

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：56203

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K20306

研究課題名（和文）独立性に基づく音源分離の数理モデル一般化と深層学習の融合

研究課題名（英文）Unification of Deep Learning and Generalized Mathematical Model for Independence-Based Audio Source Separation

研究代表者

北村 大地 (Kitamura, Daichi)

香川高等専門学校・電気情報工学科・講師

研究者番号：40804745

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究課題は、音源分離技術に関する数理的・実用的拡張を目的としている。音源分離とは、複数の音源が混合した観測信号のみから混合前の個々の音源信号を推定する逆問題であり、多くの応用が期待されている。具体的には、音響信号を対象とした音源分離の数理的深化と高性能化を目的として、申請者が過去に提案した手法である「独立低ランク行列分析（ILRMA）」を数理的に一般化した新しい音源分離フレームワークを確立した。これは「音源間の統計的独立性と各音源の構造に関する制約条件」という新たな考え方であり、いかに適切な音源構造制約を与えるかについて、数理的・データの観点から発展させた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本成果により、従来の音源分離手法よりもさらに高性能なアルゴリズムを複数提案することができた。具体的には、(1)「一般化ガウス分布生成モデル」と「音源モデルplug-and-playな最適化法」の理論解析と確立、(2)「深層学習に基づく音源教師あり手法」への発展、(3)「ユーザの介入を組み合わせたインタラクティブ音源分離手法」の3点について、新しい理論として構築できた。(1)については、純粋な音源分離性能の向上に寄与し、(2)については、近年充実しつつある音響信号の学習データの有効活用へとつなげることが可能である。さらに、(3)によって、人と機械が協働する音源分離アルゴリズムが実現された。

研究成果の概要（英文）：This research project aims at extending an existing audio source separation techniques. Audio source separation is a technique that estimates specific audio sources from an observed mixture signal. It is expected that this technique can be applied to many applications using audio signals. In particular, this research project addresses mathematical deepening of the method called "independent low-rank matrix analysis (ILRMA)", which was proposed by the principal investigator. The framework established by this research project is a generalization of conventional techniques and improves performance of audio source separation. This framework provides a new investigation about the unification of "statistical independence between sources" and "structures of each source (source model)" and extends the source model from the viewpoint of both mathematical generalizations and data-driven approaches.

研究分野：音響信号処理

キーワード：音源分離 統計的信号処理 アレイ信号処理 深層学習

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

音源分離技術は、複数の音源が混合した観測信号から混合前の個々の音源信号を推定する技術課題であり、音声認識の精度向上、音声通信の品質向上、補聴器システム、機械システムの異常音検知、音楽信号の能動的鑑賞、音拡張現実、音ヴァーチャルリアリティ等、様々な応用が期待されている社会的需要の高い技術である。学術的・数理的側面では、観測信号中の有意な潜在因子を推定・抽出する機械学習技術であり、近年の深層学習等とも密接に関連する領域である。

1990年代から今日に至るまで研究されており、近年では深層学習に基づく手法も多く提案されているが、民生品等で利用可能な(学習データ規模や計算機資源等に関する強い制約のない)手軽で高品質な技術は未だ不十分であり、多くの音響機器や音響信号処理において有効に活用されている例は多くない。申請者は、本研究課題において、学習データを一切必要とせず「音源間の独立性」を最大限活用する技術(特に独立成分分析と呼ばれる数理アルゴリズム)を主軸に据え、「音源間の独立性+各音源の構造に関する何らかの制約」という新しい音源分離フレームワークを提案した。具体的には、(1) 確率的生成モデルの一般化と音源構造制約の数理的深化、(2) 学習データと深層学習を用いた最適な音源構造制約の自動獲得と適応学習、(3) ユーザから得られる支援情報を活用したインタラクティブ音源分離の開発の3つの観点で理論拡充に取り組んだ。

2. 研究の目的

(1) 確率的生成モデルの一般化と音源構造制約の数理的深化

本研究課題で提案した新しい音源分離フレームワークの概要と成果を図1に示す。申請者が2014年~2018年に、特別研究員DC1及び研究活動スタート支援の助成を受けて提案した独立低ランク行列分析(ILRMA)は、音源間の独立性と個々の音源の時間周波数構造の低ランク性(同じ音色の繰り返しが多いという性質)に基づく音源分離手法であり、その汎用性と簡便性の高さから音源分離分野において有用な技術となった。本研究

課題では、ILRMAを「音源間の独立性+各音源の構造に関する何らかの制約(音源モデル)」に一般化し、低ランク性以外の様々な仮定を導入できる柔軟な手法へと発展させ、さらなる性能向上を狙う。

(2) 学習データと深層学習を用いた最適な音源構造制約の自動獲得と適応学習

近年では、混合する前の音源の学習データ(ギターやボーカルのソロの演奏や雑音だけの信号等)が用意できる場合、深層学習に基づく音源分離手法を検討することが基本的なアプローチとな

る。深層学習等の教師あり機械学習は、学習データが十分であれば強力な手法となるが、申請者が提案する音源分離フレームと比較して強い非線形性を含む処理となるため、人工的

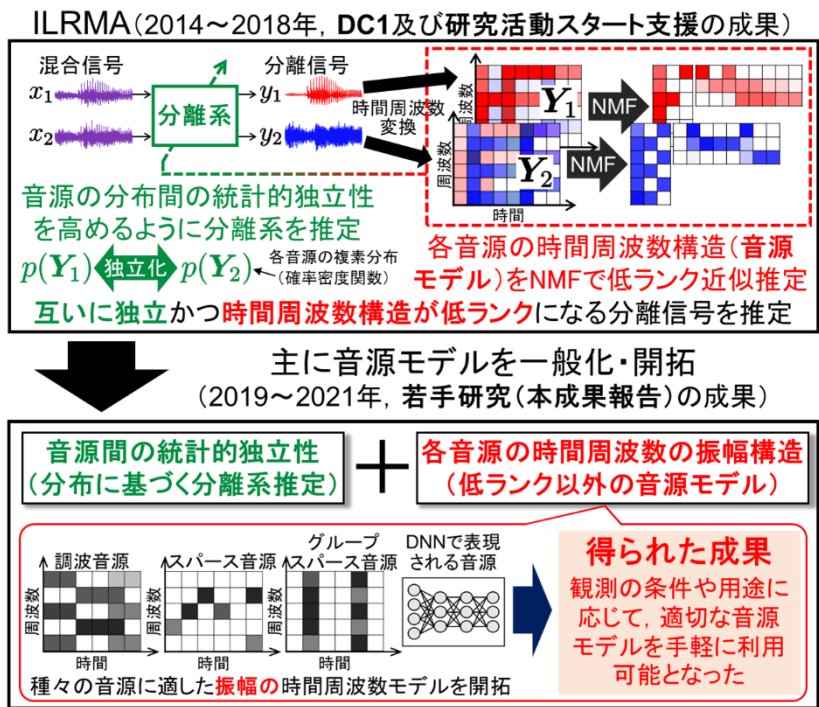


図1 音源分離フレームワークの概要と成果

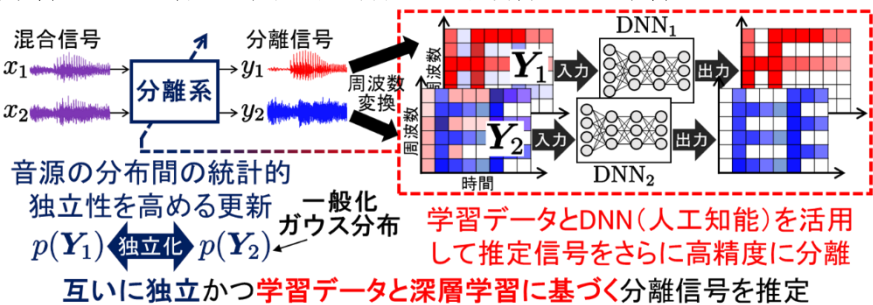


図2: 独立性と深層学習(DNN)に基づく音源分離. 空間情報は統計的独立性からブラインドに推定され, 音源情報は学習データで構築したDNN音源モデルから予測・強調される.

歪みや不自然な波形が出力される傾向にある。音声認識等の多くの音響信号処理においては、このような非線形性に由来する歪みは性能劣化に直接つながるため、学習データを利用しつつも線形な音源分離が達成できる手法が望まれていた。このような需要に対し、申請者は図1下部に示すように、深層ニューラルネットワーク（DNN）で構築される教師あり音源モデルを用いることを提案する。

(3) ユーザから得られる支援情報を活用したインタラクティブ音源分離の開発

本研究課題で提案された新しい音源分離フレームワークは、いずれも数理的に表現された音源モデル、又は深層学習によって学習データから構築された音源モデルに基づく手法といえる。しかしながら、いずれの音源モデルにおいても必ず推定誤差を含んでしまうため、音源分離に失敗してしまう可能性を0にすることは不可能である。そこで本研究課題では、図3に示すように、ユーザが音源分離に介入できる「インタラクティブ音源分離」の実現を目標に掲げた。

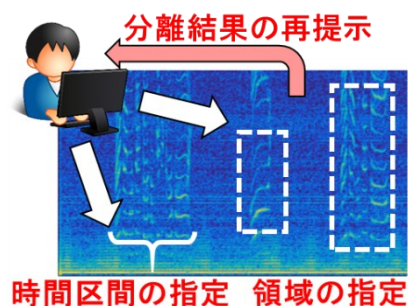


図3: ユーザによるインタラクティブ音源分離。

3. 研究の方法

(1) 確率的生成モデルの一般化と音源構造制約の数理的深化

本研究課題では、ILRMAを「音源間の独立性+各音源の構造に関する何らかの制約（音源モデル）」に一般化し、低ランク性以外の様々な仮定を導入できる柔軟な手法へと発展させた。具体的には、図1下部に示すように、スパースな音源、グループスパースな音源、調波構造を持つ音源等の時間周波数構造を「行列の構造」として数理的に表現し、この音源モデルを導入した音源分離フレームワークの最適化アルゴリズムを導出した。これにより、音楽信号・音声信号・突発的な雑音・常に生じる雑音等、様々な時間周波数構造を持つ音源に対して、その音源の分離を狙ったアルゴリズムを容易に構築することができるようになり、ILRMAで開拓した音源分離の考え方を大きく拡充することに成功した。

(2) 学習データと深層学習を用いた最適な音源構造制約の自動獲得と適応学習

DNNで構築される教師あり音源モデルを提案音源分離フレームワークに統合した新しいアルゴリズムとして、独立深層学習行列分析（IDLMA）を提案した。これにより、学習データが事前にある程度準備できるような状況に対しては、深層学習も援用することが可能となり、申請者が提案する音源分離フレームワークを教師無しから教師ありの分野にも一般化させることに成功した。さらに、深層学習を援用するIDLMAに特化した高速かつ安定な変数最適化アルゴリズムについても理論的に検討し、より有用性の高い手法へと発展させることができた。

(3) ユーザから得られる支援情報を活用したインタラクティブ音源分離の開発

ユーザが音源分離に介入できる「インタラクティブ音源分離」はいわば、人間と機械が協同する音源分離技術であり、避けられない音源分離途中の推定誤差に対して直接的にユーザが正解を与える工学的な解決方法である。実際に与えられるユーザのアノテーションを用いて、さらなる音源分離を実施するシステムをWebブラウザ上で構築し、その高い有用性を示すことに成功した。

4. 研究の成果

前述の各研究目的・方法に関して、全てをまとめると音響信号処理分野のトップジャーナルであるIEEE ASLP誌に5本採録・公刊された他、EURASIPやELSEVIER等の著名なジャーナル誌に6本採録され、合計11本という多数の国際ジャーナルを3年間で公刊するに至った。その他にも25件を超える査読付き国際会議発表や、70件を超える国内学会発表を実施することができた。これは、本研究課題の成果の90%以上の内容が、申請時の計画通りに進められたことに起因しており、想定以上の学術的成果を得ることに成功した。また、音源分離技術の発展に大きく寄与し、申請者が提案する新しい音源分離フレームワークの有用性がさらに深まったといえる。

最後に、唯一計画通りに実施できなかった点について述べる。当初の計画では、本アプローチをさらに発展させて、ユーザだけでなく超小型カメラ等を活用して、マルチモーダル・インタラクティブ音源分離に発展させることを予定していたが、前述の(1)及び(2)の成果に多くの時間を費やしたため、本研究課題において唯一計画通りには実施できなかった内容となった。この発展的内容については今後の課題とし、研究補聴器等の支援デバイスの性能向上に大きく寄与する可能性のある重要課題として取り組んでいく所存である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 AIBA Akihito, YOSHIDA Minoru, KITAMURA Daichi, TAKAMICHI Shinnosuke, SARUWATARI Hiroshi	4. 巻 E104.D
2. 論文標題 Noise Robust Acoustic Anomaly Detection System with Nonnegative Matrix Factorization Based on Generalized Gaussian Distribution	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Information and Systems	6. 最初と最後の頁 441 ~ 449
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transinf.2020EDK0002	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Kitamura Daichi, Yatabe Kohei	4. 巻 2020
2. 論文標題 Consistent independent low-rank matrix analysis for determined blind source separation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 EURASIP Journal on Advances in Signal Processing	6. 最初と最後の頁 1 ~ 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s13634-020-00704-4	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Mogami Shinichi, Takamune Norihiro, Kitamura Daichi, Saruwatari Hiroshi, Takahashi Yu, Kondo Kazunobu, Ono Nobutaka	4. 巻 28
2. 論文標題 Independent Low-Rank Matrix Analysis Based on Time-Variant Sub-Gaussian Source Model for Determined Blind Source Separation	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing	6. 最初と最後の頁 503 ~ 518
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASLP.2019.2959257	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Mitsufuji Yuki, Uhlich Stefan, Takamune Norihiro, Kitamura Daichi, Koyama Shoichi, Saruwatari Hiroshi	4. 巻 28
2. 論文標題 Multichannel Non-Negative Matrix Factorization Using Banded Spatial Covariance Matrices in Wavenumber Domain	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing	6. 最初と最後の頁 49 ~ 60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASLP.2019.2948770	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Makishima Naoki, Mogami Shinichi, Takamune Norihiro, Kitamura Daichi, Sumino Hayato, Takamichi Shinnosuke, Saruwatari Hiroshi, Ono Nobutaka	4. 巻 27
2. 論文標題 Independent Deeply Learned Matrix Analysis for Determined Audio Source Separation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing	6. 最初と最後の頁 1601 ~ 1615
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/TASLP.2019.2925450	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Kitamura Daichi	4. 巻 40
2. 論文標題 Nonnegative matrix factorization based on complex generative model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Acoustical Science and Technology	6. 最初と最後の頁 155 ~ 161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1250/ast.40.155	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

[学会発表] 計50件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 15件)

1. 発表者名 Keigo Kamo, Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yu Takahashi and Kazunobu Kondo
2. 発表標題 Joint-Diagonalizability-Constrained Multichannel Nonnegative Matrix Factorization Based on Multivariate Complex Student's t-distribution
3. 学会等名 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association (APSIPA 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Shuhei Yamaji and Daichi Kitamura
2. 発表標題 "DNN-Based Permutation Solver for Frequency-Domain Independent Component Analysis in Two-Source Mixture Case"
3. 学会等名 Asia-Pacific Signal and Information Processing Association (APSIPA 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Tatsuki Kondo, Kanta Fukushige, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Rintaro Ikeshita, Tomohiro Nakatani
2. 発表標題	Convergence-Guaranteed Independent Positive Semidefinite Tensor Analysis Based on Student's T Distribution
3. 学会等名	The 45th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Keigo Kamo, Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yu Takahashi and Kazunobu Kondo
2. 発表標題	Regularized Fast Multichannel Nonnegative Matrix Factorization with ILRMA-based Prior Distribution of Joint-Diagonalization Process
3. 学会等名	The 45th International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP2020) (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	加茂佳吾, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題	多変量複素Sub-Gauss分布に基づく同時対角化制約付き多チャネル非負値行列因子分解の様々な残響条件下における実験的評価
3. 学会等名	日本音響学会 2020年秋季研究発表会講演論文集
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	成澤直輝, 高宗典玄, 北村大地, 中村友彦, 猿渡洋
2. 発表標題	音源分離のための周波数間相関を考慮した多変量複素Gauss分布に基づく深層学習による分散共分散行列推定の検討
3. 学会等名	日本音響学会2020年秋季研究発表会
4. 発表年	2020年

1. 発表者名 近藤祐斗, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋
2. 発表標題 ブラインド音声抽出のためのランク制約付き空間分散行列推定法における雑音欠落ランク空間基底推定
3. 学会等名 日本音響学会2020秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大島風雅, 中野将生, 北村大地
2. 発表標題 ユーザーからの補助情報を用いる独立低ランク行列分析
3. 学会等名 日本音響学会2020秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺瑠伊, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 深層学習に基づく音響帯域拡張による音源分離処理の高速化
3. 学会等名 日本音響学会2020秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山地修平, 北村大地
2. 発表標題 局所時間周波数構造に基づく深層パーミュテーション解決法の実験的評価
3. 学会等名 日本音響学会2020秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大藪宗一郎, 北村大地, 矢田部浩平
2. 発表標題 調波打撃音分離の排他的マスクングに基づくブラインド音源分離
3. 学会等名 日本音響学会2020秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 豊島直, 北村大地, 矢田部浩平
2. 発表標題 スペクトrogram無矛盾性を用いた独立低ランク行列分析
3. 学会等名 日本音響学会2020秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keigo Kamo, Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yu Takahashi and Kazunobu Kondo
2. 発表標題 Joint-Diagonalizability-Constrained Multichannel Nonnegative Matrix Factorization Based on Multivariate Complex Sub-Gaussian Distribution
3. 学会等名 European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Rui Watanabe, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yu Takahashi, and Kazunobu Kondo
2. 発表標題 DNN-Based Frequency Component Prediction for Frequency-Domain Audio Source Separation
3. 学会等名 European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2020) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masakazu Une, Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, and Shoji Makino
2. 発表標題 Multichannel Hearing-aid System Based on Basis-Shared Semi-Supervised Independent Low-Rank Matrix Analysis
3. 学会等名 Forum Acusticum 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加茂佳吾, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 多変量複素Sub-Gauss分布に基づく同時対角化制約付き多チャネル非負値行列因子分解におけるmajorization-equalizationアルゴリズムを用いた更新則
3. 学会等名 日本音響学会 2021年春季研究発表会講演論文集
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤祐斗, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋
2. 発表標題 ランク制約付き空間共分散行列推定法における補助関数法に基づく雑音欠落ランク空間基底に対する新しい更新則
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 近藤 樹、高宗 典玄、北村 大地、猿渡 洋、池下 林太郎、中谷 智広
2. 発表標題 スタガードモデル化三重対角型共分散行列を用いた独立半正定値テンソル分析によるブライント音源分離
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 蓮実拓也, 中村友彦, 高宗典玄, 猿渡洋, 北村大地, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 経験ベイズ独立深層学習行列分析による多チャンネル音源分離
3. 学会等名 日本音響学会2021春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 成澤直輝, 池下林太郎, 高宗典玄, 北村大地, 中村友彦, 猿渡洋, 中谷智広
2. 発表標題 独立深層学習テンソル分析に基づく多チャンネル音源分離
3. 学会等名 日本音響学会2021春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北村大地, 矢田部浩平
2. 発表標題 スペクトログラム無矛盾性を用いた独立低ランク行列分析の実験的評価
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 渡辺瑠伊, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 深層学習に基づく周波数帯域補間手法による音源分離処理の高速化
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 香西海斗, 北村大地
2. 発表標題 基底共有型非負値行列因子分解に基づく楽器音の共通・固有成分の分析
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大藪宗一郎, 北村大地, 矢田部浩平
2. 発表標題 メディアン型HPSSを用いた時間周波数マスクに基づくブラインド音源分離
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Keigo Kamo, Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yu Takahashi, and Kazunobu Kondo
2. 発表標題 Regularized fast multichannel nonnegative matrix factorization with ILRMA-based prior distribution of joint-diagonalization process
3. 学会等名 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuki Kondo, Kanta Fukushige, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Rintaro Ikeshita, and Tomohiro Nakatani
2. 発表標題 Convergence-guaranteed independent positive semidefinite tensor analysis based on Student's t distribution
3. 学会等名 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名	Masakazu Une, Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, and Shoji Makino
2. 発表標題	Multichannel hearing-aid system based on basis-shared semi-supervised independent low-rank matrix analysis
3. 学会等名	Forum Acusticum (国際学会)
4. 発表年	2020年

1. 発表者名	Naoki Makishima, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yu Takahashi, and Kazunobu Kondo
2. 発表標題	Robust demixing filter update algorithm based on microphone-wise coordinate descent for independent deeply learned matrix analysis
3. 学会等名	Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, and Hiroshi Saruwatari
2. 発表標題	Acceleration of rank-constrained spatial covariance matrix estimation for blind speech extraction
3. 学会等名	Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名	Masakazu Une, Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, and Shoji Makino
2. 発表標題	Evaluation of multichannel hearing aid system using rank-constrained spatial covariance matrix estimation
3. 学会等名	Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC 2019) (国際学会)
4. 発表年	2019年

1. 発表者名 Naoki Makishima, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yu Takahashi, and Kazunobu Kondo
2. 発表標題 Column-wise update algorithm for independent deeply learned matrix analysis
3. 学会等名 International Congress on Acoustics (ICA 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yuki Kubo, Norihiro Takamune, Daichi Kitamura, and Hiroshi Saruwatari
2. 発表標題 Efficient full-rank spatial covariance estimation using independent low-rank matrix analysis for blind source separation
3. 学会等名 European Signal Processing Conference (EUSIPCO 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩瀬佑太, 北村大地
2. 発表標題 コサイン類似度罰則条件付き半教師あり非負値行列因子分解
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 大藪宗一郎, 北村大地, 矢田部浩平
2. 発表標題 調波打撃音分離の時間周波数マスクを用いた線形ブラインド音源分離
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中野将生, 北村大地
2. 発表標題 ユーザーからの補助情報を用いるインタラクティブ音源分離システム
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 渡辺瑠伊, 北村大地
2. 発表標題 音源分離のための深層学習に基づく音響帯域拡張
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山地修平, 北村大地
2. 発表標題 局所時間周波数構造に基づく深層パーミュテーション解決法
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 牧島直輝, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 独立深層学習行列分析におけるマイクロホン毎及び音源毎の座標降下法 に基づく分離行列更新法の周波数別自動選択法
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋
2. 発表標題 ランク制約付き空間共分散行列推定法に基づく拡散性雑音存在下でのブラインド複数方向性音源分離
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 近藤樹, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 池下林太郎, 中谷智広
2. 発表標題 三重対角型周波数共分散行列を用いた独立半正定値テンソル分析によるブラインド音源分離
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加茂佳吾, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 同時対角化行列の事前分布を用いた高速多チャンネル非負値行列因子分解によるブラインド音源分離
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 宇根昌和, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 牧野 昭二
2. 発表標題 基底共有型半教師あり独立低ランク行列分析に基づく多チャンネル補聴器システム
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 矢田部浩平, 北村大地
2. 発表標題 HVA: 調波ベクトル分析
3. 学会等名 日本音響学会 2020年春季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加茂佳吾, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 一般化Gauss分布に基づく同時対角化制約付き多チャンネルNMFを用いたブラインド音源分離
3. 学会等名 IEICE Technical Report
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋
2. 発表標題 ブラインド音声抽出のための多変量複素一般化Gauss分布に基づくランク制約付き空間共分散行列推定法及びその高速化
3. 学会等名 IEICE Technical Report
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加茂佳吾, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 多変量複素Student's t分布に基づくFastMNMFを用いたブラインド音源分離
3. 学会等名 IEICE Technical Report
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 牧島直輝, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 高橋祐, 近藤多伸
2. 発表標題 独立深層学習行列分析におけるマイクロホン毎の座標降下法に基づく分離行列更新
3. 学会等名 日本音響学会 2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 近藤樹, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 池下林太郎, 中谷智広
2. 発表標題 多変量複素Student's t分布に基づく独立半正定値テンソル分析によるブラインド音源分離
3. 学会等名 日本音響学会 2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋
2. 発表標題 ランク制約付き空間共分散モデル推定法の逆行列展開による高速化
3. 学会等名 日本音響学会 2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 宇根昌和, 久保優騎, 高宗典玄, 北村大地, 猿渡洋, 牧野昭二
2. 発表標題 ランク制約付き空間共分散モデル推定を用いた多チャンネル補聴器システムの評価
3. 学会等名 日本音響学会 2019年秋季研究発表会
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計2件

産業財産権の名称 ランク制約付き空間共分散行列の高速推定法	発明者 猿渡洋，久保優騎， 高宗典玄，北村大地	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2019-220584	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

産業財産権の名称 信号処理装置	発明者 北村大地，渡辺瑠伊	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2020-33347	出願年 2020年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

調波ベクトル分析 (HVA) に基づく多チャンネルブラインド音源分離 http://d-kitamura.net/demo-HVA.html Blind audio source separation based on HVA http://d-kitamura.net/demo-HVA_en.html
--

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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------