

誤差拡散文字画像の復元におけるガウスフィルターのサイズに関する実験的検討

石渡 洋考[†] 荒井 智啓[†] 石澤 健[†] 大井 直人[†] 仁後 直哉[†] 久保田 裕紀[†] 嶋 好博[†]
 明星大学 理工学部電気工学科[†]

1. まえがき

近年、様々な分野において紙の文書を処理することは必要不可欠な業務である。なかでも、紙の文書をスキャナで画像に変換して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の画質が劣化し、文字認識が困難となる[3]。そのため、2値文書画像中の擬似中間調表現された文字パターンを多値の濃淡画像に復元する方法が提案されている[4][5]。誤差拡散法を用いて擬似中間調表現された文字画像を生成する。その2値文字画像に対してガウス分布を用いて多値画像を復元する。本研究では、復元した多値画像と元の多値画像を比較評価する。多値画像に復元するためのマスクサイズを切り替えて画質評価を行う。

2. 擬似中間調による2値画像の復元

(1) 誤差拡散法による擬似中間調表現

擬似中間調表現とはディスプレイやプリンタなどの1ドットの階調表現が乏しい出力装置で階調を表現するために行う処理で、誤差拡散法は、その中でも原画像を擬似階調表現した際に生じる一つ一つの画素ごとの表現階調誤差に着目し、誤差を周囲の画素に分散する手法である[2]。本研究では、注目画素に対して右下方向の隣接3画素に誤差を分配する方法を採用した。分配の係数は、図1に示すように、右および下方向を3/8、右下方向を2/8とした。



図1 近傍3画素による誤差拡散法

(2) 二次元ガウス分布を用いた多値画像復元

擬似中間調表現された2値文字画像は、黒色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、黒色画素の間にある白色画素の空間を黒色画素で埋める処理を行う。埋め方として以下に示す二次元ガウス分布 $G(x, y)$ を使用し、黒色画素をぼかしてボケ画像を作る。これにより白空間を黒色画素で埋め連結させる。

マスクサイズは、任意の形状の領域内だけを処理したい時に使用し、本研究では 5×5 、 7×7 、 9×9 、 11×11 画素に替えて実験した。

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

3. 復元画像の画質の評価

復元された文字画像 $Q(i, j)$ ともとの文字画像 $P(i, j)$ を比べる。比較の仕方としては、以下の相関係数 r を使用する。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P(i, j) - P_a)(Q(i, j) - Q_a)}{\sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (P(i, j) - P_a)^2} \sqrt{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (Q(i, j) - Q_a)^2}} \quad (2)$$

なお、 MN は画素総数である。

4. 多値復元と画質評価の実験

(1) 実験システム

文字データベース ETL3C の 9600 個の文字画像を取り出し実験に使用する。画像の解像度は 200dpi、16 階調である。復元処理には、パーソナルコンピュータ (CPU : 2.40GHz) を使用した。実験プログラムは、画像取り出し、画像入力、誤差拡散 2 値化、文字復元処理、相関係数、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。図 2 に実験のフローチャートを示す。実験手順は、まず、文字データベースから多値文字画像を取り出す。そして、誤差拡散法によ

Experimental study on the size of a gauss filter in restoration of error diffused character images

[†]Hiroataka Ishiwata, Tomohiro Arai, Ken Ishizawa, Naoto Ohi, Naoya Nigo, Hiroki Kubota, Yoshihiro Shima,

[†]Meisei University

り2値文字画像を生成する。次に、ガウス分布によって多値文字画像に復元する。最後に、得られた多値文字画像と元の多値文字画像の画質を相関係数により比較する。なお、復元パラメータ σ は0.8~1.5とした。粗い刻みは0.1ずつ、細かい刻みは0.02とし、マスクサイズは、5×5、7×7、9×9、11×11画素とした。

(2) 実験結果

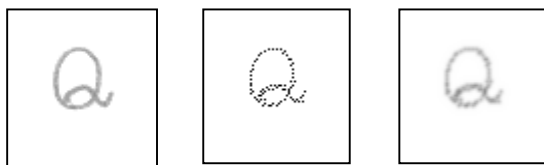
ガウス分布によって復元された画像結果の例を、図3に示す。同図に用いた σ の値は、1.08で、マスクサイズは7×7画素である。同図(a)は原画像、同図(b)は、誤差拡散法を適用した擬似中間調表現画像である。同図(c)は、誤差拡散法を適用した画像に対して復元した画像である。9600個の文字画像(数字と記号)に対して相関係数の平均値と復元パラメータとの関係を図4に示す。同図に示すように、 $\sigma=1.1$ 近辺で良好な相関値を得ている。また、1文字当りの復元処理時間を表1に示す。なお全数の処理時間を総合時間として示す。図5に $\sigma=1.08$ のときのマスクサイズと相関係数との関係を示す。サイズが7×7画素の時良好な復元画像が得られた。



図2 実験のフローチャート

表1 処理時間

マスクサイズ	平均時間[ms]	総合時間[ms]
5×5	3.23	31054
7×7	5.55	53319
9×9	8.22	78871
11×11	12.06	115822



(a)原画像 (b)誤差拡散画像 (c)多値復元画像

図3 誤差拡散画像と多値復元画像の例

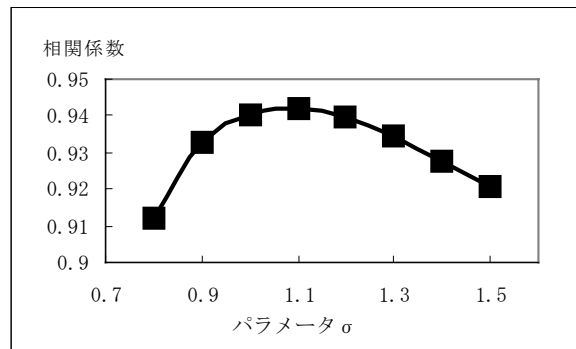


図4 復元パラメータと相関係数との関係

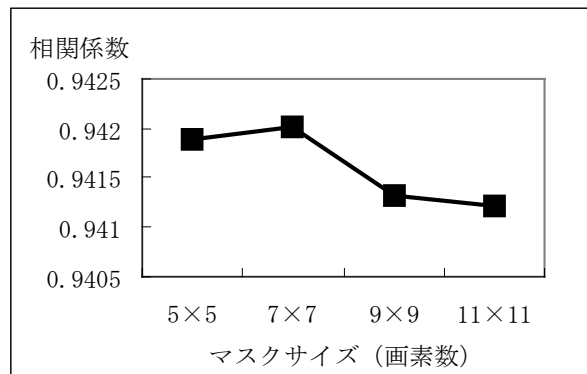


図5 マスクサイズと相関係数との関係

5. あとがき

擬似中間調表現画像の復元において、マスクサイズが7×7画素のとき良好な復元画像が得られた。本提案の文字パターン復元法の有効性を確認した。今後の課題は多値復元画像に対する2値化方法の考案である。ETL3C文字データベースを使用させて頂いたことを感謝する。

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] 嶋 好博, 越智慎介, 久保田裕紀, 黒田 玲, 関口 諒, "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", FIT2004(第3回情報科学技術フォーラム), I-015, Sep, 2004, pp. 31-32
- [4] 関口 諒, 大矢博史, 嶋 好博, "擬似中間調表現の文字画像の復元に関する実験的検討", 2005年電子情報通信学会総合大会, D-12-44, p194
- [5] 石渡洋考, 荒井智啓, 石澤健, 大井直人, 仁後直哉, 久保田裕紀, 嶋, 好博, "ガウスフィルタを用いた誤差拡散文字画像の復元の比較実験", FIT2005(第4回情報科学技術フォーラム), I-005, Sep, 2005, pp. 17-18