Hyperspectral Anomaly Detection based on Local-Tensor-Nuclear-Norm

M23海自43

派遣先 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium
(IEEE IGARSS) 2023 (アメリカ合衆国・カリフォルニア州パサデナ)

期間 2023年7月17日～2023年7月22日 (6日間)

申請者 北九州市立大学 大学院国際環境工学研究科

博士課程前期2年 三 嶋 実 桜

海外における研究活動状況

研究目的

リモートセンシングによる異常検知では、ハイパースペクトル画像を解析することで、物体を識別する。しかし、ハイパースペクトル画像は、センサノイズや画素欠損などによる劣化が発生する。そのため、ノイズを考慮した異常検知を行うことで、性能の向上を図る。

海外における研究活動報告

電気電子分野における世界最大の学会IEEEのソサイエティの1つである、Geoscience and Remote Sensing Societyが主催するリモートセンシング分野のフラグシップ会議であるThe International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS) 2023に参加した。本研究発表では、センサノイズや画素欠損などの劣化したハイパースペクトル画像(HSI)にも頑健な異常検知技術の発表を行なった。

ハイパースペクトル画像(HSI)は、可視光から近赤外までのスペクトルを数十から数百の単位で細分化した高次元データであり、リモートセンシング分野においては、航空機や地球観測衛星に搭載されたHSIセンサを用いて地表

を観測している。物質ごとに異なるスペクトル反射特性を持つため、それを手がかりに画像を解析することで物体を識別し、災害監視や環境保全、都市計画、軍事防衛など多岐にわたる分野でHSIによる異常検知が活用されている。これまでは、主成分分析(PCA)やロバスト主成分分析(RPCA)などのデータの低ランク性に着目した手法が用いられていたが、観測データにセンサノイズや画素欠損の含まれる場合、異常検知性能が著しく低下してしまう問題が発生していた。その場合、異常領域の推定が困難であるため、植生や地形把握の誤り、航空機・自動車などの映り込み物体の誤検出などの重大なミスにつながる。

この課題を解決するために、センサノイズにより劣化したHSIから異常検知をロバストに行うことのできる、テンソルロバスト主成分分析(TRPCA)に基づく異常検知手法を提案した。具体的には、背景を含む低ランク成分、異常値を含むスパース成分、非スパースなノイズ成分に3つのテンソルに観測HSIを分解する最適化手法を提案した。提案手法では、背景成分の低ランク成分を特徴づけるために局所テンソル核ノルムという正則化技術を提案した。さらに、異常値は背景とは異なるスペクトル反射特

性であり、疎(スパース)に観測HSIに存在するという仮定のもと異常値を含むスパーステンソルの正則化をグループスパース性が促進されるものに拡張した。再構成誤差制約のもと上述した正則化項を含む最適化問題を定式化し、それを交互方向乗数法により解くことで、観測HSIから3成分の分離を実現した。シミュレーション実験より、ノイズにより劣化したHSIから従来手法よりも高精度な異常検知を実現できることを確認した。

本研究成果をIGARSS 2023「Rare Target Detection in Spectral Imagery I」(現地時間7月21日13:00~14:15)のセッションに参加し、口頭発表を行なった。本セッションでは、カモフラージュされた物体の異常検知の発表や、ハイパースペクトルセンサを搭載したドローンを用いて軍事目標の検知の発表などがあった。質疑応答では、聴講者から最適化式に含まれているパラメータの自動決定方法に関する質問

があり、パラメータ自動決定の困難さの説明と実験での設定方法について回答した。

本会議への参加を通して、リモートセンシングに関する技術や研究動向についての知見を深めることができた。今回の国際会議参加によって得られた貴重な経験をゼミ活動や国内学会での研究発表を通して広く還元することで、日本の学術研究の発展に貢献したいと考えている。

最後に、本会議に参加するにあたりご援助をいただきました村田学術振興財団に深く感謝申し上げます。

**この派遣の研究成果等を発表した
著書、論文、報告書の書名・講演題目**

Mio Mishima, Iori Kobayashi, Ryo Matsuoka, “Hyperspectral Anomaly Detection based on Local-Tensor-Nuclear-Norm,” IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS), pp. 2157--2160, Pasadena, CA, USA, July 2023.