

## 改良型適応形サンプル値フィルタの応答時間

小段, 謙一  
九州大学医療技術短期大学部診療放射線技術学科

<https://doi.org/10.15017/188>

---

出版情報：九州大学医療技術短期大学部紀要. 16, pp.19-21, 1989-03-03. 九州大学医療技術短期大学部  
バージョン：  
権利関係：



# 改良型適応形サンプル値フィルタの応答時間

小 段 謙 一 \*

## Response Time of Improved Adaptive Sampled - Data Filters

Kenichi Kodan

### 1. ま え が き

適応形サンプル値フィルタで構成した共振器は、入力信号に周波数変動を生じた場合も、フィルタの構成や共振器のQを変えることなく、常に入力信号の基本波を抽出することができる。<sup>1)</sup>

その際、入力周波数の変動を検出する必要があるが、その方法に改良を加えた改良型適応形サンプル値フィルタ（以下、改良型フィルタと言う）では、従来のものに比べて著しく応答時間を短縮することができた。<sup>2)</sup>

本稿では、この改良型フィルタの応答時間の算出を行なう。

### 2. 改良型フィルタ

図1に改良型フィルタの構成を示す。

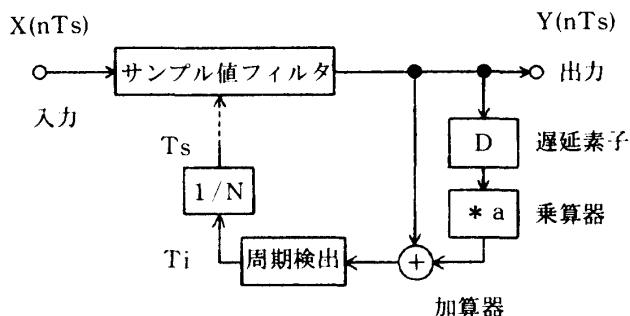


図1. 改良型適応型サンプル値フィルタ

この回路は、サンプル値フィルタ（共振器）の部分と、サンプリング信号を得るための適応回路の部分から成り立っている。

この共振器は次式の様な入出力関係を有する。  
 $y(nTs)$

$$= x(nTs) - b_1 y\{(n-1)Ts\} - b_2 y\{(n-2)Ts\} \quad (1)$$

又、共振器の振幅の周波数特性  $H(m)$  は、共振器の中心周波数で正規化した周波数  $m$  を用いて次の様に表わせる。

$$H(m) = 1 / \sqrt{1+r^2-2r \cos \{(m-1)\phi\}} \cdot 1 / \sqrt{1+r^2-2r \cos \{(m+1)\phi\}} \quad (2)$$

但し、共振器の伝達関数の極は  $re^{\pm j\phi}$  ( $0 < r < 1$ ) であり、 $b_1 = -2r \cos \phi$ ,  $b_2 = r^2$  の関係がある。

次に、この共振器は入力周期  $T_i$  とサンプリング周期  $T_s$  との比を一定値 ( $N$ ) に保つ限り、常に入力信号の基本波を抽出できる。

この時の  $T_i$  と  $T_s$  の関係は次式の様になる。  
 $T_i / T_s = N \quad (3)$

そこで、変動後の入力周期を検出し、それを  $1/N$  してサンプリング周期とする回路を付加し、これを適応形サンプル値フィルタと呼ぶ。入力周期は歪の軽減された出力信号から検出する。

但し、一般的に出力信号は、変動前の周期（旧周期）の成分（減衰）と、変動後の周期（新周期）の成分（一定）とが混在し、新周期の検出に時間がかかる。

\* 九州大学医療技術短期大学部

診療放射線技術学科

改良型フィルタは、出力信号と、同じ信号を旧周期の  $1/2$  だけ遅延させたものとを加え合わせて旧周期の成分を除去し、早期に新周期を検出できる様にしたものである。但し、定常状態の場合にも適用できる様に遅延信号にはある倍率 ( $a$ ) を乗じておく。

### 3. 過渡応答と応答時間

#### 3. 1 過渡応答波形

簡単のため、入力周期が  $T_i \rightarrow T_i/M$  にステップ変化した場合を考える。但し、ここでは  $M \geq 1$  とする。

この時の過渡応答の様子を図2に示す。

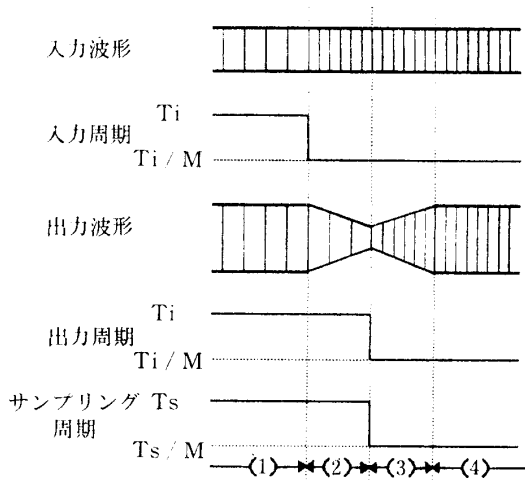


図2. 過渡応答波形 (模式図)

ここでは、入力、出力波形は包絡線の大きさと周期の変化のみ示す様に模式化してある。

図において、区間(1), (4)は入力周期変化前後の定常状態である。区間(2), (3)が過渡状態である。区間(2)の長さを  $\tau_1$ 、区間(3)の長さを  $\tau_2$  とすると、応答時間  $\tau$  は  $\tau = \tau_1 + \tau_2$  で与えられる。

#### 3. 2 応答時間 $\tau_1$

改良型フィルタの特徴は、この区間(2)の短縮である。但し、ゼロにすることはできない。 $T_i/2$  だけ遅延させた信号を加えることから、新周期  $T_i/M$  が検出されるのは  $T_i/2$  後となる。従って、 $\tau_1$  は次式の様にと与えられる。

$$\tau_1 = T_i / 2 \quad (4)$$

#### 3. 3 応答時間 $\tau_2$

参考文献1) によると  $\tau_2$  は次式で与えられる。

$$\tau_2 = -T_s \log [10 \{1 - E/H(1)\}] / (M \log r) \quad (5)$$

ここで  $E$  は区間(2)の最終包絡線値であるが、ここでは、次の様にして求めた。

参考文献1) の場合は、 $E = 2H(M)$  ( $1 \leq M < 2$ ) となるが、ここでも  $E = kH(M)$  の形であると仮定し、シミュレーション ((1)式と図1にもとづく) 結果の過渡応答波形や、応答時間がゼロとなる  $M$  の値等を考慮して  $k = 3.3$ 、すなわち  $E$  を次式の様にした。

$$E = 3.3H(M) \quad (6)$$

## 4. 結果

$T_i$  で正規化した応答時間  $\tau$  は、(3)~(6)式より次の様に与えられる。

$$\tau / T_i = \frac{1}{2} - \frac{1}{N} \log [10 \{1 - \frac{3.3H(M)}{H(1)}\}] / (M \log r) \quad (7)$$

入力周波数変動率  $M$  に対する  $\tau / T_i$  の(7)式による計算値を、(1)式と図1にもとづく計算機シミュレーション値とともに図3に示した。

但し、 $r = 0.94$ 、 $\phi = \pi/4$ 、 $N = 8$ 、 $a = 0.8$  とした

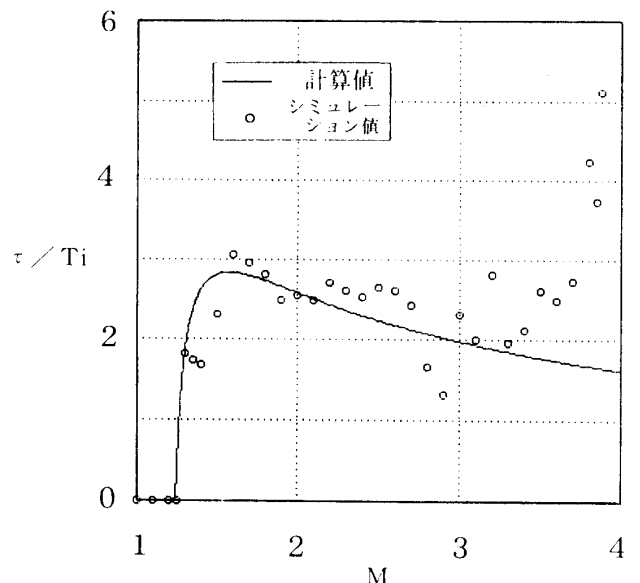


図3. 周波数変動率に対する応答特性

結果はほぼ良好である。

$M \rightarrow 4$ の時、シミュレーション値と計算値が大きく異なっている。これは、 $a$ の値の選定法によるものである。図3で用いた $a$ の値の場合、旧周期の成分が $M \rightarrow 4$ の時の新周期の成分に比べ除去し得る程には小さくない。従って、新周期を検出するまでの時間が増大する。

そこで、改良型フィルタの場合、 $a$ の値の選定をもっと厳密にする必要がある。

## 5. あとがき

改良型フィルタの応答時間を算出し、ほぼ良好な結果を得た。

今後の課題としては、 $a$ の値の厳密な選定法、又、 $E$ の値の理論的算出などがあり、現在検討中である。

## 参 考 文 献

- 1) 小段謙一：適応形サンプル値フィルタについて，医短大紀要，14,15-21,1987.
- 2) 小段謙一：適応形サンプル値フィルタの応答時間の改善，医短大紀要，15,7-10,1988.