

物理・コミュニケーション音響学

研究代表者 及川 靖広
(基幹理工学部 表現工学科 教授)

1. 研究課題

昨年度の研究成果をさらに高度化・発展させ、光を用いた大規模音響空間計測に関する研究、最適化に基づく音響信号処理への深層学習の適用の研究、工場内騒音の低減による作業環境改善、3次元リアルタイム音源可視化装置の開発などを企業との共同研究を通じて進めた。また、科研費において、光学的音響計測による音源近接空間のセンシングと音源の記述、走査型マイクロホンアレイを用いた三次元音場計測における位相同期に取り組んだ。

2. 主な研究成果

2.1 光を用いた大規模音響空間計測に関する研究

これまで、偏光高速度干渉計を用いた音場可視化計測手法を提案してきた。本年度は、広範囲の計測を可能とすることを目指し、大型かつ安価なレンズを用いて構築した光学系でも音波の可視化計測が可能であることを確認した。また、偏光高速度干渉計を用いた音場可視化計測手法の適用範囲の拡大を目指した。特に鉄道総研との共同研究において高速走行する列車における移動音源からの放射音可視化計測を行い、その有効性を示した。さらに口笛により放射される音の可視化計測を行い、その結果にアレイ処理を導入することによりマイクロホンとして用いることの可能性を示した。

2.2 最適化に基づく音響信号処理への深層学習の適用の研究

深層学習のみで処理を行うよりも、従来の信号処理と適切に組み合わせることで、効率的な音響信号処理が実現できると考えられる。本年度も、時間周波数解析のパラメータや最適化アルゴリズムとの組み合わせを工夫することで、深層学習に適した信号処理の枠組みを追求した。因果的 DNN による音響イベント検出・音源定位のオンライン化、頭部ウェアラブルデバイスのための音響イベント検出・音源定位、調波打撃音分離、音響信号の歪みの除去などを実現した。

2.3 3次元リアルタイム音源可視化装置の開発

これまで三次元音場情報の可視化を行う方法の一つとして、MR 技術の一つである Microsoft が発表した光学透過型ヘッドマウントディスプレイ、HoloLens2 を用いてマイクロホンアレイで計測した音源位置探査情報をリアルタイムに実体に重畳して提示するシステムを飛島建設と共同研究を行ってきた。本年度は、「OTOMIRU」と名づけプレスリリースを行い、INSPIREI による事業化を進めた。また、タブレット端末など AR 技術を用いることのできるデバイスにも拡張し、現場での実証実験を進めた。「OTOMIRU」を用いて音の可視化コンサートを実施した。



3. 共同研究者

山崎 芳男（早稲田大学 名誉教授）

小林 哲則（理工学術院 教授）

菊池 英明（人間科学学術院 教授）

菅野 由弘（理工学術院 教授）

小川 哲司（理工学術院 教授）

矢田部 浩平（理工学術院 講師（任期付））

小野 隆彦（総合研究機構 波動場・コミュニケーション科学研究所 客員上級研究員／研究院 教授）

藤森 潤一（総合研究機構 波動場・コミュニケーション科学研究所 招聘研究員）

池田 雄介（東京電機大学 准教授）

高橋 義典（工学院大学 准教授）

中島 武三志（東京工芸大学 助教）

石川 憲治（NTT コミュニケーション科学基礎研究所 サーチアソシエイト）

黒田 淳（京セラ 先進技術研究所 研究員）

4. 研究業績

4.1 学術論文

[1] Tsubasa Kusano, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa, “Window Functions With Minimum-Sidelobe Derivatives for Computing Instantaneous Frequency,” IEEE Access, vol.10, pp.32075-32092, Mar.2022.

[2] Tomoro Tanaka, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa, “PHASE-AWARE AUDIO INPAINTING BASED ON INSTANTANEOUS FREQUENCY,” Proc. APSIPA-ASC, pp.254-258, Dec.2021.

[3] Kenji Kobayashi, Yoshiki Masuyama, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa, “Phase-recovery algorithm for harmonic/percussive source separation based on observed phase information and analytic computation,” Acoust. Sci. & Tech., Vol.42, No.5, pp.261-269, 2021.9.

[4] Yoshiki Masuyama, Tomoro Tanaka, Kohei Yatabe, Tsubasa Kusano, Yasuhiro Oikawa, “Simultaneous Declipping and Beamforming via Alternating Direction Method of Multipliers,” Proc. EUSIPCO, pp.316-320, Aug.2021.

[5] Atsuto Inoue, Wataru Teraoka, Yasuhiro Oikawa, Takahiro Satou, Yasuyuki Iwane, Masahito Kobayashi, “Sound Field Projection System using Optical See-Through Head Mounted Display,” Proc. InterNoise, Paper Number 1797, Aug.2021.

- [6] Takuto Kurosawa, Eri Ishizuka, Yasuhiro Oikawa, Minoru Konno, Masatoshi Asakawa, Yuya Suzuki, “Visualization of magnetic field corresponding to acoustic signal and estimation of magnetic source based on symmetry of magnetic field distribution,” Proc. InterNoise, Paper Number 1580, Aug.2021.
- [7] Yukiko Okawa, Yasuaki Watanabe, Yusuke Ikeda, Yasuhiro Oikawa, “Estimation of acoustic impedances in a room using multiple sound intensities and FDTD method,” Proc. ICSV, #1575, pp.1-8, July.2021.
- [8] Kenji Ishikawa, Kohei Yatabe, Yasuhiro Oikawa, “Physical-model-based reconstruction of axisymmetric three-dimensional sound field from optical interferometric measurement,” Measurement Science and Technology, vol.32, no.4, 045202, April.2021.

4.2 総説・著書

- [1] 及川靖広, 他多数共著, 音響学講座 10 音響学の展開, コロナ社, “電気音響分野の音バリアフリー,” pp.80-87, 2021.9.
- [2] 石川憲治, 矢田部浩平, 及川靖広, “光を用いた楽器近傍音場の計測,” 日本音響学会誌, vol.77, no.9, pp.601-608, 2021.9.

4.3 招待講演

- [1] 及川靖広, “音場の可視化技術の可能性,” 日本音響学会アコースティックイメージング研究会資料, AI-2021-33, pp.1-5, 2021.2.
- [2] 及川靖広, “偏光高速イメージングによる音波発生の可視化,” レーザー学会学術講演会第 42 回年次大会, S13-14p-V-07, 2022.1.

4.4 受賞・表彰

- [1] 指導した学生 1 名が情報処理学会全国大会学生奨励賞を受賞。
- [2] 飛島建設との共同研究成果「OTOMIRU」が XR Kaigi 2021 Awards アプリケーション部門優秀賞を受賞。
- [3] 指導した学生 1 名が日本音響学会第 23 回学生優秀発表賞を受賞。
- [4] 指導した学生、研究員が I-INCE YOUNG PROFESSIONAL CONGRESS ATTENDANCE GRANTS (YP GRANTS) を受賞。
- [5] 指導した学生 1 名が日本音響学会第 22 回学生優秀発表賞を受賞。

4.5 学会および社会的活動

- [1] 日本音響学会 理事 (及川靖広)
- [2] 日本音響学会 サマーセミナー実行委員会委員長 (及川靖広)
- [3] 日本音響学会 2022 年春季研究発表会 遠隔開催実行委員会委員長 (及川靖広)

5. 研究活動の課題と展望

本プロジェクトにおいては、光を用いた大規模音響空間計測に関する研究、最適化に基づく音響信号処理への深層学習の適用の研究、工場内騒音の低減による作業環境改善、3 次元リアルタイム音源可視化装置の開発などに関し、企業との共同研究をベースに成果を上げてきた。3 次元リアル

タイム音源可視化装置「OTOMIRU」に関してはプレスリリースをおこない、研究成果の事業化を進めることができた。今後も研究成果の社会実装を目指し、研究を進める。