

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏名 CHEN Zhiyu
学位 博士 (工学)
学位記番号 新大院博(工)第436号
学位授与の日付 平成27年9月24日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名 Image Restoration with Multiple Directional Transforms
(複数指向性変換を利用した画像復元)

論文審査委員 主査 准教授・村松 正吾
副査 教授・菊池 久和
副査 教授・佐々木 重信
副査 教授・山本 正信

博士論文の要旨

本論文では、複数の指向性重複直交変換 (DirLOT) を利用した画像復元法を提案し、提案手法の評価検証を行っている。DirLOT は非分離処理であり、指向性を有することが可能なため、画像の斜めエッジやテクスチャの表現に優れている。この DirLOT のツリー構造により与えられる指向性対称直交離散ウェーブレット変換を複数用意して一つの冗長な変換 (混成 DirLOT) を構成し、この変換を画像復元問題に適用している。提案する画像復元法について、その有効性を確認するため、種々の実験を行い、提案手法の性能評価と有効性の確認を行っている。

第1章では、研究の背景と目的について述べている。まず、画像ノイズ除去問題について言及し、ノイズにより劣化した観測画像から理想となる原画像を得ることの重要性についてまとめている。特に、光量子画像生成過程において生じる信号依存性ノイズとしてポアソン過程に従うノイズの問題点を指摘し、ポアソンノイズを加法性ガウスノイズに近似変換する手法を解説している。また、焦点距離の異なる同じ被写体を撮影した複数の画像から、すべての被写体に合焦した鮮明な画像、全焦点画像を合成する画像融合問題について言及している。変換領域における画像融合の有効性と課題をまとめ、画像変換の選択が重要であることを指摘している。本章では既存のポアソンノイズ除去や画像融合の性能向上に改善の余地が残されていることを述べている。

第2章では古典的な変換である離散コサイン変換(DCT)や離散ウェーブレット変換(DWT)と DirLOT の性質を整理している。まず、古典的な変換の特徴を説明し、次に DirLOT の特徴を古典的な変換との対比によりまとめている。図や数式を用いた説明により第3章以降の準備を行い、DirLOT の指向性と画像の斜めエッジやテクスチャの関係に触れ、画像復元の性能向上の可能性を述べている。

第3章では、分散安定化変換(VST), SURE-LET, 混成 DirLOT を組み合わせたポアソンノイズ除去法を提案している。古典的な変換では指向性の自由度が低く、画像の斜めエッジやテクスチャをうまく表現できない問題があった。提案法に基づくノイズ除去結果と既存のポアソンノイズ除去法である PURE-LET 等との実験結果を比較検討し、提案法の有効性を確認している。

第4章では混成 DirLOT を利用した多焦点画像融合の提案を行っている。本論文では、ウェーブレット変換領域での画像融合を検討し、混成 DirLOT と他の古典的な変換との比較をとおして、提案法が画像の斜めエッジやテクスチャの表現に適していること確認している。また、変換係数のスケール間関係に基づく混成 DirLOT 領域での新たな融合ルールを提案し、提案法に基づく画像融合結果と既存法の実験結果を比較検討し、提案法の有効性を確認している。

第5章では全体の総括を行い、今後の課題についてまとめている。

審査結果の要旨

本論文では複数の指向性変換を利用したポアソンノイズ除去法および画像融合法を提案している。複数の異なる指向性を有する指向性重複直交変換 (DirLOT) を混成構成とし冗長な変換を構築、画像復元問題の性能向上を図り、実装実現している。既存法との比較検討をとおして提案法の有効性を確認している。理論的考察による性能向上の裏づけが明記され、複数の標準的な演算法との比較実験結果も示されており信頼性が高い。以上の結果は、画像復元アルゴリズムの高性能化、高機能化、および高効率化をもたらす技術として有意義であると認められる。なお、研究成果の実績として国際学術雑誌に2編の論文が掲載され、国際会議で1編の論文が発表されている。

よって、本論文は博士（工学）の学位論文として十分値すると判定した。