

令和 4 年 6 月 20 日現在

機関番号：34407

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K12056

研究課題名(和文)複数マイクロホンによる極小音の収集

研究課題名(英文)Collection of weak level sounds with multiple microphones

研究代表者

高橋 徹 (Takahashi, Toru)

大阪産業大学・デザイン工学部・教授

研究者番号：30419494

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)：プロジェクトの目的は、単一の極めて小さな音源が発する音を複数のマイクロホンで捉えることであった。各マイクロホンで捉えた微弱振動を時間周波数領域で同期加算することで注目する音源を強調するアイデアに基づいて研究を進めた。同期加算時に受信レベルに応じた重み付けを行うことで音声強調処理を行った。微弱な音源は、強調処理後もレベルが小さいため背景音との区別が難しい課題もあった。目的音が移動すると、背景との差が際立つことを利用して背景音から極小音を区別する手法の実現を目指した。最終的に複数マイクロホンを用いた移動音源の追跡手法および移動に伴い最適な收音が可能なマイクロホンの選択手法を開発した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

極めて小さいレベルの音源が発する音を收音する技術は、マイクロホン素子の感度を改善することで行われてきた。本研究では、マイクロホン素子感度に依らず信号処理によって感度を改善しようという学術的に新しい試みであった。完全な時間同期が可能であれば、マイクロホン素子から得られる信号を強調することが理論的に可能であった。現実には完全な時間同期は不可能であるため、時間周波数領域で不完全な時間同期でも強調する方法について検討した。本研究により単一のマイクロホン素子では收音が困難であった極めて小さいレベルの音の收音が可能になった。

研究成果の概要(英文)：The objective of this research was to capture the sound produced by a single, extremely small sound source with multiple microphones. The research was based on the idea of emphasizing the sound source of interest by synchronously adding the extremely weak signal captured by each microphone in the time-frequency domain. Speech enhancement was performed by weighting according to the received sound level during synchronous addition. The extremely weak sound was difficult to distinguish from background sounds because its level was small even after the enhancement process. We aimed to realize a method to distinguish a very small sound from the background sound by taking advantage of the fact that when the target sound moves, the difference between the target sound and the background sound stands out. Finally, a method for tracking moving sound sources using multiple microphones, and a method for selecting microphones that can optimally collect sound as they move were developed.

研究分野：音声情報処理

キーワード：音源追跡 音声強調 極小音 マイクロホンアレイ マルチマイクロホン 分散マイクロホン ビームフォーミング 音源分離

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1)研究開始当初は、災害現場での被災者探索にロボットを用いる研究が多数進められていた。音源探索は画像認識による探索に比べ物陰に隠れた被災者のセンシングも可能という特徴がある。音は反射や回折によって物を回り込みながら遠くまで伝わる性質があるためである。この様な背景から、被災者探索ロボットに搭載するセンサー類には、マイクロホンアレイも含むべきと考えられていた。現在もマイクロホンアレイは搭載するべきだと考えられている。

(2)当時のマイクロホンアレイによる音源探索や音源分離手法は、目的音と非目的音の音量が同程度である場合を暗黙的に仮定したアルゴリズムが用いられていた。つまり、目的音に対して非目的音は雑音とみなされるわけであるが、目的音が雑音と精々同程度の音量でなければならぬという制約があったということである。目的音の音量が大きければ、雑音の影響が小さく、收音をはじめ音源追跡・音源強調・音源分離は比較的容易である。一方、目的音の音量が小さければ、雑音の影響が大きく、收音をはじめ音源に対する処理が困難になる。目的音が小さいということは、センシング対象の信号が極めて弱いということを示している。

(3)本研究は、相対的に弱い信号を收音し音源追跡および強調または分離するための方法を検討する必要性を訴えた。具体的な応用用途として、災害復旧作業によって生じる騒音下でも、被災者が出す救助を求める微弱な音を收音することなどが挙げられる。一旦微弱な信号を收音が可能になれば、音源追跡・音源強調・音源分離といった手法を組み合わせると、より現実の問題に近い状況下での成果が期待できた。

2. 研究の目的

(1)極小音をマイクロホンでどのように收音すべきかという目標で研究課題を申請した。単一のマイクロホンでは収録困難な微弱な音声を複数のマイクロホンを使って收音可能にする方法を確立することが本研究の目的である。收音は、気圧からの偏差をセンシングする技術である。ここで気圧は、無音環境であれば大気圧になる。一方、周囲に音がある場合には、その音を雑音と呼び、雑音の影響を受けた大気圧からの偏差をセンシングする必要がある。災害救助への応用に重点を置かならば、後者の状況に対応することが望ましい。研究計画段階では、同程度の重要性和認識していたものの、研究開始後早い段階で、後者の重要性を認識したため、人の聴覚について、特に雑音環境下での知覚能力について明らかにする必要性を感じ、雑音環境下での人の知覚能力を明らかにすることも目的の一部になった。

3. 研究の方法

(1)複数のマイクロホンを用いてハードウェア的に時間同期し録音する方法をベースラインに設定し、新しい手法を開発した。時間同期する方法でハードウェアを構成すると、多チャンネル化および広範囲へのマイクロホン素子の展開が困難になる問題がある。一方で、時間同期できる場合が、複数マイクロホンで録音する場合の上り性能となる。同期できない場合の非同期録音性能をこの上限にどれだけ近づけられるかが評価指標の一つとなる。本研究は、ハードウェア的に時間同期できない場合の録音方法を確立する必要があったので、まず時間同期がどの程度崩れる可能性があるかについて調査した。次世代ネットワークインフラとなる5Gでは1ms以内に通信可能ということであったため、1ms程度、更に通信経路に有線LANを経由する場合を含む転送遅延とばらつきが同期録音に与える影響を評価した。本実験では、1マイクロホン毎に異なるPCで録音プロセスを実行し、ネットワーク遅延および、録音端末間の同期のばらつき、更にOSがスレッドを処理するタイミングのばらつきを全て含む評価を行った。

(2)無雑音環境下で人間の聴覚能力は、20マイクロパスカルが下限とされている。一方で、雑音環境下での人の聴覚能力についての研究事例が少なく、実験系を構築することから始めた。音声符号化歪や音声の明瞭度を評価する枠組みに、ヘッドホンで刺激音を提示し、音の聞こえについて主観評価する枠組みがある。通常静寂な環境で評価するこの枠組みを、本研究では拡張し、周囲にスピーカを配置して拡散性雑音を作り出し、なおかつ雑音量をコントロールした環境下で、評価対象となる音声を提示し、その聞こえについて評価する方法を開発した。

(3)極小音を收音するためには、音源に近づくことで信号対雑音比を改善し、目的音をより明瞭に收音することが可能になる。この目的を達成するには、音源に向かってマイクロホンを移動させなければならない。これは、マイクロホン位置を固定し、音源を移動させる場合の收音方法を検討することと等価である。つまり従来から広く実施されている移動音源を收音する課題に帰着する。しかしながら、移動音源の評価には移動機構が雑音となり、本来評価したい移動音源のみを評価することができないという問題があった。そこで、仮想空間に移動音源を再現する方法を開発することにした。仮想空間に移動音源を再現するためには、時変の伝達特性を扱う必要があった。音声合成に用いられる時変の伝達特性を音源に畳み込む技術を用いて実現した。これに

より仮想空間内に移動音源を再現することが可能となった。これ以降、実移動音源の評価と仮想空間内でのシミュレーション実験との比較が可能となり、移動音源を收音した場合の評価を厳密に行うことが可能となった。

4. 研究成果

(1)時間同期しない分散配置マイクロホンの場合、ソフトウェア的に信号を同期させる必要がある。同期のための通信ネットワークにLANを用いると最悪の場合数百ミリ秒の遅延が生じる。このため、分散配置マイクロホンのような複数マイクロホン素子による非同期録音では、チャンネル同期によって信号の対雑音性能を改善することが困難であることが確かめられた。一方で、対数振幅スペクトルのような位相情報を伴わない信号上での目的信号成分の強調は、可能であることが示唆された。通信ネットワークを介した、分散配置マイクロホンの素子間をネットワークで接続する方式のバックボーンに5Gネットワークを用いることで、ネットワーク通信の遅延を抑制することができる。それでも録音に用いる端末が分散すると処理遅延の偏差が大きくなる問題があった。本研究では、分散配置マイクロホンによる録音処理はMECが担当すべきだと結論づけた。MECは5Gネットワークの無線通信端末が接続される最初の中継局に付属するエッジコンピュータである。そのため、通信遅延は無線通信部分の1msのみである。また、接続できる端末数は10000とされている。そのため、時間同期の揺らぎが1ms以内で最大10000チャンネルの録音が可能である。今後このようなスケールアップが見込まれることから、極小音の録音技術は、マイクロホンを收音領域に密に分散配置できると期待できる。そこで数メートル間隔で格子状にマイクロホンを配置し、非同期録音する手法を提案するに至った。十分に密にマイクロホンを分散配置できれば、音源の音量が小さくとも、音源に近いいくつかのマイクロホンをういて收音可能である。本研究成果は、主として に取りまとめた。

(2)雑音環境下での人間の聴知覚は、静寂環境下での能力と異なっている。白色雑音下での提示音の明瞭性を調査したところ、提示音をヘッドホン提示する場合と、骨伝導イヤホン提示する場合で差が見られた。条件によっては骨伝導イヤホン提示音が、ヘッドホン提示音より明瞭と判断される場合があることを明らかにした。極小音を知覚するために、骨伝導音が補助的な作用を示す可能性を示した。一方で、保育園環境下すなわち子供の話し声を含む活動音下では、ヘッドホン提示が骨伝導イヤホン提示と比較すると常に高い明瞭性を示した。この傾向は絶音が白色雑音の場合と異なっている。つまりこれは、周囲の雑音の性質によって、骨伝導音が聴知覚を補助する傾向が変化することを示唆している。この様に、極小音を知覚するためのしきい値は、周囲の雑音量と雑音の性質の双方の影響を受けることを確認できた。本研究成果は、主として に取りまとめた。

(3) 目的音をより明瞭に收音するために、音源に近づくことで信号対雑音比を改善する手法について検討した。移動音源に関するアルゴリズムを評価するための移動音源シミュレーションを可能とする方法を提案した。従来、移動音源の位置をリアルタイムに計測しながら音声収録することが難しかったため、シミュレーターを開発した。音声合成に用いられる時変伝達関数を畳み込む技術であるオーバーラップアド法を用いて実現した。シミュレーション中では、音源を移動させることによる移動機構の動作音(雑音)が発生しない。音源定位や音源追跡アルゴリズムの評価を移動音が妨害する問題を解決できた。一方でシミュレーションでは、長い残響時間(後部残響時間に相当する残響)を持つ空間の再現が困難であるという課題が残った。そこで、移動音源を追跡しながら收音する方法を提案し、レーザー距離計で音源位置を計測する場合との定位誤差を評価した。更に、従来法では、狭い範囲に限られる移動音源追跡に対して、提案手法は、数メートルオーダーの範囲を移動する移動音源に対応できる方法を提案した。この手法は、比較的小規模(2~4ch)のマイクロホンアレイを、格子状に分散配置する手法である。マイクロホンアレイ内では同期録音しつつ、アレイ間では非同期に動作する手法である。開発した本システムによって広い範囲を移動する極小音を追跡・收音可能になった。本研究成果は、主として にとりまとめた。

<引用文献>

高橋 徹, 赤塚 俊洋, 山田 耕嗣, 小山 翔平, 増田 浩昭, 雲北 操, 塚越 寿夫, "無線通信ネットワークを用いた音環境情報収集 ~ 5G時代の音声収録 ~", 電子情報通信学会, ソフトウェアインタプライズモデリング研究会, 大阪産業大学, 梅田サテライトキャンパス August, 23, 2019 (発表日 8/23).

高橋 徹, 中山 雅人, "雑音下の骨伝導イヤホンによる聞こえと保育園での活用例", 騒音制御, 日本騒音制御工学会, Vol.46, No.2, pp.59-64, 2022.

Toru Takahashi, Takuma Ekawa, Masato Nakayama, "Moving sound source tracking in wide space by multiple microphone arrays", 13th Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference, pp.30-35, Tokyo, JAPAN (発表日 12/15).

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計22件（うち査読付論文 2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 高橋 徹, 中山 雅人	4. 巻 46
2. 論文標題 雑音下の骨伝導イヤホンによる聞こえと保育園での活用例	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 騒音制御, 日本騒音制御工学会	6. 最初と最後の頁 59 - 64
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 無
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 Toru Takahashi, Takuma Ekawa, Masato Nakayama	4. 巻 1
2. 論文標題 "Moving sound source tracking in wide space by multiple microphone arrays	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Procedings of 13th Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Sumit and Conference	6. 最初と最後の頁 30-35
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 Takuma Ekawa, Masato Nakayama, Toru Takahashi	4. 巻 1
2. 論文標題 "Virtual sound source rendering based on distance control to penetrate listeners using surround parametric-array and electrodynamic loudspeakers	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Procedings of 13th Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Sumit and Conference	6. 最初と最後の頁 1008-1015
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 上田 明日斗, 中山 雅人, 高橋 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 振幅・周波数同期変調方式に基づく収束超音波を用いた空中ハプティクスの基礎的検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 323-324
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 無
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 江川 琢真, 中山 雅人, 高橋 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 垂直配置パラメトリック・ダイナミックスピーカを用いた垂直方向の仮想音源距離制御の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 391-392
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 無
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 狩野 拓充, 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 江川 琢真, 中山 雅人	4. 巻 1
2. 論文標題 RealSenseを用いたGCC-PHATに基づく移動音源追跡精度評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 151-152
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 無
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 卓也, 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 江川 琢真, 中山 雅人	4. 巻 1
2. 論文標題 マルチマイクロホンアレイによる直線移動音源の收音レベル補正	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 261-262
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 無
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 秋山 尚輝, 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 江川 琢真, 中山 雅人	4. 巻 1
2. 論文標題 骨伝導イヤホンの提示音量校正方法の検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 687-688
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 無
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 高橋 徹, 山田耕嗣, 糟谷咲子	4. 巻 vol.120 no.63
2. 論文標題 kintoneとICカードリーダーを用いた幼保園支援システムの開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会, 福祉情報工学研究会, 技術報告	6. 最初と最後の頁 7-12
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 無
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 山田耕嗣, 高橋 徹, 糟谷咲子	4. 巻 vol.120 no.63
2. 論文標題 幼保施設職員が設計・導入可能な幼保業務支援システム実証過程における課題と考察	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会, 福祉情報工学研究会, 技術報告	6. 最初と最後の頁 13-18
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 無
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 高橋 徹, 赤塚 俊洋	4. 巻 MA2020-6
2. 論文標題 2つのマイクロホンアレイで非同期に観測する木琴音について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本音響学会, 音楽音響研究会	6. 最初と最後の頁 1-6
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 無
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 堀内 奨介, 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 山田 耕嗣, 中山 雅人	4. 巻 1
2. 論文標題 骨伝導イヤホンを使った雑音環境下での聞こえ	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本音響学会2020年秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-2
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 無
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 堀内 奨介, 赤塚 俊洋, 高橋 徹, 中山 雅人	4. 巻 1
2. 論文標題 骨伝導イヤホンを使った保育園環境下での聞こえ	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-2
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 無
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 岸本 楓莉, 赤塚 俊洋, 高橋 徹, 中山 雅人	4. 巻 1
2. 論文標題 複数マイクロホンアレイを用いた音源追跡に関する初期的検討	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-2
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 無
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 江川 琢真, 中山 雅人, 高橋 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 パラメトリック/ダイナミックスピーカを用いたサラウンドシステムにおける受聴者透過の移動音像構築	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-2
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 無
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 小嶋 佑弥, 中山 雅人, 高橋 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 聴覚マスキングのための不快音の重畳加算に基づくマスキング音設計	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 日本音響学会2021年春季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-2
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 無
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 赤塚 俊洋, 汪 天浩, 菅 裕二, タンマウオン・ウィサコーン, 高橋 徹	4. 巻 38
2. 論文標題 ロボットのための音楽情報検索	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本音響学会, 音楽音響研究会	6. 最初と最後の頁 13-18
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 無
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 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 山田 耕嗣, 小山 翔平, 増田 浩昭, 雲北 操, 塚越 寿夫	4. 巻 Vol119, No.177
2. 論文標題 無線通信ネットワークを用いた音環境情報収集 ~ 5G時代の音声収録 ~	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 電子情報通信学会, 技術報告	6. 最初と最後の頁 25-28
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 無
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 高橋 徹	4. 巻 1
2. 論文標題 ロボットによるBGM認識の検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本音響学会, 2019年秋季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-2
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 無
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 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 山田 耕嗣	4. 巻 1
2. 論文標題 協同作業の実現へ向けた忙しさを人と共有するロボット	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 日本感性工学会, 第22回日本感性工学会大会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-2
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 無
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 高橋 徹, 赤塚俊洋	4. 巻 1
2. 論文標題 TCPネットワーク上に構成したマイクロホンアレイによる收音について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本音響学会, 2020年春季研究発表会講演論文集	6. 最初と最後の頁 1-2
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 無
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 山田耕嗣, 谷野友紀, 高橋 徹, 糟谷咲子	4. 巻 Vol.119, No.482
2. 論文標題 業務アプリ構築クラウドサービス kintone を活用した幼保業務支援システム開発	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 電子情報通信学会, 技術報告	6. 最初と最後の頁 79-84
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 無
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18件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Toru Takahashi, Takuma Ekawa, Masato Nakayama
2. 発表標題 "Moving sound source tracking in wide space by multiple microphone arrays
3. 学会等名 13th Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Takuma Ekawa, Masato Nakayama, Toru Takahashi
2. 発表標題 "Virtual sound source rendering based on distance control to penetrate listeners using surround parametric-array and electrodynamic loudspeakers
3. 学会等名 13th Asia Pacific Signal and Information Processing Association Annual Summit and Conference (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田 明日斗, 中山 雅人, 高橋 徹
2. 発表標題 振幅・周波数同期変調方式に基づく収束超音波を用いた空中ハプティクスの基礎的検討
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 江川 琢真, 中山 雅人, 高橋 徹
2. 発表標題 垂直配置パラメトリック・ダイナミックスピーカを用いた垂直方向の仮想音源距離制御の検討
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 狩野 拓充, 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 江川 琢真, 中山 雅人
2. 発表標題 RealSenseを用いたGCC-PHATに基づく移動音源追跡精度評価
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 中 卓也, 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 江川 琢真, 中山 雅人
2. 発表標題 マルチマイクロホンアレイによる直線移動音源の收音レベル補正
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 秋山 尚輝, 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 江川 琢真, 中山 雅人
2. 発表標題 骨伝導イヤホンの提示音量校正方法の検討
3. 学会等名 日本音響学会2021年秋季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 堀内 奨介, 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 山田 耕嗣, 中山 雅人
2. 発表標題 骨伝導イヤホンを使った雑音環境下での聞こえ
3. 学会等名 日本音響学会2020年秋季研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 堀内 奨介, 赤塚 俊洋, 高橋 徹, 中山 雅人
2. 発表標題 骨伝導イヤホンを使った保育園環境下での聞こえ
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岸本 楓莉, 赤塚 俊洋, 高橋 徹, 中山 雅人
2. 発表標題 複数マイクロホンアレイを用いた音源追跡に関する初期的検討
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 江川 琢真, 中山 雅人, 高橋 徹
2. 発表標題 パラメトリック/ダイナミックスピーカを用いたサラウンドシステムにおける受聴者透過の移動音像構築
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小嶋 佑弥, 中山 雅人, 高橋 徹
2. 発表標題 聴覚マスキングのための不快音の重畳加算に基づくマスカーク音設計
3. 学会等名 日本音響学会2021年春季研究発表会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 赤塚 俊洋, 汪 天浩, 菅 裕二, タンマウォン・ウィサコーン, 高橋 徹
2. 発表標題 ロボットのための音楽情報検索
3. 学会等名 日本音響学会, 音楽音響研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 山田 耕嗣, 小山 翔平, 増田 浩昭, 雲北 操, 塚越 寿夫
2. 発表標題 無線通信ネットワークを用いた音環境情報収集 ~ 5G時代の音声収録 ~
3. 学会等名 電子情報通信学会, ソフトウェアインタプライズモデリング研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 徹
2. 発表標題 ロボットによるBGM認識の検討
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 高橋 徹, 赤塚 俊洋, 山田 耕嗣
2. 発表標題 協同作業の実現へ向けた忙しさを人と共有するロボット
3. 学会等名 第22回日本感性工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 高橋 徹, 赤塚俊洋
2. 発表標題 TCPネットワーク上に構成したマイクロホンアレイによる收音について
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 山田耕嗣, 谷野友紀, 高橋 徹, 糟谷咲子
2. 発表標題 業務アプリ構築クラウドサービス kintone を活用した幼保業務支援システム開発
3. 学会等名 電子情報通信学会, サービスコンピューティング研究会
4. 発表年 2020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
--	---------------------------	-----------------------	----

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