

人とインタラクションの未来
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書

小山 翔一

東京大学 大学院情報理工学系研究科
講師

分散配置アレイによる音空間の記録・再生技術基盤の構築

§ 1. 研究成果の概要

本研究は、分散配置したマイクロフォンおよびスピーカを用いて、音空間を收音・再現するための基本的な技術的枠組みを構築するとともに、VR/AR 音響等へ応用したシステムの実現を目指すものである。本年度は以下の3項目について研究を遂行した。(1) 複数小規模マイクロフォンアレイによる観測信号からのバイノーラル信号生成手法およびデモシステムの構築, (2) 音のゾーニングのための多点振幅制御法によるマルチゾーン音場合成, (3) 外部から到来する騒音を領域的に低減する空間能動騒音制御のための時間領域適応フィルタアルゴリズム。

(1)に関しては、無限次元調和解析に基づく音場推定法を用いたバイノーラル再現法を定式化し、シミュレーションおよび実環境での実験を行った。従来法に比べ、広い領域でバイノーラル信号を再現可能であることを示したほか、360度カメラを組み合わせたブラウザ上で操作可能なデモシステムを構築した。

(2)に関しては、所望音場として制御点上の振幅と位相を与える従来の多点音圧制御法に対し、所望振幅のみを与え、位相は最適化によって求める多点振幅制御法を提案した。このような最適化問題は非線形かつ非凸となるが、Majorization-minimization 法と呼ばれる、効率的かつ収束が保証されたアルゴリズムを導出した。シミュレーションおよび実環境実験によりその有効性を確認した。

(3)は、従来は1次元空間や局所的な領域への適用に限られていた能動騒音制御を、領域的な騒音に対して拡張を目指す空間能動制御に関するものである。これまでに、音場のカーネル補間法に基づく空間能動騒音制御法を周波数領域において定式化し、実験的な検証を行ってきたが、新たに時間領域での効率的なアルゴリズムを定式化し、数値シミュレーション実験によりその有効性を確認した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) N. Iijima, S. Koyama, and H. Saruwatari, “Binaural Rendering From Distributed Microphone Signals Considering Loudspeaker Distance in Measurements,” in *Proceedings of IEEE International Workshop on Multimedia Signal Processing (MMSP)*, Tampere, 2020.
- 2) S. Koyama, T. Amakasu, N. Ueno, and H. Saruwatari, “Amplitude Matching: Majorization-Minimization Algorithm for Sound Field Control Only With Amplitude Constraint,” in *Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, 2021.
- 3) J. Brunnström and S. Koyama, “Kernel-Interpolation-Based Filtered-X Least Mean Square for Spatial Active Noise Control in Time Domain,” in *Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, 2021.
- 4) T. Nishida, N. Ueno, S. Koyama, and H. Saruwatari, “Sensor placement in arbitrarily restricted region for field estimation based on Gaussian process,” in *Proceedings of European Signal*

Processing Conference (EUSIPCO), 2020.

- 5) N. Ueno, S. Koyama, and H. Saruwatari, “Directionally Weighted Wave Field Estimation Exploiting Prior Information on Source Direction,” *IEEE Transactions on Signal Processing*, vol. 69, pp. 2383–2395, 2021.