

氏名	盛 磊			
学位の種類	博士 (理学)			
学位記番号	博甲 第 186 号			
学位授与の日付	2014 年 3 月 31 日			
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当			
学位論文の題目	顕著度マップによる基礎的な画像処理アルゴリズムについての研究			
論文審査委員	主査	神奈川大学	教授	張 善 俊
	副査	神奈川大学	教授	中 田 穰 治
	副査	神奈川大学	教授	桑 原 恒 夫
	副査	神奈川大学	教授	内 田 啓一郎
	副査	神奈川大学	教授	中 山 堯

【論文内容の要旨】

画像処理およびその応用は現在限なく我々の生活に密接に関わってきた。それらの処理技術を支えている基礎的な画像処理のアルゴリズムは従来から研究されてきている。イメージを処理する過程で形状ベースの画像処理をする際によくモルフォロジー(mathematical morphology)にもとづく演算を行う。最も基本的なモルフォロジー演算は膨張と収縮である。それらの組み合わせは広く画像処理やコンピュータビジョンに応用される。それらの演算を行うにあたって、注目画素を含む"構造化要素" という近傍内の画素の大小関係を従来画素値によって一意に定義され、処理されてきたので、複雑なカラー雑音除去に向かない。本論文は人間の視覚特性に着目し、顕著度マップを導入することで新しいモルフォロジー処理と新しい画像の拡大縮小のアルゴリズムを提案している。画像中の画素の「目立つ」度合を HSV のカラーモデルベースで工夫し顕著度マップとして定義した。従来のモルフォロジー処理に必要な画素間の大小順序を画素の値より固定しておくやり方と違って画像の中身に応じては画素間の「目立つ度合い」を利用して動的にその大小順序を決め、また顕著度に閾値を設けて段階的にモルフォロジー演算を進める方法を提案した。それで、従来处理が困難であったカラー画像の雑音処理や複雑な小オブジェクトの除去などに成功している。また、本論文は顕著度マップを利用し、新しい面積平均法を画像のスケーリング処理に導入して高倍率の画像縮小過程において、元画像の特徴点を失うことを抑えつつ、結果画像における間引き問題を回避した。

本論文は、以下の 5 章より構成されている。

- 第 1 章 総論
- 第 2 章 顕著度マップ
- 第 3 章 顕著度マップによるモルフォロジー処理
- 第 4 章 顕著度マップによる補間法
- 第 5 章 総括

第1章は本研究の背景を述べて、論文全体の構成を述べている。

第2章では、エッジ検出に変わってより人間の視覚認知に近い顕著度マップの概念を導入した。本章は画素の色相、彩度、輝度の要素をまとめて、ある画素が近傍画素との違いを $[0,1]$ の範囲に正規化して動的にその画素の「目立つ」度合いを数値化した。

第3章は画像の顕著度マップを利用して二値画像、多値画像とカラー画像を統一的に処理できる新しいモルフォロジー演算を実現した。顕著度に閾値を設けることで、段階的にモルフォロジー演算を進める方法を提案した。それによって元画像の画質劣化を抑えながら顕著なノイズを段階的に除去することができた。従来のノイズ除去の方法は対象画像によって有効な方法は違うが、提案手法は対象画像が違ってても従来手法に劣らない結果が達成できた。また、複雑な色分布における形や大きさが異なるノイズが入っている元画像について、従来手法では、元画像に劣化をもたらさずにそれらのノイズを除去することが難しい。提案手法は元画像の雰囲気を持しながら、最初は顕著度が高めの画素だけを処理する。それ以外の画素を元画像のままにしておくことで、モルフォロジー処理過程で導入するアチファクトを最小限に抑えることができる。そして顕著度閾値を下げて同じ処理を繰り返すようにして、最終的に雑音除去を達成する。従来法との比較実験では、提案手法の有効性を示した。

第4章は画像を拡大・縮小をする際のスケーリング変換のアルゴリズムを顕著度マップを利用して改良した。本章はまず従来のスケーリングアルゴリズムを概述し、画像が拡大と縮小をする際に起きる画像劣化の原因を説明し、4近傍法、線形補間法、キュービック補間法、面積積分法の問題点を処理結果で明確にした。根本的な原因は連続画像平面空間を異なる離散的なデジタル画像空間で表現する際に、処理元画像と処理後画像の解像度の違いによって発生する間引き問題にある。本章で提案するスケーリング処理方法は、処理後の結果画像の解像度で元画像全体をバーチャル格子で分割し、それぞれのバーチャル格子に含まれる元画像の画素は格子に含まれている面積の大きさでそれぞれの画素が処理結果への貢献度と見て処理を進む。また、各画素の貢献度を計算する際に、それぞれの画素の顕著度も加味する。この方法では、二つの効果をもたらす。1) 間引きによる画像の連続性の喪失問題を緩和できる。2) 高倍率の縮小処理における顕著画素が回りの平坦画素によって見えなくなる現象を軽減できる。提案手法は画像の円滑性と高周波数成分の保存と二つの相反する要求を顕著度マップによって調整しトレードオフができる仕組みを提供した。評価実験では、提案手法は従来法同等あるいはそれ以上の処理結果が得られていることを示した。

第5章は、本研究の総括と将来の課題について述べた。

【論文審査の結果の要旨】

本論文は、画像処理とコンピュータビジョンでよく使われる基礎的な画像処理のアルゴリズムであるモルフォロジー処理とスケーリング処理のアルゴリズムを改良し、従来法より同等かそれ以上の処理結果を達成している。モルフォロジー処理は画像処理とコンピュータビジョンの分野でよく使われている処理方法である。その基礎となる収縮演算と膨張演算は従来は画素の値によって静的に行われてきた。盛磊氏の研究では、画像の値の動的分布から画素の目立つ程度を定義し、画素の

顕著度に従ってモルフォロジー処理を行う提案はユニークである。それによって、人間の視覚感覚に合致した画像内オブジェクトの形状処理を可能にした。その応用として複雑な色分布を持つから画像に人為的に混入したノイズと元画像が持つ本来の色分布との違いを画素の顕著度マップで捉えて区別することができる。対象比較実験でも、提案手法の有効性が確認できた。また、顕著度の概念を画像スケーリング変換に導入し、画像のスケーリング変換における画像の円滑さを保持する要求とスケーリング変換によつての画像の細部情報の消失防止の要求との間の調節手段を提供した。現在のマルチメディアの応用拡大において、様々なサイズのメディアで同じ画像を表示するニーズが高まっている現在、良質なスケーリング結果をもたらすアルゴリズムの応用範囲が大である。

本論文の総括で述べたように、画像におけるある画素の顕著度をより人間の視覚認知に一致するために、色相、彩度、明度それぞれの成分の重み付けの研究をさらに行う必要がある。また、 $[0,1]$ に正規化した色相においても赤から紫までの色の種類の中、違う種類の色の色相の数値的な違いと人間が感ずる色の違いとの間の関係は必ずしも比例していないが、現在の論文の中で定義した顕著度の定義式を心理学的な知見を取り入れて再検討する必要もある。本論文は画素の静的色ベクトルではなく、画素の動的顕著度を利用して再定義したモルフォロジー処理のアルゴリズムは新しい切口となっており、画像処理の分野で広く応用される可能性が大である。基礎的な画像処理のアルゴリズムを改良した意義が大きい。

以上のように、本論文は従来ノイズ除去が困難であったカラー画像処理を解決した方法を提供しただけではなく、より広範囲に利用できる新しい概念を導入し、画像処理において基礎的なモルフォロジー処理と画像のスケーリング処理のアルゴリズムを改良した。盛磊氏は博士課程在学中に、既に4編の査読付き論文の学会の論文誌に掲載している。それまでの研究を踏まえて、さらに応用面での発展が期待される。よつて本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値のあるものと認められる。