

FIRフィルタの代表的な構成法

三上 直樹

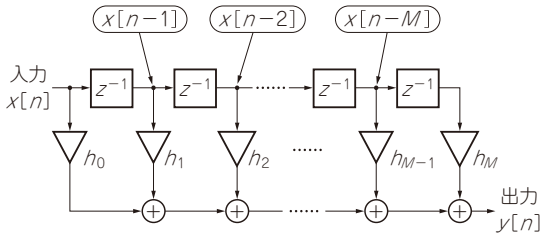


図1 直接形FIRフィルタのブロック図

前章で説明したように、FIR (finite impulse response) フィルタにはIIR (infinite impulse response) フィルタに比べていろいろなメリットがあります。その中でも、直線位相特性を実現可能なことが、一番大きなメリットです。直線位相特性が実現できれば、位相ひずみを発生しないフィルタを作れます。

FIRフィルタは、インパルス応答の継続時間が有限なフィルタです。このフィルタは、入力信号が0になれば、その後インパルス応答の継続時間を過ぎると出力も0になります。

本章では、よく使われる直接形 (direct form) と直接形の転置形 (transposed form) の構成法について説明します。

その他に縦続形 (cascade form) や格子形 (lattice form) などの構成方法もありますが、それらについては参考文献(1)などを参照してください。

FIRフィルタの構成方法には、周波数サンプリング構成 (frequency-sampling structure) やFFT (fast Fourier transform) を使う方法などもあります。周波数サンプリング構成は特殊なものなので、興味があれば参考文献(2)などを参照してください。FFTを使う方法は差分方程式を直接使う方法ではないので本特集では扱いません。興味があれば参考文献(3)などを参照してください。

直接形FIRフィルタ

● 差分方程式

FIRフィルタの入出力を表す差分方程式の中で、最も基本的なものは次の式で表せます。

$$y[n] = \sum_{m=0}^M h_m x[n-m] \dots \dots \dots (1)$$

この式と1対1に対応するブロック図を図1に示します。このような構成法は直接形 (direct form) と呼ばれています。この式で、

$$h_m, \quad (m = 0, 1, \dots, M)$$

はフィルタの係数と呼ばれるものです。係数 h_m によって周波数特性などといったフィルタの特性が決まります。実現したい特性を持つFIRフィルタの係数 h_m を求める方法については第2部第5章で説明します。

直接形FIRフィルタの場合、式(1)の係数 h_m を下付き文字の順に、

$$h_0, h_1, \dots, h_M$$

と並べた場合に、このフィルタのインパルス応答に一致します。 M はこのフィルタの次数です。

式(1)に対応する伝達関数 $H(z)$ は次のようになります。

$$H(z) = \sum_{m=0}^M h_m z^{-m} \dots \dots \dots (2)$$

● プログラムの解説

直接形FIRフィルタを実行する部分をC#で書いたものをリスト1に示します。このリストに対応するソース・ファイルFIR_Direct.csは、後で示すFIRフィルタの動作を確認するためのアプリケーション (FIRフィルタ100次_正弦波入力_波形) のプロジェクトの中に入っています。

直接形FIRフィルタの処理は、FIR_Directクラスに記述されています。

このクラスのコンストラクタFIR_Direct()でフィルタの係数が設定されます (係数は設計ツールで作った物を使う)。