインティング、対象が一つ以上のときに同時に指定できる囲み[1]を提供する。

3. 各処理結果の修正のインタフェース

3.1 記号分割処理結果と誤分割の修正のインタフェース

記号分割した結果としては、入力したストローク列と一つの記号を構成するストローク列の外接矩形を表示させる。

誤分割の修正は、直接一つの記号を構成するストローク列を囲むことによって実行する。そのときのシステムの処理は、囲まれたストローク列はまず一つの記号とし、残ったストローク列は修正前に記号を構成していたストローク列単位で記号とする（図1）。

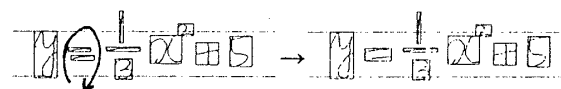


図1. 記号分割処理結果と誤分割の修正

3.2 記号認識処理結果と誤認識の修正のインタフェース

記号認識した結果としては、記号分割されたストローク列の外接矩形と認識した記号のフォントを表示させる。

次に、誤認識を生じた場合の修正操作について述べる。まず修正する記号を指定するときには一度に指定して、変更するときには指定した順番で一度に変更する2段階の操作で修正する。

記号の指定方法は、その外接矩形内をポインティングか囲みで行う。このとき、指定された記号の外接矩形は、浮いているように表示され、最初に変更対象となる記号の外接矩形は、フォントを白黒反転させる。また、記号の指定を取り消す場合には、再びその記号を指定すると元の外接矩形の表示に戻る。

正しい記号に変更するには、認識した記号の第3

候補までを表示させ、その中に正しい記号があればそこから選択するという方法、記号コードメニューからフォントを選ぶ方法の二つを用意した(図2)。

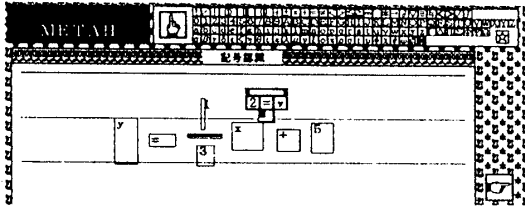


図2. 記号認識処理結果と誤認識の修正

3.3 記号連結処理結果と誤連結に対する修正のインタフェース

記号連結処理の結果は、図3のように表示される。数式の最も左の記号が数式の先頭として、画面の左端の“◎”から連結を受けている。他の記号間では、先頭記号から順にその記号の連結種(右上, 右, 右下, 上, 中, 下, 左下の7種類)に位置する記号が再帰的に連結されている。以降、連結種が表示される記号を連結元、線で結ばれる先の記号を連結先と表現する。

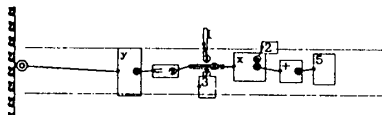


図3. 記号連結処理結果の表示

修正操作としては、次の(1)~(3)の三つが必要である。

(1) 数式の先頭の修正

本来一つの数式として独立しているはずの記号列が、他の数式に含まれて連結されたときに、その記号列を一つの数式として独立させる必要がある。

操作方法には、まず、原パターン画面の左端あたりにペンダウンして、数式の先頭対象となる記号の外接矩形内でペンアップするか、その外接矩形をペンアップするまでに囲みで指定する(図4)。以降、連結先の記号の指定には、上記の二つの方法を含む。

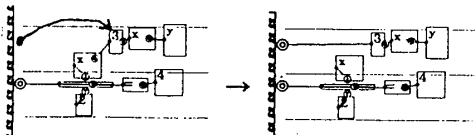


図4. 数式の先頭の修正

(2) 記号間の連結の修正

本来数式の一部の記号列が独立して一つの数式とされたり、異なる連結種から連結されたときに、記号間の連結を修正する必要がある。

まず、連結元の記号の外接矩形が基盤の目に9分

割されていて、それぞれに連結種が割り当たっていると定義する(図5)。操作方法は、正しい連結元の連結種にペンダウンして、連結先の記号を指定する(図6)。また、連結元の連結種にペンダウンできない小さく書かれた記号などに対しては、初めに連結元の記号だけを指定すると、画面上には、その記号の連結種が表示される。その後、正しい連結種にペンダウンし、連結先の記号を指定するという方法である。

	上	右上
	中	右
左下	下	右下

図5. 記号の外接矩形の連結種割当て

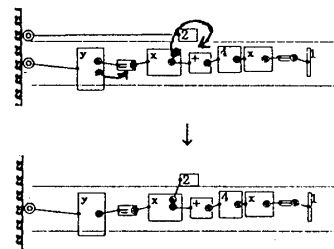


図6. 記号間の連結の修正

(3) 余分な連結の消去

一つの記号で複数の記号から連結を受けたときに、どちらか間違っている方の連結を消去する必要がある。

この操作方法は、修正のために入力したストロークで連結線を交差させて実行する(図7)。

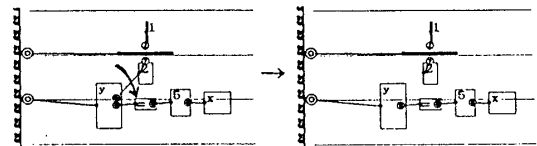


図7. 余分な連結の消去

4. おわりに

本報告では、手書きパターンに対する編集のインタフェースについて述べるとともに、各処理の誤り修正のインタフェースについて述べた。この編集・修正のインタフェースを評価することが今後の課題である。

参考文献

[1] 佐藤俊他：“手書きインタフェースのためのペンの囲みによる対象判定アルゴリズムの実現と評価”，信学技報 PRU92-88(1992)。
 [2] 村瀬敦史他：“オンライン手書き数式認識システム「METAH」の試作”，情報処理学会 HI 研究会報告 48-4(1993)。