

第7章 通過特性と遮断特性を スムーズに変化させる

動作中にフィルタ特性を 切り替える

岩田 利王
Toshio Iwata

前章では、フィルタの種類、すなわち係数を、プログラム開始時に切り替えて実験しました。本章ではフィルタ処理を行いながら、フィルタの係数を切り替えます。切り替え時にノイズを出力しないようにするための遅延の合わせ方について詳しく述べます。

デジタル・フィルタでしか 作れないフィルタを製作

● 処理を行いながらフィルタのタイプを切り替える
制作するプログラムの構成を図1に示します。フィルタの動作を止めることなく、LPFと遅延器(平坦特性)の2個のフィルタを切り替えます。

● デジタル・フィルタのメリット「群遅延時間一定特性」

動作中に特性を切り替える際、気になるのが切り替えの瞬間に出る不連続点(ノイズとなる)です。

デジタル・フィルタの「群遅延時間一定特性」(詳細は後述)をうまく利用すれば、不連続点が最小限の動的変換フィルタを作れます。動的変換フィルタはアナログでも不可能ではありませんが、群遅延時間をチューニングする難しさを考慮すると、現実的ではありません。

群遅延時間一定特性には、位相ひずみがない、他のシステムと同期をとりやすいといったメリットがあります。

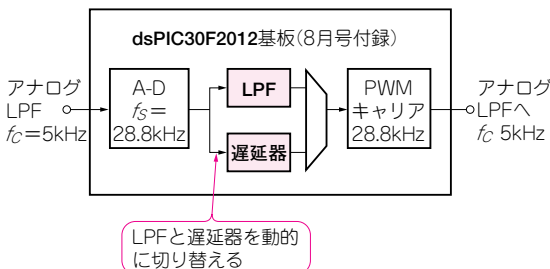


図1 87 タップの FIR 型 LPF と遅延器を不連続点無く切り替えるプログラムを dsPIC に組み込む

● 位相ひずみがない

波形が崩れないということがメリットとして挙げられます。

例えば矩形波から高調波成分を取り去る場合、群遅延時間一定の LPF を使用すると図2(b)のようになります。それに対し、群遅延時間が一定でない LPF を使用すると、図2(c)のようになります。

群遅延が一定でないということは、波形を構成する周波数成分ごとに遅延量が違うということです。このため、矩形波の対称性は崩れてしまいます。この現象は IIR 型やアナログ・フィルタでよく見られ、また FIR フィルタでも群遅延時間一定でない場合(インパルス応答が左右非対称の場合)は同様に波形がひずんでしまいます。

● 他のシステムと同期を取りやすい

例えば図3のような、適応型ノイズ・リダクション

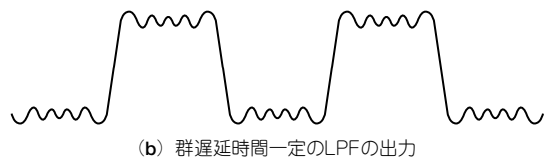
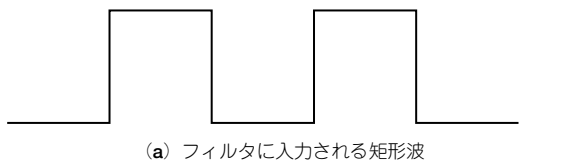


図2 LPF を使って矩形波から高調波成分を除去する例
群遅延時間一定特性だと波形が崩れない

群遅延 ▶ システムの遅延量を周波数の関数にしたもの。

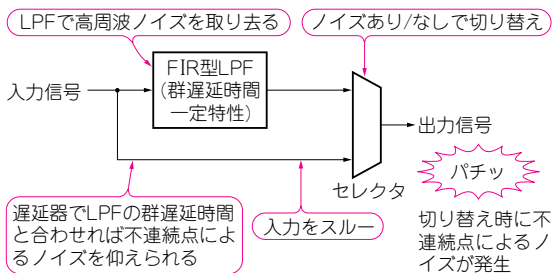


図3 適応型ノイズ・リダクション回路の例
群遅延時間一定特性だと他のシステムと同期を取りやすい

回路を考えます。これは「FIR型LPF」と、「入力信号をスルーしたもの」をセレクタで切り替える回路です。このとき気になるのは、切り替えの瞬間の不連続点です。切り替えの瞬間「パチッ」と音がことがあります。

入力信号を遅延器に入力し、その遅延時間をFIR型LPFの群遅延時間と合わせ込むことで、セレクタ切り替え時の不連続点を最小限にできます。

これは群遅延時間一定を利用したテクニックです。

動作中のフィルタ切り替えによるノイズを確認する

● 実験プログラムをdsPICに組み込む

dsPICのプログラムはDynamicAdaptive.cで、本誌8月号付録CD-ROMに収録されています(C:\¥CQ¥tr0709¥projects¥DynamicAdaptive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DynamicAdaptiveフォルダにDynamicAdaptive.hexがあるので、それ

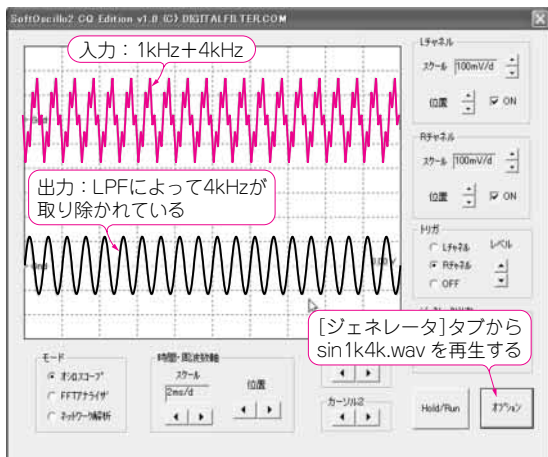


図4 フィルタを動的に切り替えるプログラムDynamicAdaptive.hexを動作した際の入出力波形
DynamicAdaptive.hex起動時のデフォルトは87タップのLPF

を使用しても構いません。

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。フィルタを動的に切り替えても不連続点を出さないテクニックを実践してみます。

● 起動時はLPFが選択されている

SoftOscillo2を立ち上げ、「ジェネレータ出力」をONにして、「オプション」-「ジェネレータ」でsin1k4k.wavというファイルを選択し、再生してみましょう(このファイルは8月号付録CD-ROMに収録されています)。すると図4のように1kHzだけが通過します。実験に使っているプログラムDynamicAdaptive.hexは、デフォルトで87タップのFIR型LPFを選択しているためです。

● LPFから遅延の無い平坦特性に動的に切り替える と不連続点が発生する

動的なフィルタの切り替えは、SW₁の長押しにより実行します。図5はLPFと遅延の無い平坦特性(遅延器)を動的に切り替えた際の出力波形です。よく見ると切り替わる瞬間に不連続点が発生しているのが分かります。2個のフィルタの遅延量を合わせないで切り替えているため、このような結果になりました。

このときの音を8月号付録CD-ROMの[サウンド・レビュー デジタル・フィルタの効果を目と耳で確認しよう!] - [動的可変フィルタ切り替えの勘所(悪い例)]に収録しました。Lchが入力、Rchが出力です。フィルタ切り替えの音がブチブチ聞こえると思います。

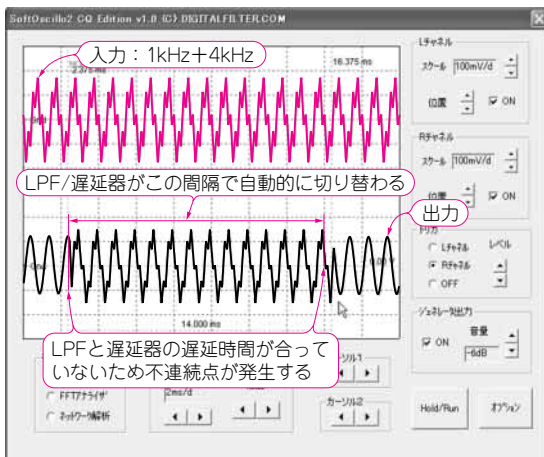


図5 LPFと遅延の無い平坦特性を動的に切り替えた際の入出力波形
フィルタの切り替えはSW₁の長押しによる。遅延量が違うため不連続点が発生する