

1. はじめに

時間領域における雑音除去法として予測誤差フィルタを利用する方法が提案されている。そのシステムは広帯域雑音を白色化し除去する部分と、正弦波雑音を除去する部分から構成され、いずれの雑音に対しても除去効果を得ることができる。しかし、そのシステムにおける正弦波除去部分は、予測誤差フィルタの係数は初期値に依存しており、収束値によっては音声に歪みを与える場合がある。そこで本研究では、予測誤差フィルタ係数の初期値依存特性を解析することで、常に所望の雑音除去特性を実現する方法を提案する。

2. 正弦波雑音除去

予測誤差フィルタの入力 $x(n)$ が正弦波雑音のみであるときを考える。このとき、 $x(n) = \sum_{i=1}^K a_i \cos(\omega_i n + \phi_i)$ で与えられる。 m 番目のフィルタ係数初期値を $h_m(0) = a_m$ とすれば、係数の収束値は、

$$h_{m,conv} = \sum_{i=1}^K A_i \cos(\omega_i m + \psi_i) + a_m \quad (1)$$

となる。ここで、 A_i, ψ_i は実数である。式(1)のフーリエ変換から、係数収束後の予測誤差フィルタの周波数特性が与えられる。したがって、線スペクトル特性を得るためには、次数を十分大きくし、初期値を $a_m = 0$ として収束させればよい。このとき、予測誤差フィルタは、正弦波雑音のみを除去するくし形フィルタとなる。

3. 正弦波雑音除去システムの実現

図1に提案回路を示す。提案回路は予測誤差フィルタAとBの並列接続で構成する。ここで、 $x(n)$ は音声と正弦波雑音の混在信号、 $y(n)$ は予測誤差フィルタAの出力である。

提案法における雑音除去の手順を説明する、まず、予測誤差フィルタBがゼロ近傍の値を出力し続ける状態を検出する。この状態となるのは、入力信号が正弦波のときのみであるので、非音声区間であることがわかる。次に、検出された非音声区間において予測誤差フィルタBのフィルタ係数をすべてゼロにする。そして、予測誤差フィルタBのフィルタ係数を収束させ、くし形フィルタを実現する。最後に、予測誤差フィルタBの係数を予測誤差フィルタAにコピーする。これにより、予測誤差フィルタAは正弦波のみを除去するくし形フィルタとなる。

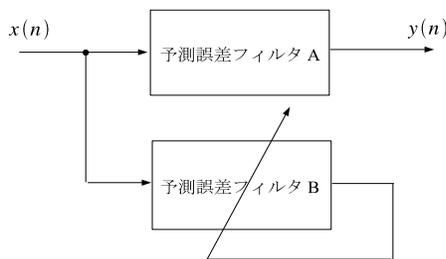


図 1: 提案雑音除去回路

4. シミュレーション実験

図1のシステムに、音声 $s(n)$ と正弦波雑音 $d(n)$ の混在信号を入力し、シミュレーションを行った。入力雑音は $n = 0 \sim 35000$ では $d(n) = \sum_{i=1}^5 \cos(0.05\pi n + \phi_i)$, $n = 35001 \sim$ では $d(n) = \sum_{i=1}^5 \cos(0.2\pi n + \phi_i)$ とした。また、係数更新アルゴリズムはステップサイズ0.5の学習同定法を用い、フィルタ次数250、入力SNR=0 [dB] とした。図2は入力信号、図3は予測誤差フィルタBの係数をゼロにする処理を行わなかった場合の出力、図4は提案法の出力である。ここで、図3と図4から、正弦波雑音が除去できていることがわかる。ここで、データの初めと35000サンプル付近に見られる、フィルタBの係数をフィルタAにコピーするまでの区間に着目すると、初期化を行わなかった図3の方が、図4より速く正弦波を除去できていることがわかる。しかし、図3のSNRは3.5 [dB]、図4のSNRは7.8 [dB]となっており、図3では正弦波雑音は除去できているが、音声に歪みを与えていることがわかる。このことから、初期化の有効性が確認できた。

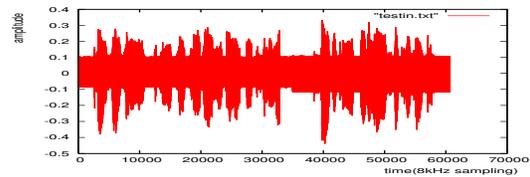


図 2: 入力信号 SNR= 0[dB]

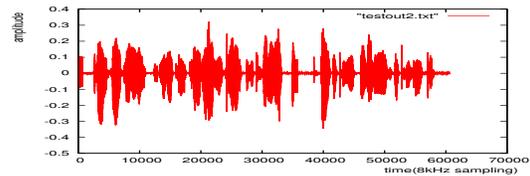


図 3: 出力信号 (初期化なし) SNR= 3.5[dB]

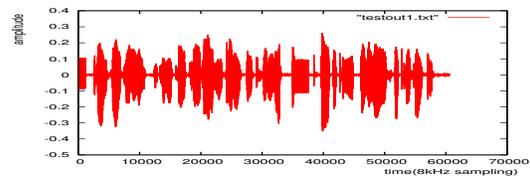


図 4: 出力信号 (初期化あり) SNR= 7.8[dB]

5. おわりに

本研究では予測誤差フィルタの初期値依存特性を解析することで、音声に歪みを与えない係数収束値を得る方法を導出した。さらに、常に所望の特性を実現する正弦波雑音除去システムを提案し、その有効性を示した。