

[実験] 音で音を消す

アクティブ・ノイズ・キャンセリング

第10回 抜群の外れ値耐性!
Block NLMS アルゴリズム

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	今回	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…低演算量かつ安定動作が魅力の「Block NLMS アルゴリズム」を使う

前回(第9回, 2024年4月号), 基本設定が容易であ

るNormalized(NLMS)アルゴリズムをベースとした2種類の適応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、ステップ・サイズを0~2の範囲で決定すればよいことが分かっており、実用面で非常に役に立ちます。詳細は別の専門書に譲りますが、ステップ・サイズの範囲は、NLMSアルゴリズムの各項の平均値(正しくは期待値)から理論的に導出したものです。よって、NLMSアルゴリズムを瞬時値ではなく、平均値で実現することで、より理論値に合致した動作を実現できます。また、平均値を使うことで、ノイズ(外れ値)への耐性が高まります。

今回は、NLMSアルゴリズムの平均値版として、さらに安定に動作するBlock NLMS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かめます。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。前回と異なる点は、適応アルゴリズムをBlock NLMSアルゴリズムに変えたところです。

