

[実験] 音で音を消す

# アクティブ・ノイズ・キャンセリング

## 第9回 NLMS アルゴリズムの改良

川村 新



表1 本特集で扱う適応アルゴリズムの特徴比較(◎とても良い, ○良い, △普通, ×あまり良くない)

適応アルゴリズム	LMS (第5回)	LLMS (第6回)	MLMS (第7回)	NLMSタイプ* (第8回, 第9回)		ブロックNLMSタイプ* (第10回, 第11回)	
演算量	◎	○	△	△	L M △△	△	L M △△
ステップ・サイズ設定の容易さ	×	×	△	○	L M ○○	◎	L M ○○
フィルタ係数の過剰増幅防止	×	○	△	×	L M ○△	×	L M ○△
収束速度と安定性の両立	×	×	○	△	L M ×○	△	L M △◎
外れ値に対する耐性	×	×	×	○	L M ○○	◎	L M ◎◎

※: LはLeakyタイプ, MはMomentumタイプを表す

アクティブ・ノイズ・キャンセリング(ANC)技術は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)をぶつければ、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。連載第5回(2023年12月号)から、表1に示したさまざまな適応アルゴリズムを使って消音実験を行っています。

### ● 消音実験のポイント…適応フィルタと適応アルゴリズム

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。適応アルゴリズムにはさまざまな種類があり、それぞれ特徴があります(表1)。

### ● 今回の実験テーマ…基本設定の容易さが魅力の「Normalized LMS アルゴリズム」を改良できないか試す

前回(第8回, 2024年3月号), 基本設定が容易であるNormalized(NLMS)アルゴリズムを用いて実験を

行いました。NLMSアルゴリズムは、表1に示すように、ステップ・サイズ設定の容易さと外れ値に対する耐性を高めます。しかし、その他の性質はLMSアルゴリズムから、そのまま引き継いでいます。

今回は、NLMSアルゴリズムを基本構成として、必要な周波数以外の振幅特性を0にできるLeakyタイプ(第6回, 2024年1月号), および慣性の法則を取り入れたMomentumタイプ(第7回, 2024年2月号)の2種類の適応アルゴリズムを実行してみます。

### ● 実験方法

前回同様、図1のようにノイズ源スピーカとノイズ源の逆位相音を出力するスピーカを用意します。この2つのスピーカからの音を誤差マイクで観測して、音が小さくなっているかを確認します。消音の様子をよく観察するためにノイズ源からのノイズを正弦波とします。前回と異なる点は、適応アルゴリズムをLeaky NLMSおよびMomentum NLMSアルゴリズムに変えたところです。

## 実験原理

### ● 基本の式(復習)

適応フィルタと適応アルゴリズムの式について以下に説明します。詳細は第8回(2024年3月号)を参照く