

# グラフを用いたインパルスノイズ検知器の提案

藤本 悠星<sup>†</sup> 浅野 真誠<sup>††</sup> 古賀 崇了<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 徳山高専情報電子工学科, <sup>††</sup> 徳山高専一般科

## 1. まえがき

画像に重畳するインパルスノイズを除去するためのフィルタリング処理として、局所領域内における画素のメジアン値を用いてノイズ検出を行う Switching Median Filter (SMF) [1]などが多用されているが、この手法は画像の詳細部を破壊してしまう欠点を持つ。一方で、グラフ理論における木構造を利用した田中らの手法 [2]では、詳細部保存性に優れたノイズ検出器が実現できているが、しきい値の刻み幅の粗さなどに起因し、ノイズ検出器の誤検出率が高くなるという問題を抱えている。そこで本研究では、詳細構造保存性は保持したまま、より精度の優れた検出器を実現するために、グラフの固有値分解に基づく手法を提案し、その性能について従来の手法と比較評価する。

## 2. 提案手法

本稿で提案する手法では、画像上の局所領域内で、画素を頂点とし各画素間を結ぶ枝を持つ重み付き無向グラフを考える。頂点となった画素 $i, j$ 間を結ぶ枝の重みを以下の式(1)で定義する。

$$w(i, j) = \exp\left(-\frac{|I(i) - I(j)|}{2\sigma_r^2}\right) * \exp\left(-\frac{d(i, j)}{2\sigma_d^2}\right) \quad (1)$$

ここで、 $I$ は注目画素の輝度値、 $d(i, j)$ は画素 $i, j$ 間のユークリッド距離、 $\sigma_r, \sigma_d$ はそれぞれ輝度差とユークリッド距離に基づく重みを制御するパラメータとする。

次に、式(1)の重みから、注目画素がノイズかどうかの判定を行うためのスコアを算出する。その際、頂点同士のつながりを表現する隣接行列 $M$ を利用する。頂点 $i$ におけるスコアは、隣接行列 $M$ を固有値分解し、 $\omega_k$ を正の固有値、 $\mathbf{r}_k$ をそれに対応する固有ベクトルとすることで、次式で表される。

$$S(i) = \sum_k \sum_{j \neq i} \omega_k |\mathbf{r}_k(i) - \mathbf{r}_k(j)| \quad (2)$$

上の式において、 $k$ 番目の固有ベクトルにおける第 $i$ 成分を $\mathbf{r}_k(i)$ と表記している。本手法では、式(2)のスコアをしきい値処理する事でノイズ検出を行う。

## 3. 実験結果と考察

グレースケール画像“Parrots”に対し、ランダム値インパルスノイズの発生確率 $p = 0.05$ の条件下でノイズを重畳させ、各手法においてフィルタリング処理実験を行った。図1の結果から、提案手法では他の手法に比べ残留ノイズが少ないことが分かる。また、SMFでは画像の詳細部分が破壊されているのに対し、提案手法では十分に詳細部を保存できていることが分かる。

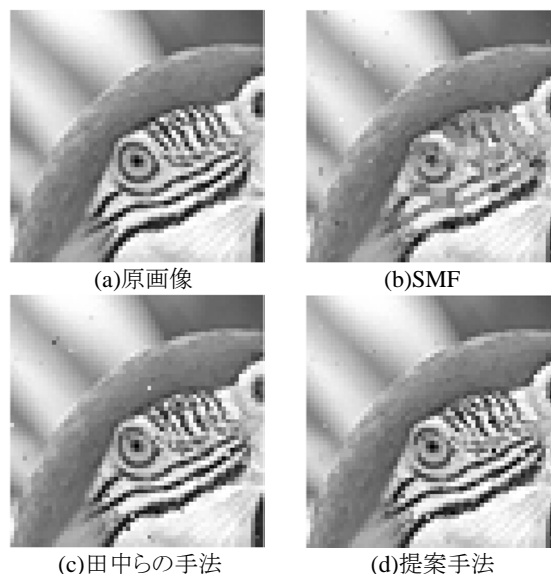


図 1: 各手法による処理結果の比較

表 1: 各手法における定量評価

	MSE	SSIM	Noise	TP	FP
SMF	54.8	0.93	3202	2221	649
Tanaka	29.8	0.95		2779	3372
Prop.	22.7	0.98		2743	353

次に、定量評価実験を行った結果を表1に示す。Noiseは画像内の全ノイズ数、TPはノイズ画素のうち検出器が正しくノイズと判断できた数、FPはノイズとして誤検出してしまった画素数を示している。MSEは原画像と出力画像の2乗平均誤差を表している。SSIM [3]は画質を評価する指標であり、その値が1.0に近いほど、原画像と同等の品質を備えていると言える。提案手法では、田中らの手法に比べFP数が1/10程であり、またSSIM値も最も高い事から十分な性能を持った検出器であると言える。今後の課題として、最適なパラメータを決定するアルゴリズムの開発が挙げられる。

### 参考文献

- [1] T. Sun and Y. Neuvo, "Detail-preserving median based filters in image processing," *Patt. Recog. Lett.* vol. 15, pp.341–347, 1994.
- [2] G. Tanaka, *et al.*, "Minimum spanning tree-based random-valued impulse noise detection for a switching median filter," *Opt. Lett.* vol. 33, pp. 1993–1995, 2008.
- [3] Z. Wang, *et al.*, "Image quality assessment: from error visibility to structural similarity," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 13, pp. 600–612, 2004.