

(3) (2)で示した方向に文字線のすべての輪郭から内部に、正方形のいずれかの角あるいは辺が他の輪郭に達するまで成長させその中心座標に正方形の対角線の長さ w を保持する。

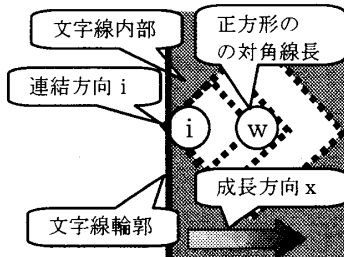


図6 正方形成長

(図6)

この方法で得られる文字線の太さ w を輝度値に置き換えた例を図7に示す。

各サンプルごとに得られる w の平均値(以下 W_{ave} とする)を算出する。その際、 w の大きさ6以下は文字輪郭の微小な凹凸に成長を阻まれるため局所的線幅のノイズとなるので、これは無視する。(図8)

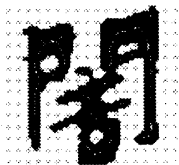


図7 結果データ

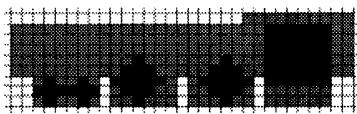


図8 輪郭線の凹凸により得られるノイズデータ

3.2 つぶれ検出のための予備実験

文字のつぶれは、2本以上の文字線の重なりなので、得られた W_{ave} の2倍以上の値が格納されている座標をつぶれ点とした。

この基準の有効性を確認した。対象は、つぶれ①を含む全てのサンプルとし、サンプル内の一箇所複数つぶれ①が連鎖的に発生している場合は1つとした。

サンプル内に複数のつぶれが離れた場所で発生している場合を考慮するため、目視によりつぶれ箇所を個数で数えた。558箇所(つぶれ①)のうち、553箇所1点以上のつぶれ点を検出した。これは99.1%である。よってつぶれ点の閾値である $W_{ave} \times 2$ は妥当と考えられる。

4. つぶれ回復

つぶれ点を検出した場所に対し、以下に示す原理でつぶれを回復する。

(1) 3で得られた「つぶれ点」がそれぞれ $W_{ave} \times \alpha$ 以内の距離で存在しているものを、その最外郭で囲みつぶれ群とする。

(2) つぶれ群内の面積を測定し、それが $\beta \times (W_{ave})^2$ 以下のものは、つぶれ回復をしない。(図9)

(3) 複数のつぶれが同じつぶれ群内で発生している場合、つぶれ①が縦方向に存在していることが多いので、つぶれ群の縦方向の長さ y を測り、それを $W_{ave} \times \gamma$ で割ることで、いくつのつぶれが存在しているかを得る。

(4) つぶれ群はその境界を $W_{ave} \times \sigma$ の文字線で区切り、(3)で得た個数分だけつぶれ群に穴を開ける。(図10)試行的に $\alpha=0.9$ 、 $\beta=0.6$ 、 $\gamma=0.8$ 、 $\sigma=0.4$ としてつぶれ回



図9 つぶれ群の決定

復をした例を図11、図12に示す。

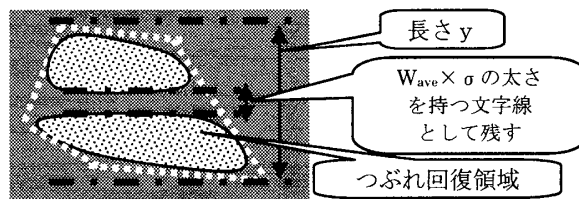


図10 つぶれ回復

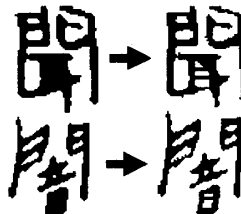


図11 回復成功例

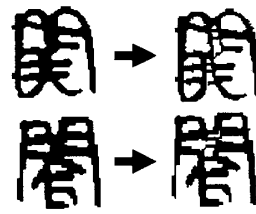


図12 回復失敗例

5. P-LOVE 特徴を用いた識別実験

ETL-9Bの3036字種を用いて識別実験を行う。文字は、2値化後外接枠が 64×64 画素になるように大きさの正規化を行って使用した。1字種200サンプルのうち、奇数番めを学習文字、偶数番めを未知文字とし、前処理に「つぶれ検出」、「回復」を加え、特徴抽出にP-LOVE特徴を使用し、学習文字の特徴を平均したものを辞書とした。ここではつぶれ処理の評価を行うため、識別には最も簡単なユークリッド距離による、未知文字とすべての辞書の総あたり法を用いた。

以下につぶれ処理($\alpha=0.9$ 、 $\beta=0.6$ 、 $\gamma=0.8$ 、 $\sigma=0.4$)を行った場合と、行わなかった場合の結果を示す。

表4 認識実験結果

つぶれ処理	なし	あり	ETL-9B:P-LOVE
認識率[%]	90.5	94.3	ユークリッド距離

6. まとめと今後の課題

手書き漢字文字のつぶれに関する調査と、自動検出、回復について報告した。P-LOVEの前処理として、つぶれ処理を組み込むことで4%近い認識率の向上を達成できた。つぶれ検出は目的としている箇所には有効であったが、目的外の部分も検出してしまうなどの問題点が残されている。今回試行的に行ったつぶれ回復処理のパラメータ最適化の課題とさまざまなつぶれに有効なアルゴリズムの開発という課題が残されている。

参考文献

- [1] 森, 澤木: "低品質文字の認識手法とその応用に関するサーベイ", 信学技報 PRMU2001-275, (2002.3)
- [2] 志久, 中村, 宮原, 大山: "つぶれ領域への特徴補完による高精度なつぶれ文字認識方法", 信学論(D-II), vol. J87-D-II, no. 3, pp. 808-817 (2004.3)
- [3] 堀, 根本, 伊藤: "文字の輪郭線に着目した特徴抽出法に関する一考察", 信学技報 PRMU97-227, pp. 77-84 (1999.2)
- [4] 萩田, 内藤, 増田: "外郭方向寄与度特徴による手書き漢字文字の識別", 信学論(D), Vol. J-66-D, No. 10, pp. 1185-1192 (1983.10)