

令和 6 年 6 月 18 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2023

課題番号：19K04408

研究課題名（和文）時空間スペクトルにおける特異点に着目した音源分離手法の開発

研究課題名（英文）Development of sound source separation method focusing on the singular point in spatio-temporal spectrum

研究代表者

小澤 賢司 (Ozawa, Kenji)

山梨大学・大学院総合研究部・教授

研究者番号：30204192

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）：本研究では、スマートフォンに搭載可能な程度の小規模マイクロホンアレイを用いて、目的音の抽出を目指した。そのために、アレイ出力を画像（時空間音圧分布画像）と見なした場合に、その時空間スペクトルにおいては音源位置が特異点となることを利用した。

4個のマイクロホンを6 cmの円弧上に配置したアレイを用いて、同一方向にある4個の音源を分離することに成功した。また、同一方向で目的音より遠方にある複数音源を一括して消去することで、目的音抽出が可能であることを示した。

8個のマイクロホンを14 cmの直線上に配置したアレイを用いて、複数雑音源が周方向に複数ある場合でも、目的音を抽出できることを示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

・イヤホンとマイクロホンにより情報の授受を行うヒアラブルデバイスは、歩行中にスマートフォンの画面を見ることの代替として発展が切望されている。特に日本では、高齢者の増加に伴い補聴器としての役割までが期待されている。例えば眼鏡フレームにマイクロホンアレイを埋め込めば、騒音中でも話し相手の声だけを抽出・増幅できる。

・次世代テレビジョンの音声チャンネルについては、オブジェクトベースオーディオが主流になると考えられている。その実現のためには、音空間を音源ごとに分解してオブジェクトとして録音することが必要である。本研究成果により、スマートフォンにその機能を搭載することが可能である。

研究成果の概要（英文）：In this study, we aimed to extract a target sound using a small-scale microphone array that can be installed on smartphones. To achieve this, we utilized the fact that in the spatiotemporal spectrum, the sound source position becomes a singularity when the array output is considered as an image (spatiotemporal sound pressure distribution image).

By using an array of four microphones in an arc of 6 cm, we succeeded in separating four sound sources located in the same direction. Furthermore, by collectively eliminating multiple sound sources located farther away than the target sound in the same direction, we demonstrated the possibility of extracting the target sound.

Using an array of eight microphones arranged in a straight line of 14 cm, we showed that even when there are multiple noise sources in the peripheral direction, it is possible to extract the target sound.

研究分野：音響情報工学

キーワード：音源分離 雑音抑圧 マイクロホンアレイ 時空間スペクトル ニューラルネットワーク 特異点 フェーストアレイ 時空間音圧分布画像

1. 研究開始当初の背景

スマートフォン・スマートスピーカ・ヒアラブルデバイス等の普及に伴い音声インタフェースは身近な存在となっているが、騒音中の利用に際しては誤動作が懸念される。妨害音の存在下で所望の音のみを高精度に収録するためには、大規模マイクロホンアレイあるいは高コストな信号処理が利用される。つまり、今日でも小規模システムで高精度な目的音抽出は困難である。複数音源が同一方向で奥行きに並んでいる場合には、特に困難な問題となる。

2. 研究の目的

代表者は平成 28～30 年度に科研費基盤(C)「音響信号処理と人工知能技術との融合による音響空間全周収録法の確立」の助成を受けて、周方向における音源の分離に成功している。その研究の遂行中に 2 次元スペクトルを観察していて、アレイ形状に対応した特異点の存在に気付いた。その性質をうまく利用することで、周方向のみならず奥行き方向までの高性能な音源分離・目的音抽出が可能であるとの着想を得た。本研究では、単一音源に関する着想を実用レベルまで昇華させ、さらに空間中の複数音源を分離することを目的とする。

3. 研究の方法

研究は、まず音源分離アルゴリズムの性能を検討するため、環境雑音や室内反射音の影響などの外乱要因を排除できる計算機シミュレーションにより実施した。最後に、実機に搭載して性能評価を行った。取り組んだ項目は以下のとおりである。

- (1) 円弧上にマイクロホンを配列したアレイによる同一方向にある複数音源の分離
- (2) 直線上にマイクロホンを配列したアレイによる周方向に複数音源がある場合の目的音抽出
- (3) 平面上にマイクロホンを配列したアレイによる 2 [sr] 空間における目的音の抽出
- (4) 直線上にマイクロホンを配列したアレイによる同一方向にある複数音源の測距

4. 研究成果

(1) 円弧上にマイクロホンを配列したアレイによる同一方向にある複数音源の分離

(a) 音源位置が既知という条件下での 4 音源の分離

従前は物理的な円弧状アレイを用いることで焦点位置を固定していたが、ここでは直線状アレイで収録した音に位相回転を施すことで仮想的に焦点を設けることとした。そして、4 マイクロホンを用いて 4 音源の分離を試みた。

アレイの構成を図 1 に示すとおり、 x 軸上に 2 cm 間隔で 4 個の実マイクロホン ($M_0 \sim M_3$) を配置するためアレイ長は 6 cm である。収録はこれらのマイクロホンによって行い、フェイズドアレイの要領によって位相回転を施すことで任意の円弧上に仮想的に推移させる ($M'_0 \sim M'_3$)。

y 軸対称の位置に置いた仮想マイクロホン ($M'_4 \sim M'_7$) からの出力は、対称位置にあるマイクロホン ($M'_0 \sim M'_3$) と同一である。マイクロホンで観測された瞬時音圧の時系列を、輝度の系列に変換した上でマイクロホン位置と対応するように並べることで時空間音圧分布画像を得る。 n を離散時間とし、 m 番のマイクロホン M'_m からの出力を $f(m, n)$ と表現すると、その 2 次元スペクトルは次式で与えられる。

$$F(k_t, k_s) = F_0(k_t) \left\{ \frac{1}{M} \sum_{m=0}^{M-1} W_t^{r'_m f_s k_t} W_s^{m k_s} \right\} \quad (1)$$

ここで $F_0(k_t)$ は原点での信号のスペクトルであり、 $W_t = \exp(-j2\pi k_t / N)$ と $W_s = \exp(-j2\pi k_s / M)$ は、それぞれ時間と空間の回転子である。また、 r'_m は「 M_m における原点からの時間遅れ」に「焦点形成のための時間進み」を加算したものである。なお、 f_s は標本化周波数 (16 kHz)、 M はマイクロホンの総数である。

仮想焦点位置にある音源に関しては、 $r'_m = 0$ となるので時空間音圧分布画像は縦縞となり、その 2 次元スペクトルは空間周波数軸の直流ビン $F(k_t, 0)$ に局在する。一方、 y 軸上で焦点以外の位置にある音源からの音のスペクトルは空間の直流ビン以外に広がるので、それらの成分 $F(k_t, k_s)$ ($k_s \neq 0$) を観測することで、式 (1) から原点におけるスペクトル $F_0(k_t)$ を推定することができる。音源が 4 個ある場合には、そのうちの 1 つに焦点をあて、焦点以外の 3 音源に関する

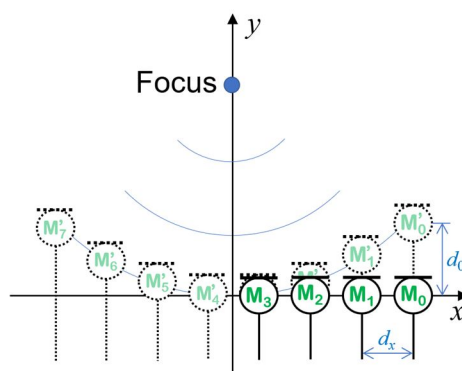


図 1 実体マイクロホン ($M_0 \sim M_3$) と仮想マイクロホン ($M'_0 \sim M'_7$) の配置

る式 (1) を連立させて解くことで、3 音源個々のスペクトルを推定することができる。このようにして推定した「焦点以外の音源のスペクトルの和」を、空間周波数軸の直流ピン $F(k, 0)$ から引き去ることで、焦点位置にある音源に関してスペクトルを得る。この処理を、時間窓で切り出した区間ごと独立に行うので、瞬時スペクトル推定と呼称している。

提案法の性能評価のために、計算機実験を行った。4 個の音源を、 y 軸上で原点から 1 m 間隔で配置した。音源信号としては、女声 “Welcome to Japan.” と “Thank you very much.”、そして男声 “Hello, hello.” と “Hi. How are you?” を用いた。そして、各音源信号を 4 つの音源位置に配置した 24 通りの結果を平均して評価値とすることとした。評価の指標には、信号対歪比 (SDR) を用いた。

実験結果を図 2 に示すとおり、4 音源の個々について 20 dB 以上の SDR が達成されていることから、4 音源の分離に成功したといえる。図 2 は、仮想焦点の位置が、音源分離の性能に及ぼす影響を示している。誤差棒は、音源信号の配置順序を代えたことによる標準偏差であるが、音源が 2 m の条件では煩雑さを避けるため省略した。なお、仮想焦点の位置に依らず、音源が 1 m の場合について SDR が大きくなっている。これは、音源が 1 m の場合について 2 次元振幅スペクトルが相対的に大きいことによるものと考えられる。

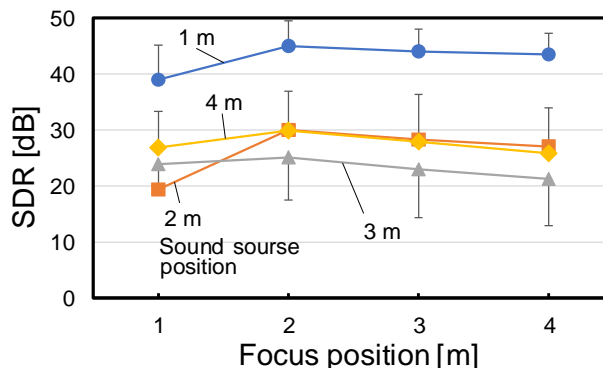


図 2 音源分離の性能に及ぼす仮想焦点位置の影響

(b) 音源位置が未知の条件下での目的音の抽出

目的音源に焦点をあてることにより、他の音源（雑音源）の位置情報は未知のまま雑音低減を達成できることも示した。図 3 は、アレイからの距離 0.5, 1, 2 m のいずれかの位置に目的音源がある場合に、その音源に仮想焦点をあてるように図 1 のマイクロホンアレイを構成し、雑音源は 4 m の位置に 1 個あると仮定して上記 (a) の処理を行った結果として他の 3 つの雑音に対する低減量を示したものである。このように、3 雑音源が目的音源よりもある程度遠くにある場合には、十分な雑音低減が達成できる。これは、長さ 6 cm という小規模アレイにおいては、4 m 以上離れた音源からの音波は、ほぼ平面波として近似できることに因る。

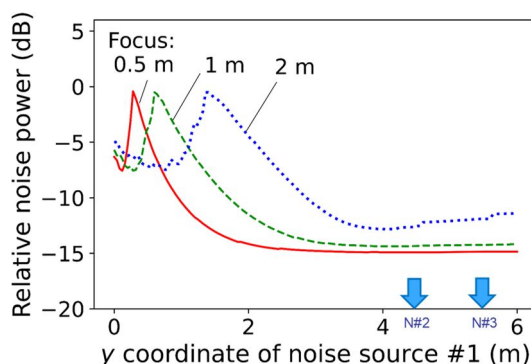


図 3 雑音源#2 と#3 を、それぞれ 4.5 m と 5.5 m の位置に固定し、雑音源#1 を移動させた場合、3 雑音全体の低減量

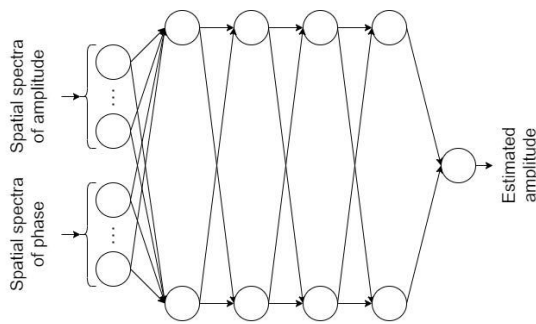
図 3 において目的音が 0.5 m 位置にある

場合の結果は、図 1 のアレイをスマートフォンに搭載してセルフィー撮影を行った場合、撮影者よりも背景にある雑音を低減できることを意味している。つまり、騒音環境中で撮影者の声のみを強調して録音する用途に利用できることを示している。

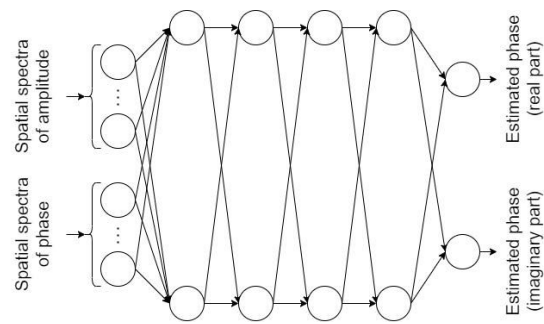
(2) 直線上にマイクロホンを配列したアレイによる周方向に複数音源がある場合の目的音抽出

マイクロホン 8 個を 2 cm 間隔で配置した 14 cm 長アレイを想定し、その出力である時空間音圧分布画像について考える。アレイに対して正面 0° から目的音が到来し、他の方向から雑音が到来した場合について 2 次元スペクトルを算出すると、空間周波数 0 番ピン（直流成分）には、「目的音の全スペクトルが局在し、さらに雑音の遅延和アレイ出力に相当するスペクトルが混在」している。逆にいえば、0 番ピン以外の雑音スペクトルから 0 番ピンにおける雑音スペクトルを推定し、観測された 0 番ピンのスペクトルからその推定値を減算すれば、目的音のスペクトルのみを抽出することが可能である。それを逆離散フーリエ変換で時間波形に戻すことで、目的音抽出が実現できる。

本研究では、上記の推定を、時間周波数ピンごと独立にニューラルネットワーク (NN) を用いて実施した。NN の構造を図 4 に示すとおり、1 つの複素スペクトル値を「振幅」「位相の実部・虚部」という 3 つの実数値により推定し、また「振幅」と「位相」の推定を独立した NN に実施するように工夫した。ここで、NN の入力層・中間層 (4 層)・出力層のユニット数はそれぞれ 13・15・2 とした。また、活性化関数には ReLU (Rectified Linear Unit) を用いた。



(a) 振幅スペクトルの推定



(b) 位相スペクトルの推定

図4 空間周波数の0番ピンを除く7ピンの振幅・位相情報に基づいて、0番ピンのスペクトルを推定するニューラルネットワークの構造

この NN を学習させるためのデータとして、切り出し区間が異なる2種類の白色雑音と同時に到来した場合の空間スペクトルを用いた。学習データとして、それぞれの白色雑音の相対レベルを 0 ~ -20 dB の間で 5 dB 刻みに変更した計 10 種類の白色雑音を用意した。また、一方の雑音の到来角を 90° に固定し、もう一方の雑音の到来角を $90^\circ \sim -90^\circ$ の間で 10° 刻みで変化させた。学習における最適化アルゴリズムには Adam を使用し、230,400 個の学習データに対してバッチサイズ 32 で 10,000 エポックの学習を行った。

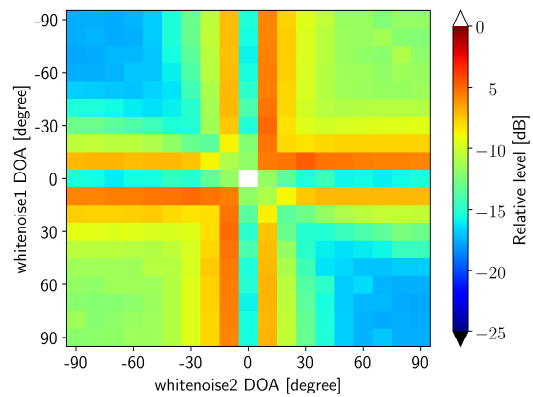


図5 2雑音源の角度に対する雑音低減量(どちらかが正面 0° にある場合には、目的音と見なされ、1雑音となるために低減量は大きくなる。)

提案システムの性能を評価するため、目的音 (0°) と 2 つの雑音 ($-90^\circ \sim 90^\circ$) の計 3 種類の信号を同時に入力し、雑音抑圧量を計算した。雑音として白色雑音を、目的音として女声「函館」を使用した。実験結果を図5に示すように、2雑音が同側にある場合で最大 -18 dB、対側で最大 -13 dB 程度の抑圧量を示している。このことから、複数雑音を十分に抑圧して目的音声を抽出できたと考えている。さらには、音声には時間的なスパース性があるため、現実の場面における短区間で3雑音が同時に存在する状況は考え難い。それゆえ、本手法は現実場面においても十分な性能を有すると考えている。

(3) 平面上にマイクロホンを配列したアレイによる 2 [sr]空間における目的音の抽出

9 個のマイクロホンを図6のように平面上に等間隔に配置する。正面(y軸方向)から目的音が、また方位角 θ 、仰角 ϕ から雑音が平面波として到来する状況を考える。この場合の空間音圧分布画像は、 3×3 ピクセルの平面画像が時系列として並ぶ立体画像であり、3次元離散フーリエ変換を適用することで3次元スペクトルを得る。

正面から到来した目的音は全てのマイクロホンに同時に到来するので、各時刻において全てのマイクロホンで観測される瞬時音圧は等しい。この音は、3次元スペクトルにおいては、全ての時間周波数ピンについて、空間方向に関する直流成分である $\#(0,0)$ ピンに局在する。それに対して、正面以外から到来する雑音については、マイクロホン毎に異なる瞬時音圧が観測されるので、全ての時間周波数ピンについて、空間方向に広がったスペクトルとなる。これは、上記(1)、(2)の原理を3次元スペクトルに拡張しただけであるため、同様な手続きで雑音スペクトルの推定し、それを消去することで、目的音の抽出が可能である。

ここでは、雑音における空間直流成分の推定を、上記(2)と同様に NN による回帰問題として扱うこととした。NN の構成は入力層 8 ユニット(直流成分を除く振幅値) - 中間層 9 ユニッ

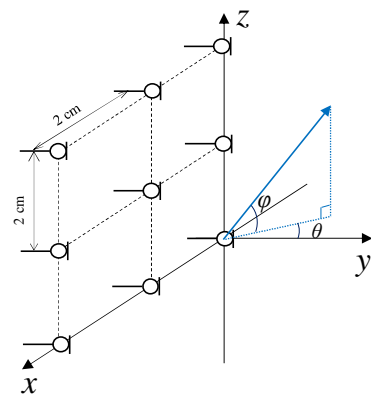


図6 平面状アレイにおけるマイクロホンの配置

ト - 出力層1 ユニット(直流成分の推定値)とした。すなわち, 振幅スペクトルのみを推定した。学習データとしては, 2 [sr] 空間内の代表的な 6 方向のいずれかから白色雑音を到来させた場合に, ある 512 点の時間窓内で観測された 3072 パターンを用いた。

提案法の性能評価のために計算機実験を行った。雑音信号として白色雑音が出来た場合の減衰量を図7に示す(特性は, について対称であるので, $0^\circ \sim 90^\circ$ の結果のみを示している)。雑音の減衰量としては 20 dB 程度あるが, 抽出された目的音に若干の歪が生じている。それでも, このアレイで古典的手法である遅延和法を実施した場合には 5 dB 程度の雑音減衰量であることからすれば, 提案手法は効果的であると考えられる。

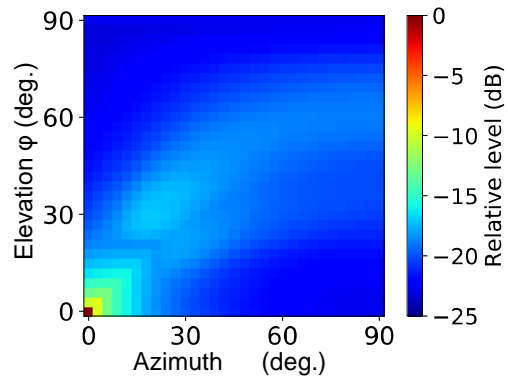


図7 $\pi/2 \text{ [sr]}$ 空間での雑音低減量

(4) 直線上にマイクロホンを配列したアレイによる同一方向にある複数音源の測距

上記(1)で話題にしたとおり, 同一方向にある複数音源についてアレイからの距離の情報は, 本研究プロジェクトにおいては極めて重要な役割を果たす。そこで, 上記(1)の前処理として音源測距を行うこととした。測距の手法として, 音源からマイクロホンまでの伝達関数には距離減衰と位相回転からなる複素量を考え, 測距アルゴリズムとしては複素スパースベイズ推定を用いることとした。

図8に示すマイクロホン配置 ($d_M = 4 \text{ [cm]}$, $M=4$) とボクセル(音源位置の候補)の配置 ($d_V = 10 \text{ [cm]}$) の系について, 計算機実験を行った。

まず, 正弦波信号を扱い, 周波数が高くなるほど測距可能な距離が増加することを明らかにした。これは, 一定の距離を音波が伝播する際の位相回転量は周波数とともに増加するため, 観測される信号のマイクロホン間での差異が大きくなることで説明できる。

続いて, 音声信号を用いて, より現実的な状況を想定した実験を行った。アレイからの距離がそれぞれ 3, 4 m の位置に置いた2つの音声信号の振幅推定結果を図9に示すとおり, 概ね正確な推定がなされている。このことから, ここで提案した音源測距手法を, 上記(1)の音源分離の前処理に利用することの可能性を示すことができた。一方で, 背景雑音が増大すると, 測距の誤差が大きくなることも示された。

図9では, 各音声におけるパワーが最大となる周波数のみに限定して観測し, 測距を行った。その後, 音声にはフォルマント構造があることから, 複数周波数を同時に観測することで性能向上が期待できることも明らかとなった。その成果は 2024 年度に学会発表する予定である。

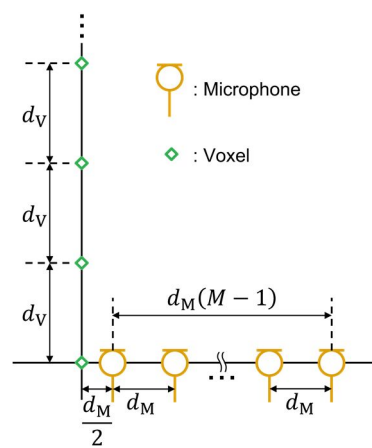


図8 マイクロホンアレイの構成

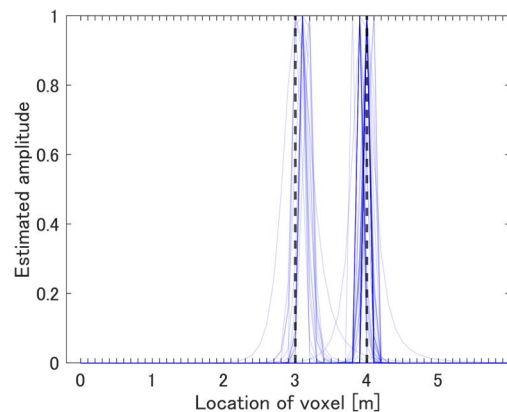


図9 アレイからの距離 3, 4 m の位置に置いた2つの音声信号の振幅推定結果

(5) 実機を用いた性能検証

以上の(1)~(4)は計算機シミュレーション実験により, 提案アルゴリズムの性能検証を行ったものである。最終年度(2023年度)には, 実機を用いた性能検証にも着手した。最も基本的な(2)の直線状アレイを用いた単一雑音源の抑圧を行い, 遅延和アレイ法より格段に性能が向上することを示した。その詳細は 2024 年度に学会発表する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計26件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 10件）

1. 発表者名 有泉千太
2. 発表標題 複素スパース推定に基づく小規模マイクロホンアレイによる音源測距に関する考察
3. 学会等名 情報処理学会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 有泉千太
2. 発表標題 複素スパース推定に基づく小規模マイクロホンアレイによる音源測距に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会応用音響研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Senta Ariizumi
2. 発表標題 Sound source distance measurement using complex sparse Bayesian estimation with a small microphone array system
3. 学会等名 The 9th International Congress on Information and Communication Technology (ICICT 2024) (国際学会)
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 Kenji Ozawa
2. 発表標題 Multiple noise suppression in the same direction using virtual focus and spectral subtraction
3. 学会等名 The 11th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenji Ozawa
2. 発表標題 Multiple noise suppression based on simultaneous learning and independent estimation of amplitude and phase of noise
3. 学会等名 The 8th International Conference on Engineering and Emerging Technologies (ICEET 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 有泉千太
2. 発表標題 小規模マイクロホンアレイによるスパースベイズ推定を用いた音源測距に関する検討
3. 学会等名 電子情報通信学会応用音響研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 有泉千太
2. 発表標題 小規模マイクロホンアレイによるスパースベイズ推定を用いた音源測距に関する考察
3. 学会等名 日本音響学会2022年秋季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小澤賢司
2. 発表標題 仮想的焦点形成と瞬時スペクトル推定法による同一到来方向の複数雑音低減に関する考察
3. 学会等名 日本音響学会2023年春季研究発表会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kenji Ozawa
2. 発表標題 Separation of sound sources in the same direction via spectral estimation with a virtual focus
3. 学会等名 The 10th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koki Takenaka
2. 発表標題 Suppression of multiple Noises with different directions of arrival using instantaneous spectral subtraction
3. 学会等名 The 3rd International Conference on Electrical, Communication and Computer Engineering (ICECCE 2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Koki Takenaka
2. 発表標題 Noise suppression system using deep learning for smart devices
3. 学会等名 The 4th IEEE Global Conference on Life Sciences and Technologies (LifeTech 2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 竹中幸輝
2. 発表標題 雑音スペクトルの振幅・位相同時推定に基づく瞬時スペクトル減算法による雑音抑圧
3. 学会等名 電子情報通信学会応用音響研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小澤賢司
2. 発表標題 仮想的焦点形成と瞬時スペクトル推定法による同一到来方向の音源分離に関する考察
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹中幸輝
2. 発表標題 雑音スペクトルの振幅・位相同時推定に基づくスペクトル減算法の複数雑音源への拡張
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大宮拓海
2. 発表標題 機械学習による瞬時スペクトル推定に基づく雑音抑圧システムの実機搭載に向けた考察
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 竹中幸輝
2. 発表標題 振幅・位相の依存性を考慮した独立推定に基づく雑音抑圧
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kenji Ozawa
2. 発表標題 Noise reduction using a plane microphone array and a spatio-temporal sound pressure distribution image
3. 学会等名 The 7th IEEE International Conference on Consumer Electronics Taiwan 2020 (2020 ICCE-Taiwan) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Kenji Ozawa
2. 発表標題 Separation of multiple sound sources in the same direction by instantaneous spectral estimation
3. 学会等名 The 9th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2020) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹中幸輝
2. 発表標題 位相を含めた雑音スペクトルの瞬時推定に基づくスペクトラルサブトラクションによる雑音抑圧
3. 学会等名 音学シンポジウム2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹中幸輝
2. 発表標題 瞬時スペクトル減算法よる到来方向が異なる複数雑音の抑圧
3. 学会等名 電子情報通信学会応用音響研究会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小澤賢司
2. 発表標題 瞬時スペクトル推定法による同一到来方向の複数音源の分離に関する考察
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹中幸輝
2. 発表標題 瞬時スペクトル減算法による到来方向が異なる2雑音の抑圧に関する考察
3. 学会等名 日本音響学会秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹中幸輝
2. 発表標題 音スペクトルの振幅・位相同時推定に基づくスペクトラルサブトラクションによる雑音抑圧
3. 学会等名 日本音響学会春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kenji Ozawa
2. 発表標題 Suppression of two noise sources in the same direction by instantaneous spectral subtraction
3. 学会等名 The 8th IEEE Global Conference on Consumer Electronics (GCCE 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kenji Ozawa
2. 発表標題 Sound source separation by spectral subtraction based on instantaneous estimation of noise spectrum
3. 学会等名 The 6th International Conference on Systems and Informatics (ICSAI 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小澤賢司
2. 発表標題 瞬時スペクトル減算法による同一到来方向の2雑音源の抑制に関する考察
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

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計0件

〔取得〕 計2件

産業財産権の名称 Sound source separation system, sound source position estimation system, Sound source separation method, and Sound source separation program	発明者 Kenji Ozawa	権利者 University of Yamanashi
産業財産権の種類、番号 特許、US 11317200 B2	取得年 2022年	国内・外国の別 外国

産業財産権の名称 音源分離システム、音源位置推定システム、音源分離方法および音源分離プログラム	発明者 小澤賢司	権利者 山梨大学
産業財産権の種類、番号 特許、特7286896	取得年 2023年	国内・外国の別 国内

〔その他〕

山梨大学工学部コンピュータ理工学科小澤研究室ホームページ http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~ozawa/lab.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
研究 分 担 者	渡辺 貫治 (Watanabe Kanji) (20452998)	秋田県立大学・システム科学技術学部・准教授 (21401)	
研究 分 担 者	坂本 修一 (Sakamoto Shuichi) (60332524)	東北大学・電気通信研究所・教授 (11301)	

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