

令和元年6月6日現在

機関番号：34316

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00256

研究課題名(和文)複数マイクロホンアレーによる高品質收音

研究課題名(英文)High quality sound collection by multiple microphone array

研究代表者

片岡 章俊(KATAOKA, AKITOSHI)

龍谷大学・理工学部・教授

研究者番号：20528682

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は複数のマイクロホンアレーを用いて所望の音のみを高品質に收音する技術の確立である。目的音声の周囲には雑音が存在するため、目的音声はそれら雑音に混ざって收音され、聞き難くなる。本研究では、目的音声を複数のマイクロホンアレーを用いて高品質に收音するため、音響環境に応じて各マイクロホンアレーの設置位置の違いを利用して取得すべき音響情報の検討とその取得手法を検討した。音源の位置に基づいて使用するマイクロホンアレーを選択する手法と複数のマイクロホンアレーによるMV法を組み合わせた手法を提案し良好な結果を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

目的音源の周囲に雑音が存在する音響環境において、所望の音のみを高品質に收音することが望まれている。多様な雑音の条件において、設置位置の異なる複数のマイクロホンアレーを用い、それぞれのマイクロホンアレーで異なる收音手法を用いて処理することにより、設置位置や收音手法の特徴を用いた最適な処理手法を提案した。本研究の意義はマイクロホンアレーの設置位置の違いとそれぞれの收音手法の特徴を生かし高品質な收音を実現したことである。また、本研究の成果をA Iスピーカやロボットの聴覚機能として用いることにより、従来は困難であった騒がしい音響環境においても高性能な收音が可能となる。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to establish the technology to collect only the desired sound with high quality using multiple microphone arrays. There is noise around the target voice. The target voice is mixed with these noises and becomes difficult to hear. In this study, target voices are collected with high quality using multiple microphone arrays. According to the acoustic environment, information necessary for extracting the target voice is acquired using the difference in the installation position of each microphone array. We proposed the method of selecting the microphone array to be used based on the sound source position and the method of combining the MV method with multiple microphone arrays, and obtained good results.

研究分野：音声・音響信号処理

キーワード：エリア收音 高品質收音 雑音抑圧 Wienerフィルター マイクロホンアレー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

マイクロホンアレー(以下、アレー)を用いれば、周囲の雑音を抑圧しながら目的音声を高品質に収録することができる。しかし、アレーは指向性を制御するため、アレーで目的音声を収録したいとき、雑音源の位置が目的音声と成す角度が大きければ、高品質に収録できる。しかし、雑音源の位置が目的音声とほぼ同じ方向にある時には、高品質には収録できない。アレーの指向性を非常に鋭くする方法も考えられるが、多くのマイクロホンが必要であり、アレー長が大きくなってしまふ。本研究では複数のアレーを用いることで、それぞれのアレーが異なる音響環境条件の信号を取得することで高品質な収録を実現する。

### 2. 研究の目的

本研究の目的は、複数のマイクロホンアレーを用いて所望の音のみを高品質に収録する技術の確立である。多くの場合、目的とする音(目的音声)の周囲には雑音が存在するため、目的音声は、それら雑音に混ざって収録され、聞き難くなってしまふ。

本研究では、複数のマイクロホンアレーを用い、目的音声を取り巻く音響環境に応じて、目的音声の抽出に必要な情報を各マイクロホンアレーの設置位置の違いを利用して取得する。それらの情報を用いて目的音の抽出方法を確立するとともに、各マイクロホンアレーにおいて取得すべき情報を得るために必要な収録アルゴリズムについても合わせて確立する。

### 3. 研究の方法

周囲を目的音声と関係のない雑音に囲まれている環境において、所望の音(音声)のみを収録するため、以下の手法について検討した。

- (1) 設置位置の異なる複数マイクロホンアレーにおいて取得すべき情報の検討を行い、その情報の取得に適した収録アルゴリズムについて検討した。
- (2) 複数のマイクロホンアレーから得られる目的音声を含む処理信号から、より高品質に目的の音声を抽出する方法を確立した。

### 4. 研究成果

#### (1) 複数マイクロホンアレーを用いたエリア収録

実環境では目的音源と雑音源がほぼ同じ方向に存在する可能性がある。指向性では目的方向から到来する音を目的音と雑音に分離することはできない。複数のマイクロホンアレーを用いて目的音声を取り巻く音響環境に応じて、目的音声の抽出に必要な情報を各マイクロホンアレーの設置位置の違いを利用して取得する。複数のマイクロホンアレーを用いて目的の音を収録する際、目的信号と雑音源の位置関係などの音響条件を把握し、それに応じてそれぞれのアレーに役割を分担させ、特定のエリアの目的音声のみを収録する。

#### (2) 音源位置情報に基づくエリア収録

エリア収録を実現する手法として、音源の位置情報を用いてマイクロホンの各信号に遅延を付加して総和を取る DS(Delay-and-Sum) 法を用いたエリア収録手法を提案した。各音源の位置推定に基づいて目的音源の音響モデルを推定し、Wiener フィルタを設計し、この Wiener フィルタを加算したビームフォーマのポストフィルタとして適用することで目的音を強調するものである。

#### (3) 雑音位置によるアレー選択

音響条件の異なる位置に設置された2つのマイクロホンアレーから得られた処理信号から音響条件を推定し、用いるべきアレーを判定する方法を検討した。各アレーに対して目的音源と雑音源が同一方向に存在し

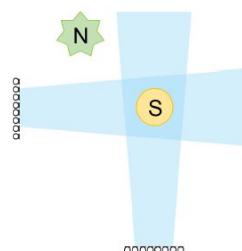


図 1 (a)

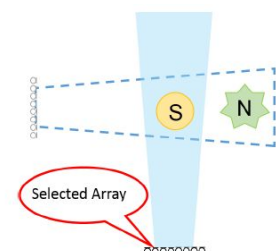


図 1 (b)

た場合、推定した目的音と雑音の位置関係から Array R と Array L のどちらかを選択することによって雑音抑圧性能が向上する。図 1 にマイクロホンアレー選択の概要を示す。図 1(a) のように各音源が同一方向にない場合は両方のマイクロホンアレーを使用し、図 1(b) の場合は一方のマイクロホンアレーを選択する。選択したアレーによる DS ビームフォーマと Wiener フィルタを用いて目的音源を強調する。

#### (4) MV ビームフォーマを用いたエリア收音

MVDR(Minimum Variance Distortionless Response) (以下 MV 法)は、目的方向の全域通過特性を保証しながらビームフォーマの出力パワーを最小化することで、雑音のパワーを最小化する手法である。この MV 法を用いて複数マイクロホンアレーを 1 つのアレーと見なしフィルタ係数を計算し、目的音を強調することでエリア收音を行う手法を検討した。

#### (5) 統合方式によるエリア收音

音源位置に基づいて使用するマイクロホンアレーを選択する手法と複数のマイクロホンアレーでの MV 法を組み合わせた手法を提案した。図 2 に提案手法の処理の流れを示す。まず、2 組のマイクロホンアレーを用いて各音源の方向推定を行う。方向推定手法には MUSIC 法などを用いる。推定した目的音源と雑音源の成す角度が等しい場合のみ DS ビームフォーマに使用するアレーを選択する。そして、DS ビームフォーマの出力結果から求めた目的音源のパワースペクトルを音響モデルとして Wiener フィルタを設計し、DS ビームフォーマに適用する。一方、同時に 2 組のマイクロホンアレーを用いて 1 つの MV ビームフォーマを行い、目的音源の強調を行う。そして、それぞれの出力を足し合わせる。両手法の出力における残留雑音の特性は異なる。一方、それぞれの出力信号の目的音成分の相関は高く、残留雑音成分の相関は低いことが考えられるため、それぞれの出力を組み合わせることで雑音抑圧量が向上する。

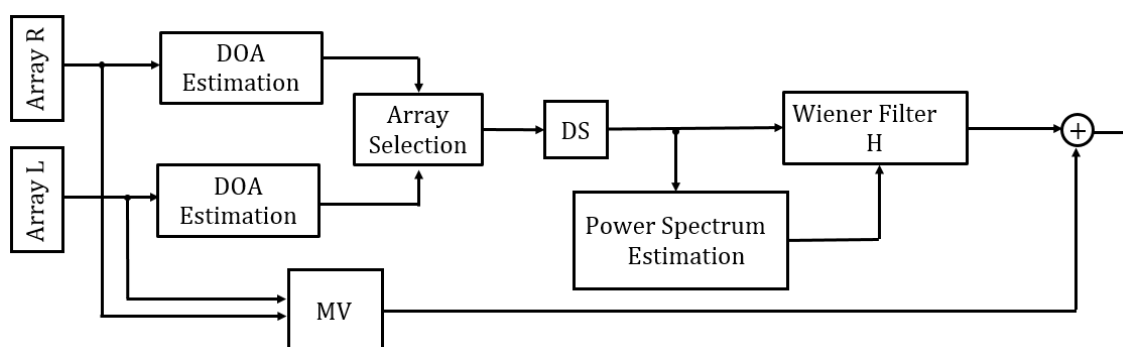


図 2 統合方式

#### (6) 性能評価

本手法の性能を評価するため、実環境における評価実験を行った。評価実験は一般的な会議室で行い、各マイクロホンアレーは素子数を 8 個、素子間隔を 0.04 m とした。図 3 にエリアの配置を示す。目的音源(男女各 2 名)は図の C の位置に、雑音源(office 雑音)は L、BL、BC、BR、R のうち 1 箇所に配置した。office 雑音は一般的なオフィスで発生する騒音である。マイクロホンは JTS CX-500、スピーカは Bose 101MM を使用し、目的音と雑音の S/N は原点(0, 0)の位置で 0 dB とした。評価は目的音のみを高品質に強調できているかを確認するため、雑音抑圧量を表す SNR 改善量を用いた。

#### (7) 評価結果

評価は 4 つの手法 ( a) アレー全体で 1 つのフィルタを設計した MV 法、b) DS 法によるエリア收音、c) 音源位置によるアレー選択をした手法、d) 提案手法) を比較した。図 4 に雑

音位置ごとの SNR 改善量の結果を示す。SNR 改善量は、値が高いほど雑音抑圧量が高いことを表す。図 4 から、手法(d) はどの位置においても雑音抑圧性能が高くなっていることがわかる。また、BL、BR における手法(b) と(c) の結果から、アレーを選択することで目的音源と雑音源が同一方向にある場合において雑音抑圧量が向上することが確認した。

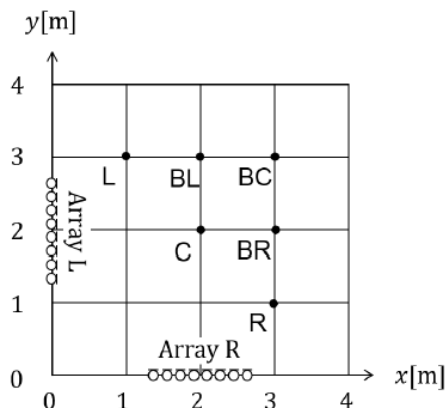


図 3 音源の配置図

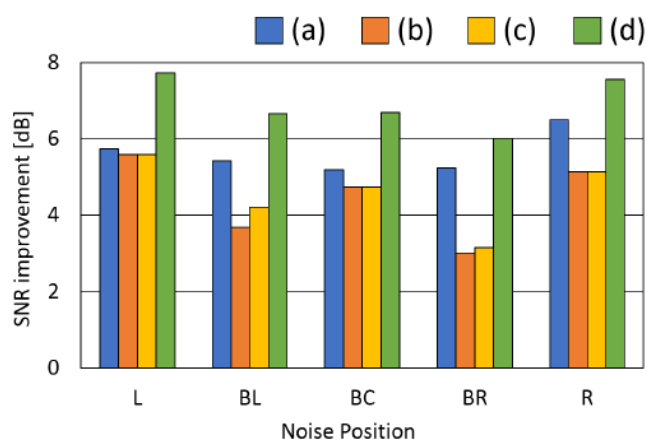


図 4 評価結果

## 5. 主な発表論文等

[学会発表](計10件)

齊藤由依, 安枝和哉, 片岡章俊, ”複数マイクロホンアレイを用いた音源の位置関係に基づくエリア收音,” 日本音響学会秋季研究発表会, 1-Q-16, pp.417-418, 2018.9

小林 祐介, 片岡 章俊, ”マイクロホンアレイを用いた空間信号分布に基づく反復音響モデル推定” 日本音響学会 講演論文集, 1-P-12, pp.541-542, 2018.3

齊藤由依, 安枝和哉, 吉水琢人, 片岡章俊, ”音場推定に基づくエリア收音における位置推定誤差に関する検討,” 日本音響学会春季研究発表会, 1-P-13, pp.543-544, 日本工業大学, 2018.3

Takuto Yoshimizu and Akitoshi Kataoka, ”Spatial post-filter estimation for speech enhancement in the specific area using a pair of microphone arrays”, Joint Meeting of the Acoustical Society of America and Acoustical Society of Japan 2016年11月28日~2016年12月2日 ホノルル(ハワイ)

吉水 琢人, 片岡 章俊, ”音源位置情報を用いた特定領域内音声強調”, 信学技報, vol. 116, no. 302, EA2016-65, pp. 101-106, 2016.11

吉水 琢人, 片岡 章俊, ”マイクロホンアレイ対による音源間の相関関係に基づく複数音源位置推定”, 日本音響学会 講演論文集, 1-P-18, pp.467-468, 2016.9 富山大学

## 6. 研究組織

### (1)研究代表者

片岡 章俊

(KATAOKA, akitoshi)

龍谷大学

理工学部

教授

研究者番号: 20528682

### (2)研究協力者

安枝 和哉

(YASUEDA, kazuya)

龍谷大学

大学院理工学研究科

院生