

積分画像に基づくハーフトーン画像の画質評価

彭, 然
九州大学大学院芸術工学府

井上, 光平
九州大学大学院芸術工学研究院

原, 健二
九州大学大学院芸術工学研究院

浦浜, 喜一
九州大学大学院芸術工学研究院

<https://hdl.handle.net/2324/2233861>

出版情報：電子情報通信学会総合大会講演論文集．2019，pp.D-11-29-，2019-03-22．電子情報通信学会
バージョン：
権利関係：© 2019 IEICE



積分画像に基づくハーフトーン画像の画質評価

Halftone Image Quality Assessment Based on Integral Images

彭 然
Ran Peng

井上光平
Kohei Inoue

原 健二
Kenji Hara

浦浜喜一
Kiichi Urahama

九州大学大学院芸術工学研究院
Faculty of Design, Kyushu University

1 まえがき

画像の画質を客観的に定量化する方法として、ピーク信号対雑音比 (peak signal-to-noise ratio: PSNR) がよく知られているが、主観評価と異なる評価結果が得られることがある。本論文では、そのような例をハーフトーン画像 [1] を用いた実験で示すとともに、主観評価との整合性が改善された新たな画質評価指標として、積分画像 [2] 間の SN 比を提案し、ハーフトーン画像を用いた画質評価実験の例を示す。

2 積分画像間の SN 比

グレースケール画像を F とし、 F をハーフトーン化して得られるハーフトーン画像を H とする。また、 F と H の積分画像をそれぞれ $F^I = [f_{ij}^I]$ 、 $H^I = [h_{ij}^I]$ とする。ここで f_{ij}^I 、 h_{ij}^I ($i = 1, 2, \dots, m$; $j = 1, 2, \dots, n$) はそれぞれ F^I 、 H^I の画素 (i, j) の値を表す。このとき、積分画像に基づく信号対雑音比 (integral image-based signal-to-noise ratio: ISNR) を次式で定義する。

$$\text{ISNR}(F, H) = 10 \log_{10} \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (f_{ij}^I)^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |f_{ij}^I - h_{ij}^I|^2} \quad (1)$$

3 実験例

標準画像データベース SIDBA [3] の画像を用いて実験した。グレースケール画像のハーフトーン化の例を図 1 に示す。図 1(a) のグレースケール画像をしきい値 127.5 で 2 値化した結果が図 (b) であり、PSNR 値は 7.51dB であった。図 (c) は Floyd-Steinberg の誤差拡散法 [1] (FS 法) によるハーフトーン画像であり、PSNR 値は 7.92dB であった。図 (b) と (c) の見た目は大きく異なるが、PSNR 値ではその差は 0.41dB と小さい。一



図 1: グレースケール画像の 2 値化とハーフトーン化
方、ISNR 値は図 (b) が 9.40dB、図 (c) が 18.86dB となり、PSNR 値よりも大きな差が出た。

他の誤差拡散法でも PSNR 値と ISNR 値の比較を行った。図 2 にハーフトーン画像を示す。図 2(a) は Jarvis-Judice-Ninke の方法 (JJN 法) であり、図 (b) は Stucki の方法 (Stucki 法) であり、図 (c) は Shiao-Fan の方法 (SF 法) である [1]。



図 2: 誤差拡散法によるハーフトーン化

表 1 に各ハーフトーン画像の PSNR 値と ISNR 値を示す。4 つの誤差化拡散法での PSNR 値の変動係数は 0.035 であったが、2 値化を加えると 0.045 に増加し、その増分は 0.010 であった。一方、ISNR 値では 0.225 から 0.291 に増加し、その増分は 0.066 であった。

表 1: PSNR と ISNR の比較

	2 値化	FS 法	JJN 法	Stucki 法	SF 法
PSNR	7.51	7.92	8.44	8.39	7.78
ISNR	9.40	18.86	12.81	13.16	21.56

4 むすび

ハーフトーン画像の画質を客観的に評価するための指標として、対象となる 2 枚の画像の積分画像を求め、その積分画像間の SN 比を計算する方法 (ISNR) を提案し、ハーフトーン画像と見た目が異なる 2 値画像を加えることによる変動係数の増分が PSNR よりも大きいことを実験で確認した。今後、より詳細な検証を行いたい。謝辞 本研究は JSPS 科研費 JP16H03019 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] D. L. Lau, G. R. Arce, *Modern Digital Halftoning* Second Edition, CRC Press, p. 83, p. 89, 2008.
- [2] P. Viola, M. Jones, “Robust Real-time Face Detection” *International Journal of Computer Vision*, vol. 57, no. 2, pp. 137–154, 2004.
- [3] 坂内正夫, 大沢裕, 曾根光男, 尾上守夫, “画像処理研究用標準画像データベース SIDBA の運用について”, *テレビ学技報*, vol. 8, no. 38, pp. 7–12, 1984.