

## 誤差拡散文字写真混在画像の復元

### A reconstruction method of error diffused picture and character mixed images

原 和規<sup>†</sup> 石渡 洋考<sup>†</sup> 齋城 嘉孝<sup>†</sup> 栗原 貴昭<sup>†</sup> 新保 深雪<sup>‡</sup> 三橋 理恵<sup>‡</sup> 江川 昇平<sup>‡</sup> 嶋 好博<sup>‡</sup>  
 明星大学大学院 理工学研究科電気工学専攻<sup>†</sup> 明星大学 理工学部電気工学科<sup>‡</sup>

#### 1. はじめに

近年、様々な分野において文字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、免許証のような写真付きの文書をスキャナで電子化しオンライン処理する文字写真画像処理のニーズが高い[1]。文字写真混在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、その画質が劣化し、文字や顔の認識[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][7]。

本研究は、誤差拡散法により得られた2値文字写真混在画像を多値に復元することを目的とする。2値画像入力のスキャナやFAXを適用対象とするため、多値の文字写真混在画像から、誤差拡散法を用いてハーフトニング化された2値の画像を生成する。その2値文字写真混在画像に対しガウスフィルターを用いて多値文字写真混在画像に復元する。パラメータの一つとして、ガウス分布におけるボケの範囲を示す標準偏差 $\sigma$ を用いる。また、2値の画像を多値のグレースケール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。最後にガウスフィルターによって復元した文字写真混在画像と元の文字写真混在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. ハーフトニング文字写真混在画像の復元

##### (1) 誤差拡散法によるハーフトニング

図1に対象とした文字写真混在画像の一例を示す。

ハーフトニングとは、ディスプレイやプリンタなどの1画素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である。誤差拡散法は、原画像を擬似中間調表現した際に生じる1画素ごとの階調誤差に着目し、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、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。右側画素をPa、下側画素をPc、右下画素をPbとする。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。

##### (2) 二次元ガウス分布を用いたグレースケール画像復元

ハーフトニングされた2値文字写真混在画像は、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、黒色画素間に点在する白色画素を黒色画素の密度に応じ灰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、黒色画素をボケさせてボケ画像を作る。復元パラメータ $\sigma$ が小の場合、急峻な分布となる。

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



図1 文字写真混在画像の一例(学生証)

#### 3. 復元画像の画質の評価

復元された文字写真混在画像 $Q(i,j)$ と元の画像 $P(i,j)$ 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。 $M$ ,  $N$ は画像の幅と高さである。

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

#### 4. 多値復元と画質評価の実験

##### (1) 実験システム

対象画像は、640×480画素、256階調である。免許証等を想定するので、対象画像の中には顔写真と文字が混在している。顔写真はBioID Face Database[8]にある被験者数23人で撮影した合計1521枚の写真画像を使用する。文字はETL3C[9]の9600個の文字画像を取り出し顔写真1枚に対して文字をランダムに28文字選び合成した画像を実験に使用する。評価に用いたサンプル画像は1521枚である。図2は合成した文字写真混在画像の例であり、復元処理には、パーソナルコンピュータ(CPU:Core2 2.13GHz)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

<sup>†</sup>Graduate School of Science and Technology,  
Electrical Engineering, Meisei University

<sup>‡</sup>School of Science and Technology,  
Electrical Engineering, Meisei University

理, 相関係数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, まず合成した画像データからハーフトニング画像を生成する. ハーフトニングの方法は誤差拡散法を用いた. 次に, ガウスフィルタによって誤差拡散画像を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  $\sigma$  は 0.6~2.0 とし, 刻みは 0.1 ずつ, マスクサイズは, 3×3, 5×5, 7×7, 9×9 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結果画像の例を, 図 3 に示す. マスクサイズは 5×5 画素である. 同図(a)は原画像の目元部分と文字部分を拡大した画像である. 同図(b)は誤差拡散画像で, 同図(c)は,  $\sigma=1.1$  で復元した画像である. 1521 枚のハーフトニング画像に対して, 標準偏差  $\sigma$  と相関係数との関係を図 4 に示す. 標準偏差  $\sigma=1.0\sim 1.3$  の範囲で, 良好な相関係数を得ている. マスクサイズと相関係数については, マスクサイズが 5×5 画素以上で良好な復元画像が得られた. 表 1 に画像 1 枚当たりの復元処理の平均時間を示す. マスクサイズを小さくしていけば, それに合わせて処理時間は, 短くなっていくことがわかる.

### (3)考察

文字, 写真の周波数成分の違いにより復元画質の良好な  $\sigma$  値が異なる. 混在画像ではそれらの中間に当たる  $\sigma$  値で良好な結果が得られることが確認できた.

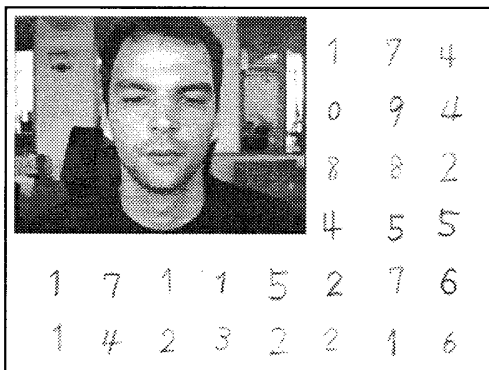


図 2 文字写真混在サンプル画像の例(合成画像)

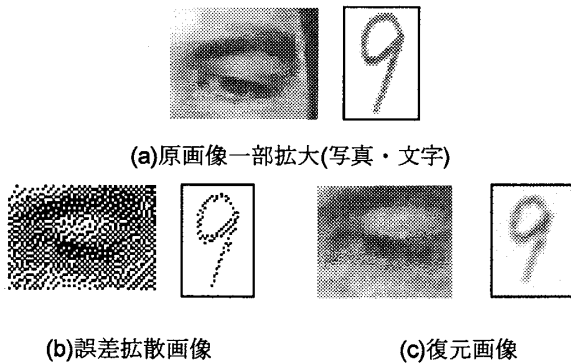


図 3 復元結果画像 (一部拡大)

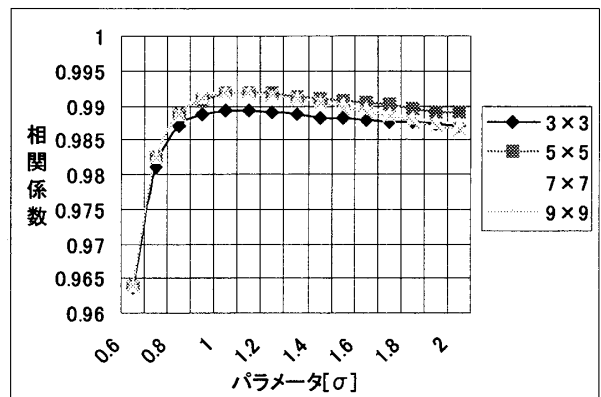


図 4 復元パラメータの相関係数との関係(平均値)

表 1 一画像当たりの復元時間(平均値)

マスクサイズ[ドット]	3×3	5×5	7×7	9×9
時間[ms]	61.76	148.82	278.73	449.16

## 5. あとがき

ハーフトニング画像の復元において, マスクサイズが 5×5 画素以上で良好な文字写真混在画像の復元画像が得られた. これにより本提案の文字写真混在画像復元法の有効性を確認した.

今後の課題は復元画像に対する SNR 等各種尺度を用いた画像評価を行うことである. BioID 顔写真データベース, 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, 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] 原和規, 石渡洋考, 齋城嘉孝, 栗原貴昭, 嶋好博, "誤差拡散画像の復元の実験的検討", MIRU2007, no.IS-4-14, July 2007.
- [8] 顔写真データベース BioID  
<http://www.bioid.com/downloads/facedb/index.php>
- [9] 文字データベース ELT3  
<http://www.is.aist.go.jp/etl3db/etl3/etl3.htm>