

2N-6

あいまいさを考慮した手書き図形
認識アルゴリズムの検討と評価

御船 登志美 正嶋 博 葛貫 壮四郎 福永 泰
日立製作所 日立研究所

1. はじめに

ユーザー層の拡大とともに、計算機と、より自然な形で対話できるマンマシンインターフェースへの要求が高まっている。そこで、日常の業務と同一形態で図形入力ができるオンライン手書き図形認識アルゴリズムを開発した [1] [2]。本報の目的は、手書きのサンプルデータによるアルゴリズムの評価と認識率の向上を図ることにある。

2. 内容

2.1 図形認識アルゴリズムの概要

認識アルゴリズムは、図1に示す4つのブロックで構成される。まず、手書きされた図形の入力ストロークを、単位時間ごとの座標点列として読みこむ。次に、入力ストロークを、折れ線に近似する。さらに、隣り合った線分について特徴パラメータ（折れ線の角度、曲率）による円弧判定を順次行い、円弧成分と直線成分とに分離する。求めた円弧/直線の抽出パターンと、辞書に登録された各図形との相違度を求め、最小であるものを認識結果とする。

2.2 誤認識の原因分析

文献、雑誌等で頻繁に用いられる図形28種を20人に手書きしてもらったサンプルデータ560個を用いてアルゴリズムの評価を行った。まず、誤認識が最小になるように、2.1で述べたアルゴリズムの各ブロックで用いる種々のしきい値を最適化した [3]。その結果、認識率は向上したが、56件の誤認識が残った。そこで、その原因を分析したところ、表1のように分類され、円弧判定の不良が、誤認識の大きな原因となっていることが判明した。

図2に示す様に、円弧判定は、隣り合った2つの線分について、その角度差 $\Delta\theta$ と、その外接円半径 r と線分長の比 $r/l_0, r/l_1$ が、しきい値に対し、以下の(1)式を満たす場合、円弧と判定する [1]。

$$\begin{aligned} \Delta\theta < \Delta\theta_{th} \\ r/l_0, r/l_1 < r/l_{th} \end{aligned} \quad \dots\dots(1)$$

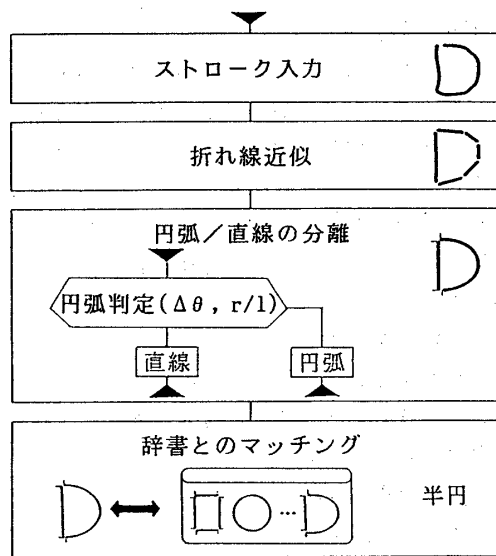


図1 図形認識アルゴリズム

表1 誤認識原因

No.	原因	件数
1	ストローク入力時のミス	4
2	折れ線近似処理の不良	13
3	円弧判定の不良	31
4	不要線分の削除処理の不良	2
5	線分要素間の接続処理の不良	1
6	線分要素の構成誤差が大きすぎる	1
7	類似図形に誤認識	4
合計		56

※データ総数：560個
認識率：90%

誤認識が最小となるしきい値は

$$\Delta \theta_{th} = 1/4\pi, r/l_{th} = 10$$

であった。

図3の棒グラフは、円弧判定の誤りをおこす原因となったパラメータ値の統計を示す。ここで注目すべき点は、

- ・直線を円弧と誤判定する
- ・円弧を直線と誤判定する

といった、相反した原因による誤判定が起きていることである。このため、しきい値を移動して、一方の誤判定を回避しても他方の誤判定が増加するため、全体の認識率は向上しないことが判明した。

これは、あいまいさを有する入力ストロークを、1点のしきい値により判定し、以後の処理をおこなうためと考えられる。

2.3 あいまいさを考慮したアルゴリズム

あいまいさを有するデータに対応するためファジィ理論に注目し、誤りの多い円弧/直線の分離処理ブロックで円弧判定への適用を図った。

そこで、図4に示すように、2つのパラメータにファジィ理論を適用し、直線か円弧かどちらも判定できないあいまいな判定結果を新たに付加し、パラメータが、図3の棒グラフに示した誤判定を起す範囲にあるとき、判定結果をあいまいであるとした。

また、判定結果はメンバシップ値と呼ばれる0~1の値で表現する。その値は、図3の線グラフに示すように、誤判定を起す範囲を直線で結ぶ関数で定義した。

2.4 あいまいさを考慮したアルゴリズムの評価

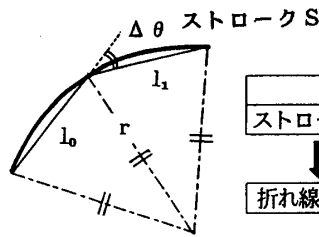
以上の図形認識アルゴリズムを、従来の円弧判定の不良により誤認識していた31件の図形に適用した結果、表2に示すように、誤認識は6件に減少した。また、560個のサンプルデータ図形に適用した結果、円弧判定の不良による誤認識を8件に抑えることができた。

3. おわりに

手書き図形認識アルゴリズムの評価を行い、円弧判定に入力ストロークのあいまいさを考慮できる、ファジィ理論を新たに適用した。その結果、円弧判定の誤りは減少した。

4. 参考文献

- [1] 正嶋他、「高度マンマシンシステム(3)-オンライン手書図形認識方式-」'85/3情報全国大会p1833.
- [2] 葛貫他、「高度マンマシンシステム(2)-全体構成-」'85/3情報全国大会p1831.
- [3] 御船他、「オンライン手書入力システム(2)-線分セグメント法オンライン手書図形認識の評価-」'85/9情報全国大会p1071.



	円弧の特徴	
ストロークS	角がない	曲率が安定
↓ 折れ線近似		
折れ線 l_0, l_1	$\Delta \theta < \Delta \theta_{th}$	$r/l_0, r/l_1 < r/l_{th}$

図2 円弧判定パラメータ

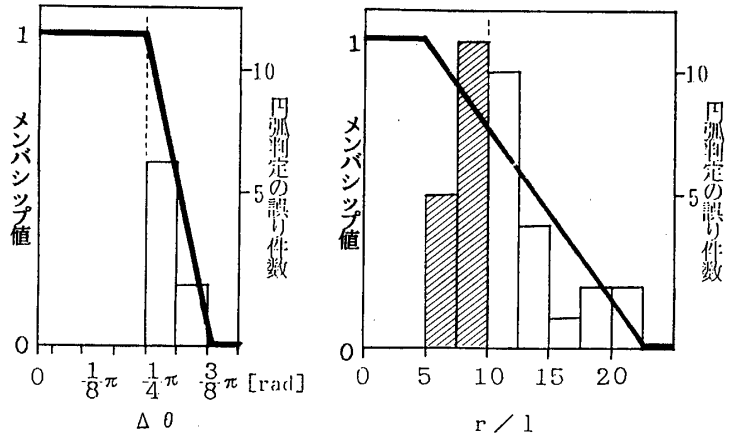


図3 あいまいな範囲

- ▨ : 直線を円弧と誤認識
- : 円弧を直線と誤認識

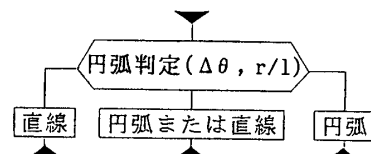


図4 あいまいさを考慮した円弧判定

表2 誤認識原因

No.	原因	件数
1	ストローク入力時のミス	4
2	折れ線近似処理の不良	13
3	円弧判定の不良	31
4	不要線分の削除処理の不良	2
3	円弧判定の不良	6