

Experimental Study of Limit Performance of Noise-detection Type Filter for Removing Impulse Noise

Yasuki Yokoyama[†] Takashi Miyazaki[†] Mitsuo Sone[‡] Hiroaki Yamamoto[§]

National Institute of Technology, Nagano College[†]

Tokai University[‡]

Shinshu University[§]

1. まえがき

画像中のインパルス性雑音の除去を従来のメディアンフィルタ (MF) を上回る画質で行うフィルタとして、雑音検出型の MF [1] をはじめとする発展型のフィルタが数多く提案されている [2] ~ [5]。これらのフィルタは、基本的に雑音検出処理と雑音除去処理から構成され、原画像の画素と雑音画素とで処理を切り替えることから、スイッチング型のフィルタ、または MF を用いるものはスイッチングメディアンフィルタ (SMF) と呼ぶ。我々は、これまでに雑音検出性能の改善により画質を改善した SMF を 3 つ提案してきた [3], [4], [5]。フィルタの開発において、目標値となる限界性能として雑音画素のみに MF を適用する雑音検出率 100%, 誤検出率 0% のフィルタ (理想的 SMF) を想定してきた。今後の更なる画質の改善を探る上で、雑音検出性能の改善だけでなく、MF に替わる雑音除去処理の改善が考えられる。そこで本稿では、雑音画素の位置に加え、原画素の復元情報も与えられていることを前提とし、走査注目画素周辺の最も原画素に近い画素により雑音除去を行う理想的なフィルタの限界的な性能について実験したので報告する。

2. SMF と限界的な性能

SMF の多くは、基本的に走査注目点において図 1 に示すような雑音検出および除去処理を適用する。雑音の判定は、インパルス性雑音の画素濃度が周辺画素と大きく異なる確率が高い性質を利用する手法が基本となる。手法により方法は様々であるが、注目画素と周辺画素との濃度差を計算し、予め画像ごとに設定した単一のしき

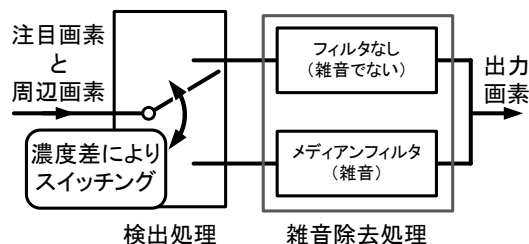


図 1 スイッチングメディアンフィルタの注目画素における処理の概要

い値より濃度差が大きい場合、MF などの雑音除去処理を適用する。

ここで、我々が文献 [5] で提案している手法の概要を図 2 に示す。この手法は、 2×2 画素の検出器と多方向走査による複数の結果画像の統合処理を特徴とする文献 [3] の手法に、雑音検出処理中の注目画素周辺のエッジの強さに応じたしきい値の調整処理を加えた手法である。

実際のスイッチング型のフィルタは、雑音の未検出や誤検出があることから、復元処理に MF を用いる限りは理想的 SMF と同等の雑音除去性能を得ることは難しい。そこで前述のように、今後更なる画質の改善を探る上で MF に替わる復元処理を考える必要がある。

3. 実験

前節 1. で述べた理想的 SMF よりも雑音除去性能の高い理想的なフィルタを想定する。本フィルタは、雑音画素の位置に MF を適用し復元するのではなく、復元する画素の周辺から最も原画素に近い画素を選択し、雑音画素を置き換える。

図 3 に示す 12 枚の試験画像に、全ての濃度ととり実用的とされるランダム値雑音を 10% 付加し、各フィルタおよび理想的フィルタで雑音除去を行い、評価指標 PSNR で比較する。各フィルタは、MF, SS-I [1], R-EPR [2], 多方向 SMF [3], 提案法

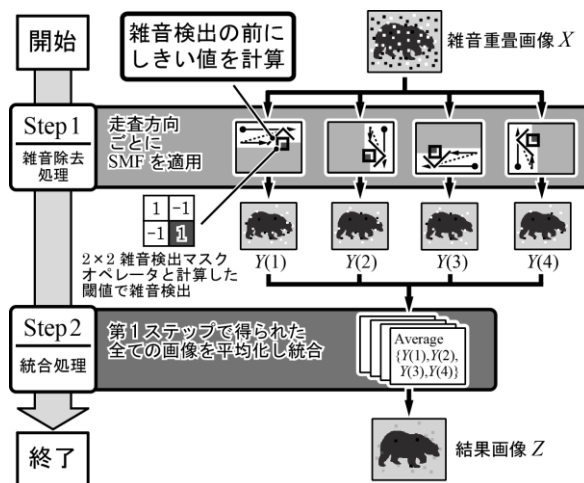


図 2 文献 [5] の手法の概要

[5]とする。各フィルタのパラメータは画像ごとに最適のものとした。理想的フィルタは、1. で述べた理想的 SMF の PSNR を旧限界値とし、本節 3. で述べたフィルタの PSNR を新限界値とした。いずれの理想的フィルタの MF 適用窓は、 3×3 画素とした。

図 4 に各フィルタと新旧限界値の PSNR の比較を示す。いずれも 12 枚の画像の平均値である。同図中の棒グラフは各フィルタの PSNR で、右の手法ほど新しく PSNR が改善している。旧新限界値は同図中の点線で、旧限界値が提案法を約 3dB 上回り、新限界値は旧限界値を約 10dB 上回る。

最後に、結果画像を視覚的に評価するため、一部のフィルタと限界値の結果画像を部分的に拡大したものを図 5 に示す。対象画像は、図 4 の (i)Lenna とした。同図 (e), (f) の旧新限界値は、ともに (c), (d) のフィルタの結果よりも画像のボケが少なく雑音の除去ができています。同図 (f) の新限界値は、同図 (e) の旧限界値よりも約 10dB 近く PSNR が高いが、視覚的には 30~40dB 付近の PSNR の違いほどの差は見られない。

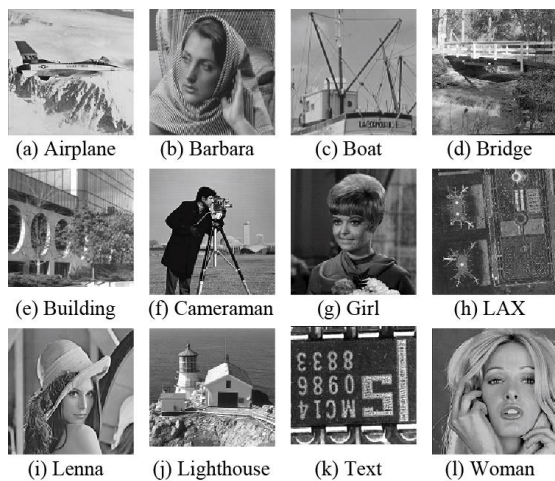


図 3 試験画像 (256×256 画素)

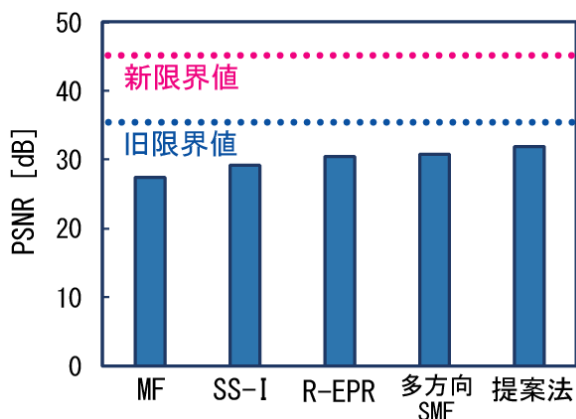


図 4 各フィルタと新旧限界値の PSNR の比較

4. むすび

本稿では、スイッチング型のフィルタの更なる画質の改善を探る上で、雑音除去処理での改善も考えた限界的な性能を調べた。新たな限界値は、雑音画素の復元を走査注目画素周辺の最も原画素に近い画素から行った。これまでの限界値よりも約 10dB の PSNR の改善がみられた。

謝辞: 本研究の一部は日本学術振興会の科学研究費(奨励研究:課題番号 17H00383)及び(基盤研究(C):課題番号 16K00260)の助成を得て行われた。

参考文献

- [1] T. Sun, Y. Neuvo: “Detail-preserving median based filters in image processing”, Pattern Recognition Lett, Vol.15 Issue4, pp.341-347, (1994).
- [2] Y. Dong, R. H. Chan and S. Xu: “A Detection Statistic for Random-Valued Impulse Noise”, IEEE Trans. Image Processing, vol.16, no. 6, pp.1112-1120, (2007).
- [3] 横山靖樹, 宮崎敬, 曾根光男, 山本博章: “多方向走査平均処理と 2×2 雑音検出器を組み合わせたスイッチングメジアンフィルタ”, 信学論 (A), vol. J95-A, no. 10, pp. 737-750, (2012).
- [4] 横山靖樹, 宮崎敬, 曾根光男, 山本博章: “多方向スイッチングメジアンフィルタのための画像分割とエッジ情報によるしきい値設定”, 画像電子学会学会誌, Vol.44, No. 3, pp. 436-446, (2015).
- [5] 横山靖樹, 宮崎敬, 曾根光男, 山本博章: “多方向スイッチングメジアンフィルタのしきい値可変のための周辺画素の活用”, 画像関連学会連合会第二回秋季合同大会プログラム, B06, (2015).

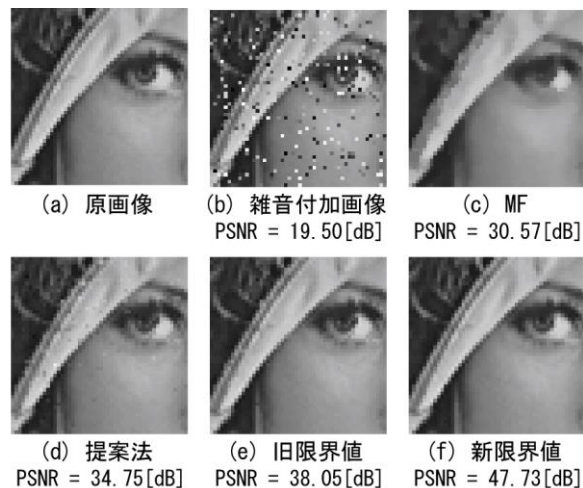


図 5 結果画像の一部拡大