

適応処理時代の ノイズ・キャンセル実験室

ダウンロード・データあります

ご購入はこちら

第9回 ハウリング防止の基本…フィードバック・キャンセラ

川村 新



図1 音のフィードバック（ループ）があるとハウリングが生じる

マイクロホンに入力した音声スピーカーで出力され、それが再びマイクロホンにフィードバックされると、エコーやハウリングが生じることがあります。これをキャンセルする適応フィルタをフィードバック・キャンセラと呼びます。

原理

音のフィードバックが生じる環境を図1に、フィードバック・キャンセラのブロック図を図2に、効き目（シミュレーション）を図3に示します。

● スピーカからマイクへのフィードバックが大敵

カラオケや補聴器では、マイクロホンからの入力を増幅してスピーカから出力します。スピーカ出力がマイクロホンにフィードバックして再び観測されると、音のループが形成されます。このとき、エコーやハウリングが生じます。

意図しないエコーやハウリングは、聴覚的に不快なことや、ひどい場合には機器を破損することもあります。これを防ぐためには、フィードバックする音（信号）を監視して、除去する必要があります。

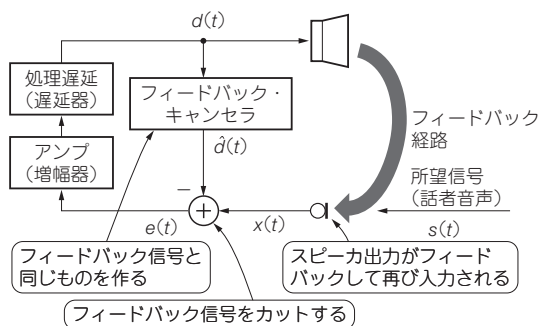


図2 ハウリングを防ぐフィードバック・キャンセラの信号処理

● 観測信号から適応フィルタ出力を減算してフィードバック信号を消去

フィードバック信号を除去するため、図2に示すような、適応フィルタを用いたフィードバック・キャンセラが考案されました。

ここで、スピーカ出力 $d(t)$ は、所望信号（話者音声） $s(t)$ を増幅して出力します。ただし、1サンプル以上の処理遅延が必ず生じるので、遅延器も導入しています。

スピーカとマイクロホンが近い場合、観測信号 $x(t)$ には、 $s(t)$ と共に $d(t)$ のフィードバック信号が含まれます。よって増幅率が大きい場合、フィードバック信号を放置すると、すぐにハウリングが生じます。

そこで適応フィルタは、スピーカから放射する $d(t)$ を利用して、フィードバック信号を推定します。うまくフィードバック信号を推定できれば、これを観測信号 $x(t)$ から減算することで、フィードバック信号をキャンセルできます。このとき、エコーやハウリングは生じません。

適応フィルタは、誤差信号 $e(t)$ を参照しながら、スピーカからマイクロホンまでのフィードバック経路の特性を同定することが仕事です。

● 適応フィルタを更新してフィードバック経路を同定する

フィードバック・キャンセラの原理は、前回(2017