

超指向性スピーカを用いた ANC システムに関する研究

A Study on an ANC System Using Parametric Speaker

那須 至[†] 木許 雅則^{††} 古川 利博[†]

Itaru Nasu[†] Masanori Kimoto^{††} Toshihiro Furukawa[†]

[†] 東京理科大学大学院工学研究科

^{††} 日本工業大学工学部

[†] Graduate School of Engineering, Tokyo University of Science

^{††} Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology

1. はじめに

近年、生活環境における騒音を低減させ快適な空間を得るための研究が盛んに行われており、その一つに ANC(Active Noise Control)がある。これは、騒音に対し同振幅、逆位相の擬似騒音を生成し、それらを干渉させて騒音を抑圧する能動制御システムである。本稿では、消音対象点以外への影響を最小限にし、さらにその移動に追従可能な ANC システムを実現するために、制御音源に超指向性スピーカを用いたシステムを構築し、その性能について調査した結果を報告する。

2. 超指向性スピーカを用いた ANC

適用する ANC システムには Filtered-x LMS 法を用いている。これは二次経路特性が既知であるとし、その情報を用いて一次経路特性の同定を行う手法である。超指向性スピーカとしては、振幅の大きい近接した二つの異なる周波数の音波を同方向に放射し、それらの音波の相互作用によって発生する差周波数音(パラメトリック音源)を利用したパラメトリックスピーカ[1]を用いる。これを ANC の制御音源とすることで、高い指向性ゆえ消音点以外への影響が小さいこと[2]、ダイナミックスピーカに比べ残響が小さいこと[3]などの特徴を利用した新しいシステムが構築できる。

3. 実験

先行研究と異なる一般的な室内環境におけるパラメトリックスピーカを用いた ANC の騒音抑圧効果を確認するとともに、ANC 動作時のダイナミックスピーカとパラメトリックスピーカの音圧分布の比較を行った。実験には DSP(mtt. C6713DSK)を用いて ANC システムを構築し実験を行った。

3.1 騒音抑圧実験

実験の条件は、騒音信号をそれぞれ 800[Hz]～2400[Hz]の正弦波とし、締め切った室内で実験を行った。また、予め取得する二次経路特性のタップ数を 256、推定を行う適応フィルタのタップ数を 512 とした。

パラメトリックスピーカによる二次経路推定結果を図 1、残差騒音測定結果(例として騒音: 2000[Hz] サンプリング周波数:44.1[kHz])を図 2 に示す。図 1 より、PAL を制御音にした場合の残響は直接音に比べかなり小さいことがわかる。また、図 2 より、残差騒音の振幅がシステム作動直後から徐々に小さくなり約 35[s]で収束していることが確認できる。作動前に対して収束後の騒音は約 19[dB]の抑圧が確認

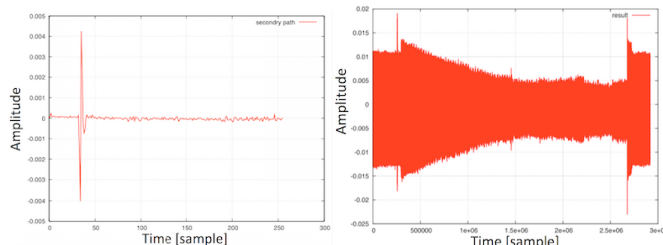


図 1. 二次経路推定結果

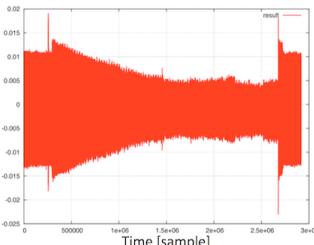


図 2. 残差騒音測定結果

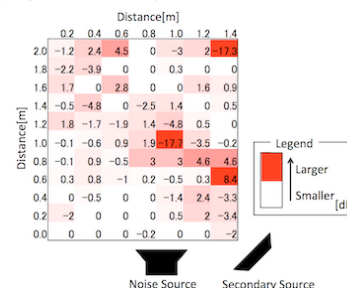


図 3. パラメトリックスピーカによる音圧分布

できた。騒音が他の周波数である場合の抑圧量は、紙面の都合上当日示す。

3.2 音圧分布の調査

調査の条件は、騒音信号を 2000[Hz]の正弦波とし、3.1 節と同じ室内で行った。測定範囲は横 1.4[m]縦 2.0[m]の範囲を 0.2[m]間隔の計 77 地点で騒音計にて測定し、制御音源をパラメトリックスピーカ、ダイナミックスピーカとした時の音圧分布をそれぞれ測定した。例として騒音のみの分布と制御音源をパラメトリックスピーカとした ANC の動作時の分布との差を図 3 に示す。図 3 より、一部制御音源から離れた位置で大きな音圧の変化が見られたものの、消音点を除くそれ以外への大きな音圧変化は確認できなかった。

4. まとめ

実験結果より、パラメトリックスピーカを用いた ANC において騒音の抑圧が可能であり、また消音点以外に対する制御音の影響が小さいことが確認できた。今後は、消音点移動に追従する方法の考案を予定している。

参考文献

- [1] 鎌倉, "非線形音響-基礎と応用-", コロナ社, 2014.
- [2] N.Tanaka and M.Tanaka, "Active noise control using a steerable parametric array loudspeaker", J.Acoust. Soc.Am., vol.127, no.6, pp.3526-3537, 2010.
- [3] 鐵他, "工場内騒音のためのアクティブノイズコントロールの検討", 信学技報, SIP2011-172, 2012.