

[実験] 音で音を消す

アクティブ・ノイズ・キャンセリング

第6回 必要な周波数以外の振幅特性を0にできるLLMSアルゴリズム 川村 新



ご購入はこちら

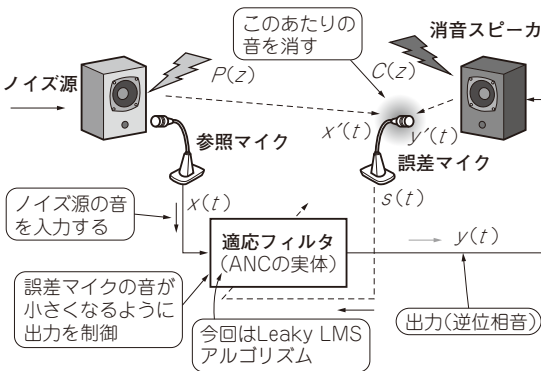


図1 前回と異なる適応アルゴリズムを使って消音実験

アクティブ・ノイズ・キャンセリング(ANC)技術では音に逆位相の音をおつけて消音します。つまり、消したい音の振動と逆の振動を持つ音(これを逆位相音と呼ぶ)をおつければ、空気の振動を止めて音を消すことができるというものです。

この技術は、ノイズ・キャンセリング・イヤホン(またはヘッドホン)、車内の騒音低減、空調機器のダクトなどにも使われています。本連載ではANC技術を使って自宅で試せる消音実験を解説します。

● 消音実験のポイント

ANCではマイクロホンで観測される音を常に監視し、音量が最も小さくなるように逆位相音の振幅と位相を自動調整します。この自動調整に適応フィルタを

使います。適応フィルタとは、出力を目的とする状態(今回は音量が最小)に近づくように、フィルタ係数(フィルタの乗算器の値)を更新していく信号処理機構です。ここで適応的にフィルタ係数を更新する方法、手順を適応アルゴリズムと言います。

● 今回の実験テーマ…前回より少し性能アップ「Leaky LMSアルゴリズム」を試す

前回(第5回、2023年12月号)から、適応フィルタと適応アルゴリズムを使って、観測位置によらず、ちょうどよい逆位相音を自動的に作って消音する実験を行っています(図1)注1。適応アルゴリズムにはいろいろな種類があり、それぞれ特徴があります(表1)。前は最も基本的な適応アルゴリズムであるLMS(Least Mean Square)アルゴリズムを用いて実験を行いました。

今回はLMSアルゴリズムに少し修正を加えた、Leaky LMSアルゴリズムでANCを駆動してみます。表1のLLMSがLeaky LMSアルゴリズムです。Leaky LMSアルゴリズムは、フィルタ係数の過剰な増幅を防ぐとともに、必要な周波数以外の振幅特性を0にできるという特徴があります。

注1: 同じノイズを発生してもノイズ源が誤差マイクの近くにあるときと遠くにあるときで $x'(t)$ が異なります。適応フィルタを使うことで、 $x'(t)$ を使って逐次、逆位相音が自動調整されていくので観測位置によらない消音が可能です。

表1 本連載で扱う適応アルゴリズムの特徴比較

適応アルゴリズム	LMS (前回)	LLMS (今回)	MLMS	NLMSタイプ	ブロックNLMSタイプ
演算量	◎	○	△	△	△
ステップ・サイズ設定の容易さ	×	×	△	○	◎
フィルタ係数の過剰増幅防止	×	○	△	○	○
収束速度と安定性の両立	×	×	○	○ (M-NLMS)	◎ (B-M-NLMS)
外れ値に対する耐性	×	×	×	○	◎

◎とても良い、○良い、△普通、×あまり良くない

第1回 実験環境の構築(2023年6月号)
 第2回 モノラル音声を入力してその逆位相音を出力(2023年7月号)
 第3回 音の打ち消し効果は観測位置で変わる(2023年9月号)