

FIRフィルタとIIRフィルタの比較

三上 直樹

表1 FIRフィルタとIIRフィルタの比較

フィルタの分類	FIRフィルタ	IIRフィルタ
インパルス応答の継続時間	有限	無限
差分方程式	$y[n] = \sum_{m=0}^M h_m x[n-m]$ (非再帰形構成の場合)	$y[n] = \sum_{k=1}^K a_k y[n-k] + \sum_{m=0}^M b_m x[n-m]$
伝達関数	$H[z] = \sum_{m=0}^M h_m z^{-m}$	$H(z) = \frac{\sum_{m=0}^M b_m z^{-m}}{1 - \sum_{k=1}^K a_k z^{-k}}$
構成法	非再帰形 (再帰形でも構成可能)	再帰形
安定性	常に安定 (非再帰形構成の場合)	係数 a_k の値によっては不安定になる場合がある
直線位相特性の実現	完全に正確な直線位相のものが可能	不可能(近似は可能)
演算誤差、定数誤差の影響	あまり大きく現れない	大きく現れる場合がある
急峻な遮断特性の実現	高次のフィルタが必要	低次のフィルタで十分

デジタル・フィルタをうまく使い分けるためには、FIR (Finite Impulse Response) フィルタとIIR (Infinite Impulse Response) フィルタの特徴をつかんでおくことが重要です。本章では両者を比較します。この2つの大きな違いは、直線位相^{注1}の特性を持つフィルタを実現できるかできないかです。直線位相について詳しくは、後ほど説明します。

FIRフィルタは直線位相の特性を持つフィルタを実現できますが、IIRフィルタはできません。その代わりにIIRフィルタは、少ない次数で急峻な遮断特性を実現できます。このような特性の違いにより、信号の波形にどのような違いが現れるのか、具体的な例を挙げて説明します。

そもそも何が違うのか

FIRフィルタとIIRフィルタについて、第1部第5章で説明しました。両者の比較を表1に示します。濃い灰色の部分は他方に対する長所です。

FIRフィルタとIIRフィルタの違いを次に示します。

● 違い①…インパルス応答の継続時間

インパルス応答の継続時間については、第1部第5章で説明した通りです。FIRフィルタはインパルス応答の継続時間が有限であり、IIRフィルタはインパルス応答の継続時間が無限です。

● 違い②…差分方程式

表1で示すFIRフィルタの差分方程式は、フィルタを非再帰形で構成する場合です。FIRフィルタは第1部第5章で説明したように再帰形でも構成でき、そのときの差分方程式はIIRフィルタと同じ形になります。

差分方程式はいろいろな書き方ができます。ここでは最も基本的なものを示しています。

● 違い③…伝達関数

FIRフィルタの伝達関数は表1で示すように、 z^{-1} に関する多項式で表現されます。しかし、見掛け上、IIRフィルタの伝達関数のように、 z^{-1} に関する有理式^{注2}で表現される場合もあります。そのような場合であっても、その伝達関数を約分すれば必ず z^{-1} に関する多項式で表されます。

IIRフィルタの伝達関数は、必ず表1で示すような z^{-1} に関する有理式で表されます。

注1：線形位相と呼ばれる場合もあります。

注2：分子、分母ともに多項式で表される式です。

注3：再帰形、非再帰形については第1部第5章を参照してください。