

2024 年度年次報告書

次世代 AI を築く数理・情報科学の革新

2023 年度採択研究代表者

長沼 一輝

東京科学大学 情報理工学院

研究員

マルチモーダル辞書学習による先端計測のための画像再構成

研究成果の概要

本研究は、厳しい劣化が伴う先端イメージングデータ解析から実応用に資するような情報を解析するために、厳しい劣化への対応と複数の計測ドメインにおけるデータの統合的な扱いを可能にする辞書学習法の確立を目指すものである。ここで、辞書学習とは、真の情報をスパースに表現する変換(辞書)をデータから学習する技術であり、「スパース表現による解析情報と計測データとの整合性を保つ項(データ項)」と「係数のスパース性を評価する項(スパース項)」からなる最適化問題を解くことで実現される技術である。

項目1では厳しい劣化の伴うデータから適切にスパース表現を学習するための方法論を探索することで質的問題を克服し、項目2では次元構造の異なるデータを学習することで量的問題を克服し、項目3では項目1および項目2で得られた辞書を統合する方法を確立することで質・量的問題を克服したスパース表現学習法を確立する。

今年度はすべての項目の根幹をなすアルゴリズムを効率化するための方法論を開拓し [成果 3]、加えてスパース表現において重要な技術である「スパース性の促進」を強化するための研究を遂行した [成果 5]。また、本研究で対象としている高次元・大規模データを扱うために計算規模の問題に直面したため、異なる構造間の関係性を考慮しながら適切に圧縮してデータを扱う技術 [成果 4] およびその関係性を考慮しながら適切に劣化を除去するための技術 [成果 1] を確立した。そして、異なる構造を持つ二つのデータを融合する技術の開発 [成果 2] を通して、項目3の事前検討も進めている。

【代表的な原著論文情報】

- 1) Eisuke Yamagata, Kazuki Naganuma, and Shunsuke Ono, "Robust time-varying graph signal recovery for dynamic physical sensor network data," IEEE Transactions on Signal and Information Processing over Networks, Jan. 2025.
- 2) Ryosuke Isono, Kazuki Naganuma, and Shunsuke Ono, "Robust spatiotemporal fusion of satellite images: A constrained convex optimization approach," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 62, pp. 1-16, Apr. 2024, Art no. 5404516.
- 3) Takafumi Ueki, Kazuki Naganuma, and Shunsuke Ono, "Stable and lightweight deep primal-dual unrolling for constrained image restoration with convolutional sparse coding," in Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, pp. 1-5, Apr. 2025.
- 4) Keitaro Yamashita, Kazuki Naganuma, and Shunsuke Ono, "Controlling the number of sample-contributive vertices in generalized sampling of graph signals," in Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing, pp. 1-5, Apr. 2025.
- 5) Kazuki Naganuma and Shunsuke Ono, "Hyperspectral unmixing with row-sparsity enhancement: A difference-of-convex approach," in Proceedings of APSIPA Annual Summit and Conference, pp. 1-5, Dec. 2024.