

令和 2 年 4 月 19 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K06473

研究課題名（和文）近接 2ch マイクロホンとブラインド信号処理に基づく雑音環境に頑健な音響測距法

研究課題名（英文）Robust acoustic measurement method based on adjacent 2ch microphone and blind signal processing for noisy environment

研究代表者

中迫 昇（Nakasako, Noboru）

近畿大学・生物理工学部・教授

研究者番号：90188920

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究の目的は、介護・福祉用ロボットのように、近距離から遠距離まで広い範囲の距離検出が必要な機器に対し、可聴音を用いて人間までの距離を検知するための測距システムを実現することにある。しかしながら従来法ではスピーカとマイクロホン間の測定系の影響と観測雑音の影響を受け、測定精度が劣化する問題があった。本研究では、(1) 従来の位相干渉に基づく測距法では不可能な高雑音下において測定するための理論の開発、(2) スピーカとマイクロホンとの間の測定系の影響を除去するための理論の開発、(3) 具体的な対象物までの測距法の検討、などを行い総合的な理論を構築した。結果として提案手法の有効性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

可聴音を用いて対象物までの距離を検知するための音響測距法が知られているが、従来法ではスピーカとマイクロホン間の測定系の影響と観測雑音の影響を受け、測定精度が劣化する問題があった。本研究ではその対策法として、(1) 近接2ch マイクロホンを導入しクロススペクトル法を適用することにより測定系の影響を除去し、(2) その結果、送信音として環境音などを利用することが可能となり、(3) さらにブラインド信号処理の技術を導入することによって観測雑音にも頑健な手法を提案し、実験的にも有効性を確認した。これにより、近距離から遠距離まで広い範囲の距離検出が必要な介護・福祉用ロボットなどへの適用可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this research is to realize a distance measurement system for detecting the distance to a human being using audible sound for devices such as nursing care and welfare robots that require a wide range of distance detection from near to far. However, the conventional method has a problem that the measurement accuracy is degraded by the influence of the measurement system between the loudspeaker and the microphone and the observation noise in the real environment. In this study, (1) a theory for the measurement is developed under high noise conditions, which is not possible with the conventional phase-interference-based acoustic distance measurement method, (2) a theory for eliminating the influence of the measurement system between the loudspeaker and the microphone is developed, and (3) the acoustic distance measurement method to a specific object is investigated. The results suggest the effectiveness of the proposed method.

研究分野：音響信号処理

キーワード：音響測距 位相干渉 距離スペクトル クロススペクトル 近接2ch マイクロホン 環境雑音 測定系の影響 独立成分分析

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

寝たきりの老人や四肢に障害をもつ患者さんに対するケアを行うための介護・福祉用ロボットの開発が広く行われているが、産業用ロボットとは異なり、相手が人間であるということに特に注意しなければならない。たとえば、ロボットの手からコップで患者さんに水を飲ませる場合、患者さんとの距離を素早く正確に推定しなければ時に危険すら伴う。研究代表者はすでに送信波と対象物から跳ね返ってくる反射波の間の位相干渉(定在波)に基づく距離推定法(以下、測距法)を提案している。

しかしながら実環境において従来法では、スピーカとマイクロホン間の測定系の影響と観測雑音の影響を受け、測定精度が劣化する問題があった。従来の位相干渉に基づく音響測距法では、近接 2ch マイクロホンを導入することによって雑音の少ない理想条件では距離を測定できるが、外来雑音が存在すると距離を測定できないなど様々な問題があり、それらを克服する新たな理論を開発する必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、介護・福祉用ロボットのように、人間に接するほどの近距離から部屋の隅の遠距離までにわたる広い範囲の距離検出が必要な機器に対し、可聴音を用いてロボットから人間までの距離を検出するための測距システムを実現することにある。しかしながら実環境において従来法では、スピーカとマイクロホン間の測定系の影響と観測雑音の影響を受け、測定精度が劣化する問題があった。本研究では、(1)近接 2ch マイクロホンを導入しクロススペクトル法を適用することによって測定系の影響を除去し、(2)その結果、送信音として環境音などを利用することが可能となり、(3)さらにブラインド信号処理の技術を導入することによって観測雑音にも頑健な手法を提案する。

3. 研究の方法

まず、研究の基本である位相干渉に基づく当初の音響測距法について簡単にまとめておく。

話を簡単にするため、送信波として、周波数帯域 $[f_1, f_N]$ 内で一様なパワースペクトルをもつ信号を考える。このような信号は、各周波数での位相を揃えると時間領域ではインパルス波形となる。いま、この信号を対象物に向け送信するとき、入射波が対象物によって反射され、マイクロホンでの観測波は入射波と反射波の合成波となり位相干渉を生じる。マイクロホン位置において観測された合成波を、フーリエ変換により周波数領域へ変換する。このとき、観測波形(合成波形)のパワースペクトルは周期的に変化し、その周期は対象までの距離によって変化する。したがって、パワースペクトルをもう一度フーリエ変換することにより対象までの距離が推定できるのである。

位置 $x = d$ [m] の位置に対象物が存在する場合、マイクロホン位置を $x = x_s$ [m] として観測信号のパワースペクトル $p(f, x_s)$ を考える。このパワースペクトルは周期的に変化し、その周期はマイクロホンから対象までの距離 $d - x_s$ [m] に逆比例する。パワースペクトルをさらにフーリエ変換したスペクトル $P(x)$ の絶対値 $|P(x)|$ を距離スペクトルと呼び、そのピーク位置がマイクロホンから対象物までの距離 $d - x_s$ [m] の推定値となる。しかしスピーカからマイクロホンまでの測定系の影響のために観測信号のパワースペクトルは一般にトレンドをもち、その結果、距離スペクトルの 0 [m] 付近には偽のピークが現れる。

そこで、この測定系の影響を取り除くために、近接した 2つのマイクロホン(2ch マイクロホン)を導入し、2ch マイクロホンの観測信号のうち、一方を入力、もう一方を出力とみなしてクロススペクトル法を適用する。このクロススペクトルの絶対値 2乗をクロスパワースペクトルと呼び、測定系によるトレンドが除去されている。このクロスパワースペクトルはやはり周期的に変化し、その周期はマイクロホンから対象までの距離 $d - x_s$ [m] に逆比例する。これによって、距離スペクトルの 0 [m] 付近の偽のピークは除去できる。

しかしながら、実環境では外来雑音の混入を避けることができず、近接 2ch マイクロホンの観測信号にクロススペクトル法を適用しても、雑音のために距離を測定することができない。本研究では、ブラインド信号分離の 1 手法である独立成分分析 ICA(Independent Component Analysis)に着目し、2 ch マイクロホンの観測信号を ICA により測距信号と外来雑音に分離したのち、測距信号を 2つのマイクロホン位置に戻しクロススペクトル法を適用する。

位相干渉に基づく音響測距法をもとに、上述の研究の 3つの目的を達成するために、(1)対象物(最終的には人間を想定)の距離推定において、位相干渉に基づく音響測距法の性質と応用の可能性、(2)外来雑音下の近接 2ch 観測信号に対して、ICA を前処理としたクロススペクトル法を用いた音響測距法の開発に向けて、様々な検討を行なった。

研究の方法としては、いずれの目的に対しても、まず理論を構築し、シミュレーションや予備実験を経て理論を修正したのち、実際の音場に適用して理論の実際的な有効性を確認するようにしている。

4. 研究成果

研究期間の3年間に様々な成果を得た。主な研究の2つの検討に沿って説明する。

(1) 位相干渉に基づく音響測距法の性質と応用の可能性: 研究の基本となる位相干渉に基づく音響測距法は観測信号のパワースペクトルの変化分にもう一度フーリエ変換を施し距離スペクトルを求める簡単な手法であり、その原理についてはすでに知られている。最終的にはロボットと人間の間の距離測定などを視野に入れて、音響測距法の性質と応用の可能性を探った。

2回のフーリエ変換に時間がかかるため、送信音としてリニアチャープ音を用いて高速化を図ることができた(中迫昇 他, 電気学会論文誌 C, 137, 1443-1444, 2017; 中迫昇 他, システム制御情報学会論文誌 30, 339-346, 2017; N. Nakasako et al., ICIC Express Letters, Part B: Applications, 9, 737-745, 2018)。位相干渉に基づく音響測距法の基本的な性質を確かめるために、パラボラ形状の対象物を採用し音響測距実験を行った(N. Nakasako et al., ICSV '25, 2018, (CD-ROM 収録の pp.1-8))。その結果、対象物までの様々な設定距離に対して精度よく推定できた。もちろん、パラボラの焦点付近で距離スペクトルのピークが支配的となることも確認できた。マイクロホンシステムとして KINECT2 を採用することにより 4ch マイクロホンを利用できるため音響測距法を適用すると、対象物までの距離だけでなく位置まで測定できることを確かめた(R. Oda et al., ICSV '24, 2017, (CD-ROM 収録の pp.1-8))。対象物や測定系は常に静止しているとは限らない。近接 2ch マイクロホンを導入しクロススペクトル法を適用することによって距離推定において測定系の影響を除去できる。同じ原理で移動物体の距離と速度を推定する手法を提案した(中迫昇 他, システム制御情報学会研究発表講演会予稿集, 2019, (CD-ROM 収録の pp.1-4))。とくに周期的に変化する物体では、距離の変化だけでなく周期情報も重要であるため周期を検出する手法も提案した(山崎夏樹 他, 日本音響学会 2081 年秋季研究発表会予稿集, 375-375, 2018))。人間を相手にした環境で位相干渉に基づく音響測距法を実装する場合には、可聴音ではなく超音波のように聞こえない音の方が好ましいこともある。そこで、超音波素子にアレイ状に設置した超音波アレイにビームステアリング技術を導入し、どの方向にいるかわからない人間までの距離を測定する原理を提案した(N. Nakasako et al., ICSV '24, 2017, (CD-ROM 収録の pp.1-8))。いくつかの音響測距法をマイコンシステムにより実装し(N. Nakasako et al., ICIC Express Letters, Part B: Applications, 9, 899-906, 2018; 中迫昇 他, 電気学会論文誌 C, 138, 1223-1229, 2018) 将来的に工業的な実現の可能性を確認した。

(2) 近接 2ch 観測信号に対する ICA を前処理としたクロススペクトル法による音響測距法: 近接 2ch 観測信号にクロススペクトル法を適用すると測定系の影響が除去できるが、環境雑音が存在する場合には音響測距法が適用できない。そこで、まず同期加算法を導入することで、ある程度の雑音が除去できた(中迫昇 他, 電気学会論文誌 C, 137, 1443-1444)。しかしながら、同期加算法では複数回の観測が必要であったために、1回の測定で測定系の影響と外来雑音の除去を同時に行いたい。近接 2ch 観測信号が使えるので、測距信号と外来雑音にブラインド信号分離の手法を適用すれば原理上分離できるはずである。まず、完全なブラインド分離ではなく送信音が既知なセミブラインド分離により信号を分離し音響測距まで行い(中迫昇 他, システム制御情報学会研究発表講演会予稿集, 2018, (CD-ROM 収録の pp.1-4))。ついで実用的な観点から指向性雑音が混入する場合に対して瞬時 ICA を適用したところ S/N 比 0 dB 程度までの雑音を除去できた(仲岡佑亮 他, 日本音響学会 2018 年春季研究発表会予稿集, 567-568, 2018))。が、測定系の影響は残存し距離スペクトルには真のピーク以外に 0 m 付近のピークが現れた。これは音源と伝搬経路の畳み込みを考慮していないためと考え、入れ替わりの無い複素 ICA を導入して雑音の精緻な除去を図り、指向性雑音ではなく一般的な雑音環境に適用した(田井一他, 2018 年電気関係学会連合大会予稿集, 35-36, 2018)。これにより、一般的な雑音環境下(S/N 比 -10 dB 程度)でも対象物までの距離を測定することができた。しかしながら、近接 2ch マイクロホンではマイクロホン間隔がサンプリング間隔よりも狭いために、測距信号と外来雑音の分離は見かけ上出来ているように見えるが、測距信号を各観測位置に復元してクロススペクトルを適用しても測定系の影響は十分除去できず、距離スペクトルの 0m 付近にピークが残った。そこで、近接 2ch マイクロホンを 2 セット(共通のマイクを 1 つ考えると結果的には近接 3ch マイクロホン)導入し、それぞれの 2ch 観測信号に複素 ICA を適用した(田井他, 日本音響学会 2019 年秋季講論集, pp.275-276, 2019.9)。その結果、測定系の影響と環境雑音の両方が除去できる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Changryung Song, Toshihiro Shinohara, Tetsuji Uebo and Noboru Nakasako	4. 巻 9
2. 論文標題 Implementation of a One-Channel Acoustic Distance Measurement Method Using the Cross-Spectrum of Actual and Pseudo Observations	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ICIC Express Letters, Part B: Applications	6. 最初と最後の頁 899 ~ 906
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/icieib.09.09.899	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 Noboru Nakasako, Kohsuke Sakaguchi, Toshihiro Shinohara and Tetsuji Uebo	4. 巻 9
2. 論文標題 Consideration of Acoustic Distance Measurement Using the Hilbert Transform of 2ch Observations with a Linear Chirp Signal for Multiple Targets	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ICIC Express Letters, Part B: Applications	6. 最初と最後の頁 737 ~ 745
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.24507/icieib.09.08.737	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 宋昌隆, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇	4. 巻 138
2. 論文標題 クロススペクトル法を用いた位相干渉に基づく音響測距システムの一実現	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 1223 ~ 1229
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.138.1223	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 中迫 昇, 阪口 弘資, 本多 進哉, 篠原 寿広, 上保 徹志	4. 巻 137
2. 論文標題 cos, sinチャープ音による2ch観測信号間のクロススペクトルを用いた音響測距における雑音対策の検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電気学会論文誌C	6. 最初と最後の頁 1443 ~ 1444
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1541/ieejeiss.136.1	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 中迫昇, 本多進哉, 篠原寿広, 上保徹志	4. 巻 30
2. 論文標題 リニアチャープ音の2ch 観測信号間のクロススペクトルを用いた音響測距の基礎的検討	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 システム制御情報学会論文誌	6. 最初と最後の頁 339 ~ 346
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 本多 進哉, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中山 雅人, 中迫 昇	4. 巻 J100-A
2. 論文標題 音声を音源とした雑音環境下の音源距離推定 (実及び疑似観測信号間のクロススペクトルと同期加算の導入)	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 電子情報通信学会 和文論文誌A	6. 最初と最後の頁 295 ~ 298
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 -

〔学会発表〕 計32件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5件)

1. 発表者名 中迫昇, 山崎夏樹, 中川秀夫, 篠原寿広, 上保徹志
2. 発表標題 近接 2 マイクロホンによる観測信号を用いた位相干渉に基づく移動体の距離と速度の推定
3. 学会等名 第63回 システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中迫 昇, 小池 脩平, 篠原 寿広, 上保 徹志
2. 発表標題 観測音のパワーと位相の両スペクトルを用いた超近距離測定とその実装
3. 学会等名 計測自動制御学会 第36回センシングフォーラム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田井 一, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 近接3chマイクロホンを用いた統計的独立性に基づく音響測距における測定系の影響除去の試み
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 北野 翔子, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 広帯域スピーカによる超音波成分も利用した音響測距
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 田井一, 篠原寿広, 上保徹志, 中迫昇
2. 発表標題 近接3chマイクロホンを用いた環境雑音と測定系の影響に強い音響測距法
3. 学会等名 R01電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北野翔子, 篠原寿広, 上保徹志, 中迫昇
2. 発表標題 広帯域スピーカによる実および擬似観測信号間のクロススペクトル法を用いた位相干渉に基づく1ch音響測距法
3. 学会等名 R01電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北野 翔子, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 パラメトリックスピーカとビームステアリングを用いた音響測距 (発表会自体はコロナウィルス感染拡大防止のため中止)
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 田井 一, 上保 徹志, 篠原 寿広, 中迫 昇
2. 発表標題 2ch マイクロホンを用いた対象物までの距離推定 - 音源とマイクロホンでできる線分に対して垂直方向に対象物を設置した場合 - (発表会自体はコロナウィルス感染拡大防止のため中止)
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 中迫 昇, 湊 旬紀, 中川秀夫, 篠原寿広, 上保徹志
2. 発表標題 位相干渉に基づく距離推定法による周期的移動物体の周期検出の試みと幾何学的配置の推定距離への影響 (発表会自体はコロナウィルス感染拡大防止のため中止)
3. 学会等名 2020年電子情報通信学会総合大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中迫昇, 村田真治, 篠原寿広, 上保徹志
2. 発表標題 高雑音下における近接2ch マイクロホンを用いた位相干渉に基づく対象物までの距離推定 (セミブラインド処理による雑音対策の一試み)
3. 学会等名 第62回 システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Noboru Nakasako, Shinya Honda, Toshihiro Shinohara, Tetsuji Uebo
2. 発表標題 ACOUSTIC DISTANCE USING CROSS-SPECTRUM BETWEEN ADJACENT TWO-CHANNEL OBSERVATIONS BASED ON PHASE INTERFERENCE (DISTANCE MEASUREMENT FOR PARABOLIC TARGET)
3. 学会等名 25th International Congress on Sound and Vibration (ICSV25) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田井 一, 村田 真治, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 高雑音下の音響測距における統計的独立性に基づく雑音低減の基礎的検討
3. 学会等名 日本音響学会2018年秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎夏樹, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 クロススペクトル法を用いた位相干渉に基づく距離推定法による周期的移動物体の周期検出
3. 学会等名 日本音響学会2018年秋季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田井一, 篠原寿広, 上保徹志, 中迫昇
2. 発表標題 複素ICAを用いた環境雑音に強い音響測距法の基礎的検討(帯域インパルス送信波の場合)
3. 学会等名 H30電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎夏樹, 篠原寿広, 上保徹志, 中迫昇
2. 発表標題 呼吸に伴う胸の動きの測定を目指した位相干渉に基づく距離推定法による周期的移動物体の周期検出の試み
3. 学会等名 H30電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 田井 一, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 2ch 観測信号を用いた音響測距における統計的独立性に基づく雑音低減の試み - 振幅一定・位相ランダムな送信波の採用 -
3. 学会等名 日本音響学会2019年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 北野 翔子, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 広帯域スピーカを用いた音響測距における距離分解能の向上
3. 学会等名 日本音響学会2019年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山崎 夏樹, 中川 秀夫, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 位相干渉に基づく音響測距法を用いた等速移動体の距離と速度の測定システムの試作
3. 学会等名 日本音響学会2019年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 小池 脩平, 宋 晶隆, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 人までの距離測定を目指した定在波に基づく音響測距法の試作小型システムによる一実現
3. 学会等名 日本音響学会2018年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仲岡 佑亮, 村田 真治, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 指向性雑音下の音響測距における近接2ch 観測信号を用いた瞬時ICA による雑音除去と到達音到来方向の影響
3. 学会等名 日本音響学会2018年春季研究発表会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 宋 昌隆, 篠原寿広, 上保徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 粒子群最適化を用いた送信波と反射波の位相干渉に基づく1ch 音響測距法
3. 学会等名 電子情報通信学会応用音響研究会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山崎夏樹, 篠原寿広, 上保徹志, 中迫昇
2. 発表標題 位相干渉に基づく距離推定法を用いた周期的移動物体に対する周期検出
3. 学会等名 H29年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宋昌隆, 篠原寿広, 上保徹志, 中迫昇
2. 発表標題 音声を送信音源としたクロススペクトル法を用いた位相干渉に基づく2ch音響測距法の試作小型システムによる一実現
3. 学会等名 H29年電気関係学会関西連合大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 村田 真治, 篠原 寿広, 中迫 昇
2. 発表標題 雑音下の近接2ch 観測信号の瞬時ICA による分離信号を用いた位相干渉に基づく1ch 音響測距法
3. 学会等名 日本音響学会2017年秋季研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 阪口 弘資, 本多 進哉, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫
2. 発表標題 リニアチャープを送信音とする2ch 観測信号のヒルベルト変換を用いた複数対象物に対する音響測距の検討
3. 学会等名 日本音響学会2017年秋季研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宋 昌隆, 篠原 寿広, 上保 徹志, 中迫 昇
2. 発表標題 実観測信号と疑似観測信号間のクロススペクトルを用いた1ch 音響測距法の試作システムによる一実現
3. 学会等名 日本音響学会2017年秋季研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 山崎夏樹, 篠原寿広, 上保徹志, 中迫昇
2. 発表標題 学習同定法を用いた実音場における位相干渉に基づく音響測距法の一雑音対策 (等速移動体の距離および速度の推定)
3. 学会等名 計測自動制御学会 第34 回センシングフォーラム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 N. Nakasako, T. Nakano, T. Shinohara, M. Nakayama, T. Uebo
2. 発表標題 AN ATTEMPT OF DISTANCE MEASUREMENT FOR A HUMAN BASED ON PHASE INTERFERENCE USING BEAM-STEERING AT EACH CHANNEL OF PARAMETRIC ARRAY LOUDSPEAKER
3. 学会等名 24th International Congress on Sound and Vibration (ICSV24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 R. Oda, T. Shinohara, T. Uebo, N. Nakasako
2. 発表標題 ACOUSTIC DISTANCE MEASUREMENT BASED ON PHASE INTERFERENCE BETWEEN TRANSMITTED AND REFLECTED WAVES AND POSITION ESTIMATION BY USING KINECT V2'S MICROPHONE ARRAY
3. 学会等名 24th International Congress on Sound and Vibration (ICSV24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Sakaguchi, S. Honda, T. Shinohara, T. Uebo, N. Nakasako
2. 発表標題 ACOUSTIC DISTANCE MEASUREMENT BASED ON THE INTERFERENCE BETWEEN TRANSMITTED AND REFLECTED WAVES USING CROSS-SPECTRAL METHOD BY INTRODUCING ANALYTIC SIGNAL OF LINEAR CHIRP AND HILBERT TRANSFORM FILTER
3. 学会等名 24th International Congress on Sound and Vibration (ICSV24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 C. Song, T. Shinohara, T. Uebo, N. Nakasako
2. 発表標題 AN IMPLEMENTATION ON PROTOTYPE COMPACT SYSTEM OF TWO-CHANNEL ACOUSTIC DISTANCE MEASUREMENT METHOD MEASURABLE FROM OM BASED ON THE STANDING WAVE CONSIDERING DIRECT CURRENT COMPONENT AND PHASE SPECTRUM
3. 学会等名 24th International Congress on Sound and Vibration (ICSV24) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中迫昇, 山崎夏樹, 篠原寿広, 上保徹志
2. 発表標題 位相干渉に基づく音響測距法を用いた等速移動物体の距離および速度の推定
3. 学会等名 第61回 システム制御情報学会研究発表講演会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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