

スピーカー/マイク/PC 自宅で試せる

[実験] 音で音を消す

アクティブ・ノイズ・キャンセリング

最終回
第11回 Block NLMSを改良して
収束速度と安定性を両立させる 川村 新

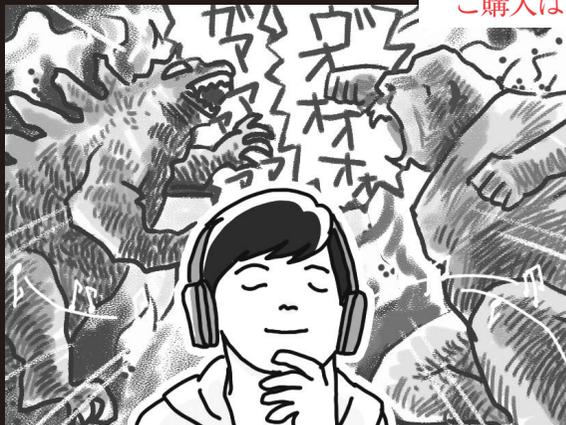


表1 本特集で扱う適応アルゴリズムの特徴比較(◎とても良い, ○良い, △普通, ×あまり良くない)

適応アルゴリズム	LMS (第5回)	LLMS (第6回)	MLMS (第7回)	NLMSタイプ*		Block NLMSタイプ*	
				第8回	第9回	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(後述)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(今回では音量が最小)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や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…「Block NLMSアルゴリズム」を改良したい

前回(第10回, 2024年6月号)は、低演算量かつ安定動作が可能なBlock NLMSアルゴリズムを用いて

ANC実験を行いました。Block NLMSアルゴリズムは、ステップ・サイズの決定が容易なので実用的です。さらに、平均値で動作するため、ノイズ(外れ値)への耐性が高いアルゴリズムです。ただし、その他の性質はNLMSアルゴリズムから、そのまま引き継いでいます(表1)。

今回は、Block NLMSアルゴリズムを改良して収束速度と安定性の両立を目指します。具体的には、Block 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に出来る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。

実験原理

● 実験環境

図1のようにノイズ源スピーカーとノイズ源の逆位相音を出力するスピーカーを用意します。この2つのスピーカー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めます。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。

● 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説明

