

氏名	フランチェスコ ヴォチ Francesco Voci
学位の種類	博士 (情報学)
学位記番号	情博第 116 号
学位授与の日付	平成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻	情報学研究科システム科学専攻
学位論文題目	Analysis and Implementation of Non Linear Spatial Filtering for Image Processing (非線形空間フィルタの解析と画像処理への適用)
論文調査委員	(主査) 教授 英保 茂 教授 酒井英昭 教授 金澤正憲

論文内容の要旨

本論文は、各種の非線形空間フィルタを画像処理への適用を目的として解析し、その適用方法について述べたもので、6章からなっている。

第1章では、空間フィルタによる画像処理について概説している。

第2章では、モルホロジカルフィルタによる画像処理の手法について述べ、トップハット、ソフトモルホロジイ等の演算が画像の強調に有効に働くことを示した。また、実際への応用例として、電子基板X線像とマンモグラム像に対して適用し、十分な強調効果があり、対象物抽出への前処理として有効であることを示している。

第3章では、ファジー論理とその画像処理への適用について概説し、画像処理に適合したメンバーシップ関数の自動調整法について述べた後、マンモグラムにおける石灰化部分の強調のためのルールを構成しその有効性を示した。また電子基板断層像を解析し、短絡部分の検出を行うためのルールと入力設定を述べ、ファジールールシステムにモルホロジカル演算を追加した検出システムを構成し、その有効性を示した。

第4章では、三層構造のニューラルネットワークを用いた画像処理システムを提案している。第二層の応答関数をガウス関数タイプで代表されるようなものとし、その分散と平均値を教師あり並びに教師なし学習を実施することにより推定し、自動クラスタリングと判別領域の設定が行われるものである。このシステムが肌色領域の抽出に有効であり、特に照明等の外部条件の変動にもロバストな検出システムとなっていることを示した。

第5章では、拡散方程式を用いた画像の強調方式について述べている。熱拡散方程式は平滑化効果を持ったシステムと捉えることができるが、中でもPeronaとMalikにより提唱されたPM方程式が、境界をほかさずにノイズを平滑化する特徴を有していることを述べている。これは拡散係数を領域境界部では小さくし、平坦部では大きくするような非線形平滑化によるものであり、この平滑化係数の変更をガウスタイプの関数で定めるものとし、その広がり(分散)を制御するわけであるが、従来のヒストグラムから導き出されるものに対し、モルフォロジカル演算による微分要素に基づく方式、Pノルムを用いて計算される方式を提案し、いずれも繰り返し回数の増加と共に誤差が減少することをシミュレーションで示した。Pノルム以外の方法は、拡散回数の増加と共に平滑化が領域境界にまで及んできて、誤差が増大する可能性が大であるが、Pノルム法は、繰り返し適用の回数を増大させても誤差が増大することなく、強調効果が持続する安定した手法であり、計算コストも少なくすむことを述べ、種々の適用例に対して、その平滑強調効果がめざましいことを示している。

第6章は結論と今後の課題と展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

本研究は、各種の非線形空間フィルタを画像処理への適用を目的として解析したものであり、得られた成果は以下のよう

に要約される。

1. 非線形フィルタであるモルフォロジカルフィルタについて考察し、種々の画像に対して用い、十分な強調効果があり、対象物抽出への前処理として有効であることを具体的に示した。

2. ファジー論理において画像処理に適合したメンバーシップ関数の自動調整法について述べた後、マンモグラムにおける石灰化部分の強調のためのルールを構成し明瞭な強調効果のあることを示した。また、電子基板画像上の短絡部の検出にも有効なことを示した。

3. 第二層の応答関数がガウス関数タイプで代表される三層構造のニューラルネットワークを用いた画像処理システムを提案し、その分散と平均値を学習させることにより、肌色領域の抽出が外部照明条件の変動にもロバストである検出システムを構成出来ることを示した。

4. Perona-Malikモデルで表現される拡散方程式を用いて多重解像度解析を行い、ノイズ低減とセグメンテーションに適用する手法を述べ、特に、拡散係数を近傍領域の微分値により変更する種々の方式を説明し、提案手法が、繰り返し適用の回数を増大させても誤差が増大することなく収束し、強調効果が持続する安定した手法であることを示した。例としてマンモグラム画像の微少石灰化領域の強調にきわめて有効であることを示した。

以上のように、本論文は種々の非線形空間フィルタを解析し、画像処理への適用を図り、実際に有効な結果が得られることを示しており、学術上、實際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また平成16年1月27日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。