

Title	拡大次元閾値フィルタとその画像信号への応用
Author(s)	前川, 靖明
Citation	
Issue Date	2000-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1339
Rights	
Description	Supervisor:金子 峰雄, 情報科学研究科, 修士

拡大次元閾値フィルタリングとその画像信号への応用

前川靖明

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2000 年 2 月 15 日

キーワード: 非線形フィルタ, メディアンフィルタ, 閾値, 雑音除去, 画像処理.

画像処理において, エッジの保持が, 人間の視覚という点からみて, 重要であることが知られている. 線形フィルタは, 信号解析や線形システムの理論体系を背景として持ち, 種々の信号処理において主要な役割を担っているが, 画像処理 (雑音除去等) への適用の際には, 鋭いエッジを霞ませる傾向があり, また, インパルス性雑音を効果的に取り除くことができない等の問題がある.

こうした問題に対して, メディアンフィルタを始めとする非線形フィルタの有効性が指摘されている. メディアンフィルタそのものは, 入力データの rank-order 情報だけを使い, その temporal-order 情報を破棄してしまう. これにより, 多くの画像の細部が失われてしまう. このため, rank-order と temporal-order 両方の情報を使う様々な非線形フィルタ (FIR-median hybrid フィルタ, 重み付けメディアンフィルタ, weighted order statistic フィルタ, スタックフィルタ, Boolean フィルタ) が開発されてきた. しかし一般に, 非線形的手法に対する基礎となる理論が少なく, 線形フィルタのように体系化されていない. そのため, 非線形フィルタは線形フィルタや他の非線形フィルタの欠点それぞれに対処べく個別的に考えられてきた. 本研究では, 二次元画像信号処理を三次元信号処理を介して捉えることにより, 多くの線形, 非線形処理を統一した枠組で捉えようとするものである.

提案する拡大次元閾値 (EDT) フィルタは, 一つの FIR フィルタと閾値操作から成り立ち, 信号の閾値分解を新たな空間軸上にマッピングして一つの拡大次元上の信号と見なす点に特徴を有している. フィルタリング操作では, まず 2 次元画像信号に対して閾値分割を行い, 各要素が 0 または 1 の値を持つ 3 次元信号に変換する. 以下, 画像信号の広がり方向を第一軸, 第二軸と呼び, 信号値の大きさに対応する方向を第三軸と呼ぶ. この 3 次元信号に対して, 3 次元フィルタリング (コア・フィルタリングと呼ぶ) を行う. 計算量の削減のため, コア・フィルタリングは第 3 軸方向に対しての二分法を用いている. フィル

タリングされた 3 次元信号は、閾値を用いて 2 次元信号へと再変換される．こうして得られた 2 次元信号を出力結果とするものである．

はじめに、EDT フィルタが代表的なメディアンタイプ非線形フィルタを subclass として包含することを示した．もし、第 3 軸方向を考慮しない、つまり 2 次元的広がりを持つ係数によるコア・フィルタと重み付けメディアンフィルタの係数が全て等しく、かつ EDT フィルタの閾値が係数の総和のちょうど半分であるならば、この 2 つのフィルタは等価である．特に、このコア・フィルタの係数がすべて等しく、閾値が係数の総和のちょうど半分である時に、メディアンフィルタと等価になる．更に、平均化操作にメディアン操作を置き換えること無しに、EDT フィルタが真に subclass として FIR フィルタをも含むことを証明した．

次いで、コア・フィルタの周波数特性に基づく、種々フィルタの特徴について検討した．この結果、メディアンフィルタ、重み付けメディアンフィルタ等が、第一軸、第二軸方向に低域通過特性を有し、第 3 軸方向に対してフラットな特性を持つのに対し、線形 FIR フィルタが第 3 軸方向に対して、狭帯域の低域通過特性を持つものとして特徴付けられることが明らかとなった．

最後に、EDT フィルタリングの画像雑音除去への適用に関して、実験を通してその特徴を調査した．

ここでは、処理すべき画像として、原画像にインパルス雑音を付加したもの、ガウス雑音を付加したもの、インパルス雑音とガウス雑音を共に付加したものの 3 種類を用い、また EDT フィルタリングのコア・フィルタとして、帯域幅の異なる低域通過 2 次元フィルタ (係数のサポート範囲 5×5) 及び帯域幅の異なる低域通過 3 次元フィルタ (係数のサポート範囲 $5 \times 5 \times 5$) を用いた．また、比較のため、2 次元コア・フィルタと同じ周波数特性を有する線形 FIR フィルタによる処理実験も併せて行なっている．この実験から、以下のことが観察された．(1) 出力画像に、エッジが保持されている部分と、ぼけた部分が混在していて、通過帯域を狭くしていくと、ぼけが大きくなる傾向がある．(2) $5 \times 5 \times 1$ コア・フィルタに対する $5 \times 5 \times 5$ コア・フィルタの優位性は見られなかった．(3) インパルス性雑音とガウス雑音を付加した画像に対する処理では、通過域の幅を広くするにつれて平均絶対誤差は小さくなっていくが、ある点を境に、誤差は逆に大きくなる．これは、通過域の拡大が原画像保持能力の向上と雑音除去能力の低下をもたらし、通過域幅が比較的狭い領域では、前者が支配的であり、通過域幅が広くなるにつれて、相対的に後者が支配的になっていくためと考えられる．

EDT フィルタの出力特性とフィルタ特性との関連の更なる調査が今後の課題として残されている．