

オンライン手書き図形認識手法

6E-3

本郷 仁志 岡本 正義 堀井 洋 亀田 勇
三洋電機株式会社 情報通信システム研究所

1. はじめに

ワープロやパソコン等に文書や図面を入力する機会が増えるなか、特に図形入力の効率化が求められている。オンライン手書き入力^{1) 2)}は、熟練を必要とせず、また計算機と対話的に行える等ヒューマンインタフェースの観点からも有望視されている。そこで、筆記負担のかからない応答性に優れた逐次型のオンライン手書き図形認識法について述べる。

2. 認識対象

認識対象図形は、手書きされた基本的な幾何図形として、直線、円、楕円、三角形(正、二等辺、直角)、四角形(正方形、長方形、菱形、平行四辺形)、五角形、六角形とした。

3. 筆記制限

オンライン手書き入力における筆記制限とは、より良いヒューマンインタフェースを実現する上で大きな障害の一つである。そこで人間の作図動作に適応する負担のかからない筆記制限を以下のように設定した。

- (1) 閉ループを一つずつ完成させながら入力する。
- (2) 図形の一線分を2ストローク以上で書かない。
- (3) 一本のストロークで複数の図形を書かない。

4. 認識手法

本手法は、ストロークが入力されるごとに認識を行いその結果を絶えずフィードバックしながら図形の切り出しを行う図形認識法である。処理の流れを図1に示す。

以降、処理の流れに従い説明する。

4.1 ストローク解析

手書き入力された図形からストローク単位で特徴を抽出する。ストロークの始点、終点、屈曲点を特徴点として検出する。

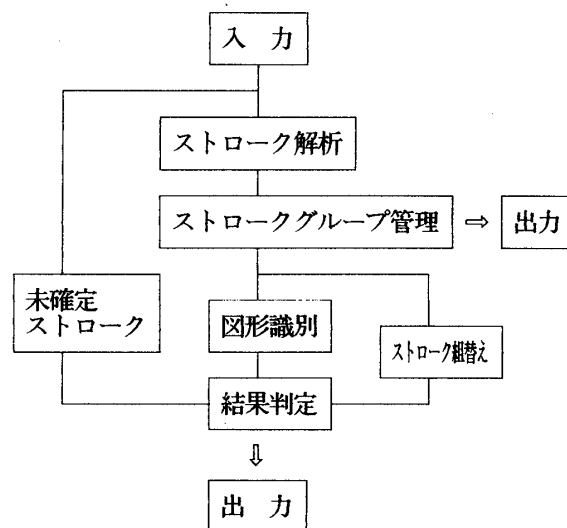


図1 図形認識処理の流れ

4.2 ストロークグループ管理

入力されたストロークを接続関係のあるストロークの集合(以後、ストロークグループと呼ぶ)に分割する。ストロークグループに分割する条件として、一つの図形を構成するストロークを異なるグループに分割しないことが挙げられる。

分割されたストロークグループ内には、複数のシンボルが含まれる場合がある。その中からシンボルを切り出すためにはストロークグループ内でストロークの組合せを考慮しなければならない。しかし、ストロークの本数が増えるにつれ組合せが膨大となるため收拾が困難になる。そこで、ストロークグループ数およびストロークグループを構成するストローク本数を管理することにより解決できる。

そこで、人間の作図動作および認識対象図形により、今回は、ストロークグループ数は最大2個、1ストロークグループのストローク本数は最大6本とした。

Online Hand-written Figure Recognition Algorithm

Hitoshi HONGO, Masayoshi OKAMOTO, Hiroshi HORII, Isamu KAMEDA

Information & Communication Systems Research Center, SANYO Electric Co., Ltd.

これを越える場合は、先に入力されているストロークグループないしストロークを出力する。つまり、ストロークグループを管理することにより認識結果を確定することができ、認識処理の高速化が図れる。

4.3 図形識別

与えられたストロークから認識対象の図形の識別を行う。図形を識別する特徴として、特徴点の数、連続する特徴点の相対位置関係および角度変化などから識別を行う。シンボルが識別されない場合は認識結果を特徴点間を結ぶ直線群とする。

4.4 認識結果判定

ストロークグループから適切にシンボルを抽出するためには、図形識別部がシンボルを検出するまでストロークグループ内でストロークの組替えを行う必要がある。よって、シンボルが検出されるかストロークの組替えができなくなるまで上記の処理を繰り返す。ストロークの組替え方法については後で述べる。

一旦、図形識別部でシンボルが求められても次のストロークと組合せた方がより確からしいシンボルとなる場合がある。そこで、次に認識結果の確定判定を行う。図形識別部で求められた結果と認識結果がまだ確定していないストロークの認識結果（未確定ストローク）とどちらが図形らしいかを判定する。その判定の結果、確定する部分は出力し確定しない部分は未確定ストロークとして蓄積する。そして、次の入力ストロークに未確定ストロークの情報をフィードバックし処理を繰り返す。

未確定ストロークの結果と今識別された結果とどちらを選択するか判定する手段として以下のようにした。

- (1)シンボルを優先する。
- (2)組合せストローク数が多い認識結果を優先する。

上記の判定結果から未確定ストロークに蓄積されている認識結果を確定することができる。認識結果の確定方法を以下に示す。

- (1)シンボルが識別されたストロークより以前に書かれたストロークは確定する。
- (2)シンボルが識別されていたが、新しい入力によりシンボルが識別されなかった時そのシンボルは確定する。

4.5 ストロークの組替え

先にも述べたようにストロークグループ管理部で切り出されたストロークグループには複数のシンボルを含んでいる場合が多く、その中からシンボルを抽出するにはストロークの組合せ（選択）をしなければならない。本来、全ての組合せを対象とするべきだが、前述の筆記制限により組合せを限定できる。さらに同じストロークの組合せで認識処理を行わないことを考慮し以下のようにストロークの組替えを行う。

- (1)同じストロークグループ内で行う。
- (2)連続するストロークで組合せる。
- (3)入力の早い順にストロークを切り離す。

5. 実験結果と考察

本手法の有効性を評価するため、10人分のフローチャート作図データを対象として認識実験を行った。シンボルの総数は、480個である。シンボル全体の認識率は、94.2%を得た。

認識結果を未確定ストロークとして蓄積し図形切り出しにフィードバックすることでよりの確に図形を切り出せることが確認できた。さらに、図形識別部がモジュール化されているため性能向上、拡張が容易である。

今回は、認識結果が画数の多いシンボルを優先したが図形識別技術が向上し認識結果に図形らしさ（類似度）を評価できるならばこれを用いることにより、よりの確な認識ができると思われる。

6. おわりに

本稿では、認識結果をフィードバックしながら図形を切り出すオンライン手書き図形認識法について述べた。

認識実験で94.2%の認識率を得て、本手法の有効性を確認した。

今後の課題として、さらに筆記制限の緩和（完全自由筆記）、図形認識性能の向上などがある。

参考文献

- [1] 児島他：“隣接線分構造解析によるオンライン手書き図形認識”，情処学論 Vol.28, No.8
- [2] 正嶋他：“画数、筆順、回転、区切りに依存しないオンライン手書き図形認識方式”，情処学論 Vol.27, No.5