

エッジ成分を考慮した逆ハーフトーン処理方式に関する一検討

D-11 A Note on Inverse-Halftoning Scheme considering Edge Components

山田展生[†]岡庭章浩[†]小田弘[†]Tensei YAMADA[†]Akihiro OKANIWA[†]Hiromu KODA[†][†] 電気通信大学[†]The University of Electro-Communications

1. はじめに

ハーフトーン処理とは、2 値化による量子化誤差を他画素に拡散し、高周波領域に集中させる処理である。人間の視覚は高域に鈍感であるため、視覚上で原画像の階調を擬似的に再現できる [1]。これにより、非常に少ないデータ量で扱うことができる。本稿では、視覚的品質を改善する逆ハーフトーン処理方式を提案し、その有効性を示す。

2. 逆ハーフトーン処理方式 (従来方式)

画像の高域成分を除く平滑化によって、ハーフトーン画像から原画像の濃淡を再生する。しかし、濃淡再生画像には「輪郭のぼやけ」と「濃淡が平坦な部分の雑音」という問題点を持つ (それぞれ問題点 A, 問題点 B)。問題点 A は平滑化が原因である。また、問題点 B はハーフトーン時の白黒の凹凸が平滑化で除去しきれないことが原因である。

3. エッジ成分を考慮した逆ハーフトーン処理方式 (提案方式)

上記の問題を解決するため、「エッジ成分の鮮鋭化」と「全体の雑音除去」を施す。エッジ成分を検出し、その位置のみへ鮮鋭化を施す。これにより、問題点 B の雑音を際立たせることなく、視覚的に明確なエッジを強調して問題点 A を解決する。最後に、全体の雑音除去を行い問題点 B を解決する。提案方式の濃淡再生手順を以下に示し、ブロック図を図 1 に示す。

◇濃淡再生の手順

- (S1) 原画像を誤差拡散フィルタでハーフトーン処理する。
- (S2) ハーフトーン画像を平滑化フィルタで平滑化し、濃淡を再生する。
- (S3) Sobel フィルタでエッジ検出し閾値 128 で細線化する。
- (S4) 以下の手順で濃淡再生画像のエッジ成分を鮮鋭化する。
 - (S4.1) 濃淡再生画像の全体を鮮鋭化する。
 - (S4.2) エッジ以外の画素を鮮鋭化前の画素に置換する。
- (S5) メディアンフィルタで全体の雑音を除去する。

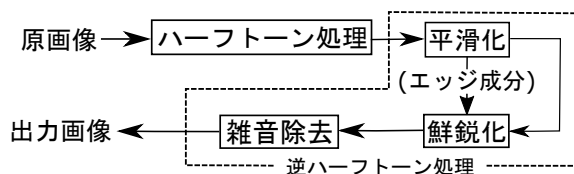


図 1 提案方式のブロック図

4. 計算機シミュレーション

- 原画像: “GIRL” (256×256 画素, 256 階調)
- フィルタ: Jarvis, Judice & Ninke (JJN) フィルタ (閾値 128), 5×5 加重平均平滑化フィルタ [2], 3×3 メディアンフィルタ, 4 近傍ラプラシアンフィルタ (鮮鋭化), Sobel フィルタ [3]
- 画質評価方法: SSIM (構造類似度) [4], SNR (信号対雑音比)。SNR は人間の視覚的な評価基準に近づくため、比較画像と同様の平滑化を原画像に施す。
- 方式の種別: (1) 従来方式 … 3. で (S2) まで行ったもの。
(2) 提案方式 … 3. で (S5) まで行ったもの。

まず、得られた画像を図 2～図 5 に示す。図 2 は JJN フィルタによる “GIRL” のハーフトーン画像である。図 3 は従来方式による図 2 の濃淡再生画像である。図 4 は図 3 のエッジ成分である。図 5 は提案方式の濃淡再生画像である。主観

評価では、図 3 と比較して図 5 は人物と背景がより明確に分けられ、雑音が抑えられていた。特に顔のパーツ (瞳、口など) や花束の葉がくっきりし、背景や服に残っていた雑音が減った。

次に、原画像に対する濃淡再生画像の SSIM と SNR を表 1 に示す。従来方式に比べて提案方式では、SNR が若干減少するものの、視覚評価に近い SSIM が相対的に高い値を示した。これは主観評価と合致している。他の人物画像 (“COUPLE”, “LENNA”) においても同様の傾向を示した。

5. まとめ

本稿では、エッジ成分を考慮した逆ハーフトーン処理方式を提案し、人物画像に対してその有効性を示した。提案方式は、従来方式に付随して、比較的簡易な空間フィルタで処理することができる。今後は、提案方式の最適化と改善、濃淡再生以前の段階における画質改善の方式を検討する予定である。



図 2 JJN フィルタによるハーフトーン画像



図 3 図 2 の 5×5 平滑化による濃淡再生画像 (従来方式)



図 4 図 3 のエッジ成分



図 5 エッジ成分を考慮した濃淡再生画像 (提案方式)

表 1 原画像に対する濃淡再生画像の SSIM と SNR

濃淡再生画像	SSIM	SNR[dB]
従来方式 (図 3)	0.85611	30.255
提案方式 (図 5)	0.88240	28.356

参考文献

- [1] 貴家: よくわかるデジタル画像処理, CQ 出版社 (1996).
- [2] 石井, 小田: “エッジ検出法を利用した誤差拡散画像用データハイディング方式に関する一検討”, 平成 25 年度電子情報通信学会 京支部学生会研究発表会, D-11, p.151(2014-03).
- [3] 村上: 画像処理工学, 東京電機大学出版局 (1996).
- [4] Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh and E. P. Simoncelli: “Image quality assessment: From error visibility to structural similarity”, *IEEE Trans. on Image Processing*, vol.13, no.4, pp.600-612 (April 2004).