研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 6 年 6 月 1 3 日現在

機関番号: 12102

研究種目: 挑戦的研究(萌芽)

研究期間: 2021~2023

課題番号: 21K19757

研究課題名(和文)環境を計測し自律的に最適信号を選抜する音響モデムによる高精度屋内音響GPSの実現

研究課題名(英文)High-precision indoor acoustic GPS using an acoustic modem that measures the acousitc channel environment

研究代表者

海老原 格(Ebihara, Tadashi)

筑波大学・システム情報系・准教授

研究者番号:80581602

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 4.900.000円

研究成果の概要(和文):申請者がこれまで携わってきたディジタル通信技術を鍵に,マルチパスやドップラーに強い高精度な音響測位システムを構築した.スピーカ・マイクロフォン間の距離を計測するための信号,および,通信データを時間・周波数空間にマッピングして送信し,マルチパスやドップラーを受信機側で精度良く計測することで,安定したデータ伝送と測距が可能な通信方式を設計した.また,データベース探索に基づき,測位に必要な直達波のみを低コストで精度良く抽出する仕組みを確立した.これらを測位システムとして実装し,実施でその性能を検証した結果,センチメートルオーダの精度で送受信機間の距離が推定できることを明らかに した.

研究成果の学術的意義や社会的意義 本研究は、申請者がこれまで携わってきたディジタル通信技術を鍵に、マルチパスやドップラーに強い高精度な音響測位システムを構築した、この成果は、新しいビッグデータである「屋内位置情報」の収集基盤確立につながるものであり、データと屋内位置情報を紐付けた、革新的なマーケティング、防災、バリアフリーの開拓に貢 献することが出来る.

研究成果の概要 (英文): We propose a novel acoustic positioning system that utilizes digital communication technology to address multipath and Doppler effects. The positioning system was designed to achieve stable data transmission and ranging by precisely measuring multipath and Doppler effects at the receiver side. A low-cost mechanism to accurately filter only the direct waves necessary for positioning utilizing a database search was also proposed. The performance of the positioning system was evaluated through experiments. The results suggest that the distance between the transmitter and receiver can be estimated with centimeter-level accuracy.

研究分野: 情報通信工学

キーワード: 音響測位 マルチパス ドップラー

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

位置情報は, IoT・5G・AI の世界で流通する膨大なデータを紐付ける最重要情報である.そして,高精度な測位ツールの提供が,データの効率的な連携,分析,効果的な利活用には不可欠である.例えば,社会に広く普及しているスマートフォンに搭載されたカメラやセンサを利用して位置情報を計測するための研究が多く行われている. 遍在する放送設備とスマートフォンを活用する音響測位も,新しい測位ツールとしてのポテンシャルを十分に有しているが,屋内空間特有の課題により,正確な測位が容易ではないとされてきた.

例えば、座標既知の送信機から発信された音波を座標未知の受信機群で受信すると、その音波の伝搬時間(Time-of-flight; ToF)から送受信機間の射距離を計測し、三角測量の原理により送信機の位置を計算することができる。しかし、送信機から発信された音波は、壁面などで多重反射を繰り返し、複数の経路を経て(マルチパス)受信機に到達する。そのため、受信機は強いエコーのかかった信号から、直達波を抽出する必要がある。さらに、送受信機が移動すると信号の周波数が変化する(ドップラーシフト)。この時、音波の伝搬速度は電波よりも遙かに遅いため、送受信機が僅かに移動するだけでも大きな周波数シフトが発生し、正確な測位の妨げとなる。

従って,高精度な屋内測位を実現するツールの新しいあり方を実現するためには,マルチパスやドップラーの課題を同時に解決し,正確な射距離の計測を実現する技術が必要であった.

2. 研究の目的

本研究は,申請者がこれまで携わってきたディジタル通信技術を鍵に,マルチパスやドップラーに強い高精度な音響測位システムを構築し,広範な利用が期待できる技術としてのブレイクスルーを狙うことを目的とする.

3.研究の方法

ディジタル通信技術の一つである直交信号分割多重(Orthogonal signal division multiplexing; OSDM)方式を音響測位に導入する. OSDM はデータと計測信号を時間 周波数空間にマッピングして送信し,マルチパスやドップラーの影響を受信機が精度良く計測することで時間 周波数領域に拡がったすべての信号電力を通信に活用する技術である。本研究では,この OSDM をベースに,マルチパスやドップラーを計測し,その情報を測位に反映する仕組みを確立する. さらに,計測されたマルチパスやドップラーを踏まえ,測位に必要な直達波のみを抽出する仕組みも確立する.これらを測位システムとして統合することで,マルチパスやドップラーの影響が顕著な環境においても,高精度な測位を実現する技術を確立する.

4. 研究成果

(1) マルチパス・ドップラー対応モデムの創成

スピーカ - マイクロフォン間の距離を計測するための信号 ,および ,通信データを時間 - 周波数空間にマッピングして送信し ,マルチパスやドップラーを受信機側で精度良く計測し ,その情報を活用することで ,安定したデータ伝送と測距が可能な通信方式を設計した(図1).さらに ,それをモデムとして実装し ,屋内空間における測距実験を実施した . その結果 ,提案したモデムは ,マルチパスやドップラーの発生する条件下においても ,スピーカ - マイクロフォン間の距離をセンチメートルオーダの精度で計測できることを実証した .

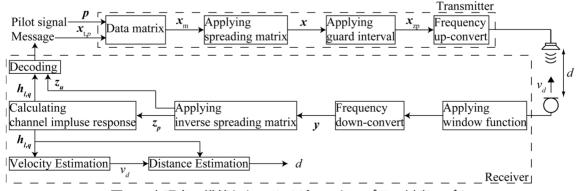


図1:本研究で構築したマルチパス・ドップラー対応モデム

(2) 通信環境の計測とパラメータ設計

移動体の測位を想定し、受信機が $0.2 \sim 0.3 \text{ m/s}$ で移動する動的環境下における通信路の遅延広がりとドップラー広がりを実験で計測した(図2). そして、観測された通信路の遅延広がり

とドップラー広がりを利用して,既存の放送機器やスマートフォンが有する周波数帯域を考慮に入れながら,構築したマルチパス・ドップラー対応音響モデムにおける信号の最適パラメータ (搬送波周波数,帯域幅,ガードバンド等)を設計した.

(3) 測位に必要な直達波のみを抽出する仕組みの確立

データベース探索に基づき,測位に必要な直達波のみを低コストで精度良く抽出する仕組みを確立した.まず,測位対象エリアをある大きさのメッシュで区切り,送信機から発せられた音がメッシュ領域内の受信機に到達する時刻を仮想空間で予め計算してデータベースに格納しておく.次に,実空間で観測された受信信号と,データベースを比較することで,音源が存在する領域を決定することが出来る.この時,音源が存在する領域における直達波の到達時間の最小値と最大値は明らかであることから,それより遅れて到達する信号は不要な反射波として排除することができる.これにより,測位に必要な直達波のみを精度良く抽出できることを,実験により確認した.

(3) 実環境における検証

OSDM を用いる音響測位システムの性能を,シミュレーションおよび実験で評価した.周期的な M 系列信号を送受信することで距離を推定する信号処理方式をベンチマークとして選定した.その結果,受信機が $0.2\sim0.3$ m/s で移動する環境において,提案したマルチパス・ドップラー対応モデムは,受信信号の信号電力対雑音電力比 (Signal-to-noise ratio; SNR) が低下しても,ベンチマークを上回る 10mm オーダの精度で送受信機間の距離が推定できること(図 2),SNR が大きければ等化後のビット誤り率 (Bit-error-rate; BER) が 0 になることが明らかになった(図 3).

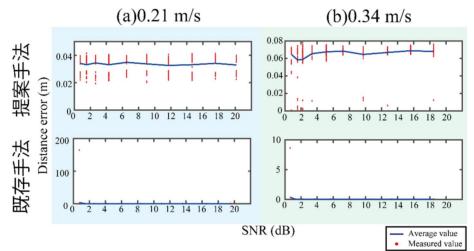


図2:提案手法および既存手法を用いた射距離計測結果 (a) 受信機の移動速度が 0.21 m/s, (b) 0.34 m/s.

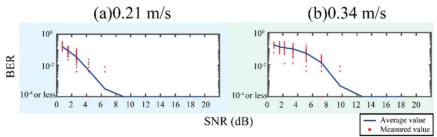


図3:提案手法を用いた通信品質

(a) 受信機の移動速度が 0.21 m/s, (b) 0.34 m/s.

(4) 水中音響測位への応用

確立した音響測位システムの性能を,屋内空間と同様に大きなマルチパスとドップラーが発生することで知られている水中でも検証した.ここでは,屋内測位と異なり,座標未知の送信機から発信された音波を座標既知の受信機群で受信する構成とした.そして,水中においても,移動する音源の位置や速度を送受信機間の距離が推定できること,SNRが大きければ等化後のビット誤り率が0になることを実験で明らかにした.また,前記(3)のフィルタリング技術を用いることで,水中においても測位に必要な直達波のみを抽出することが出来,欠測率を大幅に下げることが出来ることも確認した.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件(うち査読付論文 9件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 0件)

1.著者名	4 . 巻
Wada Kohei, Ebihara Tadashi, Wakatsuki Naoto, Zempo Keiichi, Mizutani Koichi	62
2 . 論文標題	5.発行年
	2023年
Simultaneous distance measurement and information transmission in mobile environment using	2023年
digital acoustic communication	C = 171 = 14
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Japanese Journal of Applied Physics	SJ1037 ~ SJ1037
掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子)	<u></u> 査読の有無
10.35848/1347-4065/acbf5c	有
オープンアクセス	国際共著
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	
オープンアグピスとはない、又はオープンアグピスが凶無	-
1 . 著者名	4 . 巻
Reo Okawara, Tadashi Ebihara, Naoto Wakatsuki, Keiichi Zempo, and Koichi Mizutani	-
2 . 論文標題	5.発行年
	2022年
Smartphone Camera-Based Indoor Positioning System Utilizing Optical Diffusion Filter	20224
2. 地士々	6 早初と早後の百
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Proc. Int. Conf. Emerging Tech. Commun. (ICETC2022)	-
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	<u> </u>
	_
10.34385/proc.72.S9-7	有
オープンアクセス	国際共著
	国际共有
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	-
4 *************************************	1 4 244
1 . 著者名	4 . 巻
和田康平,海老原格,若槻尚斗,善甫啓一,水谷孝一	42
2.論文標題	5 . 発行年
ディジタル音響通信と Basis expansion model を用いた移動体の測距	2021年
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
第42回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム講演論文集	0.4000
第42回起目放エレノドローン人の奎啶CI心内に関するノノホノリム确次酬人来	-
曷載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
なし	有
オープンアクセス	国際共著
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	-
1.著者名	4 . 巻
吉原到,海老原格,水谷孝一	50
2 . 論文標題	5.発行年
耐マルチパス水中音響測位技術の開発と水中バックホウの水中測位への応用	2023年
0. 始註夕	6 早知と早後の百
8. 維誌名	6.最初と最後の頁
海洋音響学会誌	123 ~ 133
	<u> </u>
B転論サのDOL(デジタルオフジェクト識別子)	_
曷載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし	有
	有 国際共著

YOSHIMAN Torru. EBIHARA Tadashi, WiZuTANI Koichi 2 論文を題類時間報とデータベース照合を用いたマルチバス環境下における移動体の水中剤位実験 5 飛行年 2023年 2023年 10 2026月: 2020日	1.著者名	4 . 巻
音波の伝統時間科とデータベース強会を用いたマルチバス環境下における移動体の水中湖位実験 3. 雑誌名 土木字合稿文集 信頼協文のDDI(デジタルオプジェクト開列子) 10.2009/jscej]、22.22012 オープンアクセス Aープンアクセス 「表音名 Ishi jine Ryoichi, Ebihara Tadashi, Wakatsuki Naoto, Maeda Yuka, Mizutani Koichi 2. 論文標題 Masaurement of distance and speed between transmitter and receiver using the propagation time of underwater acoustic communication signals with orthogonal signal division multiplexing 3. 削却名 Japanese Journal of Applied Physics 6. 最初と最後の頁 677001 -0677001 西藤純子 -005/8/1437-0665/ad378e カープンアクセス 1. 著音名 Trial Experiment of Positioning of Underwater Backhoe Using Time-of-flight of Acoustic Signal Group and Database Matching for Realization of Underwater Construction 3. 開設名 Proc. Int. Symp. Underwater Tech. (UT23) 和教諭公のDOI (デジタルオプシェクト開列子) 10.1389/8/1947-1952-2,022.10103442 オープンアクセス オープンアクセス オープンアクセス 「最新論文のDOI (デジタルオプシェクト開列子) 10.1189/1749722,2022.10103442 オープンアクセス 「日本音名 Atsushi Tsuchiya、Naoto Wakatsuki、Tadashi Ebihara、Keiichi Zenpo and Koichi Mizutani - 2. 論文標理 Tine-of-arrival measurement method for reflected waves from sultiple directions using Doppler affect by a single coaxially placed omidirectional Sy and MIC 1. 著音名 Atsushi Tsuchiya、Naoto Wakatsuki、Tadashi Ebihara、Keiichi Zenpo and Koichi Mizutani - 2. 論文標理 Tine-of-arrival measurement method for reflected waves from sultiple directions using Doppler affect by a single coaxially placed omidirectional Sy and MIC 3. 刺説名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) - 西藤純文のDOI (デジタルオプジェクト開列子) 全部の有無 有 フープンアクセス 国際共著	YOSHIHARA Tohru, EBIHARA Tadashi, MIZUTANI Koichi	79
主木学会論文集		
10、2208/jscejj, 22-22012 有 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 出際共著 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 4 . 巻 63 63 63 63 64 63 63 64 63 64 63 64 64		6.最初と最後の頁 -
Tame		
Ishijima Ryoichi, Ebihara Tadashi, Wakatsuki Naoto, Maeda Yuka, Nizutani Koichi 63 2. 論文標題 5. 発行年 2024年 6. 最初と最後の頁 7. 本ープンアクセス 2. 論文標題 7. 本ープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 7. 表話名 7. 表話名 7. 表話名 7. 表話と答 7. 表述の目標を与していました。 7. 表述の有無 7. 表述を与していました。 7. 表述を与していました。 7. 表述を与していました。 7. 表述を与していました。 7. 表述を与していました。 7. 表述の有無 7. 表述を与していました。		国際共著
Ishijima Ryoichi, Ebihara Tadashi, Wakatsuki Naoto, Maeda Yuka, Nizutani Koichi 63 2. 論文標題 5. 発行年 2024年 6. 最初と最後の頁 7. 本ープンアクセス 2. 論文標題 7. 本ープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 7. 表話名 7. 表話名 7. 表話名 7. 表話と答 7. 表述の目標を与していました。 7. 表述の有無 7. 表述を与していました。 7. 表述を与していました。 7. 表述を与していました。 7. 表述を与していました。 7. 表述を与していました。 7. 表述の有無 7. 表述を与していました。		
Measurement of distance and speed between transmitter and receiver using the propagation time of underwater acoustic communication signals with orthogonal signal division multiplexing 3. 帷誌名 Japanese Journal of Applied Physics 6. 最初と最後の頁 057001 - 057001 最影論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ad378e 7 コンアクセス 1 著名名 Yoshihara Tohru, Ebihara Tadashi, Mizutani Koichi 2 論文標題 Trial Experiment of Positioning of Underwater Backhoe Using Time-of-flight of Acoustic Signal Group and Database Matching for Realization of Unmanned and Remote Underwater Construction 3. 雑誌名 Proc. Int. Symp. Underwater Tech. (UT23) 最難論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/UT49729.2023.10103442 11. 著名名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani - 2. 論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) - 5. 発行年 2023年 5. 発行年 2023年 6. 最初と最後の頁 7. 2023年 5. 発行年 2023年 5. 発行年 2023年 5. 発行年 2023年 5. 発行年 2023年 6. 最初と最後の頁 7. 2023年 7. 2023年 7. 2023年 7. 2023年 8. 2023年 9. 20	—	_
Japanese Journal of Applied Physics	Measurement of distance and speed between transmitter and receiver using the propagation time	
1. 著者名 Yoshihara Tohru, Ebihara Tadashi, Mizutani Koichi 4. 巻 Yoshihara Tohru, Ebihara Tadashi, Mizutani Koichi 5. 発行年 2023年 2		
### ### #############################		
Yoshihara Tohru、Ebihara Tadashi、Mizutani Koichi 2. 論文標題 Trial Experiment of Positioning of Underwater Backhoe Using Time-of-flight of Acoustic Signal Group and Database Matching for Realization of Unmanned and Remote Underwater Construction 3. 雑誌名 Proc. Int. Symp. Underwater Tech. (UT23) 信義の有無 10.1109/UT49729.2023.10103442 有 4. 巻 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani - 2. 論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) - [掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし 本一プンアクセス 国際共著	· · · · · · =· ·	国際共著
Yoshihara Tohru、Ebihara Tadashi、Mizutani Koichi 2.論文標題 Trial Experiment of Positioning of Underwater Backhoe Using Time-of-flight of Acoustic Signal Group and Database Matching for Realization of Unmanned and Remote Underwater Construction 3.雑誌名 Proc. Int. Symp. Underwater Tech. (UT23) 6.最初と最後の頁 263~267 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) 10.1109/UT49729.2023.10103442 7ープンアクセス 1.著者名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani - 2.論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3.雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) - 掲載論文のDOI(デジタルオプジェクト識別子) なし オープンアクセス 国際共著	# 1. 5	
Trial Experiment of Positioning of Underwater Backhoe Using Time-of-flight of Acoustic Signal Group and Database Matching for Realization of Unmanned and Remote Underwater Construction 3 . 雑誌名 Proc. Int. Symp. Underwater Tech. (UT23) 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/UT49729.2023.10103442 有 オープンアクセス 1 . 著者名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani - 2 . 論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3 . 雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) - 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし 4 . 巻 5 . 発行年 2023年 4 . 参 6 . 最初と最後の頁 5 . 最初と最後の頁 7 . 金読の有無 なし 第本がファクセス	—	4.巻 ·
Proc. Int. Symp. Underwater Tech. (UT23) 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1109/UT49729.2023.10103442 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 1. 著者名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani - 2. 論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) - 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし 本ープンアクセス 国際共著	Trial Experiment of Positioning of Underwater Backhoe Using Time-of-flight of Acoustic Signal	
オープンアクセス 国際共著 - コンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 - コンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 - コンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 - コンアクセスが困難 - コンアクセスが困難 - コンアクセスが困難 - コンマクセスが困難 - コンマクセスを担望 - コンマクセスを担望 - コンマクセスを担望 - コンマクセスを担望 - コンマクセス - コンマクセス 国際共著 - コンフアクセス 国際共著		
コ・ディアンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 - 1・著者名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani 2・論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3・雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29)		
Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani 2. 論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3. 雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29)		
Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3 . 雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) - 掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 有 オープンアクセス 国際共著	10.1109/UT49729.2023.10103442 オープンアクセス	有
Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	10.1109/UT49729.2023.10103442 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 1.著者名	国際共著
なし 有 イープンアクセス 国際共著	10.1109/UT49729.2023.10103442 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 1 . 著者名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani - 2 . 論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC	有 国際共著 - 4.巻 - 5.発行年 2023年
	10.1109/UT49729.2023.10103442 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 1 . 著者名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani - 2 . 論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3 . 雑誌名	有 国際共著 - 4.巻 - 5.発行年 2023年
	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 1 . 著者名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani - 2 . 論文標題 Time-of-arrival measurement method for reflected waves from multiple directions using Doppler effect by a single coaxially placed omnidirectional SP and MIC 3 . 雑誌名 Proceedings of the 29th International Congress on Sound and Vibration (ICSV29) -	有 国際共著 - 4 . 巻 - 5 . 発行年 2023年 6 . 最初と最後の頁 -

1 . 著者名 Atsushi Tsuchiya, Naoto Wakatsuki, Tadashi Ebihara, Keiichi Zempo and Koichi Mizutani -	4.巻
2.論文標題 Method of Reconstructing Wall Positions Using Direction-of-Arrival Estimation Based on the Doppler Effect of Omnidirectional Active Sonar	5 . 発行年 2023年
3.雑誌名 Proceedings of the Work-in-Progress Papers at the 13th International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation	6.最初と最後の頁 -
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6件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1.発表者名

和田康平,海老原格,若槻尚斗,善甫啓一,水谷孝一

2 . 発表標題

ディジタル音響通信と Basis expansion model を用いた移動体の距離・速度計測

3 . 学会等名

第43回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム

4 . 発表年 2022年

1.発表者名

和田康平,海老原格,若槻尚斗,善甫啓一,水谷孝一

2 . 発表標題

ディジタル音響通信と Basis expansion model を用いた移動体の測距

3 . 学会等名

第42回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム

4.発表年

2021年

1.発表者名

吉原到,海老原格,水谷孝一

2 . 発表標題

耐マルチパス水中音響測位技術の開発と水中バックホウの水中測位への応用

3.学会等名

海洋音響学会2023年度研究発表会

4.発表年

2023年

-	ジェナク
	华表石名

土屋充志,若槻尚斗,海老原格,善甫啓一,水谷孝一

2 . 発表標題

ドップラー効果に基づいて計測された音波の到来方向と到来時間を用いた自己位置推定

3 . 学会等名

第44回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム

4 . 発表年

2023年

1.発表者名

石島諒一,海老原格,若槻尚斗,前田祐佳,水谷孝一

2 . 発表標題

直交信号分割多重を用いる水中音響通信信号の伝搬時間計測による送受信機間の距離計測

3 . 学会等名

第44回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム

4.発表年

2023年

1.発表者名

石島諒一,海老原格,若槻尚斗,前田祐佳,水谷孝一

2 . 発表標題

直交信号分割多重方式を用いる水中音響通信・測距システムの検討

3.学会等名

IEEE主催2023年度第2回学生研究発表会

4.発表年

2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6.研究組織

	・ N/フ C 水口 P W		
	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
	若槻 尚斗	筑波大学・システム情報系・教授	
石 デ ク 扎 者	(Wakatsuki Naoto)		
	(40294433)	(12102)	

6.研究組織(つづき)

	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
	水谷 孝一	筑波大学・システム情報系・研究員	
研究分担者	(Mizutani Koichi)		
	(50241790)	(12102)	

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