

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 7 日現在

機関番号：20106

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18H03212

研究課題名(和文)劣悪条件下音声認識方式の設計とそのエネルギーハーベスト化システムの開発

研究課題名(英文) Design of Robust Speech Recognition System and Development of its Energy Harvesting System

研究代表者

宮永 喜一 (Miyanaga, Yoshikazu)

公立千歳科学技術大学・理工学部・教授

研究者番号：20166185

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、2つの環境(劣悪音響環境、サステナビリティ環境)に対して有効な音声認識LSIシステムを設計・開発し、そのフィールド実験を実施することで、実用性の高い音声認識システムの実現を目指した。最初に、劣悪条件下における新しい音声認識技術の設計・開発・実現を行った。雑音ロバスト音声認識手法の開発と、同時に、低消費電力化のためのハードウェア・ソフトウェアの協調設計によるシステム設計を進めた。研究期間の後半では、自律型ロボットへの搭載を考慮して、SNR 0dB以下の環境でも利用可能な、音声認識システムの性能向上を目指し、聴覚音響心理学に基づく前処理により、高性能な雑音ロバスト化を実現した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人工知能の導入により、静かな環境や接話マイクを利用した音声認識は実用化レベルに達している。一方で、ロボットなどとの会話や、屋外などの騒音が気になる環境における音声認識の性能は十分ではなく、雑音環境にロバストな本研究成果が与える社会的意義は大きい。また、エネルギーハーベスティング技術も考慮したシステム設計は、ゼロカーボンを目指すすべての社会において重要な研究テーマであり、学術的意義も大きい。

研究成果の概要(英文)：In this study, a new and novel speech recognition system has been developed.

It is suitable for noisy circumstances and sustainability environment. The developed system has been evaluated under several real noisy circumstances and thus it is realized into an autonomous robot for actual application. In the first step, a new automatic speech recognition system with high performance noise robust has been designed and developed. The expected noise SNR is lower than 10 dB. In order to apply this system into severe noise conditions, noise reduction over the running spectrum domain and psychoacoustic processing have been introduced. At the same time, the system is also considered to be suitable for the sustainability environment. In order words, the low power consumption system design, i.e., the software and hardware co-design method, has been applied to the proposed system and it may be useful for the system with energy harvesting mechanism.

研究分野：情報科学、電子情報通信工学、回路とシステム

キーワード：音声認識システム 音声情報処理 エネルギーハーベスト 低消費電力技術 雑音ロバスト デジタル信号処理 ハードウェア・ソフトウェア協調設計 回路とシステム

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

本研究が目標とする、音響的劣悪環境（音声の収音点において 5dB 以下）における高性能な音声認識システムは、国内外においても実現例の少ない難しい課題であった。さらに、クラウドネットワーク型音声認識が主流である現在、サステナビリティ環境で利用できるエネルギーハーベスト指向の音声認識システムは、ほとんど検討されていなかった。

ビッグデータによるディープラーニングが可能となり、クラウドネットワークシステムを利用した音声認識の性能は飛躍的に向上した。しかし、多くのシステムは、雑音環境が 20dB 以上の条件が想定されている。その代表的な例としては、接話マイク（収音マイクが、口から 5cm ~ 30cm 程度）や、エコーの少ない居間のような静穏な室内環境で 1m 以内の収音点があげられる。一方、フィールド実験において、発話点から 3m 程度離れた室内環境（10dB 以下）や、室外における近距離マイク（20cm 程度）の環境下などでは、60%程度の認識率となることが指摘されている。これは、雑音環境下における音声の高 SNR 収録が難しいことと、その後の認識処理においても、雑音の影響を低減する方法が十分確立されていないことが原因である。特に、子供や高齢者の声に対する認識性能は低く、全世代向けのロバスト音声認識が実現できているとはいえない状況であった。

同時に、人々が快適に過ごせるアンビエント社会の構築に向けた、ヒューマンインターフェイスの低消費電力化技術も、重要な研究課題である。これらの技術により、様々な環境において、ストレスなく音声や画像の認識が行われ、その結果、最適な社会環境を自動構築することが可能となる。その一つとして、上記のような劣悪条件下におけるロバスト音声認識のエネルギーハーベストシステム化は、近未来のキーテクノロジーとして必須と考えられている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、劣悪条件下における、雑音に埋もれた音声の分析技術、ロバスト音声認識、誤認識動作を抑制する音声棄却などの新技術の導入により、新しい音声認識技術の確立を目指す。同時に、厳しい電力供給環境に対応可能な、低消費電力化アーキテクチャを確立し、上記のトータルシステムを 100mW 以下の少ない電力で動作するシステムを実現する。現在の太陽電池は、数十 mW/cm² のエネルギーを提供でき、数年後の開発線表によれば、100mW の本システムは、1cm²程度の小型太陽電池で動作可能となる。

図 1 にあるように、申請者は、観測された音声波形から得られる、スペクトログラム（ランニングスペクトルとも呼ぶ）あるいはモジュレーションスペクトル上での音声処理により、雑音抑制を行っており、限定された語彙数（200 ~ 1000 単語）ではあるが、雑音環境下において、従来のクラウド型の認識システムより 20%以上の認識率改善を実現した。図 1 (b)は、スペクトログラムであり、音声波形を短い時間フレームで選択し、フレームごとの周波数特性を表示している。縦軸は、エネルギーを示すである。モジュレーションスペクトルは、スペクトログラム上において、固定の周波数で見たときのフレーム軸上の周波数特性である。提案の手法を利用したとしても、エコー・雑音環境下における類似した発話音声の認識率、リモートマイクロフォンでの条件下における認識率、子供や高齢者などの認識率などの向上は、今後の課題となっている。

また、低消費電力型システムの設計では、申請者グループにより、音声画像処理システム

について、従来システムの 1/5 ~ 1/10 の消費電力化を実現するアーキテクチャが提案されている。非同期型の動的アーキテクチャによりさらなる低消費電力化は可能であり、本研究では、エネルギーハーベストシステムの実現を目指す。

これらにより、本研究開発では、様々な劣悪条件下で、有効性の高い音声認識システムを実現する基本的な技術を確認し、エネルギーハーベスト指向の音声認識・対話システムを具体的に示すことで、近未来社会に向けた新しい音声認識 LSI を実現する。

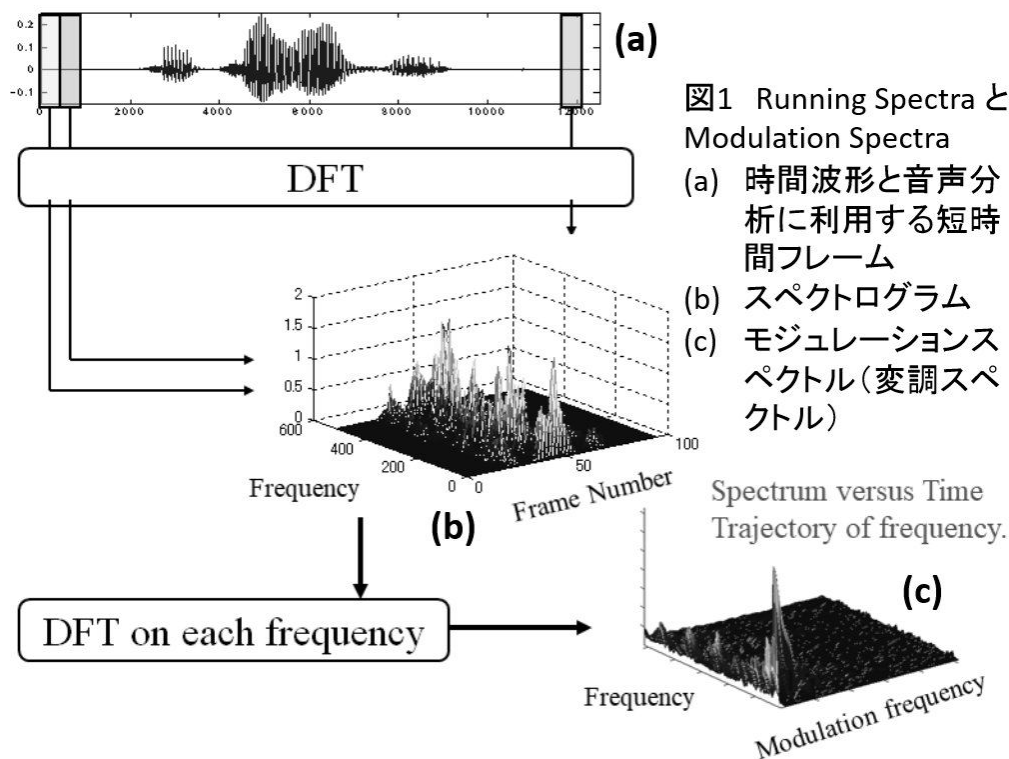


図1 Running Spectra と Modulation Spectra
 (a) 時間波形と音声分析に利用する短時間フレーム
 (b) スペクトログラム
 (c) モジュレーションスペクトル(変調スペクトル)

3. 研究の方法

本研究は、4年間において、2つの環境（劣悪音響環境、サステナビリティ環境）に対して有効な音声認識 LSI システムを設計・開発し、そのフィールド実験を実施することで、実用性の高い音声認識・対話システム（消費電力が 100mW 未満で、認識性能が 95%以上 (SSNR 10dB)）の実現を目指す。ここで SSNR とは、Strict SNR の略で、音声の存在している部分だけを対象にした SNR であり、観測信号全体に対する SNR に比べて 10dB ~ 20dB の差がある（白色雑音の場合、SNR 0dB は SSNR で 10dB 程度）。

研究計画の前半 2 年間では、劣悪条件下における新しい音声認識技術の開発と実現を目指す。ここでは、音声と非音声の区別を行う技術、雑音に埋もれた音声の特徴量を推定する技術、劣悪条件下での音声認識、誤認識動作を抑制する音声棄却を提案・実現し、従来の音声認識技術との融合により、最適なシステム開発を行う。同時に、低消費電力化のための新技術（極低消費電力化アーキテクチャ）の開発とハードウェア・ソフトウェアの協調設計による LSI システムを試作する。これらの基礎技術を確認した段階で、後半 2 年間では、低消費電力型 LSI システムの設計・開発とその消費電力評価を行い、2000 フレーズの音声に対する高性能音声認識 LSI を開発する。その LSI を用いた音声認識・対話のソフトウェア・ハードウェアの協調設計によるシステム開発も行い、フィールドによる実証実験を実施する。ここでの対話モデルは、従来から導入実現されてきた意味ネットワークによる学習対話モデルを利用する。本研究開発で想定している対話は、家電・自動車などの装置に対して音

声制御を行うタスク指向型のモデルとする。

各開発項目についての方法は以下の通り。

- (1) 雑音に埋もれた音声の分析技術の方式提案： 申請者が提案する時変モデルの解析手法を適応化し、音声の特徴抽出精度を向上させ、雑音環境下で、類似した音声発話においても、認識性能を向上させる。
- (2) 劣悪条件下での音声認識の方式提案： あらゆる条件に適応する雑音抑制手法の設計は現実的ではなく、想定される種々の条件下における最適な手法を設計することが重要となる。最初に、モジュレーションスペクトル上の雑音抑制・エコー除去手法とその動作条件を、子供、成人男女、高齢者などの発話者クラスタに対して最適化する。さらに、音声の観測条件も、室内外における1m(近距離)~5m(中距離)などのある程度離れたマイクの条件、また様々なエコー・雑音環境を想定し、異なる条件下において、最適解を得られるような雑音抑制手法の設計とその動作条件を求める。
- (3) 誤認識動作を抑制する音声棄却の方式提案： 不要な信号や非対象音声等を自動除去する音声棄却処理を提案する。上記(1~3)の新技术の開発により、様々なエコー環境(500msec程度まで)において、SSNR 5 dB環境で、85%以上の認識・受理・棄却性能を有し、10 dB環境では、95%以上を目指す。
- (4) エナジーハーベストシステム指向認識システムの設計と開発： 少ないゲート数による高度な並列・パイプライン処理を実現可能とする動的アーキテクチャを新たに設計し、並列パイプライン処理による電力消費極小化システムの実現を目指す(ゲート数削減、クロック低減、リーク電流低減)。

4. 研究成果

2018・2019年度における研究計画は、劣悪条件下における新しい音声認識技術の開発と実現、および、低消費電力化のための新技术(極低消費電力化アーキテクチャ)の開発である。ここでは、音声と非音声の区別を行う技術、雑音に埋もれた音声の特徴量を推定する技術、劣悪条件下での音声認識、誤認識動作を抑制する音声棄却を提案・実現すること。同時に、ハードウェア・ソフトウェアの協調設計によるシステム設計となっている。

- (1) 雑音に埋もれた音声の分析技術の方式提案： 聴覚心理学理論に基づく新しいマスキングモデルを設計・開発し、音声の特徴抽出精度を向上させた。これらの成果は、国際会議・ジャーナル論文として公表済み。
- (2) 劣悪条件下での音声認識の方式提案： 雑音抑制・エコー除去手法とその動作条件を、子供、高齢者などの発話者クラスタに対しても最適化した。これらの成果は、複数の国際会議に発表している。
- (3) 誤認識動作を抑制する音声棄却の方式提案： システム全体の性能評価を継続して実施し、高性能化を行った。

本研究計画の3年目となる2020年度は、研究計画全体において、後半の研究期間(2020及び2021年度)となる。研究期間後半での概要は、低消費電力型LSIシステムの設計・開発とその消費電力評価のため、2000フーズの音声に対する高性能音声認識方式を、FPGA-LSI用にハードウェア設計を実施し、その開発と実現を行うこと。それを用いた音声認識・対話システムのソフトウェア・ハードウェア協調設計による開発・実現。さらに、並行して低消費電力化に関する性能評価も実施。それらのシステムを用いた、フィールドによる実証

実験を実施する予定である。本研究開発の対話モデルは、家電・自動車などの装置に対して音声制御を行うタスク指向型のモデルとしている。

2020年度は、新型コロナウイルス感染症の影響で、当初予定していた、国外でのフィールド実験や国内における類似の研究に関する情報収集などの調査が難しく、一部は、次年度に繰り越している。

- (1) 雑音に埋もれた音声の分析技術の方式提案： 雑音低減を効果的に行うランニングスペクトルドメイン上でのバンドパスフィルタの再設計を行い、子供の音声に対して有効な最適なフィルタを実現した。
- (2) 劣悪条件下での音声認識の方式提案： 高齢者及び子供の音声データベースに対する評価実験を行った。特に、認識精度上、問題のあった、雑音環境下における子供の音声に関して、雑音低減を効果的に行うため、ランニングスペクトルドメイン上でのバンドパスフィルタの再設計を行い、子供音声に対して有効な最適なフィルタを実現した。評価実験は、限定的であり、2021年度以降も引き続き、実験を行った。
- (3) 誤認識動作を抑制する音声棄却の方式提案： 聴覚心理学から得られた知見より、新しくマスキング効果の高いフィルタを設計・実現し、様々なエコー環境（500msec程度まで）下において、SNR 5 dB 環境で、85%以上の認識・受理・棄却性能を実現した。
- (4) エナジーハーベストシステム指向認識システムの設計と開発： 上記の方式を含む自動音声認識システムを低消費電力化システムで実現するため、ソフトウェア・ハードウェアの協調設計を行った。2021年度も引き続き、システムの実現をすすめた

2021年度においても、新型コロナウイルス感染症の影響で、当初予定していた、国外でのフィールド実験や国内における類似の研究に関する情報収集などの調査が難しく、一部は、2022年度に繰り越している。2021年度（繰り越しの2022年度研究成果を含む）において、以下の研究成果が得られた。

- (1) 雑音に埋もれた音声の分析技術の方式の性能評価： 雑音低減を効果的に行うランニングスペクトルドメイン上でのバンドパスフィルタを用いた、システム全体の性能評価を実施した。
- (2) 劣悪条件下での音声認識の方式提案： 認識精度上、問題のあった、雑音環境下における子供の音声に関して、雑音低減を効果的に行うため、聴覚心理学上のフィルタ設計を行い、最適なフィルタを実現した。様々な雑音環境下において、SNR 10dB で、98%。5dB では、94%。0 dB では、82%程度の性能を実現している。
- (3) 誤認識動作を抑制する音声棄却の性能評価： すでに提案している、音声棄却方式の性能評価実験を継続実施した。
- (4) エナジーハーベストシステム指向認識システムの設計と開発： 上記の方式を含む自動音声認識システムを低消費電力化システムで実現するため、ソフトウェア・ハードウェアの協調設計を検討し、計算コストの高い部分のハードウェア評価を行った。

最後に、2020年より世界的に流行した新型コロナウイルス感染症の研究開発に対する影響は、小さくなく。類似の研究をしている研究者との情報交換や、国際会議等における成果発表および情報収集が、予定通り実施できなかったのは残念である。当初の予定である、低消費電力型の雑音ロバストな音声認識システムは設計・開発は終了したが、全体のシステム性能の中で、実システムに対する極低消費電力特性の評価は十分ではなく、今後も評価・検証を継続する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計31件（うち査読付論文 31件 / うち国際共著 15件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Naing Hay, Gadjah Mada University, Hidayat Risanuri, Hartanto Rudy, Miyanaga Yoshikazu, Gadjah Mada University, Gadjah Mada University, Hokkaido University	4. 巻 13
2. 論文標題 Discrete Wavelet Denoising into MFCC for Noise Suppressive in Automatic Speech Recognition System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Journal of Intelligent Engineering and Systems	6. 最初と最後の頁 74 ~ 82
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.22266/ijies2020.0430.08	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 Yoshikazu Miyanaga, Yu Tian, Hiroshi Tsutsui	4. 巻 1
2. 論文標題 Robot Speech Recognition of Child Isolated Words	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of International STEM Education Conference, IEEE	6. 最初と最後の頁 DVD
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 -

1. 著者名 Naing Hay Mar Soe, Hidayat Risanuri, Hartanto Rudy, Miyanaga Yoshikazu	4. 巻 1
2. 論文標題 A Front-End Technique for Automatic Noisy Speech Recognition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 2020 23rd Conference of the Oriental COCOSDA International Committee	6. 最初と最後の頁 49 ~ 54
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/O-COCOSDA50338.2020.9295006	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 該当する

1. 著者名 AUNG Myat Hsu, TSUTSUI Hiroshi, MIYANAGA Yoshikazu	4. 巻 E103.A
2. 論文標題 WiFi Fingerprint Based Indoor Positioning Systems Using Estimated Reference Locations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 1483 ~ 1493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.2020SMP0024	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 Chaiwongsai J., Boonthep N., Miyanaga Y., Cheosuwat T., Innawong B.	4. 巻 1
2. 論文標題 Agricultural Year-Round Planning Model for Market-oriented Farms	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Proceedings of The 6th International Conf, DAMT and ECTI NCON	6. 最初と最後の頁 18~21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ECTIDAMTNCN51128.2021.9425758	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 該当する

1. 著者名 Soe Naing Hay Mar, Hidayat Risanuri, Hartanto Rudy, Miyanaga Yoshikazu	4. 巻 1
2. 論文標題 Using Double-Density Dual Tree Wavelet Transform into MFCC for Noisy Speech Recognition	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 2020 12th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE), IEEE	6. 最初と最後の頁 302~306
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ICITEE49829.2020.9271737	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 該当する

1. 著者名 Keshavarz R., Miyanaga Y., Yamamoto M., Hikage T., Shariati N.	4. 巻 13
2. 論文標題 Metamaterial-Inspired Quad-Band Notch Filter for LTE Band Receivers and WPT Applications	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of URSI GASS 2020	6. 最初と最後の頁 DVD
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.23919/URSI GASS49373.2020.9232331	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 Hay Mar Soe Naing, Risanuri Hidayat, Bondhan Winduratna, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 15, 5
2. 論文標題 Psychoacoustical Masking Effect-Based Feature Extraction for Robust Speech Recognition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control	6. 最初と最後の頁 1641-1654
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/ijicic.15.05.1641	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 KASAUKA Dabwitso, SUGIYAMA Kenta, TSUTSUI Hiroshi, OKUHATA Hiroyuki, MIYANAGA Yoshikazu	4. 巻 E102.A
2. 論文標題 An Architecture for Real-Time Retinex-Based Image Enhancement and Haze Removal and Its FPGA Implementation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE Transactions on Fundamentals of Electronics, Communications and Computer Sciences	6. 最初と最後の頁 775 ~ 782
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1587/transfun.E102.A.775	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 Maung Maung Htoo, Aramvith Supavadee, Miyanaga Yoshikazu	4. 巻 8
2. 論文標題 Hierarchical-P Reference Picture Selection Based Error Resilient Video Coding Framework for High Efficiency Video Coding Transmission Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electronics	6. 最初と最後の頁 310 ~ 310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/electronics8030310	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 Tun Ei Ei, Aramvith Supavadee, Miyanaga Yoshikazu	4. 巻 7
2. 論文標題 Fast Coding Unit Encoding Scheme for HEVC Using Genetic Algorithm	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEEE Access	6. 最初と最後の頁 68010 ~ 68021
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/ACCESS.2019.2918508	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 Hiroshi Tsutsui, Kentaro Yamada, Akihiro Sudou, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 1
2. 論文標題 An Evaluation of Stack Light Indicator Color Detection System Using Web Cameras for Automatic Production Lines	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference	6. 最初と最後の頁 1423-1426
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 -

1. 著者名 Riku Takanashi, Tatsuya Nakagoshi, Noboru Hayasaka, Yoshikazu Miyana, Hiroshi Tsutsui	4. 巻 1
2. 論文標題 Voice Activity Detection Using Running Spectrum Analysis for Noise Robust Speech Recognition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Multimedia and Communication Technology	6. 最初と最後の頁 RS2-4 - RS2-6
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 -

1. 著者名 Jiayue Tang, Yu Tian, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyana	4. 巻 1
2. 論文標題 Robust Isolated Speech Recognition for Keyword Detection System Using Hidden Markov Model	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Multimedia and Communication Technology	6. 最初と最後の頁 RS2-1 - RS2-3
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 -

1. 著者名 Hay Mar Soe Naing, Yoshikazu Miyana, Risanuri Hidayat, Bondhan Winduratna	4. 巻 1
2. 論文標題 Filterbank Analysis of MFCC Feature Extraction in Robust Children Speech Recognition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Multimedia and Communication Technology	6. 最初と最後の頁 RS2-7 - RS2-12
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 該当する

1. 著者名 Sovann Chen, Supavadee Aramvith, Yoshikazu Miyana	4. 巻 1
2. 論文標題 Encoder Control Enhancement in HEVC Based on R-Lambda Coefficient Distribution	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Multimedia and Communication Technology	6. 最初と最後の頁 RS4-25 - RS4-28
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 該当する

1. 著者名 Yu Tian, Jiayue Tang, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 1
2. 論文標題 Improvement on Children Speech Recognition under Low Signal-to-Noise Ratio Environment	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Multimedia and Communication Technology	6. 最初と最後の頁 RS1-4 - RS1-6
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 -

1. 著者名 Myat Hsu Aung, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 2
2. 論文標題 Construction and Management of Fingerprint Database with Estimated Reference Locations for WiFi Indoor Positioning Systems	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the 23rd Multi-conference on Systemics, Cybernetics and Informatics	6. 最初と最後の頁 7-10
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 -

1. 著者名 Ei Ei Tun, Supavadee Aramvith, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 1
2. 論文標題 A Fast CU Depth Estimation Algorithm for HEVC Inter Coding	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Asia	6. 最初と最後の頁 120-121
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 該当する

1. 著者名 Hay Mar Soe Naing, Risanuri Hidayat, Bondhan Winduratna and Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 Psychoacoustical Masking Effect based Feature Extraction for Robust Speech Recognition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Innovative Computing, Information and Control (IJICIC)	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 Dabwitso KASAUKA, Kenta SUGIYAMA, Hiroshi TSUTSUI, Hiroyuki OKUHATA, Yoshikazu MIYANAGA	4. 巻 E102-A
2. 論文標題 An Architecture for Real-time Retinex-based Image Enhancement and Haze Removal and its FPGA Implementation	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 IEICE TRANS. FUNDAMENTALS	6. 最初と最後の頁 印刷中
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 -

1. 著者名 Maung Maung Htoo, Aramvith Supavadee, Miyanaga Yoshikazu	4. 巻 8
2. 論文標題 Hierarchical-P Reference Picture Selection Based Error Resilient Video Coding Framework for High Efficiency Video Coding Transmission Applications	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Electronics	6. 最初と最後の頁 310-330
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/electronics8030310	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 Yoshikazu MIYANAGA, Hiroshi TSUTSUI, Junji YAMANO, Masaki MIURA, Tohru GOTOH, Takashi IMAGAWA	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of High Performance RF Modules Used in Real-time FHD Video Communication over 8x8 MIMO-OFDM System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of 2018 International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication System, IEEE	6. 最初と最後の頁 WA1B-4
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 -

1. 著者名 Yoshikazu MIYANAGA, Hiroshi TSUTSUI, Junji YAMANO, Masaki MIURA, Tohru GOTOH, Takashi IMAGAWA	4. 巻 1
2. 論文標題 Development of Real-time FHD Loss-Less Video Communication over an 8x8 MIMO-OFDM System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of Asia-Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference 2018	6. 最初と最後の頁 THA1-3
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 -

1. 著者名 Jiayue Tang, Yu Tian, Xiaonan Jiang, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 1
2. 論文標題 An Evaluation of Keyword Detection Using ACF of Pitch for Robust Speech Recognition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Communications and Information Technologies, IEEE	6. 最初と最後の頁 96-100
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 -

1. 著者名 Yu Tian, Jiayue Tang, Xiaonan Jiang, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 1
2. 論文標題 Accuracy on Children's Speech Recognition under Noisy Circumstances	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Communications and Information Technologies, IEEE	6. 最初と最後の頁 101-104
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 -

1. 著者名 Yu Tian, Jiayue Tang, Xiaonan Jiang, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 1
2. 論文標題 Robust Children Isolated Speech Recognition System Using RSA and RSF	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Multimedia and Communication Technology	6. 最初と最後の頁 113-116
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 -

1. 著者名 Jiayue Tang, Yu Tian, Xiaonan Jiang, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyanaga	4. 巻 1
2. 論文標題 Keyword Detection Using F0-VAD in Robust Isolated Phase Recognition System	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Multimedia and Communication Technology	6. 最初と最後の頁 121-124
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 -

1. 著者名 Yunako Katagishi, So Tsuyuguchi, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyana	4. 巻 1
2. 論文標題 An Evaluation of Entropy Coding Approaches in Block-Based Adaptive Lossless Image Coding Method for Embedded Systems	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Symposium on Multimedia and Communication Technology	6. 最初と最後の頁 125-128
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 -

1. 著者名 Ei Ei Tun, Supavadee Aramvith, Yoshikazu Miyana	4. 巻 1
2. 論文標題 Feature Reduction on Fuzzy SVM-Based Coding Unit Decision in HEVC	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology, IEEE	6. 最初と最後の頁 999-1002
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 該当する

1. 著者名 Hay Mar Soe Naing, Risanuri Hidayat, Bondhan Winduratna, Yoshikazu Miyana	4. 巻 1
2. 論文標題 Comparison of Three Auditory Frequency Scales in Feature Extraction on Myanmar Digits Recognition	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Proceedings of International Conference on Information Technology and Electrical Engineering	6. 最初と最後の頁 254-259
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 該当する

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Yoshikazu Miyana
2. 発表標題 Psychoacoustic Masking Effect for Robust Speech Communication Robot
3. 学会等名 the 7th IEEE International Conference on Consumer Electronics Taiwan 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshikazu Miyanaga
2. 発表標題 Topic High-Quality Video Wireless Communication for Multi-Media IoT
3. 学会等名 The 12th International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment and Management (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yoshikazu Miyanaga
2. 発表標題 Psycho-acoustic Masking Effect for Robust Speech Communication Robot
3. 学会等名 International Conference on Humanoid, Nanotechnology, Information Technology, Communication and Control, Environment, and Management (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshikazu Miyanaga
2. 発表標題 Autonomous ROBOT System with Psycho-acoustic Masking Speech Recognition
3. 学会等名 Regional Conference on Computer Information and Engineering (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshikazu Miyanaga
2. 発表標題 Psychoacoustic Masking Effect for Noise Robust Speech Recognition Robot
3. 学会等名 2019 14-th International Symposium on Signals, Circuits, and Systems, IEEE (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshikazu Miyanaga
2. 発表標題 Noise Robust Speech Recognition Robot with Psychoacoustic Effect
3. 学会等名 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics - Asia (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中越達也, 早坂 昇, 筒井 弘, 宮永喜一
2. 発表標題 雑音にロバストな音声認識システムのためのランニングスペクトル分析を用いた自動音声区間検出
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山田健太郎, 筒井 弘, 須藤彰紘, 宮永喜一
2. 発表標題 製造ラインにおける状態報告ランプのWebカメラを用いた色判定システムの実験的評価
3. 学会等名 2019年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Yoshikazu Miyanaga
2. 発表標題 Noise Robust Speech Recognition for AI-ROBOT
3. 学会等名 International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 渡辺 大詩, 筒井 弘, 今川 隆司, 宮永 喜一
2. 発表標題 並列度可変なMin-Sum LDPC復号器とそのメモリバンクアクセススケジューリング手法
3. 学会等名 電子情報通信学会 信学技報
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Xiaonan Jiang, Tatsuya Nakagoshi, Jiayue Tang, Riku Takanashi, Yu Tian, Hiroshi Tsutsui, Yoshikazu Miyanaga
2. 発表標題 Rejection criterion for keyword recognition system
3. 学会等名 IEICE Technical Report
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

北海道大学 大学院情報科学研究院 メディアネットワーク部門 情報通信ネットワーク研究室 https://csw.ist.hokudai.ac.jp/
--

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			
タイ	KMUTT	Faculty of Engineering		
インドネシア	Gadjah Mada University	Faculty of Engineering		
タイ	Chulalongkorn University	Faculty of Engineering		