

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	マルチモーダル・マルチスペクトル画像フュージョンのためのカメラ校正と画像生成手法に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	柴田剛志
Author(English)	Takashi Shibata
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10463号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:奥富 正敏,蜂屋 弘之,大山 真司,塚越 秀行,田中 正行
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10463号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	要約
Type(English)	Outline

マルチモーダル・マルチスペクトル画像フュージョン
のためのカメラ校正と画像生成手法に関する研究

東京工業大学大学院理工学研究科
機械制御システム専攻

柴田剛志

本論文の要約

研究の背景と目的

人やコンピューターが、対象物の位置や姿勢の把握、或いは識別を行うための有効な手段として、画像情報の活用があり、このためには、センシング、画像処理、三次元計測、及びパターン認識などの技術が必要となる。照明条件など、外部環境の制御が可能な状態で取得した可視画像を対象とした場合、これらの技術の多くは、実用的上十分な精度に到達している。例えば、ファクトリーオートメーションの分野では、これらの技術を活用した産業用ロボットを用いることで、多くの作業工程が自動化され、生産効率化がなされている。

一方で、災害現場のように、視界が悪く、照明や対象をコントロールすることが不可能な環境下（以下、劣悪環境下）では、取得される可視画像の画質が大幅に劣化する。例えば、低照度下では、画像中に多くのノイズが発生する。また、霧や煙などにより、コントラストの低下や、白とび、黒潰れが発生する。このような画質の劣化が原因で、対象物の位置や姿勢の把握、或いは識別を行うために必要な情報の取得が、著しく困難になるという課題があった。

このような課題に対し、マルチスペクトル・マルチモーダル画像は、可視画像に含まれない情報を含んでいるため、このような劣悪環境下においても、対象物の位置や姿勢の把握、或いは識別を可能にする、新たな手段として注目されている。一方、近年のセンシング技術の進歩により、近赤外線センサや遠赤外線センサ、或いはマルチスペクトルセンサやデプスセンサを搭載した安価なイメージングデバイスが普及しつつある。

今後は、可視画像と同時に、これらのマルチモーダル・マルチスペクトルの情報を画像として取得することが、ますます容易になると思われる。しかしながら、現状において、可視画像とマルチモーダル・マルチスペクトル画像を同時に利用することを想定したセンシング手法と画像処理手法は、可視画像におけるそれと比べ、十分に研究されているとはいえない。

本論文の目的は、マルチモーダル・マルチスペクトル画像を同時に利用することを想定し、マルチモーダル・マルチスペクトル画像フュージョンのためのカメラ校正と画像生成手法を実現することである。

本論文の構成

本論文は「マルチモーダル・マルチスペクトル画像フュージョンのためのカメラ校正と画像生成手法に関する研究」と題し、全7章から構成されている。

第1章「序論」において、本研究の背景や目的、そして本論文の構成について述べた。

第2章「可視カメラと遠赤外カメラの同時校正」では、可視カメラおよび遠赤外カメラのための同時カメラ校正手法を提案した。まず、可視画像と遠赤外画像から、頑健かつ高精度に、校正用の対応点を取得可能な校正用ターゲットを提案した。さらに、実画像実験により、提案手法を用いることで、校正用の精度を、従来手法に対して一桁向上可能であることを示

すとともに、可視画像と遠赤外画像を同時に利用したノイズ除去や、アップサンプリングなど、新しい応用が実現可能であることを示した。

第3章「マルチモーダル画像フュージョンによる画像生成」では、マルチモーダル画像を対象とした画像合成の手法を提案した。まず、可視画像と近赤外画像の組み合わせに論点を絞り、両者の画像から視認性が高い一枚の画像を生成する手法を提案した。さらに本手法を用いることで、従来は個別の手法として提案されていたノイズ除去、霧除去、画像鮮明化などを、一つの枠組みで扱うことができることを示した。次に、より一般的なモーダルの組み合わせでも画像フュージョンが可能な手法として、用途に適応的な重要度尺度に基づき、マルチモーダル画像から有用な情報を含む一枚の画像を合成する手法を提案した。さらに、本手法により、深度画像合成、温度解析のための画像フュージョン、オプティカルフローフュージョンなど、これまでの画像フュージョン手法では想定されていなかった、新たな応用が可能であることを示した。

第4章「マルチスペクトル画像フュージョンによる画像生成」では、マルチスペクトル画像から、自然な色味が考慮された一枚の合成画像を生成することが可能な画像フュージョン手法を提案した。さらに、実際のマルチスペクトル画像を用いた実験により、本手法を用いることで、衛星画像の視認性向上などが実現可能であることを示した。

第5章「位置ずれに頑健なジョイントフィルタを用いた画質向上」では、マルチモーダル・マルチスペクトル画像ペアの間に、位置ずれが存在した場合でも、ボケなどによる画質の劣化を抑えつつ、画像を合成可能な手法を提案した。さらに、実画像実験を通じて、本手法は、ノイズ除去、画像アップサンプリング、及び深度画像補間など、様々な用途に適用可能であることを示した。

第6章「画質劣化を抑制可能な勾配ベースの画像再構成」では、画像フュージョンにも適用可能な、勾配ベースの画像再構成手法を提案した。まず、画像再構成の代表的な二つの手法である、勾配ベースの手法と階層分離に基づく手法の両者の利点を包含する、新しい画像再構成手法を提案した。さらに、実験により、本手法を用いることで、画素値の飽和（白とびや黒潰れ）やリングングなどを抑えた画像合成が実現可能であることを示した。次に、この画像再構成手法をさらに発展させた手法として、色再現性を考慮した勾配ベースの画像再構成手法を提案した。本手法では、色成分が保存され、かつRGB画像の値域があらかじめ定められた値域の範囲内に収まるように、ダイレクトに合成画像の明度を再構成するため、従来手法のような後処理を必要とせず自然な合成画像が生成可能である。さらに、この提案手法は、HDR トーンマッピング、細部強調、画像抽象化など様々な用途に適用可能な手法であることを、実画像実験により示した。

最後に、第7章「結言」では、研究成果のまとめと将来展望について述べた。