

複数信号検出三並列適応ノッチフィルタ

Three Parallel Structure of Adaptive Notch Filter to Multiple Signals

三尾 悠太[†] 渡部 英二^{††}

Yuta MIO[†] Eiji WATANABE^{††}

[†] 芝浦工業大学院理工学研究科システム理工学専攻 ^{††} 芝浦工業大学電子情報システム学科

[†]Systems Engineering and Science, Graduate School of Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology ^{††}Electronic Information Systems, Shibaura Institute of Technology

1 まえがき

入力信号に含まれる複数の信号を検出・追跡する方法として、適応ノッチフィルタを適応ノッチフィルタ (Adaptive Notch Filter: ANF)[1] を複数接続するものがある [2]。本研究では、この適応ノッチフィルタの接続について、従来の縦続に接続する構造の問題点を改善するために、並列構造を用いた処理の高速化を目指す。

2 適応ノッチフィルタ

2.1 ノッチフィルタ

正弦波を分離するフィルタとして、次式の伝達関数 $H_N(z)$ で表される中心周波数可変 2 次 IIR バンドストップフィルタを用いる。

$$H_N(z) = \frac{(1 + \alpha_0(k)) \{1 - 2\alpha_1(k)z^{-1} + z^{-2}\}}{2 \{1 - \alpha_1(k)(1 + \alpha_0(k))z^{-1} + \alpha_0(k)z^{-2}\}} \quad (1)$$

2.2 適応アルゴリズム

適応アルゴリズムには高速高安定簡略型構成の改良型 [3] を用いる。係数の更新式は次式で表される。

$$\alpha_1(k+1) = \alpha_1(k) + \mu_1 y(k) \psi_1(k) \quad (2)$$

$$\alpha_0(k+1) = \alpha_0(k) + \mu_{10} \psi_1(k) \psi_{10}(k) \quad (3)$$

$$\psi_1(k) = \frac{\partial y(k)}{\partial \alpha_1(k)} \quad (4)$$

$$\psi_{10}(k) = \frac{\partial \psi_1(k)}{\partial \alpha_0(k)} \quad (5)$$

3 複数フィルタの構造

従来の縦続構造では、前段の出力が後段の入力となるため、収束に時間がかかる [2]。この特性を低減するために、並列構造を用いることを考えたが、収束値が大きく片側に寄っている場合に収束が遅くなることが分かった。

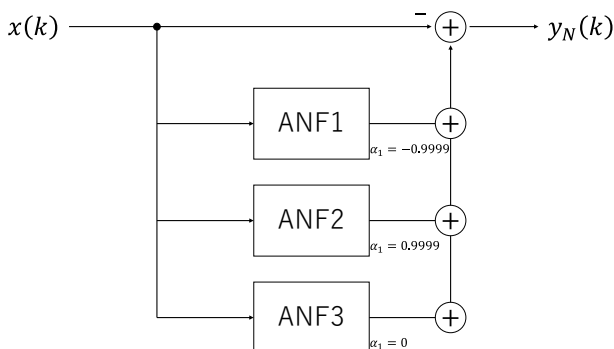


図1 $\alpha_1 = 0$ を追加した並列構造

そこで、初期値を範囲の中央にとるフィルタを追加して、最も遅いフィルタを他のフィルタの収束を確認した時点で停止する方法を提案する。

以下のシミュレーションでは、収束値が偏っている場合について調べるため、入力信号は $\omega = \frac{\pi}{3}, \frac{\pi}{5}$ 、各種初期値は文献 [3] を参考にした。

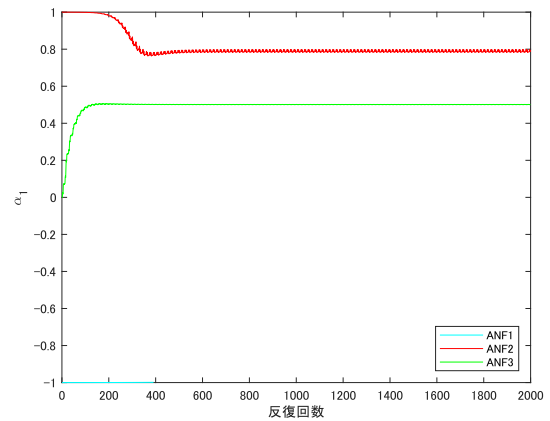


図2 3つのフィルタを用いる並列構造

通常の並列構造と比較して、劇的な収束速度の改善が見られた。

4 むすび

本研究では、縦続構造の前段の影響をそれ以降の後段全てが受けてしまう特徴を、並列構造を用いて低減することを考えた。その際に問題となる、収束値が偏っている場合について、フィルタをひとつ追加して最も遅いフィルタを停止する方法を提案した。

今後の課題としては、フィルタを停止前提で追加した分、少しでも早いフィルタの停止が求められる。

参考文献

- [1] 渡部英二, 岡村幸雄, 西原明法 “分割型ラインエンハンサ”, 信学論 (A), J79-A, 1, pp.1-10(1996-1)
- [2] Tom Kwan, Kenneth Martin “Adaptive Detection and Enhancement of Multiple Sinusoids Using a Cascade IIR Filter”, IEEE TRANS. CIRCUITS & SYSTEMS, 36, I, JULY 1989
- [3] 野村琢磨, 渡部英二, 西原明法, 柳澤健 “適応ラインエンハンサにおける周波数追跡性の改善”, 信学論 (A), J81-A, 9, pp.1305-1308(1998-9)