

## 学位論文の審査結果の要旨

本論文はデジタル画像に含まれるインパルス性雑音に焦点を当て、画像劣化させずに、雑音を効率的に取り除く手法について述べている。画像を今までに雑音除去のための手法はいろいろ提案されてきたが、その中に雑音検出と雑音除去の部分から構成されるスイッチングメジアンフィルタ (SMF) と呼ばれる方法がある。SMFは古くからある手法であるが高速な処理が可能で、今回対象としたインパルス性雑音の除去に適している。本論文では、SMFを改善した多方向SMFと呼ばれる新たな手法を提案している。多方向SMFは、雑音検出用として $2 \times 2$ 画素からなる簡便な雑音検出器を用いる。これを画像上で多方向から操作させることで、各方向に対する雑音除去画像を作成し、最後に画素値を平均化する。この手順で画像を復元する。本論文は全部で6つの章からなる。第1章は序論で研究の背景、目的について述べている。第2章は論文の中で用いられる画像の基本事項について述べている。第3章から第5章において提案法が段階的に述べられている。第6章が結論である。本論文の主要結果は第3章から第5章で与えられた、多方向SMFに基づいた3つの手法であり、提案法が従来法よりも性能が良いことを実験的に示したことである。まず第3章で、雑音検出器のためのしきい値として、画像全体で同一のものをを用いた多方向SMFについて議論し、従来手法に比べ高画質の画像が得られることを示した。これにより、多方向SMFの有効性を確認した。第4章では、雑音検出器のしきい値が画像のエッジ量に関連することに着目し、画像をブロックに分割するこでブロックごとにエッジ量に応じてしきい値を設定する画像分割型多方向SMFを提案した。さらに、実験により、3章の手法よりも性能が優れていることを示した。4章の画像分割型は、前処理として、簡易的に雑音除去を行い、エッジ検出用の画像を作成する。その後、その画像をブロックに分割し、ブロックごとにエッジ量からしきい値を計算し、再度雑音除去を行う。そのため、雑音除去の処理が重複し、効率が悪い。そこで、第5章ではこの問題を解決するため、雑音検出用のしきい値の計算を雑音除去アルゴリズムに埋め込むことで、画素単位でエッジ量に応じたしきい値を用いる適応的多方向SMFを提案している。提案法は処理速度の改善が図れるだけでなく、4章の画像分割型と同様に雑音検出用しきい値を画像ごとに最適な値に設定している。実際の応用では、このような最適なしきい値を設定することは難しい。この点を改善するため、適応的多方向SMFでは、すべての画像に共通の基準値を設定し、各画像に対し、基準値から雑音検出のためのしきい値を自動的に計算して雑音を除去する手法も提案し、最適なしきい値を用いる手法に近い性能が得られることを示した。このように本論文は、多方向SMFという新たなアイディアを持ち込み、多くの実験を通し、従来手法に比べ高画質な画像が得られることを確認している。さらに、提案法は簡便なアルゴリズムから構成されているため、他手法と比較して、GPGPUを用いた処理の高速化も期待できる。これは、画質だけでなく、高速な処理が求められる分野において非常に優位に働く。実用的な応用を考えた場合、しきい値の設定に今後の課題があるものの、提案法は優れた性能を示しており、非常に価値が高い。以上、本論文は多方向SMFを基盤とした新たな手法を提案しており、情報工学分野の発展に大きく寄与するものである。よって、学位論文に十分値するものと判断した。なお、本論文の結果は3編の査読付き原著論文として公表されている。

### 公表主要論文名

- ・ 横山靖樹, 宮崎敬, 白井啓一郎, 山本博章, 曾根光男: 注目画素周辺のエッジ量に基づく適応的閾値を用いた多方向スイッチングメジアンフィルタ; 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J102-D, No.4, 2019, 掲載予定,

- ・ 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ディ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；画像電子学会誌，Vol.44，No.3，pp.436－446，2015/7
- ・ 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  $2 \times 2$  雑音検出器を組み合わせたスイッチングメディアンフィルタ；電子情報通信学会論文誌 A，Vol.J95-A，No.10，pp.737－750，2012/10