

ベイズ超解像を応用した分光画像推定

Bayesian image superresolution
for hyperspectral image reconstruction



村山 雄亮 Yusuke Murayama / D1

研究目的

マルチバンド画像取得系を用いた実用性の高い効率的な分光画像取得法を確立することが目的である。分光画像の利用は、デジタルアーカイブの分野や遠隔医療の分野では正確な色再現を行うために期待されている。また、分光画像は空間と波長について分解した高次情報を含む画像であるため、リモートセンシングや画像判別に関する分野でもその活用が期待されている。しかし、分光画像の取得には通常莫大な手間と時間がかかり、そのことが分光画像利用への障害となっている。そこで、取得が容易な低解像度のマルチバンド画像から、高解像度分光画像を復元するための手法を構築する。

研究内容

分光画像推定についての従来研究では、波長領域の推定、つまりセンサ応答から分光反射率を推定することに焦点が当てられていたが、空間領域についても同時に推定を行うことによって、より効果的な分光画像推定が実現できると考えた。空間領域の推定を行えば、従来は推定する分光画像の空間解像度と同じ空間解像度をもつバンド画像を取得する必要があったが、画像取得時の空間解像度を下げることが可能となり、画像取得に要する時間の大幅短縮とピント合わせにおける手間の低減を図ることができる。分光画像の空間領域の推定を試みるにあ

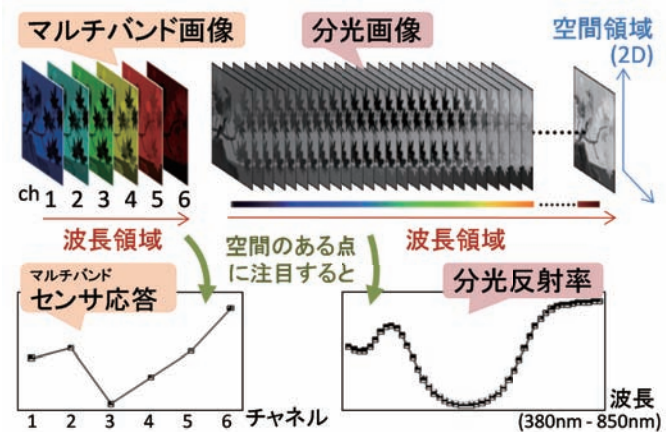


fig1. マルチバンド画像と分光画像の違い

たって、2003年に提案されたベイズ超解像という手法に注目した。これは、位置ずれを伴う複数枚の低空間解像度画像から高空間解像度画像を復元する超解像という画像処理をベイズ統計の枠組みで定式化したアルゴリズムにより実行するものである。通常モノクロ画像に適用されるが、推定について一般化された枠組みであるベイズ統計に基づいた推定であるため、問題設定についての自由度が非常に高いのが特徴である。また、超解像では一般に画像同士の位置ずれを画像処理時に推定するが、それは分光画像推定においては特に大きなメリットである。従来、分光画像推定において位置ずれは精度を低下させる要因であったが、超解像ではそれを高解像化に役立てることができるからである。本研究は次の5つの要素からなる。

- A) 撮像系の構築…カメラ、光源、カラーフィルタの選定。使用カラーフィルタの枚数および解像度の設定。
- B) システム同定（尤度の設定）…撮像系の分光感度および点広がり関数およびノイズの特性を同定（分光感度：単色光に対する応答特性、点広がり関数：入力に対する空間的なぼけを表す関数）。
- C) 事前分布の設定…対象に応じて分光画像の波長間の相関やピクセル間の相関を表現する確率分布を設定。
- D) 計算方法の検討…行列の計算順序や数値計算のために用いるアルゴリズムの決定。
- E) 画像取得と画像処理計算の実行

装置など

井手研究室で開発した非接触スキャナ『北斎Ⅱ』。このスキャナにカラーフィルタを取り付けることによりマルチバンド撮像系を構築した。

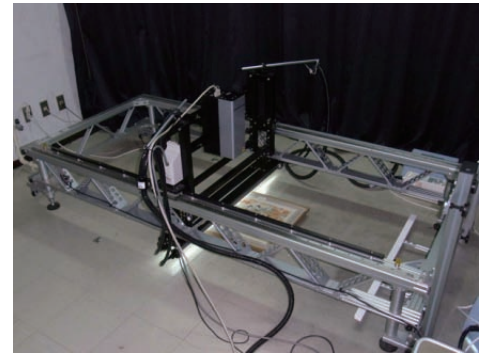


fig.2 非接触スキャナ北斎Ⅱ

研究成果

推定手法の有効性を検証するために日本画をサンプルとして実験を行った。チャンネル数 12、画素数 600×1200 、解像度 500 DPI のマルチバンド画像から、波長サンプリング数 48、画素数 1800×3600 、解像度 1500 DPI の分光画像が復元された。波長領域・空間領域ともに高解像度化が確認された。低解像度マルチバンド画像から推定により波長解像度と空間解像度の両方を向上させる分光画像の超解像というアイデアが実現可能であることを示された。実用化に向けて、事前分布構築のためのデータ収集や、ソフトウェアの開発が今後の課題である。



左: 取得したバンド画像の1枚
右: 超解像後の分光画像
※一部を切り抜き、分光画像はカラー画像として表示している

fig3. 非接触スキャナ北斎Ⅱ

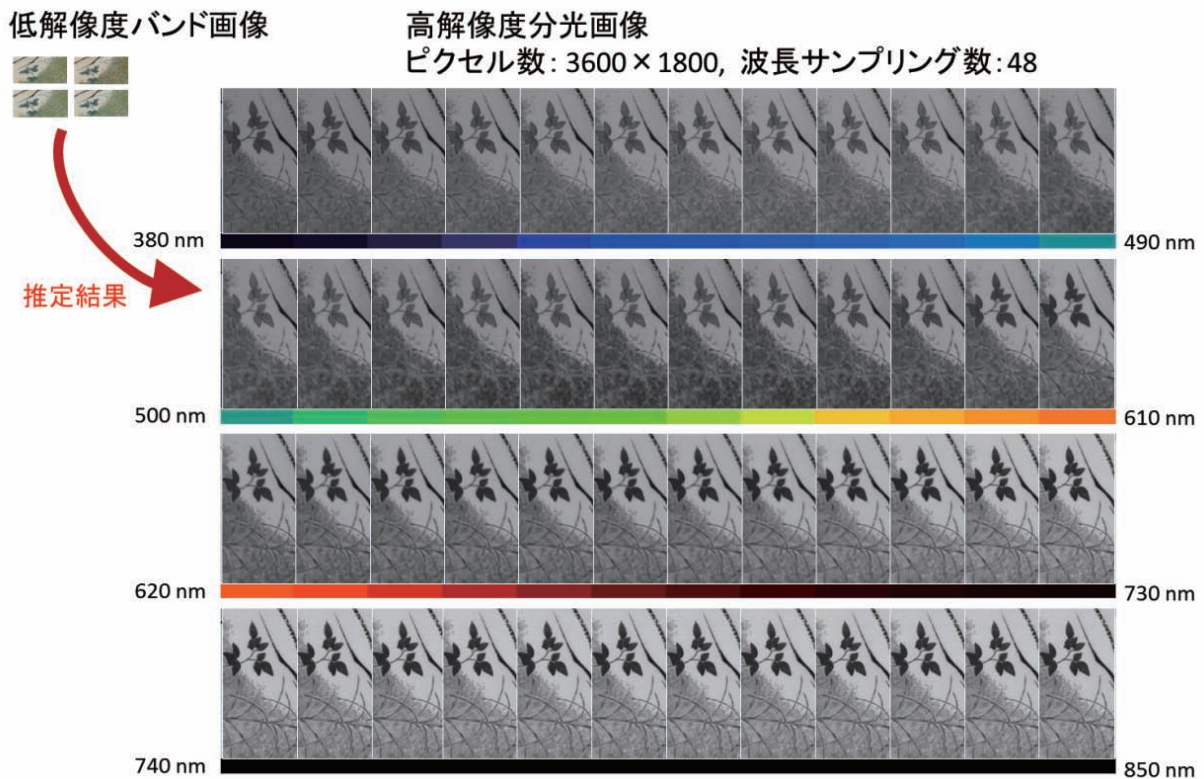


fig4. 推定された高解像度分光画像

これまで出版した論文など

【論文】

- 1) J. A. Toque, Y. Murayama, Y. Matsumoto, A. Ide-Ektessabi, "Polarized light scanning for cultural heritage investigation", Proceedings of the SPIE, Computer Vision and Image Analysis of Art II, Vol. 7869, pp. 78690N-78690N-7, (2011)
- 2) J. A. Toque, Y. Murayama, A. Ide-Ektessabi, "Pigment identification based on spectral reflectance reconstructed from RGB images for cultural heritage investigations", Proceedings of SPIE, the International Society for Optical Engineering, Vol. 7531, 75310K, (2010)
- 3) J. A. Toque, M. Komori, Y. Murayama, A. Ide-Ektessabi, "Analytical Imaging of Traditional Japanese Paintings Using Multispectral Images", Computer Vision, Imaging and Computer Graphics. Theory and Applications International Joint Conference, VISIGRAPP 2009, Lisbon, Portugal, February 5-8, 2009. Revised Selected Papers, Springer Berlin Heidelberg, pp. 119-132, (2010)

【ポスター発表】

- 1) Y. Murayama, "A High-resolution Noncontact Image Scanner For Cultural Heritage Assets With High Specular Reflection", Microsoft Research Asia eHeritage Workshop 2010, Taipei, Taiwan, (May 2010)
- 2) Y. Murayama, J. A. Toque, Ide-Ektessabi, "High-resolution polarized scanning for analyzing Japanese folding screens with gold and silver foils", Technart 2011, P21, Berlin, Germany, (April 2011)

【口頭発表 査読あり】

- 1) Y. Murayama, A. Ide-Ektessabi, "Application of Bayesian image super-resolution to Spectral Image Estimation", Technart 2011, O5, Berlin, Germany, (April 2011)
- 2) 村山雄亮, "ベイズ超解像を応用した分光画像推定", 第13回 芸術のための科学技術、京都、(2011年3月)