

平成 2 5 年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 6 | 0 | 3 |
|---|---|---|---|---|

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学

3. 研究種目名 基盤研究(A) 4. 研究期間 平成 2 3 年度 ~ 平成 2 6 年度

5. 課題番号

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 3 | 2 | 4 | 0 | 0 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|

6. 研究課題名 高次統計量追跡による自律カスタムメイド音コミュニケーション拡張システムの研究

7. 研究代表者

| 研究者番号 | 研究代表者名 | 所属部局名 | 職名 |
|-----------------|-------------------|---------|-----|
| 3 0 3 2 4 9 7 4 | サルワタリ ヒロシ 猿渡 洋 | 情報科学研究科 | 准教授 |

8. 研究分担者

| 研究者番号 | 研究分担者名 | 所属研究機関名・部局名 | 職名 |
|-----------------|--------------------|------------------------|-----|
| 9 0 4 0 3 3 2 8 | トダ トモキ 戸田 智基 | 情報科学研究科 | 准教授 |
| 8 0 3 3 5 4 8 9 | カワナミ ヒロミチ 川波 弘道 | 情報科学研究科 | 助教 |
| 8 0 3 3 4 2 5 9 | オノ ノブタカ 小野 順貴 | 国立情報学研究所・大学共同利用機関等の部局等 | 准教授 |
| 5 0 5 9 8 7 4 5 | ミヤベ シゲキ 宮部 滋樹 | 筑波大学・システム情報工学研究科（系） | 助教 |
| 6 0 3 9 6 1 9 0 | マキノ ショウジ 牧野 昭二 | 筑波大学・システム情報工学研究科（系） | 教授 |

9. 研究実績の概要

本研究では、新しい統計モデリングおよび高次統計量追跡による能動的声質制御技術の確立、およびその自律カスタムメイド音声コミュニケーション拡張システムへの応用に関して研究を行うことを目的とする。具体的な実証システムとして、高次統計量追跡による高品質ブラインド音源分離に基づく両耳補聴システムや、統計量追跡による声質制御可能な発声補助システムを開発し、その有効性を実証する。本年度は、以下の4項目に関して研究を遂行した。(1)実環境における聴覚障害者の音響環境を模擬するため、両耳補聴器に関する基礎データベースの収録を24年度に引き続き行った。ここでは、主に実環境騒音の収集に注力し、最終的に昨年度完備した20名分の頭部伝達関数と併せ、騒音化での両耳受聴が模擬できるシミュレータ環境を構築した。(2)両耳補聴器システムを確立するため、統計量追跡による非線形信号処理の最適化問題を数理的に議論した。特に、4次統計量不動点に基づく聴覚印象不動処理を独立成分分析アルゴリズムに導入し、実環境模擬データに対する分離評価を行った。特に本年は、ベイズ型音声振幅スペクトル推定における4次統計量不動点を世界で初めて発見し、それを応用したミュージカルノイズフリー音声強調法を開発した。(3)高精度処理に向け、補助関数型ベクトルICAや高次統計量型方向推定の数理を統計量追跡の観点から理論整備し、実環境模擬データベースを用いて評価を行った。(4)発話補助処理システムを確立するため、データベース間における発話のミスマッチを許容する声質変換処理を開発し、その評価を行った。上記の項目を実施することにより、本研究課題の基盤データ整備および基礎アルゴリズムの検討が完了した。

10. キーワード

| | | | |
|------------|-------------|-----|-----|
| (1) 音声情報処理 | (2) 統計的学習理論 | (3) | (4) |
| (5) | (6) | (7) | (8) |

11. 現在までの達成度

(区分)(1) 当初の計画以上に進展している。

(理由)

「高次統計量に基づく品質定量化」に関して、申請時計画には無かった「ベイズ推定における高次統計量不動点の発見」と「それを応用したミュージカルノイズフリー処理（品質劣化が一切起きない理論）を世界で初めて理論展開・実証した。特に前者は、通常行われるベイズ推定において不動点が存在しないことを証明し、推定における人工バイアスを加味することによって不動点現象が発芽することを世界で初めて示した。これにより、23年、24年までに開発したスペクトルサブトラクション（これは音声振幅スペクトルの最尤推定に相当）における高次統計量不動点理論と併せ、代表的な複数の統計推定法における高次統計量不動点の理論が整備された。

12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策)

音源分離関連の研究においては、既に計画を先取りしてマルチモーダル化・リアルタイム化に成功していることより、このテストベッドと高次統計量不動点の研究とを融合させ、最終年度に向けたシステム開発を推進する。補聴器応用としては、実際の人間頭部伝達関数の測定が完了したので、それを用いて個人性や環境依存性に関する実験評価を実施する。また、情報変換の例として、音声認識による評価も実施する。声質変換に関しては、現在までに確立した統計的声質変換モデルの精度向上を目指す。

13.研究発表(平成25年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(7)件 うち査読付論文 計(7)件

| 著者名 | | 論文標題 | | | |
|---|-------|---|---------------|---------|--|
| Frederic Mustiere, Martin Bouchard, Hossein Najaf-Zadeh, Ramin Pichevar, Louis Thibault, Hiroshi Saruwatari | | Design of multichannel frequency domain statistical-based enhancement systems preserving spatial cues via spectral distances minimization | | | |
| 雑誌名 | 査読の有無 | 巻 | 発行年 | 最初と最後の頁 | |
| Signal Processing (Elsevier) | 有 | 93 | 2 0 1 3 | 321-325 | |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) | | | | | |
| なし | | | | | |

| 著者名 | | 論文標題 | | | |
|-------------------------|-------|------------------------------|---------------|---------|--|
| 久保慶伍, 川波弘道, 猿渡洋, 鹿野清宏 | | 日本語の未知語に対する発音付与のための多対多アライメント | | | |
| 雑誌名 | 査読の有無 | 巻 | 発行年 | 最初と最後の頁 | |
| 情報処理学会論文誌 | 有 | 54 | 2 0 1 3 | 452-462 | |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) | | | | | |
| なし | | | | | |

| 著者名 | | 論文標題 | | | |
|--|-------|---------------------------------------|---------------|---------|--|
| 真嶋温佳, 藤田洋子, トーレスラファエル, 川波弘道, 原直, 松井知子, 猿渡洋, 鹿野清宏 | | 音声情報案内システムにおけるBag-of-Wordsを用いた無効入力の実却 | | | |
| 雑誌名 | 査読の有無 | 巻 | 発行年 | 最初と最後の頁 | |
| 情報処理学会論文誌 | 有 | 54 | 2 0 1 3 | 443-451 | |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) | | | | | |
| なし | | | | | |

| 著者名 | | 論文標題 | | | |
|--|-------|--|---------------|---------|--|
| Rafael Torres, Hiromichi Kawanami, Tomoko Matsui, Hiroshi Saruwatari, Kiyohiro Shikano | | Comparison of methods for topic classification of spoken inquiries | | | |
| 雑誌名 | 査読の有無 | 巻 | 発行年 | 最初と最後の頁 | |
| IPSJ Journal | 有 | 54 | 2 0 1 3 | 157-167 | |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) | | | | | |
| なし | | | | | |

| 著者名 | | 論文標題 | | | |
|---|-------|--|---------------|---------|--|
| Hironori Doi, Tomoki Toda, Keigo Nakamura, Hiroshi Saruwatari, Kiyohiro Shikano | | Alaryngeal speech enhancement based on one-to-many eigenvoice conversion | | | |
| 雑誌名 | 査読の有無 | 巻 | 発行年 | 最初と最後の頁 | |
| IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing | 有 | 22 | 2 0 1 4 | 172-183 | |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) | | | | | |
| なし | | | | | |

| 著者名 | | 論文標題 | | | |
|--|-------|--|---------------|-----------|--|
| Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Kosuke Yagi, Kiyohiro Shikano, Yu Takahashi, Kazunobu Kondo | | Music signal separation based on supervised nonnegative matrix factorization with orthogonality and maximum-divergence penalties | | | |
| 雑誌名 | 査読の有無 | 巻 | 発行年 | 最初と最後の頁 | |
| IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences | 有 | E97-A | 2 0 1 4 | 1113-1118 | |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) | | | | | |
| なし | | | | | |

| 著者名 | | 論文標題【掲載確定】 | | | |
|--|-------|--|---------------|---------|--|
| Ryoichi Miyazaki, Hiroshi Saruwatari, Satoshi Nakamura, Kiyohiro Shikano, Kazunobu Kondo, Jonathan Blanchette, Martin Bouchard | | Musical-noise-free blind speech extraction integrating microphone array and iterative spectral subtraction | | | |
| 雑誌名 | 査読の有無 | 巻 | 発行年 | 最初と最後の頁 | |
| Signal Processing (Elsevier) | 有 | 102 | 2 0 1 4 | 226-239 | |
| 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) | | | | | |
| なし | | | | | |

(学会発表) 計(15)件 うち招待講演 計(6)件

| 発表者名 | | 発表標題 | |
|-----------------------|-------------|-------------------------------|--|
| 猿渡洋 | | 高次統計量追跡に基づくブラインド信号抽出およびその高品質化 | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 | |
| 電子情報通信学会電気音響研究会(招待講演) | 2013年06月14日 | 機械振興会館, 東京 | |

| 発表者名 | | 発表標題 | |
|---------------------------------|-------------|---------------------|--|
| 猿渡洋 | | これからの応用音響研究のあり方について | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 | |
| 電子情報通信学会電気音響研究会パネル討論セッション(招待講演) | 2013年06月14日 | 機械振興会館, 東京 | |

| 発表者名 | | 発表標題 | |
|--|---------------------------|---|--|
| Hiroshi Saruwatari | | Information-geometric optimization in nonlinear noise reduction systems | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 | |
| 2013 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication Systems (ISPACS2013)(招待講演) | 2013年11月12日 ~ 2013年11月15日 | Okinawa Jichi-Kaikan, Naha, Okinawa, Japan | |

| 発表者名 | 発表標題【発表確定】 | |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------|
| 猿渡洋 | 高次統計量は何を語る？ ~教師無し学習に基づく自律的な音メディア信号処理~ | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| 音学シンポジウム2014(招待講演) | 2014年05月24日~2014年05月25日 | 日本大学文理学部百周年記念館, 東京 |

| 発表者名 | 発表標題 | |
|--|--|--------------------------------|
| Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yusuke Iwao, Kiyohiro Shikano, Kazunobu Kondo, Yu Takahashi | Regularized superresolution-based binaural signal separation with nonnegative matrix factorization | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| 2013 International Conference on 3D Systems and Applications (3DSA2013) | 2013年06月26日~2013年06月28日 | Grandfront Osaka, Osaka, Japan |

| 発表者名 | 発表標題 | |
|---|---|--|
| Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Kiyohiro Shikano, Kazunobu Kondo, Yu Takahashi | Music signal separation by supervised nonnegative matrix factorization with basis deformation | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| 18th International Conference on Digital Signal Processing (DSP2013) | 2013年07月01日~2013年07月03日 | Nomikos Conference Centre, Santorini, Greece |

| 発表者名 | 発表標題 | |
|--|--|--|
| Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Yusuke Iwao, Kiyohiro Shikano, Kazunobu Kondo, Yu Takahashi | Superresolution-based stereo signal separation via supervised nonnegative matrix factorization | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| 18th International Conference on Digital Signal Processing (DSP2013) | 2013年07月01日~2013年07月03日 | Nomikos Conference Centre, Santorini, Greece |

| 発表者名 | | 発表標題 | |
|--|--|--|--------------------------------------|
| Hroshi Saruwatari, Suzumi Kanehara, Ryoichi Miyazaki, Kiyohiro Shikano, Kazunobu Kondo | | Musical noise analysis for Bayesian minimum mean-square error speech amplitude estimators based on higher-order statistics | |
| 学会等名 | | 発表年月日 | 発表場所 |
| INTERSPEECH2013 | | 2013年08月25日 ~ 2013年08月29日 | Lyon Convention Centre, Lyon, France |

| 発表者名 | | 発表標題 | |
|--|--|---|---|
| Ryoichi Miyazaki, Hiroshi Saruwatari, Satoshi Nakamura, Kiyohiro Shikano, Kazunobu Kondo, Jonathan Blanchette, Martin Bouchard | | Toward musical-noise-free blind speech extraction: concept and its applications | |
| 学会等名 | | 発表年月日 | 発表場所 |
| APSIPA Annual Summit and Conference (APSIPA2013) (招待講演) | | 2013年10月29日 ~ 2013年11月01日 | The 85 sky tower hotel, Kaohsiung, Taiwan |

| 発表者名 | | 発表標題 | |
|--|--|---|---|
| Fine Aprilyanti, Hiroshi Saruwatari, Kiyohiro Shikano, Satoshi Nakamura, Tomoya Takatani | | Semi-blind algorithm for joint noise suppression and dereverberation based on higher-order statistics and acoustic model likelihood | |
| 学会等名 | | 発表年月日 | 発表場所 |
| APSIPA Annual Summit and Conference (APSIPA2013) | | 2013年10月29日 ~ 2013年11月01日 | The 85 sky tower hotel, Kaohsiung, Taiwan |

| 発表者名 | | 発表標題 | |
|--|--|--|---------------------------------|
| Shunsuke Nakai, Ryoichi Miyazaki, Hiroshi Saruwatari, Satoshi Nakamura | | Theoretical analysis of musical noise generation for blind speech extraction with generalized MMSE short-time spectral amplitude estimator | |
| 学会等名 | | 発表年月日 | 発表場所 |
| Intelligent Signal Processing Conference | | 2013年12月02日 ~ 2013年12月03日 | Strand Palace Hotel, London, UK |

| 発表者名 | 発表標題 | |
|--|--|---|
| Daichi Kitamura, Hiroshi Saruwatari, Kosuke Yagi, Kiyohiro Shikano, Yu Takahashi, Kazunobu Kondo | Robust music signal separation based on supervised nonnegative matrix factorization with prevention of basis sharing | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| IEEE International Symposium on Signal Processing and Information Technology (ISSPIT2013) | 2013年12月12日 ~ 2013年12月15日 | Divani Palace Acropolis, Athens, Greece |

| 発表者名 | 発表標題 | |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------|
| 小野順貴 | 補助関数型独立ベクトル分析による高速ブラインド音源分離 | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| 電子情報通信学会電気音響研究会(招待講演) | 2013年05月16日 ~ 2013年05月17日 | 岡山大学創立五十周年記念館, 岡山県岡山市 |

| 発表者名 | 発表標題 | |
|--|--|--|
| Nobutaka Ono, Zbynek Koldovsky, Shigeki Miyabe and Nobutaka Ito | The 2013 Signal Separation Evaluation Campaign | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| IEEE International Workshop on Machine Learning for Signal Processing 2013 | 2013年09月22日 ~ 2013年09月25日 | Chilworth Manor Hotel & Conference Centre, Southampton, UK |

| 発表者名 | 発表標題 | |
|--------------|---|--|
| Nobutaka Ono | Blind Source Separation on iPhone in Real Environment | |
| 学会等名 | 発表年月日 | 発表場所 |
| EUSIPCO2013 | 2013年09月09日 ~ 2013年09月13日 | Palais des Congres, Marrakech, Morocco |

〔図書〕計(1)件

| 著者名 | 出版社 | | |
|---|---------------|-------|--|
| Hiroshi Saruwatari, Ryoichi Miyazaki | Springer | | |
| 書名【発行確定】 | 発行年 | 総ページ数 | |
| Statistical analysis and evaluation of blind speech extraction algorithms (in book chapter) | 2 0 1 4 | 32 | |

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

〔出願〕計(0)件

| 産業財産権の名称 | 発明者 | 権利者 | 産業財産権の種類、番号 | 出願年月日 | 国内・外国の別 |
|----------|-----|-----|-------------|-------|---------|
| | | | | | |

〔取得〕計(0)件

| 産業財産権の名称 | 発明者 | 権利者 | 産業財産権の種類、番号 | 取得年月日 | 国内・外国の別 |
|----------|-----|-----|-------------|-------|---------|
| | | | | 出願年月日 | |
| | | | | | |

15. 備考

| |
|--|
| |
|--|