

# 周波数カウンタによる周波数情報を用いた適応交流ノイズキャンセラ

情報科学科 大橋 裕史

指導教員：戸田 尚宏

## 1 はじめに

2009年、当研究室と(有)メイヨーの共同によって、適応フィルタを用いた交流ノイズキャンセラを雑音除去エンジン [1] として搭載した ERG 検査装置が開発され市販に至っている。さらにこれを用いた臨床において高い診断効果が得られることが報告されている [2]。しかし、増幅回路中に用いられているアンチエイリアジングフィルタが高価であることから、システムの価格が高くなっており、普及が進んでいない。また、外国においても、交流雑音除去の需要の高い地域が存在するため、システム構成コストを下げるのが急務となっている。そこで本研究では参照信号の基本周波数付近の成分を低次のローパスフィルタで取り出し、一周期をクロックパルスで測定する周波数カウンタという簡単なハードウェアを付加することで周波数を推定する。推定された周波数を用いて参照信号を生成する方法を提案し雑音除去性能を評価する。

## 2 適応フィルタによる雑音除去

一般に適応フィルタを用いたノイズキャンセラには、生体電気信号など所望される信号  $s(k)$  ( $k$  は離散時刻) に、雑音が入った主入力信号  $d(k)$  と、雑音源から直接取得した参照信号  $u(k)$  が入力される。参照信号に次式のようにフィルタリングを施し、主入力から雑音を除去し  $e(k)$  として出力する。

$$e(k) = d(k) - \sum_{i=0}^q \omega_i(k)u(k-i) \quad (1)$$

ここで  $\omega_i(k)$  は適応アルゴリズムにより毎時刻調整される FIR フィルタ係数であり、 $q$  はフィルタ次数である。

交流ノイズキャンセラでは、 $u(k)$  として商用交流電源から直接取得したものが用いられる。

## 3 周波数カウンタによる周波数推定方法

周波数カウンタは正弦波に近い信号が与えられたとき、その信号一周期のクロック数によりその周波数を計測する。具体的には、図 1 中の負正のゼロクロス検出部にて一周期を検出し、図 2 中矢印間で示される一周期間のクロック数をカウントする。ここで、クロック周期を  $t_c$  [sec] とし、クロック数を  $n$  とすると推定される周波数  $f$  は、

$$f = \frac{1}{t_c n} \quad (2)$$

と求めることができる。提案手法においては、この交流雑音一周期毎に推定される基本周波数に基づいて、これを整数倍した周波数の高調波をソフトウェア的に作成し、参照信号とする。

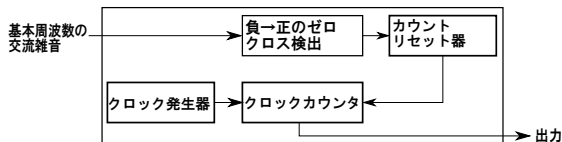


図 1 周波数カウンタによる基本周波数分析部分の構成

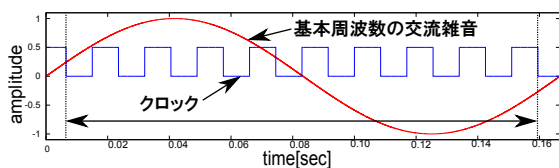


図 2 周波数導出の例

## 4 シミュレーションによる数値評価

提案法では用いるクロックの周波数が高い程精度が上がると考えられる。そこで本研究では 60[Hz] 及びその高調波が周波数変動しつつ、交流雑音として加わる通常の状況下で必要なクロックを明らかにするため、数値実験を行う。

交流雑音の周波数変動の速さ  $f_y$ 、変動幅を  $f_h$  とする。  $f_y, f_h$  とともに 0.01 のときのクロック周波数と推定周波数誤差の関係を図 3 に示す。下部の点線 (a) は参照信号として、真の周波数を持つ交流雑音をそのまま用いた場合の誤差を表している (以下これを真の誤差と呼ぶ)。約 10[MHz] 程度以上のクロック周波数があれば、真の誤差に近い誤差となっていることが分かる。

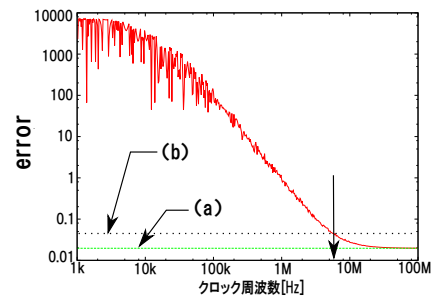


図 3 提案法と真の所望信号と誤差

また、 $f_y, f_h$  を変化させた際の必要なクロック周波数との関係を、真の誤差 (図 3 中 (a)) を二倍した値 (図 3 中 (b)) と提案法の誤差が等しくなるクロック周波数 (図 3 中矢印) と、及びそこでの真の誤差の値を抽出した。変動幅、変動の速さが大きくなるといずれの場合でもクロック周波数は小さくなる傾向がある。これは、交流雑音周波数が変動する状況下では、図 5 に示したように真の誤差も大きくなるため、あまり高いクロック周波数は必要なくなることを意味している。

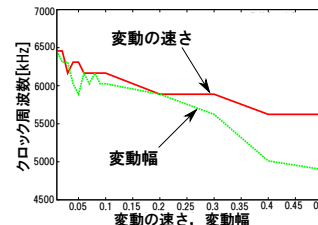


図 4 交流雑音の変数

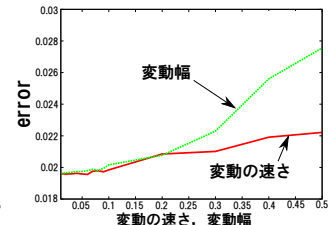


図 5 真の誤差の遷移

## 5 おわりに

アンチエイリアジングフィルタの代替として低次のローパスフィルタを用いた場合でもクロック周波数を大きくすることで、刻々と変化する交流雑音の除去を実現できる。

今後は従来的方法でのコストと性能を比較していくとともに、周波数変動の大きい場合、高すぎるクロックは冗長となり得る可能性も見出されているため、これに関しても今後検証していく必要がある。

## 参考文献

- 戸田尚宏: "パルス状信号に混入する交流雑音の適応フィルタによる除去法とそのフラッシュ光網膜電位図への適用", 電子情報通信学会論文誌 D, Vol. J94-D, No. 10, pp. 1685-1695, 2011.
- 大高康博・谷川篤弘・島田佳明・上田伊代・堀口正之: "Pulse reference power line noise reduction を用いた皮膚電極 ERG の記録", 眼科臨床紀要 4, 1064-1067, 2011.