

誤差拡散カラー画像の復元

原 和規[†] 長元 久幸[†] 三橋 理恵[†] 齋城 嘉孝[†] 土屋 祐太[‡] 嶋 好博[‡]
 明星大学大学院 理工学研究科電気工学専攻[†] 明星大学 理工学部電気工学科[‡]

1. はじめに

近年、様々な分野においてカラー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、免許証のようなカラー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カラー画像処理のニーズが高い[1]。カラー画像がディザ法や誤差拡散法[2]のようなカラーハーフトー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、誤差拡散法によるカラーハーフトーニングされたパターンを多値カラー画像に復元する方法が提案されている[4][5][6][7][8][9]。

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 値画像入力機器として低解像度のスキャナ等を適用対象とするため、多値のカラー画像から、誤差拡散法を用いてカラーハーフトーニング化された 2 値の画像を生成する。そのカラー 2 値画像に対しガウスフィルターを用いて多値カラー画像に復元する。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 σ を用いる。また、2 値の画像を多値のカラー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カラー画像と元のカラー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. カラーハーフトーニング画像の復元

(1) 誤差拡散法によるカラーハーフトーニング

図 1 に対象としたカラー画像の一例を示す。

カラーハーフトーニングとは、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、本研究で用いたカラーハーフトー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多値カラー画像復元

カラーハーフトーニングされた 2 値カラー画像は、8 種の色画素 (RGBCMYKW, レッド・グリーン・ブルー・シアン・マゼンタ・イエロー・ブラック・ホワイト) が点在了た状態でパターンが構成されている。そこで、三原

A reconstruction method of error diffused color images
 Kazuki Hara[†], Hisayuki Nagamoto[†], Rie Mitsunashi[†],
 Yoshitaka Saiki[†], Yuta Tsuchiya[‡], Yoshihiro Shima[‡]
[†]Graduate School of Science and Engineering,
 Electrical Engineering, Meisei University
[‡]School of Science and Engineering,
 Electrical Engineering, Meisei University

色成分 RGB 画像において点在する白色画素を黒色画素の密度に応じ濃淡画素に変換する処理を行う。

濃淡値への変換の方法として以下に示す二次元ガウス分布 $G(x,y)$ を使用し、画素をボケさせてボケ画像を作る。復元パラメータ σ が小の場合、急峻な分布となる。

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

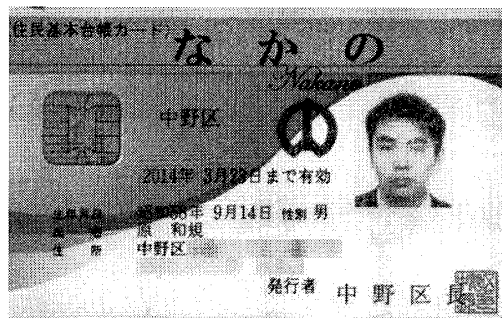


図 1 カラー画像の一例(住民基本台帳カード)

3. 復元画像の画質の評価

復元されたカラー画像 $Q(i,j)$ 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。なお、相関係数は、三原色成分をまとめて、算出している。

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

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、640×640 画素、256 階調である。各種のカラー画像を想定する。対象画像は日本工業規格の標準画像合計 8 枚のカラー画像を使用する[10]。なお実験に要する時間を短縮するため、画像左上を基準点とし 640×640 画素の画像を切り出した。図 2 は実際に実験に使用した画像の一例であり、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、誤差拡散法によるカラーハーフトーニング化、2 値多値復元処理、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、まず切り出した画像データからカラーハーフトーニング画像を生成する。カ

ラーハーフトニングの方法は誤差拡散法を用いた。次に、ガウスフィルターによって誤差拡散画像をカラー画像に復元する。最後に、復元されたカラー画像と元のカラー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 σ 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

ガウスフィルター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、 $\sigma=1.3$ で復元した画像である。8 枚のカラーハーフトニング画像に対して、標準偏差 σ と相関係数との関係を図 4 に示す。標準偏差 $\sigma=1.1\sim 1.3$ 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

カラー2 値画像も白黒画像と同様の方法で復元処理を行うことが出来ることがわかった。

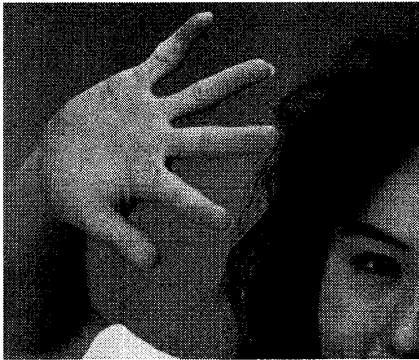


図 2 カラーサンプル画像の例(標準画像 N1)

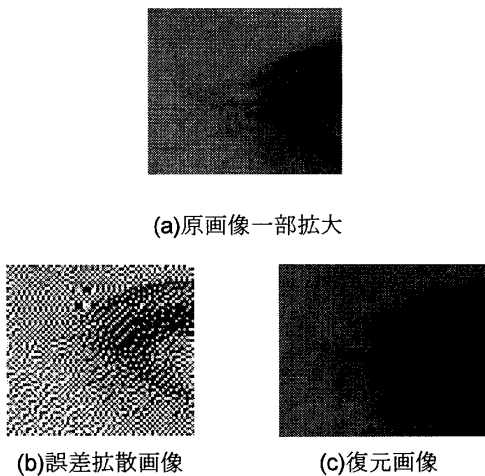


図 3 復元結果画像 (一部拡大)

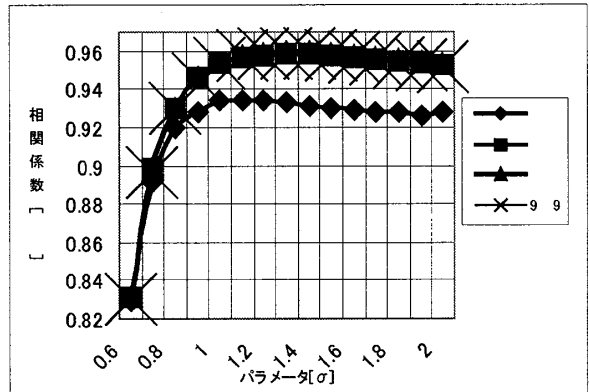


図 4 復元パラメータの相関係数との関係 (画像 8 枚の平均値)

表 1 一画像当たりの復元時間(画像 8 枚の平均値)

マスクサイズ[ドット]	3×3	5×5	7×7	9×9
時間[ms]	451	849	1675	2569

5. あとがき

カラー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 画素以上で良好なカラー画像の復元画像が得られた。これにより本提案のカラー画像復元法の有効性であるとわかった。

今後の課題は復元画像の画質をさらに向上させることである。

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. Schroeder, "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, "ガウスフィルター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ー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, "ガウスフィルター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, pp.1225-1229, July 2007.
- [8] 原和規, 栗原貴昭, 齋城嘉孝, 長元久幸, 嶋好博, "文字写真混在 2 値画像の多値復元手法の実験的検討", MIRU2008, no.IS-1-26, pp.490-495, July 2008.
- [9] 原和規, 栗原貴昭, 齋城嘉孝, 長元久幸, 佐藤隆太郎, 嶋好博, "誤差拡散 2 次元バーコード画像の復元実験", 平成 20 年電気学会電子・情報・システム部門大会, no.GS17-6, pp.1069-1070, August 2008.
- [10] 高精細カラーデジタル標準画像 (XYZ/SCID), JIS X 9204: 2004. <http://www.soc.nii.ac.jp/ieej/trans/scid-new.html>