

Title	非線形画像フィルタの解析と設計に関する研究
Author(s)	浅野, 晃
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3087932
DOI	10.11501/3087932
rights	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/repo/ouka/all/>

氏名	浅野晃
博士の専攻	工学
学位記番号	第 10244 号
学位授与年月日	平成 4 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科 応用物理学専攻
学位論文名	非線形画像フィルタの解析と設計に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 一岡 芳樹 (副査) 教授 樹下 行三 教授 南 茂夫 教授 増原 宏 教授 志水 隆一 教授 中島 信一 教授 興地 斐男 教授 後藤 誠一 教授 豊田 順一 教授 岩崎 裕 教授 山本 稔 教授 池田 和義

論文内容の要旨

本研究は、これまで解析や設計の方法が不明確なまま放置されてきた順序統計量系非線形画像フィルタについて、その方法を確立することを目的としたものである。本論文は緒言、9章および総括から構成されている。

緒言では、本研究の背景、その必要性および目的について述べた。

第1章では、順序統計量型フィルタ、およびその解析・設計に関する基礎となる知識をまとめた。

第2章では、順序統計量フィルタをエッジ検出オペレータに拡張した順序統計量型差分フィルタ（RONDO）を提案した。さらに、RONDOが鋭いエッジ角度依存性をもつことを解析的に示し、RONDOに適した雑音の種類を統計的解析で明らかにした。

第3章では、数理形態学的エッジ検出の基本演算である bipolar morphology を提案し、bipolar morphology がエッジ検出オペレータの基礎演算であることを示した。

第4章では、2次元順序統計量フィルタの収束問題を、Hopfieldのニューラルネットワークの収束問題に帰着させて解き、収束のための十分条件を導いた。

第5章では、加重中央値フィルタ（WMF）を、劣化画像とその理想出力を学習して最適化する方法を提案した。この方法で、画像の特徴に適したフィルタが設計可能となった。

第6章では、第5章の方法を拡張し、フィルタの連結の最適化を、多層神経回路網の最適化に帰着して実現する方法を考案した。これを用いて、RONDOとWMFを連結した、さらに広い範囲の雑音除去に適したフィルタを設計した。

第7章では、最近値近傍中央値フィルタ（NNMF）の、解析的性質を明らかにした。そして、NN

MFには、それと等価なWMFが存在するが、計算量の点でNNMFが優れていることを示した。さらに、NNMFの収束性についての定理を導いた。

第8章では、ウィンドウ内近傍の概念を導入したRANKフィルタの実験的評価を行った。ここでは、ランダム画像に対する出力を分析し、おおまかに2種の近傍があることを示した。また、近傍の大きさが、2つのランダム画像間の距離の変化に対する収束後画像の相関係数の変化に関係することを示した。

第9章では、帰納推論手法を用いて、フィルタの入出力の具体例だけをプログラムに与えて、フィルタを解析する方法を提案した。この方法で、NNMFおよびWMFの解析を行い、その有効性を示した。

総括では、本研究の成果をまとめ、今後の課題を述べた。

論文審査の結果の要旨

画像処理技術は、高度情報化社会の発展のために不可欠なものとなっている。その中でも、画像フィルタリングは、種々の高度情報処理・認識のための前処理としての重要な役割を担っており、これまでに、数多くのフィルタリング技術が提案されている。その中で順序統計量系非線形フィルタは、その劇的な処理効果に比して解析・設計の方法が不明確という問題があり、数多くの変形が提案されているにもかかわらず実用化が難しかった。本論文は、順序統計量系非線形フィルタの、ニューラルネットワークや数理形態学を応用した新しい解析・設計法を提案し、順序統計量系フィルタの実際の問題への適用可能性についての研究をまとめたもので、その成果を要約すると以下の通りである。

- (1) 順序統計量フィルタを差分フィルタに拡張し、新しいフィルタRONDOを提案している。また、順序統計量系フィルタの統計的解析法を提案し、これを用いてRONDOのノイズ除去能力、エッジ保存能力を他のフィルタと比較しながら解析している。その結果、RONDOが効果的に作用するノイズの種類や、RONDOが効果を発揮するための最適パラメータを導いている。さらに、数理形態学的な差分演算を表現する新しい基本演算を提案し、RONDOがこの演算で記述できるフィルタの一つであることを示している。
- (2) 加重中央値フィルタ(WMF)、RONDO、およびそれらを連結して処理するフィルタが階層型ニューラルネットワークで表現できることを指摘している。そして、実際に画像を学習することによって、フィルタを最適化する方法を提案している。
- (3) 再帰型順序統計量フィルタが相互結合型ニューラルネットワークで表現できることを指摘し、これを用いて従来困難であった多次元フィルタの収束性の問題の一つの解を導いている。
- (4) 最近値近傍中央値フィルタ(NNMF)の解析的性質を明らかにし、NNMFの収束性についての定理を導いている。
- (5) 局所適応的順序統計量フィルタであるRANKフィルタを用いて、ランダム画像を処理した収束後画像を観察することにより、従来知られていなかったモード生成現象などのRANKフィルタの特性を明らかにしている。

(6) 帰納推論手法をフィルタ解析に応用し、フィルタの入出力の具体例だけから言語記述に解析結果を導く方法を考案し、順序統計量フィルタに適用して有用な結果を得ている。

以上のように、本論文は、順序統計量系非線形画像フィルタに対し、種々の解析・設計の手法を提案し、統計的な評価や学習の概念を導入して用途に適したフィルタの評価・設計を可能にしたもので、非線形画像フィルタの実用化に関して有用な知見を与えており、応用物理学、特に画像工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。