

擬似中間調表現の2値文字画像に対するパターン復元の一手法

A Restoration Method for Digital Halftoned Character Images

嶋 好博† 越智 慎介† 久保田 裕紀† 黒田 玲† 関口 諒†

Yoshihiro Shima Shinsuke Ochi Hiroki Kubota Rei Kuroda Ryou Sekiguchi

1. まえがき

契約申込書など紙の文書を処理することは保険、金融業界において必須の処理である。紙の文書をスキャナで画像に変換しオンラインの電子文書のように処理する文書画像処理のニーズが高い[1]。2値文書画像が誤差拡散法[2]のような擬似中間調表現で採取された場合、文書画像中の文字パターンが劣化し、文字認識が困難となる。本研究の目的は、文字認識を容易にするために、2値文書画像中の擬似中間調表現された文字パターンの形状を整形し復元する方法を提案することにある。

従来、濃淡画像を2値化画像に変換する際、濃淡画像から文字領域と写真領域を分離抽出し、それぞれの領域の濃淡画像に対して適当な2値化を行う方法が知られている[3]。例えば、分離した写真領域に対して擬似中間調表現の2値化を行い、一方、文字領域には文字ストロークを黒色とする単純2値化を行う。しかしながら、このような領域分離処理が誤った場合や、元から文書を写真とみなして2値化した場合には、文字画像が2値の擬似中間調画像として採取される。従来、擬似中間調表現された2値画像から2値文字パターンを、文字認識が容易なように、その形状を復元することは、考慮されていない。

2. 擬似中間調の文字画像に対する復元の課題

図1は文書画像中の文字パターンを示す。文字パターンは擬似中間調で表現された2値画像である。擬似中間調表現の2値画像であるため、文字のストローク部に白色の画素がごま塩状に点在している。

このような擬似中間調表現された文字画像に対しては、正確に文字認識することが困難である。その理由は、文字のストローク部に白色の穴があること、文字の輪郭が中間調表現のため明確でないこと、またその輪郭がノッチ状になっていること等のためである。

文字パターンを整形して復元するためには、下記の処理が必要である。

(1) 白色空隙の埋め

黒色画素が分散して文字パターンを形成している。黒色画素の集合を連結して白色の空隙を黒色画素で埋める処理が必要である。

(2) 輪郭の平滑化

階段状のノッチ(ギザギザ)が文字の輪郭に発生する恐れがあるため、輪郭を微小に変形させ平滑にする必要がある。

(3) 輪郭突起の除去

ひげ状の突起が文字の輪郭に発生する恐れがあるため、

3. 擬似中間調の文字画像のパターン復元処理

擬似中間調表現された2値文字画像は、黒画素が点在した状態で文字パターンが構成されている。そこで、黒画素の塊りを連結するアプローチをとる。パターン復元処理は走査線に沿った黒色の線分(ラン)を用いて行う。2値画像を水平方向の走査線に沿った黒色ランに、先ず、変換する。そして、(1)これら黒色ランを用いて所定の条件でラン同士を連結する。次いで、上記の水平方向の走査線上にある黒色ランを垂直方向の走査線に沿ったランに変換する[4]。垂直方向の走査線上のランに対して、同様に所定の条件でランを連結する。その後、ランを垂直走査線方向から水平走査線方向に戻す逆変換を行う。さらに、(2)文字パターンの輪郭線のノッチを低減し、また、(3)ひげ状の突起を除去するランを用いて行う。

(1) 白色ランの黒色埋め処理

図2は白色ランの黒色埋め処理の説明図である。注目する黒色ランに対して、同図(a)に示すように、左右の黒色ランと注目ランとの空隙の長さが所定値 d_1 より小さければ、注目ランと左右の黒色ランとを接続する。また、同図(b)に示すように、注目する黒色ランの上または下の走査線上に黒色ランが存在する場合は、左右の黒色ランと注目ランとの空隙の長さが所定値 d_2 より小さければ、当該注目ランと左右の黒色ランとを接続する。

(2) 輪郭の平滑化処理

図3は文字パターンの輪郭に対する平滑化処理の説明図である。注目するランに対して上下の参照ランが所定の条件を満たせば、当該注目ランの始点を所定値だけ移動させる。上記の所定条件は、注目ランに対して、上下の階段状の参照ランの始点の位置ずれが所定値 d_3 より小さいことである。

(3) 輪郭の突起除去処理

図4は文字パターンの輪郭に存在するひげ状の突起を除去する処理の説明図である。ひげ状の突起の長さが所定値 d_4 より小さく、かつ突起の横幅が所定値 d_5 より小さい場合、突起の先端を所定値だけ除去する。

4. 擬似中間調の文字画像のパターン復元実験

(1) 実験システム

スキャナで採取した文書画像を画像ファイルに格納して実験に使用する。文書画像は白黒2値画像であり、誤差拡散法により擬似中間調に表現されている。画像の解像度は200dpiである。復元処理にはパーソナルコンピュータ(CPU:200MHz)を使用した。実験プログラムは、画像入力、ドットラン変換、ランの走査方向変換、白色ランの黒色埋め処理、平滑化、突起除去、画像出力の各モジュールからなり、C言語で作成している。白色ランの黒色埋め処理における空隙の長さの条件は $d_1=1$ ドット、 $d_2=2$ ドットとした。

† 明星大学理工学部, Faculty of Science and Technology, Meisei University

微小な突起を除去する必要がある。

また、平滑化における階段形状の条件は $d_3=5$ ドットとした。さらに、突起除去における突起形状の条件は $d_4=2$ ドット、 $d_5=5$ ドットとした。大きさが 5mm 角程度の手書き文字に対して、処理時間は 1 文字当たり約 2m 秒であった。

(2) パターン復元の実験結果

擬似中間調で表現された 2 値文字画像に対するパターン復元結果の一例を図 5 に示す。同図 (a) は入力された擬似中間調表現の文字画像「2」である。同図 (b) は出力結果であり、復元した 2 値画像を示す。同じく、(c) は入力された擬似中間調表現の文字画像「中」である。同図 (d) は復元した 2 値画像を示す。

復元した文字画像の画質評価として、目視による文字画像の主観的評価[5]を 300 文字に対して、おこなったところ、画質の向上が十分にみとめられた。

5. むすび

誤差拡散法により擬似中間調表現された 2 値文字画像に対して、文字パターンの形状を整形する復元手法を提案した。復元手法は、黒画素が点在して文字を形成している画像に対して、黒色ランを用いて画素の塊りを連結するとともに、文字の輪郭の平滑化、突起の除去を行う手法である。目視による主観評価で画質の向上が十分みとめられた。

今後の課題としては、復元した文字画像に対して文字認識実験を行うことにより認識精度向上の効果を評価することである。

6. 参考文献

- [1] S. Gopisetty, R. Lorie, J. Mao, M. Mohiuddin, A. Sorin and E. Yair, "Automated forms-processing software and services," IBM J. Res. Develop., Vol.40, No.2, March 1996, pp.211-230
- [2] M. S. Shroeder, "Images from Computer," IEEE Spectrum, Vol.9, No.3, 1969, pp.66-78
- [3] H. Fujisawa, H. Yashiro, J. Higashino, Y. Shima, Y. Nakano, T. Murakami, "Document Analysis and Decomposition Method for Multimedia Contents Retrieval," Proc. Of 2nd Int. Symposium on Interoperable Information, 1988, pp.231-238
- [4] 嶋好博, 柏岡誠治, 東野純一, "ランに対する座標演算に基づく 2 値画像の高速回転のための一手法," 電子情報通信学会論文誌 D, Vol.J71-D, No.7, 1988 年 7 月, pp.1296-1305
- [5] 吹抜敬彦, "F A X、O A のための画像の信号処理," 日刊工業新聞社, Vol.40, No.2, 昭和 57 年 10 月 22 日, pp.172-173

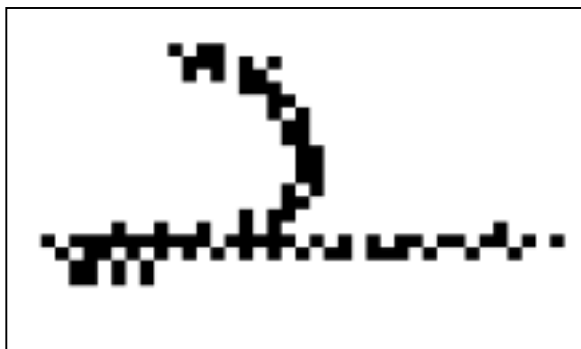


図 1 擬似中間調表現の 2 値文字画像 (拡大)

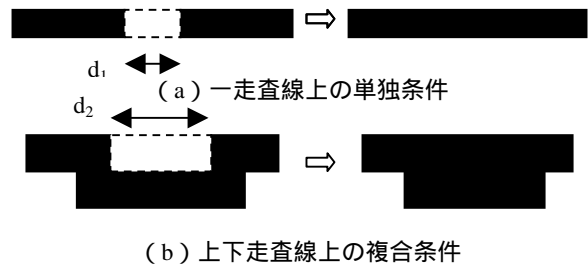


図 2 白色ランの黒色埋め処理の説明図

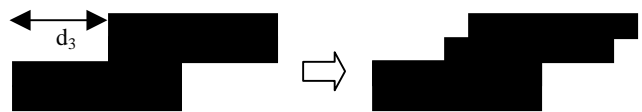


図 3 文字パターンの輪郭平滑化処理の説明図

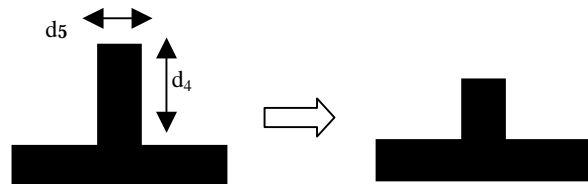
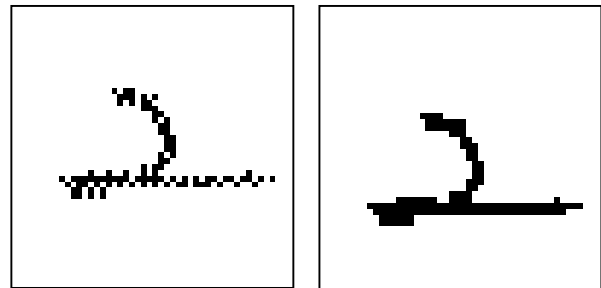
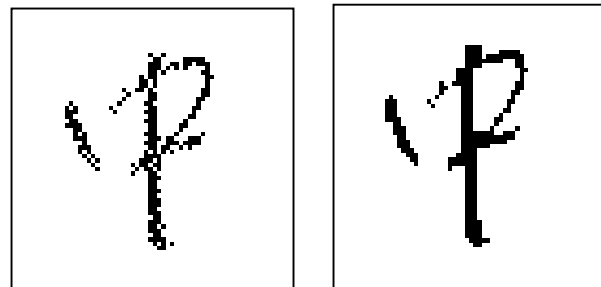


図 4 ひげ状突起除去処理の説明図



(a) 擬似中間調表現 2 値画像 (入力)

(b) 復元画像 (出力)



(c) 擬似中間調表現 2 値画像 (入力)

(d) 復元画像 (出力)

図 5 擬似中間調表現の 2 値文字画像の復元結果