

12 アンチエイリアスフィルタについての一考察

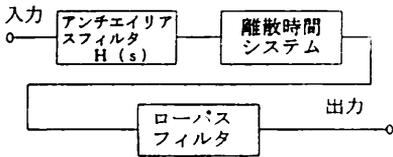
武田 博 清水 隆之 渡辺 弘道 菊池 久和 佐々木 重信
(新潟大学 工学部)

1. はじめに

アナログ信号をサンプリングする際に、サンプリング周波数の半分の周波数より、高い周波数帯域に信号成分が存在すると、エイリアスという現象が起こり、取り出したい信号に影響を及ぼす。従って、このエイリアスの影響を小さくするため、サンプリングする前に信号をアンチエイリアスフィルタによって、予めサンプリング周波数の半分の周波数より高い周波数の信号成分を減衰させる必要がある。本研究では、このアンチエイリアスフィルタについて、検討を行ったので報告する。

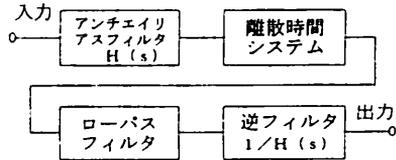
2. 信号処理システムについて

アンチエイリアスフィルタとして、通常ローパスフィルタを用いるが、理想的なローパスフィルタを構成することは不可能なので、取り出したい信号成分の振幅、位相特性に影響を及ぼす。従来から用いられているアンチエイリアスフィルタは、最小位相推移回路ではないため、逆フィルタを構成できず、特性を元に戻すのは難しい。本報告では、アンチエイリアスフィルタとして、逆フィルタを構成できる伝達関数を用いて、離散時間信号処理後に、逆フィルタにより、変化した振幅、位相特性を元に戻すシステムについて述べる。信号処理システムについて、従来から用いられているシステムを図1、我々の考案したシステムを図2に示す。なお、ローパスフィルタは、平滑化のために用いられている。



($H(s)$ は伝達関数)

図1 従来からのシステム



($H(s)$ 、 $1/H(s)$ は伝達関数)

図2 考案したシステム

3. 逆フィルタの構成可能な特性式とその回路の実験結果

次の特性式が一般に知られている。

$$\left| \frac{V_2}{V_1} \right|^2 = \frac{Y_{\min}^2 \alpha^2 + X^{2n}}{\alpha^4 / \alpha^2 + X^{2n}} \quad (1)$$

$$\left| \frac{V_1}{V_2} \right|^2 = \frac{\alpha^4}{Y_{\min}^2 \alpha^2 + X^{2n}} \quad (2)$$

(但し、 $0 < \alpha < 1$ 、 $X = -jS$ 、 $S = j\omega / \omega_0$ 、 ω_0 は中心角周波数)

式(1)と式(2)は互いに逆数の関係になっており、最小位相推移回路として構成できることが知られている。⁽²⁾

式(1)と式(2)を加算器と積分器で構成した能動RCフィルタの実験結果を図3～図5(図5は式(1)と式(2)の回路を接続したときの特性)に示す。図3、図4の結果から、式(2)はアンチエイリアスフィルタ、式(1)は逆フィルタとして用いることができる。また、図5の振幅、位相特性では、位相特性について高い周波数で多少変化しているが、それ以外は、ほぼ平坦な特性を示している。

(フィルタの仕様は $\alpha = 0.3$ 、 $Y_{\min} = 1$ 、 $f_0 = 5 \text{ kHz}$ 、 f は中心周波数)

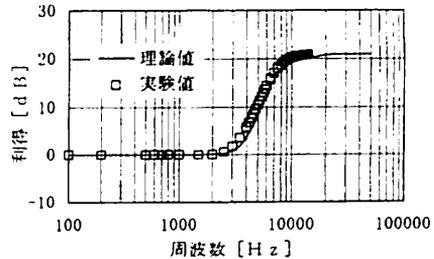


図3 (1)式の回路の振幅特性

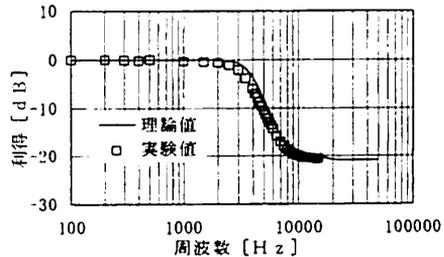


図4 (2)式の回路の振幅特性

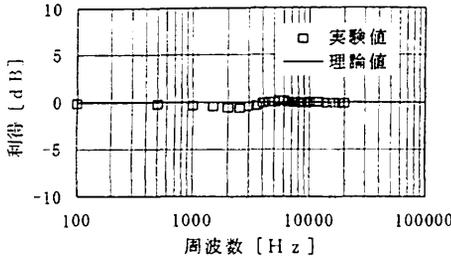


図 5 (a) 振幅特性

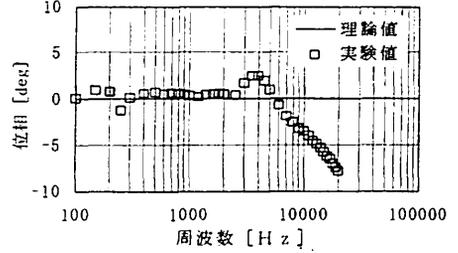
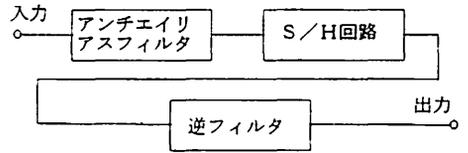


図 5 (b) 位相特性

4. 実験結果

実際に式(2)をアンチエイリアスフィルタ、式(1)を逆フィルタとして用いたときの特性を確認するため、図6の実験方法で実験を行った。図6の入力から正弦波を入力し、そのときの出力のスペクトルを測定した。正弦波の周波数(入力周波数)が0~5kHz(サンプリング周波数の半分の周波数)までと、5~10kHz(サンプリング周波数)までのスペクトル(デシベルに換算)の変化を実験結果として図7に示す。図7に示したエイリアス成分は、入力が5~10kHzのときの出力周波数が0~5kHzの成分である。実験結果は、理論値に近い値が得られた。



(フィルタの仕様は、前記と同様でサンプリング周波数は10kHz)

図 6 実験方法の概略

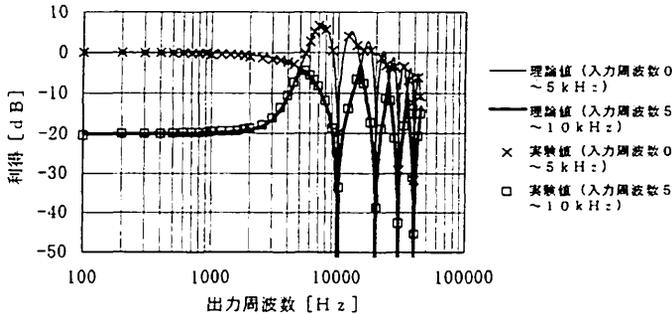


図 7 実験結果

5. まとめ

図5と図7の実験結果から、本報告で述べた信号処理システムは、アンチエイリアスフィルタによる振幅、位相特性の変化を元に戻すことに対して、有効であることがわかった。今後の課題は、実際の信号処理に用いるために、従来から用いられているアンチエイリアスフィルタを用いて実験を行い、本報告で述べた信号処理システムと比較・検討する必要がある。

6. 参考文献

[1] 渡辺弘道: "マトリクスとシグナルフローグラフによる受動LCR回路の能動化"
信学技報, CST76-81 (1976-10)

[2] 渡辺弘道 佐藤 淳 菊池久和 佐々木重信: "相補特性を用いたエンファシス回路の構成"
電子情報通信学会 第6回 回路とシステム軽井沢ワークショップ (1993-4)