

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：13101

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19H04135

研究課題名（和文）高次元信号復元のための構造化畳み込みネットワーク

研究課題名（英文）Structured Convolutional Networks for High-dimensional Signal Restoration

研究代表者

村松 正吾（Muramatsu, Shogo）

新潟大学・自然科学系・教授

研究者番号：30295472

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、高次元信号復元の効率化と性能向上を目指し、高次元信号の生成モデルに有効な構造制約を明らかにすることを目的とした。新たな構造化辞書や構造化畳み込みネットワークを構築し、複素拡張、並列化、階層化、多層化、学習設計および復元アルゴリズムの効率化に取り組んだ。ボリュームデータ、複素画像データ、高次元時系列データなど多様な実データを対象として、提案する復元処理の有効性を評価した。研究成果として、国内学会にて21件、国際会議にて16件の発表と学術論文3件の掲載を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究課題の基盤には、研究代表者・村松が研究課題「基盤研究(C) 多次元信号復元のための事例に基づく非分離冗長重複変換の設計と実現」(26420347, 2014～2016年度)で挙げた成果があった。フィルタバンクの多層化、階層化、複素拡張、非線形拡張など未解決課題に取り組んだ結果、多様な高次元信号の有力な生成モデルが得られた。特に、最適化理論に基づき観測過程と生成過程を切り分けてネットワーク構造に反映した点など、既存の畳み込みネットワークにはない特徴を実現できた。国内学会や国際会議での発表、学術論文の掲載を通じて、本研究課題の成果が幅広い分野の発展に寄与できることを示せた。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study was to clarify effective structural constraints on generative models of high-dimensional signals in order to improve the efficiency and performance of high-dimensional signal restoration. New structured dictionaries and structured convolutional networks were constructed, and efforts were made to improve the efficiency of complex extension, parallelization, hierarchization, multilayering, learning design, and restoration algorithms. We evaluated the effectiveness of the proposed restoration process on a variety of real data, including volumetric data, complex image data, and high-dimensional time series data. As research results, we made 21 presentations at domestic conferences, 16 presentations at international conferences, and published 3 papers in academic journals.

研究分野：信号処理

キーワード：スパースモデリング 信号復元 信号推定 辞書学習 畳み込み構造

1. 研究開始当初の背景

画像データやボリュームデータなど高次元(大容量)信号に対する復元において、原データを効果的に表現できる生成モデルの利用が、高品質な結果を得るために必要不可欠である。通常、厳しい環境で取得された信号や複雑な現象に対する復元を行う際、計測データは一部の情報しか与えてくれない。もし、求めたい原データに関して何かしらの事前知識があれば、その知識を復元への追加の手がかりとして利用できる。生成モデルは、この事前知識を数式表現したものである。

研究開始当初、画像復元を目的として様々な生成モデルが提案されていた。例えば、「全変動ノルム(隣接画素間の差分絶対値の総和)が小さい」とする生成モデルである。典型的な画像が、ほぼ平坦で急峻な変化を希にしか含まない性質を表現する。2010年代、生成モデルをデータ駆動で与える方法が主流となった。原データ x を行列 D と係数ベクトル α の積 $x = D\alpha$ で表現し、 α の要素がほとんど零値(スパース)となるよう、事例データを利用して行列 D を予め訓練しておく。行列 D は辞書とよばれる。 D の訓練は辞書学習、スパースな α の探索はスパース符号化とよばれる。当時は深層畳み込みニューラルネットワーク(DCNN)の信号復元への適用もみられた。DCNNは信号の局所的特徴を抽出する畳み込みや非線形関数などを多層化したフィードフォワード型ネットワークである。DCNNの畳み込み層は生成モデルの役割も担い、大量の事例データにより訓練される。DCNNの影響を受け、辞書 D に畳み込み構造を導入した畳み込みスパース符号化(CSC)や多層CSC(ML-CSC)も提案されていた(図1)。このように生成モデルにおける畳み込み構造の重要性が増していた。一方、系統的・戦略的な構造の設定法がなく、応用毎に試行錯誤を余儀なくされる状況にあった。特に、従来法は生成モデルと観測過程の切り分けができない問題を抱え、その挙動の把握にも困難があった。

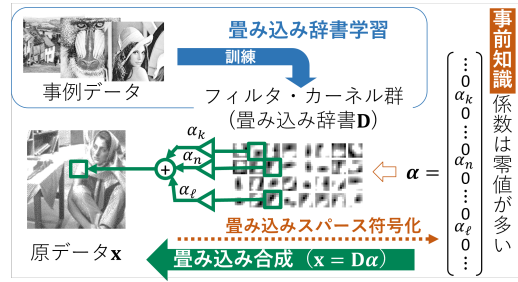


図1: 事例学習による畳み込み辞書を利用した生成モデルの概略図。辞書内のフィルタ・カーネルの重みづけ和で原データを局所毎にスパース表現する。

2. 研究の目的

本研究では、高次元信号復元の効率化と性能向上を目指した。以下に目的をまとめる。

- 高次元信号の生成モデルの学習設計に有効な畳み込み辞書の構造制約を明らかにする。
- 高次元信号の復元処理に有効な畳み込みネットワークの構造制約を明らかにする。
- 畳み込みネットワークへの構造制約の導入が汎用的に有効であることを実証する。

高次元信号に対するデータ駆動型の生成モデル構築には、通常、大量の事例データと膨大な計算が要求される。DCNNやML-CSCなど畳み込み構造を利用するネットワークは、データの局所性を仮定して設計パラメータを削減する。それでもなお、設計コストは高い。「畳み込みネットワークの構成に理論や領域知識を活かせないのか?」という問いが本研究の動機にある。例えば、フィルタ・カーネルを対称に制約すれば設計パラメータ数を半減でき、位相歪みを回避できる。畳み込み辞書を平面回転の組み合わせで構成すれば、設計パラメータ数を削減しつつ変換後の振幅増幅を制限できる(図2)。直流無漏洩制約を課せば復元後のチェス盤状の歪みを回避できる。このような畳み込み辞書構造の効用について議論することが本研究の目的であった。

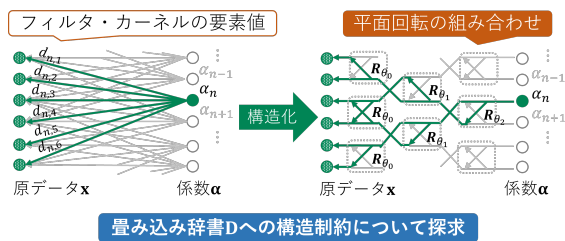


図2: 畳み込み辞書 D による合成処理の一部の例。 $d_{n,k}$ はフィルタ・カーネルの要素値。平面回転 R_{θ} の組み合わせで構造的に畳み込み辞書 D を制約し、パラメータ数を削減する。

3. 研究の方法

本研究課題では、高次元信号の生成モデルに有効な構造制約を明らかにするため、新たな構造化辞書や構造化畳み込みネットワークを構築し、複素拡張、並列化、階層化、多層化、学習設計および復元アルゴリズムの効率化に取り組んだ。ボリュームデータ、複素画像データ、高次元時系列データなど多様な実データを対象として、提案する復元処理の有効性を評価した。

(1) 研究の概略

図3に本研究課題で扱った復元問題の概略図を示す。畳み込み辞書の構造制約に関しては、応用に適した設計コストの削減や復元性能の向上を目指すための課題に取り組んだ。例えば、畳み込みネットワークにおける「生成モデルと観測過程の切り分け」、「スパース性と非負性など原データに対する制約条件の切り分け」を考慮した。信号生成モデルとして畳み込み辞書に物理的解釈が容易な構造制約を導入し、その有効性を評価した。また、最適化アルゴリズムと融合し、新たな構造化畳み込みネットワークを創出した。提案法を生体断層画像、車載ミリ波レーダ画像、河川観測データなど多様な実データに適用し、その有効性について評価した。フィルタバンクと最適化の理論の融合で課題に取り組んだ。

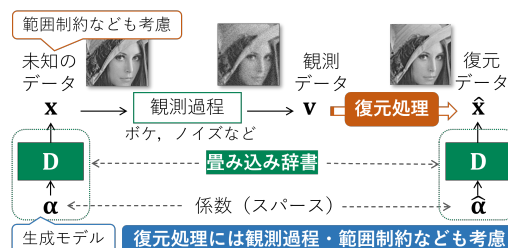


図3: 本研究課題で扱った復元問題の概略図

(2) 研究の推移

研究期間は、2019年度から2021年度までの3年間であった。

2019年度は、主に信号生成モデルとして畳み込み辞書の可能性を探求した。物理的解釈が容易な構造制約を畳み込み辞書に導入し、さまざまな最適化アルゴリズムや動的システムモデリング手法と融合させて、構造化畳み込みネットワークの応用を展開した。生体断層画像、車載ミリ波レーダ画像、河川観測データなど多様な実データに適用し、その有効性と汎用性について評価し、課題を整理した。以下に主な成果をまとめる。

- 主-双対近接分離 (PDS) 法の内部処理の一部に、分析合成処理としての視点を用い、大容量断層画像復元の省メモリ逐次実装及び並列実装を可能とした。
- 縦続接続構造のフィルタバンクと非線形活性化関数を組み合わせた非線形畳み込み辞書を提案しその有効性を確認した。
- 提案する畳み込みスパース符号化動的モード分解 (CSC-DMD) を河床状態推定に適用しその有効性を確認した。
- 複素画像データの効率的なソフト閾値処理や等方性全変動処理の効率的な組み込み実装を可能とした。

2020年度は、主に対称性やタイト性、非分離性など畳み込み辞書が有する性質について各種応用での評価と必要な拡張について議論を進めた。加えて、既存の非分離冗長重複変換 (NSOLT) の枠組みを一般化するために同変換を非線形に拡張した。ほかに階層化とグループスパース性の導入、学習設計の加速について検討した。以下に2020年度の主な成果をまとめる。

- NSOLT に活性化関数を導入し非線形辞書へと一般化した。また、完全再構成を可能とした上で誤差逆伝播設計を実現した。
- NSOLT を各レベル間で独立な設計パラメータを持つツリー構成で実現し、完全再構成を可能とした上で誤差逆伝播設計を実現した。
- NSOLT のツリー構成における係数間の関連付けを信号復元処理に導入し、その有効性を確認した。
- NSOLT 設計に確率的分散縮小勾配 (SVRG) 法を導入し学習設計の加速を実現した。

2021年度は、主に対称性やタイト性、非分離性などの性質を有する畳み込み辞書として NSOLT を基盤とし、深層モデルベースネットワークの構築や復元アルゴリズムを実装する際の演算精度の影響に関する議論を進めた。また、グラフ信号の時間発展式をデータ駆動により導出するため、グラフフィルタバンクを利用した動的モード分解 (DMD) の議論も展開した。以下に2021年度の主な成果をまとめる。

- ツリー構成 NSOLT と係数のスケール間関係を利用したスパースモデリングから、ループ展開ネットワークを構築し、少ない学習パラメータで高品質な画像復元を実現した。
- ツリー構成 NSOLT と係数のスケール間関係を利用し、教師データを必要としない画像復元手法「深層画像事前分布 (DIP) 法」を少ない学習パラメータで実現した。
- PDS 法を用いた画像復元に加速法や有限語調化を導入し、その品質と速度を評価した。
- 合成辞書とスパースモデリングを利用した DMD を時系列グラフ信号の予測問題に適用し、河川水位分布の予測を実施した。

(3) 研究の体制

理論, 設計, 実装, 応用の研究を進めるため, 複数の研究分担者, 研究協力者と共に体制を組織した. 研究代表者・村松が全体を統括し, 解析と実証のグループに分かれて研究を実施した. 解析グループは, 村松と研究分担者・湯川, 小野で構成し, 辞書学習, 信号復元に関する解析とアルゴリズム開発に取り組んだ. 村松は辞書学習と畳み込みネットワークの構造化を, 小野は高次元信号復元処理を, 湯川はオンライン学習と時系列データ処理をそれぞれ担当した. プログラム実装やデータ整理などで大学院生の協力も得た. 実証グループは, 研究分担者・日比野, 崔, 山田, 安田で構成し, 各自が有する領域知識の解析グループへの提供と提案法の有効性の実証を担当した. 日比野, 崔は, 内耳感覚上皮帯の光干渉断層撮像 (OCT) データ取得と振動解析に取り組んだ. 山田は, 車載ミリ波レーダによる複素画像からの障害物・人物検出に取り組んだ. 安田は, 河川の水面起伏計測データからの河川状態推定に取り組んだ. 他に専門知識を有する研究協力者・任書晃, 太田岳, 早坂圭司, 大竹雄および大学院生の協力も得た.

4. 研究成果

本研究課題の主な成果について解析グループと実証グループに分けて以下にまとめる. また, 得られた成果の国内外における位置づけとインパクト, 今後の展開についてまとめる.

(1) 解析グループの成果

畳み込みネットワークの構造, 学習, 推論に関する研究成果の例を紹介する.

【構造】

- S. Muramatsu(2/3), S. Ono (3/3) *et al.*, “Proximal Gradient-Based Loop Unrolling with Interscale Thresholding,” *Proc. of APSIPA ASC*, Dec. 2021 (査読あり)

本研究では, 近接勾配降下法に基づくループ展開ネットワークに, 構造化畳み込み辞書を用いた画像復元手法を提案した (図 4). 辞書にはツリー構成の NSOLT を採用し, プラグ&プレイ手法によりガウス型ノイズ除去としてスケール間閾値処理を適用した. 辞書と閾値関数の設計パラメータを学習可能とし, 深層学習のアプローチで同システムを設計した. ノイズ除去および単一画像超解像のシミュレーションをとおして, 提案手法が少ない設計パラメータで高性能なフィードフォワード型の画像復元処理を与えることを確認した.

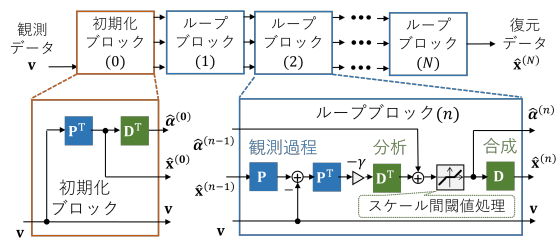


図 4: 新たな構造化畳み込みネットワークを創出

【学習】

- S. Muramatsu(2/3) *et al.*, “Design of Non-Separable Oversampled Lapped Transform via Stochastic Optimization for Image Restoration,” *Proc. of IWAIT*, Jan. 2022 (査読あり)

本研究では, 事例に基づく辞書設計を高速化するための方法を提案した. 畳み込み辞書として NSOLT を採用し, その計算量を削減するために, 学習設計における辞書更新ステップに SVRG を適用することを提案した. 事例画像を利用して NSOLT 辞書の設計を行い, 提案手法の高速化性能を確認した.

【推論】

- S. Muramatsu(3/5), S. Choi (4/5) *et al.*, “Acceleration of PDS-based High-Dimensional Signal Restoration,” *Proc. of APSIPA ASC*, Dec. 2021 (査読あり)

本研究では, PDS に対する加速技術を提案した. ボリュームデータのような高次元信号の復元には, 数時間から数日を要することがある. 本研究では, ふたつの異なる方法でこの課題に取り組んだ. 第一に, PDS に加速法を導入した. 第二に, その固定小数点実装を評価した. 提案手法の有効性を確認するため, 復元性能と処理速度の点で評価を行い, 従来手法との比較検討を実施した.

(2) 実証グループの成果

ボリュームデータ復元, 複素画像復元, 時系列データ推定に関する研究成果の例を紹介する.

【ボリュームデータ復元】

- T. Ota (4/9), F. Nin (5/9), H. Hibino (6/9), S. Choi (7/9), S. Ono (8/9), S. Muramatsu(9/9) *et al.*, “Sparsity-Aware OCT Volumetric Data Restoration Using Optical Synthesis Model,” DOI: 10.1109/TCI.2022.3183396, *IEEE Trans. on Computational Imaging*, 2022 (査読あり)

本研究では、OCT データに対する新しい復元モデルを提案した。OCT 装置は近赤外レーザーを用いて数 μm の断層画像を取得する装置であり、生体組織の計測に用いられる。しかし、OCT は様々なノイズに埋もれた反射光を推定必要がある。そこで、本研究では、この課題に対し、潜在的な屈折率分布を仮定し、PDS を用いて復元アルゴリズムを導出した。人工データによるシミュレーションと実観測による実験により、提案手法の有効性を示した。

【複素画像復元】

- S. Muramatsu(2/3), H. Yamada (3/3) *et al.*, “Fixed-Point Arithmetic of ℓ_2 -norm Approximation for 2-tuple Arrays with Rotated ℓ_1 -norm Evaluation,” *Proc. of APSIPA ASC*, Dec. 2020 (査読あり)

本研究では、複素データに対するソフト閾値処理を固定小数点数演算で高精度に実現する高速近似法を提案した。ハードウェア実装に適した近似アルゴリズムを得るために、四角錐の回転表面の上界が円錐をなぞることを利用し、変数の乗算が少なく、並列実装が容易な手法を与えた。画像復元性能とソフトウェア/ハードウェア協調設計の合成レポートを評価し、提案手法の有効性を確認した。

【時系列データ推定】

- S. Muramatsu(2/7), H. Yasuda (3/7), K. Hayasaka (4/7), Y. Otake (5/7), S. Ono (6/7), M. Yukawa (7/7) *et al.*, “Convolutional-Sparse-Coded Dynamic Mode Decomposition and Its Application to River State Estimation,” DOI: 10.1109/ICASSP.2019.8683848, *Proc. of IEEE ICASSP*, May 2019 (査読あり)

本研究では、データ駆動型の高次元時系列解析手法としてDMDとCSCを統合したCSC-DMDを提案した。応用例として、水面観測からの河床形状の推定に提案法を適用した。この推定では、CSC-DMDによる時間発展予測結果を制約にして、水面観測から河床形状をPDSにより復元した。河川模型実験により計測された水面および河床形状の時系列データセットを利用して、学習と検証により、提案手法の有効性を確認した。

(3) 国内外における位置づけとインパクト

本研究課題の基盤には、研究代表者・村松が研究課題「基盤研究(C)多次元信号復元のための事例に基づく非分離冗長重複変換の設計と実現」(26420347, 2014~2016年度)で挙げた成果があった。フィルタバンクの多層化、階層化、複素拡張、非線形拡張など未解決課題に取り組んだ結果、多様な高次元信号の有力な生成モデルが得られた。特に、最適化理論に基づき観測過程と生成過程を切り分けてネットワーク構造に反映した点など、既存のDCNNやML-CSCにはない特徴を実現できた。国内学会や国際会議での発表、国際誌への論文掲載を通じて、本研究課題の成果が幅広い分野の発展に寄与できることを示せた。

(4) 今後の展望

本研究課題では畳み込みのシフト不変性に起因するネットワーク構造の解釈困難性などの課題も認識された。今後は、複雑な物理現象の時間発展を的確に表現する接空間学習やグラフ上の動的システムの研究へと展開する。

① 接空間学習への展開

この研究では、複雑な物理現象の時間発展を的確に表現するモデル化手法の確立を目的とする。多様体の接空間を直接捉える独自の線形構造を提案し、データ駆動による系統的なモデリングを実現する。本研究では、畳み込みの局所構造を継承しながら、ユニタリ制約を満たす制御可能な線形層を与える。接空間に直接対応するその構造は高い解釈性を与え、現象の理解を促進し、その予測と制御に高性能化をもたらすと期待できる。なお、2022年度より基盤研究(A) 22H00512 “動的システムモデリングのための局所構造化ユニタリネットワークと接空間学習”(代表: 村松 正吾)として取り組みを始めている。

② グラフ信号への展開

この本研究では、水系内の複雑河川網の水位動態を一体に表現する状態空間モデルの体系的な導出に取り組む。現在、河川の洪水予測モデルは存在するものの、水系全体を制御対象とみなしたモデルは存在しない。すなわち、降雨に対する水系の可制御性などの議論ができない。そこで、グラフ信号処理と動力学モデリングを併用し、水系内の複数河川の水位の時間発展式を地理情報と水位観測データから導出する。同発展式は水系を一体に扱える制御理論の拠所となる。なお、本研究課題に関連する先行研究として以下の発表を行った。

- S. Muramatsu(2/5), H. Yasuda (3/5), K. Hayasaka (4/5), Y. Otake (5/5), “Sparse-Coded Dynamic Mode Decomposition on Graph for Prediction of River Water Level Distribution,” DOI: 10.1109/ICASSP39728.2021.9414533, *Proc. of IEEE ICASSP*, June 2021 (査読あり)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Ruiki KOBAYASHI, Genki FUJII, Yuta YOSHIDA, Takeru OTA, Fumiaki NIN, Hiroshi HIBINO, Samuel CHOI, Shunsuke ONO, Shogo MURAMATSU	4. 巻 Early access
2. 論文標題 Sparsity-Aware OCT Volumetric Data Restoration Using optical Synthesis Model	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Computational Imaging	6. 最初と最後の頁 1~16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TCI.2022.3183396	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kazuki NAGANUMA, Shunsuke ONO	4. 巻 60
2. 論文標題 A General Destriping Framework for Remote Sensing Images Using Flatness Constraint	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	6. 最初と最後の頁 1~16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1109/TGRS.2022.3153995	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 坂上史弥, 山田寛喜	4. 巻 J105-B
2. 論文標題 ミリ波MIMOレーダを用いたCNNによる人物動作認識における有効な動作イメージングデータに関する検討	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 電子情報通信学会論文誌B	6. 最初と最後の頁 259-269
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計37件（うち招待講演 4件 / うち国際学会 16件）

1. 発表者名 Soushi TAKAHASHI, Shogo MURAMATSU and Gwanggil JEON
2. 発表標題 Design of Non-Separable Oversampled Lapped Transform via Stochastic Optimization for Image Restoration
3. 学会等名 International Workshop on Advanced Image Technology (IWAIT) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shogo MURAMATSU
2. 発表標題 Development of Cyber-Physical System for Active Control of River Channels
3. 学会等名 APSIPA Winter School 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Ruiki KOBAYASHI, Shogo MURAMATSU, Shunsuke ONO
2. 発表標題 Proximal Gradient-Based Loop Unrolling with Interscale Thresholding
3. 学会等名 APSIPA Annual Summit and Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Gai YAMAMOTO, Yuya KODAMA, Shogo MURAMATSU, Samuel CHOI, Gwanggil JEON
2. 発表標題 Acceleration of PDS-Based High-Dimensional Signal Restoration
3. 学会等名 APSIPA Annual Summit and Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fumiya SAKAGAMI, Hiroyoshi YAMADA
2. 発表標題 On Effective Parameter for Human Motion Recognition with MW-MIMO Radar Using CNN
3. 学会等名 International Symposium on Antennas and Propagation (ISAP) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Dongqi LIU, Yutaka NAITO, Chen ZHANG, Shogo MURAMATSU, Hiroyasu YASUDA, Kiyoshi HAYASAKA, Yu OTAKE
2. 発表標題 River Flow Path Control With Reinforcement Learning
3. 学会等名 IEEE International Conference on Autonomous Systems (ICAS) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 M Ibnul MORSHED, Shogo MURAMATSU
2. 発表標題 Improvement of Object Detection from SAR Image Using Speckle Filter
3. 学会等名 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Jikai LI, Ruiki KOBAYASHI, Shogo MURAMATSU, Gwanggil JEON
2. 発表標題 Image Restoration with Structured Deep Image Prior
3. 学会等名 36th International Technical Conference on Circuits/Systems, Computers and Communications (ITC-CSCC) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yusuke ARAI, Shogo MURAMATSU, Hiroyasu YASUDA, Kiyoshi HAYASAKA, Yu OTAKE
2. 発表標題 Sparse-Coded Dynamic Mode Decomposition on Graph for Prediction of River Water Level Distribution
3. 学会等名 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂上 史弥, 山田 寛喜
2. 発表標題 ミリ波レーダを用いた人物動作分類における イメージング分解能と分類精度について
3. 学会等名 2022年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Zuxuan ZHANG, 児玉 侑也, 村松 正吾, 山田 寛喜
2. 発表標題 複素絶対値近似計算によるSAR画像復元
3. 学会等名 2022年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 村松 正吾
2. 発表標題 河道能動制御のためのサイバーフィジカルシステム(CPS)開発
3. 学会等名 IEEE札幌支部学術講演(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 坂上 史弥, 山田 寛喜
2. 発表標題 ミリ波MIMOレーダによる2次元イメージングとCNNを用いた 高精度な人物動作識別に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会アンテナ・伝播研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 雅偉, 村松 正吾
2. 発表標題 主-双対近接分離法による高次元信号復元の高速化に関する研究
3. 学会等名 映像情報メディア学会メディア工学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋 颯志, 村松 正吾
2. 発表標題 画像復元のためのNSOLT辞書学習の加速に関する研究
3. 学会等名 映像情報メディア学会メディア工学研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Shogo MURAMATSU
2. 発表標題 Sparsity-Aware High-Dimensional Data Restoration with Convolutional Dictionary Learning
3. 学会等名 IEEE/IEIE International Conference on Consumer Electronics Asia 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shogo MURAMATSU
2. 発表標題 Sparsity-Aware Image and Volumetric Data Restoration with Convolutional Dictionary Learning
3. 学会等名 APSIPA Summer School 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ruiki KOBAYASHI, Shogo MURAMATSU
2. 発表標題 Convolutional Nonlinear Dictionary with Cascaded Structure Filter Banks
3. 学会等名 IEEE/IEIE International Conference on Consumer Electronics Asia 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kazuki SAKASHITA, Shogo MURAMATSU
2. 発表標題 Image Restoration by Group Sparsity with Union of Hierarchical DirLOTs
3. 学会等名 APSIPA Annual Summit and Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuya KODAMA, Shogo MURAMATSU, Hiroyoshi YAMADA
2. 発表標題 Fixed-Point Arithmetic of l_2 -norm Approximation for 2-tuple Arrays with Rotated l_1 -norm Evaluation
3. 学会等名 APSIPA Annual Summit and Conference (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂上史弥, 山田寛喜, 村松正吾
2. 発表標題 ミリ波FM-CWレーダを用いたCNNによる人物の動作分類に関する基礎検討
3. 学会等名 電子情報通信学会宇宙・航行エレクトロニクス研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 坂下和貴, 村松正吾
2. 発表標題 階層型冗長辞書とスケール間依存性を利用したグループスパース画像復元
3. 学会等名 映像情報メディア学会メディア工学研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林累輝, 村松正吾
2. 発表標題 高次元信号復元のための構造化畳み込み非線形辞書
3. 学会等名 第35回信号処理シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Godage YASAS, Shogo MURAMATSU
2. 発表標題 Self-Attention Network with Non-Separable Oversampled Lapped Transforms for Object Recognition
3. 学会等名 2021年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Genki FUJII, Yuta YOSHIDA, Shogo MURAMATSU, Shunsuke ONO, Samuel CHOI, Takeru OTA, Fumiaki NIN, Hiroshi HIBINO
2. 発表標題 OCT Volumetric Data Restoration with Latent Distribution of Refractive Index
3. 学会等名 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Weiwei SHAN, Shogo MURAMATSU, Hiroyoshi YAMADA, Akira OSHIMA
2. 発表標題 Successive Stripe Artifact Removal Based on Robust PCA for Millimeter Wave Automotive Radar Image
3. 学会等名 APSIPA Annual Summit and Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉田祐太, 藤井元暉, 村松正吾, 崔 森悦, 小野峻佑, 太田 岳, 任 書晃, 日比野 浩
2. 発表標題 3次元非分離冗長重複変換によるOCTボリュームデータ復元
3. 学会等名 電子情報通信学会信号処理研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 児玉侑也, 吉田祐太, 坂下和貴, 村松正吾, 山田寛喜
2. 発表標題 レーダー画像復元のための複素ISTA組込み実装
3. 学会等名 映像情報メディア学会メディア工学研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Weiwei SHAN, Shogo MURAMATSU, Akira OSHIMA and Hiroyoshi YAMADA
2. 発表標題 ADMM-Based Stripe Artifact Removal for Millimeter Wave Radar
3. 学会等名 IEEE Shin-etsu Section Session
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林累輝, 村松正吾
2. 発表標題 スパースモデリングのための非線形畳み込み辞書学習の検討
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 坂下和貴, 村松正吾
2. 発表標題 非分離冗長重複変換を用いたリアルタイムSURE-LETノイズ除去
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大島彬, 山田寛喜, 村松正吾
2. 発表標題 スクイントモード車載ミリ波SAR処理におけるカーブ起動に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会信越支部大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 崔森悦, 村松正吾, 太田岳, 任書晃, 鈴木孝昌, 日比野浩
2. 発表標題 多波長走査型光コヒーレンス顕微鏡とスパースモデリングによる内耳感覚上皮帯ボリュームデータの3次元画像復元
3. 学会等名 応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 児玉 侑也, 村松 正吾, 山田 寛喜
2. 発表標題 二次元ベクトル場のための12ノルム固定小数点演算 - 等方性全変動と複素絶対値 -
3. 学会等名 第34回信号処理シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 金子 侑平, 村松 正吾, 安田 浩保, 早坂 圭司, 大竹 雄, 小野 峻佑, 湯川 正裕
2. 発表標題 波動現象を考慮した畳み込みスパース符号化動的モード分解による河床状態推定
3. 学会等名 第34回信号処理シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小林 累輝, 村松 正吾, 小野 峻佑, 湯川 正裕
2. 発表標題 縦続接続フィルタバンクを利用した構造化畳み込み非線形辞書の検討
3. 学会等名 第34回信号処理シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 新井裕介, 金子侑平, 村松正吾, 安田浩保, 早坂圭司, 大竹 雄
2. 発表標題 水制の模型実験による畳み込みスパース符号化動的モード分解の性能評価
3. 学会等名 電子情報通信学会信号処理研究会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 計算装置、複素数の絶対値の計算方法及びプログラム	発明者 村松正吾, 山田寛喜, 児玉侑也	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、2019-198315	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

多次元信号・画像処理研究室 - 研究プロジェクト http://msiplab.eng.niigata-u.ac.jp/projects MathWorks社SaivDr Package ホームページ http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/45084-saivdr-package GitHub - SaivDr Package for MATLAB/Simulink ホームページ https://github.com/msiplab/SaivDr Code Ocean - OctVolRstr Project https://codeocean.com/capsule/5824110
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	日比野 浩 (Hibino Hiroshi) (70314317)	大阪大学・医学系研究科・教授 (14401)	
研究分担者	崔 森悦 (Choi Samuel) (60568418)	新潟大学・自然科学系・准教授 (13101)	
研究分担者	山田 寛喜 (Yamada Hiroyoshi) (20251788)	新潟大学・自然科学系・教授 (13101)	
研究分担者	安田 浩保 (Yasuda Hiroyasu) (00399354)	新潟大学・災害・復興科学研究所・研究教授 (13101)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	湯川 正裕 (Yukawa Masahiro) (60462743)	慶應義塾大学・理工学部（矢上）・教授 (32612)	
研究分担者	小野 峻佑 (Ono Shunsuke) (60752269)	東京工業大学・情報理工学院・准教授 (12608)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	任 書晃 (Nin Fumiaki)		
研究協力者	太田 岳 (Ota Takeru)		
研究協力者	早坂 圭司 (Hayasaka Kiyoshi)		
研究協力者	大竹 雄 (Otake Yu)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------

韩国	Incheon National University			
----	-----------------------------	--	--	--