

信頼される AI の基盤技術
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

小野 峻佑

東京工業大学 情報理工学院
准教授

センシングと知識発見の間に橋をかける数理的データ解析基盤

研究成果の概要

本研究は、計測対象/過程/環境に付随する様々な性質・条件(センシング知見)を数論的に取り入れることで、計測データに内在する劣化・不完全性を克服し、信頼可能な知識発見に足る質と量を備えた信号情報を解析するための基盤的技術の創出を目的としている。

本年度の主な研究成果を以下に列挙する。

1. リモートセンシングハイパースペクトルデータの空間構造を陽に反映した正則化指標

衛星に搭載されたイメージングセンサーによって計測したハイパースペクトルデータは、様々なノイズ・劣化に汚染されている。これを適切に取り除くためには、ハイパースペクトルデータの構造を適切に捉えた正則化指標の設計が非常に重要となる。しかし、従来の指標は、エッジやテクスチャが混在するHS画像の複雑な空間構造を保持したノイズ除去を行うには不十分であった。この問題を解決するため、本成果では、HS画像の空間構造を明示的に反映したグラフに基づく重み付き空間差分作用素を取り入れた Graph Spatio-Spectral Total Variation を提案した。従来の指標に比べて、計測対象(地表等)の構造＝センシング知見を明確に反映できるようになったため、解析において、詳細な空間構造を維持しながらノイズのみを効果的に除去することが可能になった。

2. 計測ノイズ・欠損にロバストなハイパースペクトルデータ合成手法

ハイパースペクトル計測には、空間解像度とスペクトル解像度間にハードウェア的限界に規定される本質的なトレードオフが存在する。一方、環境モニタリングや地質学的応用をはじめとして、両方の解像度が十分に高いハイパースペクトルデータの取得が分野の進展の鍵となるケースも多い。このような背景のもと、空間解像度/スペクトル解像度が高いデータを2種類用意し、これを合成するアプローチが数多く研究されてきたが、そのどれもが計測ノイズ・欠損等を十分に考慮しておらず、実際の衛星画像データに適用した際の頑健性に大きな問題があった。これを解決するため、本成果では、理想的なハイパースペクトルデータの推定(合成)と手元にある計測データのノイズ・欠損を同時に行う手法を提案している。提案法は、単にロバストな合成を行うだけでなく、2種類の計測データに対する整合性や外れ値・欠損を特徴づけるスパース項を制約条件として表現することで、パラメータ設定の簡易化と合成結果の説明性向上を実現している。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Shingo Takemoto, Kazuki Naganuma, and Shunsuke Ono, "Graph spatio-spectral total variation for hyperspectral image denoising," IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 19, no. 6012405, pp. 1-5, 2022.
- 2) Saori Takeyama and Shunsuke Ono, "Robust hyperspectral image fusion with simultaneous guide image denoising via constrained convex optimization," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 60, no. 5544518, pp. 1-18, Nov. 2022.
- 3) Takayuki Nagata, Keigo Yamada, Taku Nonomura, Kumi Nakai, Yuji Saito, and Shunsuke Ono, "Data-driven sensor selection method based on proximal optimization for high-dimensional data with correlated measurement noise," IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 70, pp. 5251-5264, Nov. 2022.