



## 第6章 4種類の高性能フィルタを dsPIC に組み込む

### アナログ回路には真似のできない信号処理を体験

岩田 利王  
Toshio Iwata

第5章の移動平均フィルタでは、乗算器10個の出力を足し合わせました。この乗算器の数をタップ数と呼びます。

一般的に、デジタル・フィルタのタップ数が増えると、減衰特性が急峻になるとともに減衰率が向上します。例えば移動平均フィルタの場合、タップ数を増やすということは、さらに長時間のデータを平均することになります。

本章では、127タップのデジタル・フィルタを組み込み、その効果を確認します。1サンプリング周期当たりの乗算が127回も必要になりますが、dsPIC内蔵のDSP機能なら楽々処理できます。

さらに、デジタル・フィルタの特徴でもある可変性を生かし、4種のフィルタLPF/HPF/BPF/BRFを組み込み、電源投入時に選択できるようにします。

#### 1 kHz で 70 dB 減衰するフィルタを製作

##### ● タップ数を増やすことの一長一短

10タップ移動平均フィルタの理論的な周波数特性(第2部第5章の図5(c)参照)に対し、これから設計

する127タップのLPFの理論的な周波数特性は図1のようになります。127タップのほうは1kHzから2kHzにかけて一気に70dBも減衰しています。デジタル・フィルタなら、このような急峻な特性でも比較的簡単に実現できます。

ただし、タップ数をむやみに増やすとそれだけ積和演算が増えるため、システムの負担が大きくなります。高速な応答が求められるシステムでは出力の遅延時間を考慮する必要があります。従って、求められる性能を十分に考慮したうえで、必要最小限のタップ数にすることを心がけましょう。

##### ● LPF/HPF/BPF/BRFの四つのフィルタを一つのdsPICに組み込む

デジタル・フィルタのメリットの一つに可変性があります。本節ではLPFのほかHPF、BPF(Band Pass Filter, 帯域通過フィルタ)、BRF(Band Reject Filter, 帯域除去フィルタ)を同一プログラム内に組み込んで静的に(電源投入時に一度だけ)切り替えます(図2)。アナログ・フィルタでこれを実現するにはフィルタを4個作成してそれらの出力をスイッチで切り替える必要があります。デジタル・フィルタの場合

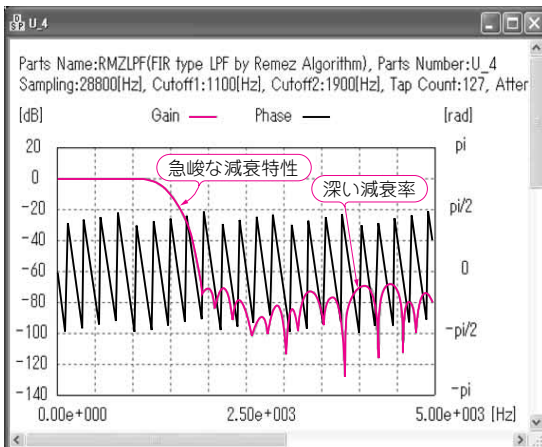


図1 127 タップの移動平均フィルタの理想的な周波数特性

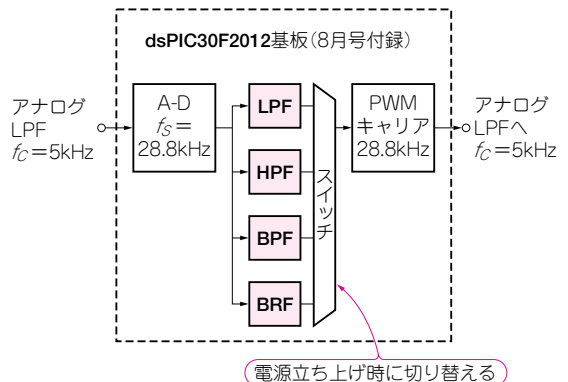


図2 dsPICに4種のフィルタLPF/HPF/BPF/BRFを組み込む電源投入時にいずれか一つを選択する

はプログラム内で係数の入れ方を変えるだけですから、ハードウェアを追加する必要はありません。

## 実験してみよう

### dsPIC にプログラムを組み込む

4種類のフィルタ(LPF, HPF, BPF, BRF)の係数配列を準備して切り替えます。プログラムはStaticAdaptive.cで、本誌8月号付録CD-ROMに収録されています(C:\¥CQ¥tr0709¥projects¥StaticAdaptive参照)。MPLABプロジェクトを新規に作成し、ビルドしてHEXファイルを生成します。同じくstaticAdaptiveフォルダにStaticAdaptive.hexがあるので、それを使用してもかまいません。

プログラミングが正常に終了したら、SoftOscillo2で入出力の波形を確認します。第5章の移動平均フィルタと比べて特性にメリハリが効いていることを実感してください。

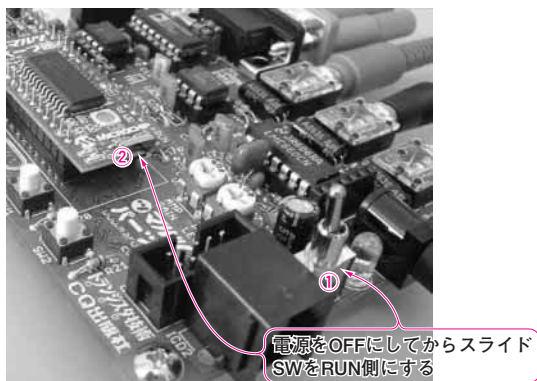


写真1 フィルタを切り替える際には電源を切ってからdsPICをRUNモードにする

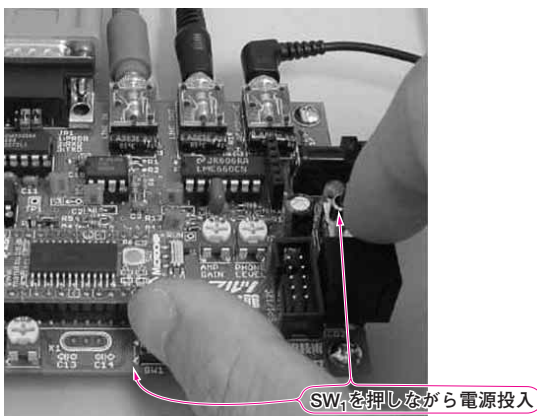


写真2 HPFに切り替える際の電源再投入方法  
電源再投入時のスイッチの状態により切り替えるフィルタが決まる

### フィルタの切り替え方

電源投入時(プログラム開始時)のプッシュSWの状態により、フィルタの種類を静的に切り替えます。

#### ● HPFへの切り替え方

①いったん電源を切り、②スライド・スイッチをRUN側にし、プログラムを再スタートします(写真1)。  
③トレーニング基板上のSW<sub>1</sub>を押しながら電源を入れます(写真2)。

#### ● BPFへの切り替え方

HPFの切り替え方の①②の後、③SW<sub>2</sub>を押しながら電源を入れます。

#### ● BRFへの切り替え方

HPFの切り替え方の①②の後、③SW<sub>1</sub>とSW<sub>2</sub>の両方を押しながら電源を入れます。

#### ● LPFへの切り替え方

HPFの切り替え方の①②の後、③何も押さないで電源を投入するとLPFになります。

### 127タップのLPFの実験結果

#### ● 1kHzはほとんど減衰していない

SoftOscillo2を立ち上げ、「ジェネレータ出力」をONにして、1kHzの正弦波の入出力を見てみましょう。図3のように1kHzはほとんど減衰なしで通過しています。

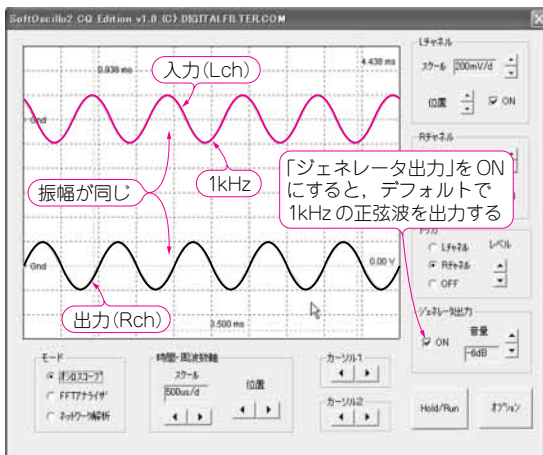


図3 127タップのLPFに1kHzの正弦波を入力したときの出力波形

入出力波形の振幅が同じなので1kHzの信号は減衰していないことが分かる。測定前にVR<sub>1</sub>によって通過域ゲインを0dBに調整している