

誤差拡散写真画像の復元

原 和規[†] 石渡 洋考[‡] 小手川 寛[†] 水井 貴幸[†] 齋城 嘉孝[†] 柴原 貴昭[†] 嶋 好博[†]

明星大学 理工学部電気工学科[†] 明星大学大学院 理工学研究科電気工学専攻[‡]

1. はじめに

近年、様々な分野において写真画像を処理することは必要不可欠な業務である。なかでも、写真付き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字写真画像処理のニーズが高い[1]。写真画像がディザ法や誤差拡散法[2]のようなハーフトニングで採取された場合、写真の 패턴の画質が劣化し、顔認識[3]が困難となる。そのため、誤差拡散法によるハーフトニングされたパターンをグレースケール画像に復元する方法が提案されている[4][5][6]。

本研究の目的は、誤差拡散法により得られた 2 値写真画像を入力とし、その多値復元方法を実験的に評価することである。2 値画像入力のスキャナや FAX を適用対象とするため、写真画像に対して誤差拡散法を用いてハーフトニング化された 2 値の写真画像を生成する。その 2 値写真画像に対してガウスフィルターを用いて多値の写真画像に復元する。パラメータの一つとして、ガウス分布においてボケの範囲を示す標準偏差 σ を用いる。また、写真画像に復元するとき、フィルターのマスクサイズを切り替える。最後にフィルターによって復元した写真画像と元の写真画像に対して相関係数を用いて比較することにより画質を評価する。

2. ハーフトニング写真画像の復元

(1) 誤差拡散法によるハーフトニング

ハーフトニングとは、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、本研究で用いたハーフトニングは誤差拡散法を用いた。誤差拡散法は、原画像を擬似階調表現した際に生じる 1 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]。誤差拡散法としては、ラスタ操作の順に操作し、図 1 に示すように注目画素 P 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、右方向 Pa および下方向 Pc を 3/8、右下方向 Pb を 2/8 とした。

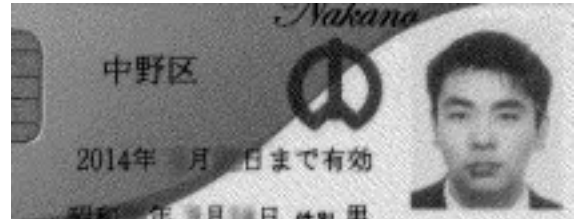
P	Pa	Pa, Pc=3/8
Pc	Pb	Pb=2/8

図 1 近傍 3 画素による誤差拡散法

A Reconstruction Method of Error Diffused Picture Images

[†]School of Science and Technology,
Electrical Engineering, Meisei University

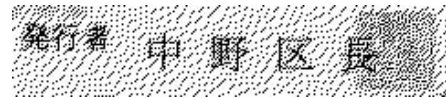
[‡]Graduate School of Science and Technology,
Electrical Engineering, Meisei University



(a)住基カード (一部分)



(b)誤差拡散画像 (顔写真部分)



(c)誤差拡散画像 (文字部分)

図 2 文字写真混在画像

(2) 二次元ガウス分布を用いた多値画像復元

図 2 に文字写真混在画像を示す。この内、擬似中間調表現された 2 値写真画像は、黒色画素が点在した状態でパターンが構成されている。そこで、黒色画素の密度により多値画素に変換する処理を行う。多値変換として以下に示す二次元ガウス分布 $G(x,y)$ を使用し、黒色画素をボケさせてボケ画像を作る[4][5][6]。なお、マスクサイズは $3 \times 3, 5 \times 5, 7 \times 7, 9 \times 9$ 画素とし、標準偏差 σ を後述の実験では $0.8 \sim 4.0$ とし、刻みは 0.2 ずつである。

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

3. 復元画像の画質の評価

復元された写真画像 $Q(i,j)$ と元の画像 $P(i,j)$ を比べる。比較の方法としては、以下の相関係数 r を使用する。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \{P(i,j) - P_a\} \{Q(i,j) - Q_a\}}{\left[\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \{P(i,j) - P_a\}^2 \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \{Q(i,j) - Q_a\}^2 \right]^{1/2}} \dots (2)$$

4. 多値復元と画質評価の実験

(1)実験システム

顔写真データベース BioID Face Database[7]にある被験者数 23 人で撮影した合計 1521 枚の写真画像を実験に使用する。図 3 は顔画像の例であり、画像のサイズは 384x286 画素、256 階調である。復元処理には、パーソナルコンピュータ(CPU:Pentium4 3.6GHz)を使用した。実験プログラムは、画像取り出し、誤差拡散法によるハーフトニング化、2 値多値復元処理、相関係数出力、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。実験手順は、顔写真データベースからグレースケール画像を取り出す。そして、誤差拡散法によりハーフトニング画像を生成する。次に、ガウスフィルタによってグレースケール画像に復元する。最後に、復元されたグレースケール画像と元のグレースケール画像の画質を相関係数により比較する。なお、実験に用いた復元パラメータ(標準偏差)は 0.8~4.0 とし、刻みは 0.2 ずつ、マスクサイズは 3x3, 5x5, 7x7, 9x9 画素とした。

(2)実験結果

ガウスフィルタによって復元された画像結果の例を図 4 に示す。マスクサイズは 7x7 画素である。同図(a)は原画像の口元を拡大した画像であり、同図(b)は誤差拡散画像、同図(c)は $\sigma=2.0$ で復元した画像である。1521 枚の誤差拡散写真画像に対して、標準偏差 σ と相関係数との関係を図 5 に示す。標準偏差 $\sigma=1.4\sim 2.0$ の範囲で良好な相関係数が得られ、特に $\sigma=1.6$ の時に最も良好な相関係数を得ている。また、相関係数が高かったマスクサイズは 5x5 画素の時である。

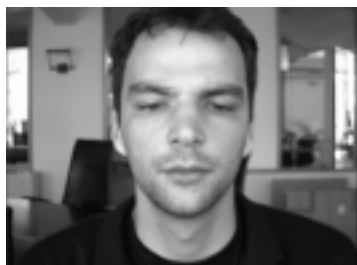


図 3 顔画像の例(原画像)



(a)原画像



(b)誤差拡散画像



(c)復元画像

図 4 復元結果画像(一部拡大)

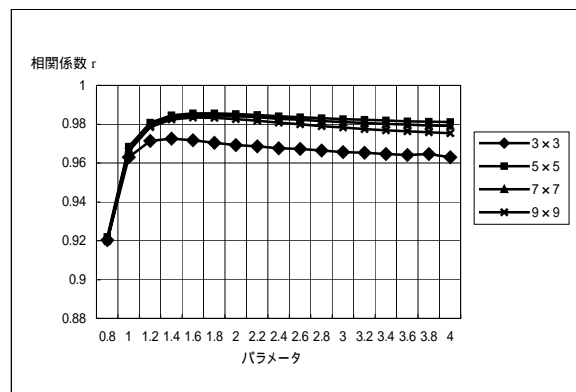


図 5 復元パラメータ(標準偏差)と相関係数の関係

5. あとがき

ハーフトニング写真画像に対しガウスフィルタを用いて多値復元し、その復元精度を実験的に評価した。

ハーフトニング写真画像の復元において、マスクサイズ 5x5 画素、標準偏差 $\sigma=1.6$ のとき良好な写真画像の復元画像が得られた。これにより本提案の写真画像復元法の有効性を確認した。

今後の課題は身分証明書などの文字と写真が混在したハーフトニング画像の復元方法の考案である。また、復元画像に対して文字認識、顔認識を適用してその復元精度を評価する。BioID 顔写真画像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, pp.211-230, March 1996.
- [2] M. S. Shroeder, "Images from Computer," IEEE Spectrum, Vol.9, no.3, pp.66-78, 1969.
- [3] 小坂谷達夫, 山口修, "基準 3 次元モデルを用いた姿勢と表情の正規化による顔認識," MIRU2006, no.IS2-49, July 2006.
- [4] 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), no.I-005, pp.17-18, Sept. 2005.
- [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, "誤差拡散文字画像の復元におけるガウスフィルタのサイズに関する実験的検討," IPSJ2006(情報処理学会第 68 回全国大会), no.2M-7, pp.2-291-292, March 2006.
- [6] 石渡洋考, 栗原貴昭, 齋城嘉孝, 諸星 俊輔, 原和規, 久保田裕紀, 嶋好博, "ガウスフィルタによるディザ文字画像の復元に関する実験的検討," FIT2006(第 5 回情報科学技術フォーラム), no.J-071, pp.345-346, Sept. 2006.
- [7] BioID 顔写真データベース,
<http://www.bioid.com/downloads/facedb/index.php>