

7K-4

オンライン手書き図形データベースシステムの作成と手書き図形パタンの解析

福島英洋 風間信也 待井君吉 中川正樹

(東京農工大学 工学部 電子情報工学科)

1. はじめに

最近になってペン入力による操作を主体とした計算機システムの研究開発が国内外で盛んに成りつつある。また、製品化もいくつかなされてきている。これまでのマウスによるインタフェースが中心のシステムでは、マウスがポインティング操作しか行えないため、編集を行う場合には処理と対象の二つを指定しなければならない。その点、ペンではこのポインティング操作に加えて、書くということができ、処理と対象の指定が一つの動作で行えるため、人間にとって自然なインタフェースを提供できる。

我々も手書きユーザインタフェースとして、ペンによるインタフェースと認識系を統合したシステムを研究している。文字認識に関しては、JOLIS システムとして研究してきた[1]。これに加えて手書き図形認識サブシステムの設計を行っている。この認識システムおよび図形入力のインタフェースを評価するための標本データが必要であると考え、図形の手書き過程の筆跡データベースを作成した。そして、認識系を作成する上で、図形の手書き過程を知るため、実際に本システムでデータを収集し、入力順序などの解析を行った。

本稿ではこのデータベースシステムと手書き図形筆跡パタンの解析結果について述べる。

2. 手書きユーザインタフェースの構成

手書きによる入力方式の利点の一つは、数式や図などの二次元のオブジェクトを自由に入力できることである。我々は、表示一体型タブレットを利用して、この手書きの自由さと計算機が提供する利便性を生かした文書作成システムの研究を行っている[2]。

また、手書きの原ボタンから機能シンボルにわたる図形表現の階層を考え、各階層の表現を扱うことによって自由度の高い図形操作を行えるようにする[3]。これに対して、計算機上に実現した仮想的な文房具(文房具メタファ)を利用した手書き図形入力システムを試作している[4]。

3. 手書き図形筆跡データベースシステムの開発

3.1 開発の目的

手書き図形筆跡データベースシステムの開発は次の三つの目的で行う。

(1) 手書きの図形がどのように書かれるかを調べることによって認識手法を考案して、その認識システムの評価を行うベンチマークデータが必要となる。

(2) 図形作成時のユーザの行動履歴データを収集して、それを解析することによって手書きユーザインタフェ

ースの評価を行えるようにする。

(3) 図形としての定義は十分な一般性を持たせ、手書き数式などのデータベースとしても利用可能にする。

3.2 出力データについて

(1) データの形式

上記の三つの目的を達成するために、手書きの図形筆跡データとユーザの行動履歴データの二つのデータを出力する。それぞれタブレットからの筆点座標とその付帯情報を出力する。筆点座標は、始点座標と前の点からの差分で出力する。また、ユーザの行動履歴データにはペン動作の時間を残すために筆点が入力された時間(1/64秒間隔)を併せて出力する。

(2) データの管理

図形筆跡データおよび履歴データは管理表を用いた集中管理を行う(図1参照)。管理表には、データベースのファイル名、記入者名、記入年月日、データの種別、データに対するコメントなどを登録しておく。

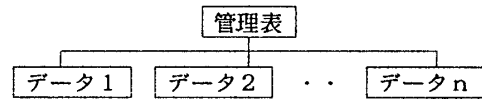


図1 データの管理形態

3.3 本システムの構成

本システムでは、入力デバイスとして表示一体型タブレットを、記憶媒体として光磁気ディスクを使用する。また、ソフトウェアは手書き図形の登録ツールを中心として、データの検索や解析など利用目的に応じた複数のツール群で構成される(図2参照)。

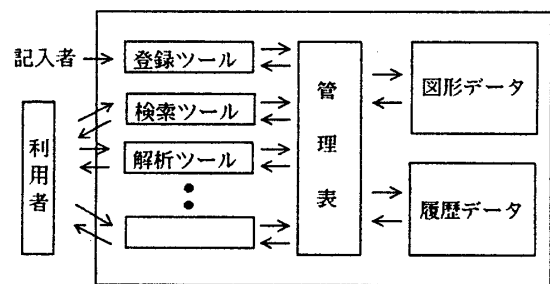


図2 システムの構成

4. 図形筆跡データの収集

上で述べたシステムを用いて、実際に手書き図形筆跡データを収集した。手書き図の収集方法として、記入者に対してあらかじめ入力する図を与えて収集する方法が考

えられる。しかし、我々は手書きの自由さを生かすために、ラフスケッチを対象としている。また、ユーザインタフェースを評価するためにも、ただ与えられた図形を写し書きするのではなく、できるだけシステム上で考えながら作成した手書き図形のデータおよび行動履歴データを得られることが望ましい。

また、入力してもらう図も、論文などで頻繁に使われるような図の方がデータとして有効であると考え、身近にある論文で使われている図を調べた。その中から、データ構造図、処理の流れ図、システムの構成図を入力対象図とした。記入者には研究室の学生を選び、各記入者に対する指示として、各自が行っている研究に関する「データ構造図」と「処理の流れ図」を書いて欲しいという抽象的なものとどめて、具体的な内容に関しては記入者に任せた。

5. 図形筆跡データの解析

上記の方法で収集した図形筆跡データに対して、その図がどのように書かれるかを調べた。

5.1 解析方法

- (1) 手書き図形から文字として入力されたストロークを分離する
- (2) ストロークの入力順序、および文字と図形の入力順序関係を調べる
- (3) プリミティブ図形の書き方を調べる

5.2 解析結果

ここでは、得られた図形筆跡データの中から処理の流れ図の解析結果について述べる。処理に流れ図については、3人の記入者から5つのデータが得られている(図3参照)。

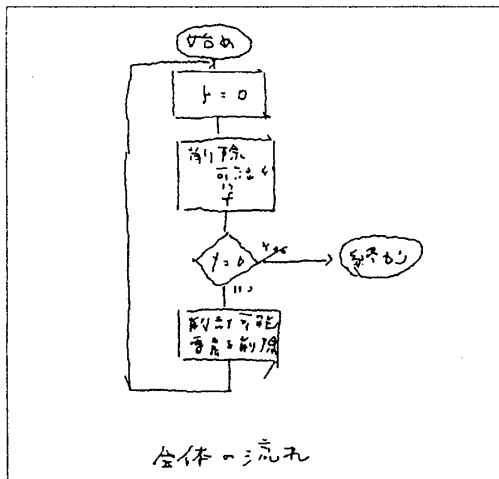


図3 手書き図形筆跡データの例

入力してもらった図は図3に示すようにすべてフローチャートであったため、これらの中からプリミティブ図形として、円、長方形、ひし形、矢印を選んで抽出した。その結果を表1に示す。

表1 抽出した図形の個数

円	長方形	ひし形	矢印	計
14	37	19	36	106

(1) 文字と図形の入力順序関係の解析

円、長方形、ひし形を対象に、それらの中に含まれている文字列と図形の入力順として文字が先か、図形が先か、それ以外であるかを調べた。この結果を表2に示す。

表2 図形と文字の入力順序関係

	文字が先	図形が先	その他	計
(楕)円	13	1	0	14
長方形	24	12	1	37
ひし形	9	8	2	19
計	46	21	3	70

その他の入力順序では、どれも文字列を書いている途中で図形を書いたり、逆に図形を書いている途中で文字列を書いている。これは、ひし形に関しては先に図形を書いて、その中の文字列を書いている途中でひし形を書き直しているためである。また、長方形に関しては、文字列を先に書いて、長方形を書いた後に文字列を修正しているためである。

(2) プリミティブ図形の入力順序

これら各プリミティブ図形の入力順序を調べたところ、円以外の図形では筆順は安定していなかった。

また、あるプリミティブ図形を書き終える前に、他のプリミティブ図形(接続線も含む)を書くことがあるかどうか調べたところ、抽出した図形106個中、3個の図形(矢印1個、ひし形2個)は図形を書き終える前に他の図形を書いている。その理由として、ひし形の場合は一度入力し終えた図を書き直しているためである。また、矢印の場合は最初は接続線のつもりで書いたが、別のところで矢印を書いてから、その接続線を矢印に変えたためである。

(3) 解析結果のまとめ

- 今回解析した図から、次に示すことが言える。
 - ・接続線とプリミティブ図形をつなげて書いてしまうことはない。
 - ・図形を作成する場合は、修正によって順序関係が変わることもあるが、必ずある処理を示す図形とその処理内容を説明する文字列を書いてから別の処理への接続線や矢印を書いている。
 - ・プリミティブ図形の筆順は個人でも安定しない。

6. おわりに

今回は、図形筆跡データの収集方法や解析方法が妥当であるかを確かめるという意味で、予備実験として図形筆跡データの解析を行った。今後は、できる限り大量の手書き図形筆跡ボタンを収集して、解析結果を出す予定である。

参考文献

- [1] 本間他、"オンライン手書き文字認識システム JOLIS-2Eの開発"、本学会第40回全大 4E-3(1990)
- [2] 曾谷他、"手書きユーザインタフェース"、第30回プログラミング・シンポジウム報告集、1-3(1990)
- [3] 中川他、"手書きインタフェースのための図形階層文法"、本学会第44回全大 7K-6(1992)
- [4] 風間他、"手書き図形入力インタフェースの試作"、本学会第44回全大 7K-5(1992)