

# 適応フィルタを用いたハウリングキャンセラ

1100358 森田 徹 【福本研究室】

## 1 はじめに

学校での運動会や朝礼，カラオケボックスなどのマイクロホンとスピーカを扱う場面で，耳をつんざくような不快な音になる場合がある．これはハウリングで，拡声した音が正帰還することにより生じる現象である．ハウリングが発生すると聴衆に不快感を与えるだけでなく，場合によってはスピーカやアンプなど，使用している音響機器の破損にもつながる．現在，ハウリングを抑圧する方法としてノッチフィルタを用いた手法 [1] 等が提案されている．この手法では，超音波を用いてスピーカ-マイクロホン間の距離を推定し，そこからハウリング周波数を求め，それらの周波数をフィルタにより除去している．ハウリングは一つの周波数成分が増大する共振現象であることから，フィルタにはノッチフィルタを用いている．また，全てのハウリング周波数を除去するためにノッチフィルタを縦続接続する．しかし，ノッチフィルタを縦続接続することにより出力音質が劣化するという問題がある．そこで本研究では，誰にでも簡単に扱え自動でハウリング周波数を除去する適応フィルタを用いたハウリングキャンセラのシステムについて性能を確認する．

## 2 適応フィルタによるハウリングキャンセラ

図 1 に適応フィルタを用いたハウリングキャンセラの構成図を示す．ここで， $W(t)$  は時刻  $t$  における適応フィルタのインパルス応答， $H$  はスピーカからマイクロホンまでのインパルス応答， $s(t)$  は発声者からの直接音， $d(t)$  は拡声されてマイクロホンへ帰還する信号， $e(t)$  は適応フィルタの出力誤差である．またスピーカへの拡声信号  $x(t)$  を適応フィルタに入力し，その出力  $y(t)$  が帰還音の推定値となる．このシステムでは， $y(t)$  をマイクロホンで観測した信号から減算処理をすることによりハウリングの除去を行う．なお，適応フィルタでは評価関数

$$G = E\{[s(t) + d(t) - y(t)]^2\} \quad (1)$$

を最小にするようにフィルタ係数の更新を行う．ここで， $E[\cdot]$  は期待値を表している．

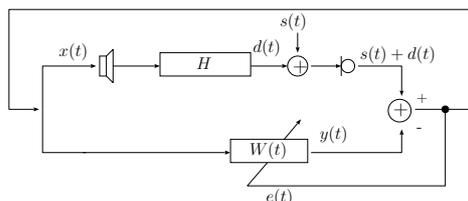


図 1 適応フィルタによるハウリングキャンセラ

## 3 計算機シミュレーション

適応フィルタを用いたハウリングキャンセラの原理を用いて，計算機シミュレーションを行い，有効性を検証する．

### 3.1 シミュレーション条件

拡声信号には，白色雑音を用いる．また，適応アルゴリズムには学習同定法 [2] を用いる．適応フィルタの性能を評価する式は，

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sum s^2(t)}{\sum (d(t) - s(t-1))^2} [\text{dB}] \quad (2)$$

を用いる．式 (2) では，拡声された後エコーが加わった信号と発声者からの直接音との  $SN$  比を表している．

### 3.2 シミュレーション結果

図 2 は，式 (2) により求めた  $SN$  比の結果を表している．この結果より， $SN$  比が向上していることからエコーを推定し，拡声信号からエコー除去が行われているためハウリングが抑圧できていることが確認できた．また，適応フィルタがない場合には， $SN$  比はマイナス無限大へと劣化する．

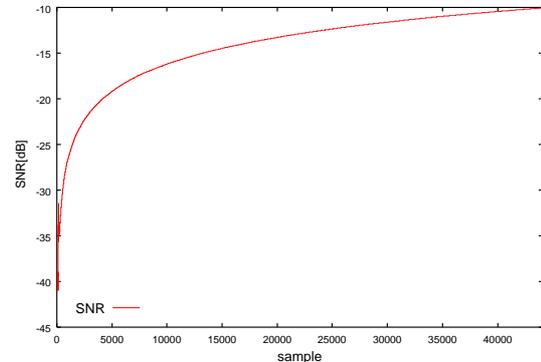


図 2  $SN$  比

## 4 まとめ

本研究では，適応フィルタを用いたハウリングキャンセラについての考察を行った．今後はステップゲインやフィルタのタップ数によって，収束速度がどの程度向上するか検証を行う必要がある．また，音場は時変であるため適応速度についての検討も必要である．

## 参考文献

- [1] 曾我美 明，川村 新，飯國 洋二，“距離計測に基づくハウリングキャンセラに関する検討”，信学技報，p.15-20, Mar.2007.
- [2] 辻井 重男，“適応信号処理” 昭晃堂，1995.