

84MHz動作Cortex-M4マイコンでDSP並みフィルタ&FFT

激安! 1500円mbed Nucleoで作る 本格デジタル信号処理マシン

第4回 処理時間はFIRの1/40! リアルタイム処理向けIIRフィルタを試す

三上 直樹

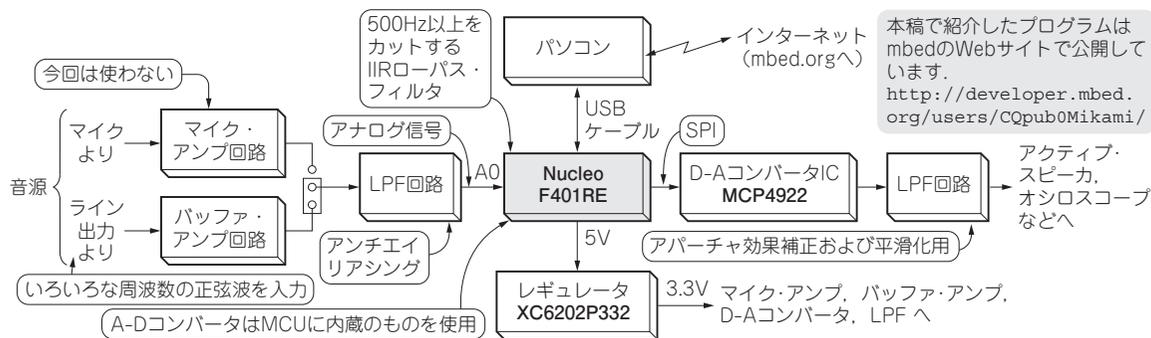


図1 実験のハードウェア構成…音声入力にデジタルIIRフィルタをかけて出力してみる

信号処理の2大フィルタはFIRとIIRです。前は、500Hz以上をカットするローパス・フィルタをFIRフィルタで作成して試しました。今回は、IIRフィルタを作り、FIRフィルタの処理時間と比較してみます。IIRフィルタは安定性を考慮して設計しないといけません、FIRに比べて計算量が少ないため、処理時間を短くできます。(編集部)

● 実験の構成

今回の実験で使うハードウェアの構成を図1に示します。

500Hz以上の周波数成分をカットできるローパス・フィルタをIIRフィルタで作ります。

開発環境などの準備について知りたい場合は、第1回、第2回を参照できます。

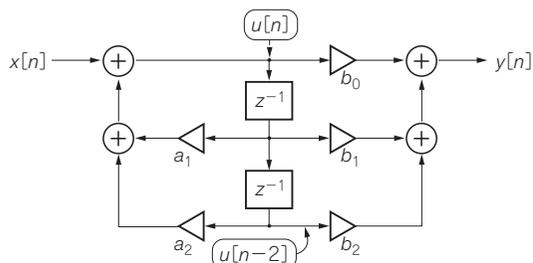


図2 縦続形IIRフィルタの構成ブロック

おさらい…IIRフィルタ

● IIRフィルタの基礎

IIRフィルタはFIRフィルタ同様、いろいろな実現方法があります。一番基本的なIIRフィルタは、入力信号を $x[n]$ 、出力信号を $y[n]$ 、フィルタの係数を a_k および b_k とすると、入出力信号の関係は次の差分方程式のようになります。

$$y[n] = \sum_{k=1}^M a_k y[n-k] + \sum_{k=0}^K b_k x[n-k] \quad \dots\dots\dots (1)$$

この式のまま計算するものを直接形といいます。

しかし、FIRフィルタの場合と違ってIIRフィルタでは、直接形のフィルタを使った場合、演算誤差の影響が大きく現れることが知られています。そこで、ここでは演算誤差の影響が少ないものの中で、よく使われている縦続形のIIRフィルタのプログラムを作ります。

縦続形の場合、図2に示すブロックを組み合わせで作ります。このブロックの入出力信号の関係は次の差分方程式のようになります。

$$\begin{cases} u[n] = x[n] + a_1 u[n-1] + a_2 u[n-2] & \dots\dots\dots (2) \\ y[n] = b_0 u[n] + b_1 u[n-1] + b_2 u[n-2] \end{cases}$$

縦続形IIRフィルタの全体の構成は、図2のブロックを組み合わせますが、ここでは少しでも演算量を減らすため、 $b_0 = 1$ とします。そうすると、全体の利得が変わるので、各ブロックの b_0 に相当する係数を全