

フィードバック型適応交流ノイズキャンセラにおける係数平滑化

情報科学科 幅 早希

指導教員：戸田尚宏

1 はじめに

脳波などの生体電気信号の測定には、商用交流電源に起因する交流雑音がしばしば混入する。この交流雑音は周波数(50/60Hz)及びその高調波が生体電気信号に近く、波形を汚す大きな要因となっている [1] [2]。ERG 検査に適した方法の確立を目的として、戸田 [3] は LMS, RLS などのアルゴリズムの振る舞いについて検討し、ERG 応答波形自体の存在が交流雑音除去性能を悪化させるという問題を指摘し、これに対してマスク処理を導入し解決する方法を提案した。しかし、持続的な信号ではマスク処理が行えないという問題があり、村松 [4] はフィードフォワード型アルゴリズムでのローパスフィルタを用いたフィルタ係数平滑化の導入を提案した。しかし、フィードフォワード型は計算量が多いという問題がある。

そこで本研究では、適応フィルタの係数平滑化をフィードバック型のアルゴリズムに導入し、新たな手法を構築することを目的とする。導入に際して、単に適応フィルタの係数を平滑化するだけでは問題が発生するため、これを解決することで新たな手法を提案する。

2 適応フィルタの分離による解決法

フィードバック型適応フィルタの係数平滑化に関して、適応アルゴリズムから出力される係数に直接平滑化を行うと、ローパスフィルタリングの影響で、アルゴリズムが決定した適応フィルタ係数値とは異なる値が設定されるため、交流雑音がうまく除去されない。そこで、この問題に関して適応フィルタの機構を以下に 2 つの段階に分解して考察する。すなわち

段階 1 : 適応フィルタ係数を決定する部分

段階 2 : 参照信号にフィルタリングし、主入力信号から減算する部分

である。フィードバック型アルゴリズムは段階 1, 2 の計算に同一のフィルタが用いられているため相互に影響を及ぼし合う。

そこで、この 2 つの段階で用いる適応フィルタを異なる 2 つに分離し、各々独立して動作させれば、この相互の影響の問題は回避できると考えられる。この考え方に従った新たな方式を図 1 に示す。

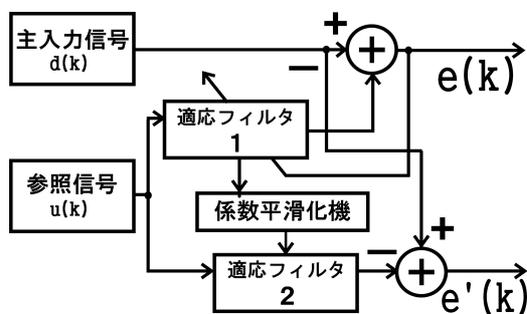


図 1 提案手法

適応フィルタ 1 は通常のフィードバック型の適応フィルタであり、段階 1 の処理を担当する。適応フィルタ 1 で用いられているフィルタ係数を複製し、これに平滑化を施したものを適応フィルタの係数とする。適応フィルタ 2 の出力を主入力 $d(k)$ か

ら差し引いた $e'(k)$ が適応ノイズキャンセラとしての出力となる。したがって、適応フィルタ 1 によるノイズキャンセラの出力 $e(k)$ は、適応フィルタ係数を算出するための中間的な変数として機能する。以下、この方法を提案手法とする。

3 提案手法を用いた交流雑音の除去

サンプリング周波数 480[Hz]、LMS アルゴリズムの $\mu = 0.0035$ [Hz] する。自己除去成分の発生を抑制する方法として 5 次バターワース型ローパスフィルタのカットオフ周波数を変化させる。図 2 は 60, 120, 180[Hz] に自己除去成分が発生した場合を示している。本研究では図 2 のように発生している自己除去成分を提案手法により除去できることを確認する。

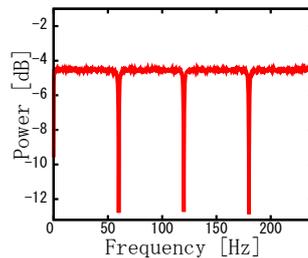


図 2 適応フィルタ 1 での出力

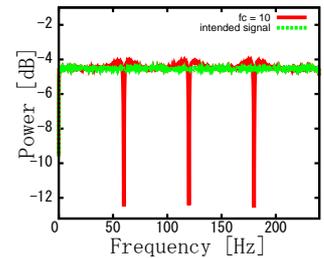


図 3 カットオフ周波数 10[Hz]

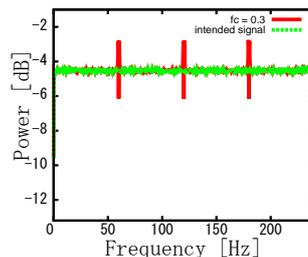


図 4 カットオフ周波数 0.3[Hz]

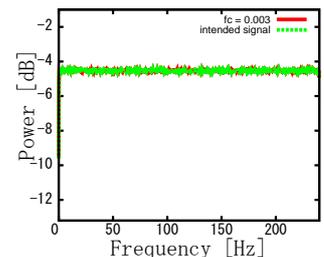


図 5 カットオフ周波数 0.003[Hz]

図 3, 4, 5 のように、カットオフ周波数を小さくしていくと徐々に除去ができており 0.003[Hz] でほとんど除去できていることが確認できた。

4 結論と今後

フィードバック型での平滑化に関して 2 段階の構造をもつ適応フィルタを提案し、ローパスフィルタのカットオフ周波数を小さくすることでノッチ、すなわち自己除去成分を除去できることを確認した。また、除去に有効なカットオフ周波数は 0.003[Hz] 以下であることが分かった。今後は、除去する過程でノッチとは逆方向にピークが表れることが確認でき、この点に関しての検討が必要である。また、混入する雑音が交流雑音の場合に有効であるため、不規則雑音に対しても有効であるかどうか検討が必要である。

参考文献

- [1] 星宮望, 石井直宏, 塚田稔, 井出英人: “生体情報工学”, 森北出版, 1986.
- [2] 渡辺千晴: “脳誘発電位測定測定ハンドブック”, NEC メディカルシステムズ研究所, 1999.
- [3] 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, 2011.
- [4] 村松慎也: “EGR フィリッカー検査における適応フィルタ係数の平滑化による交流雑音除去”, 愛知県立大学, 2013.