

適応ハウリング・キャンセラを理解するには適応フィルタ／適応システムの知識が必要です。しかしながら、適応システムの基本構成について意外とご存じない方が多いようなので、適応ハウリング・キャンセラの構成も含めて簡単な説明資料を作成しました。

適応システムの4つの基本構成は Widrow の教科書の冒頭に記されています。(図1) それぞれのシステムの概要を次ページ以降に示します。

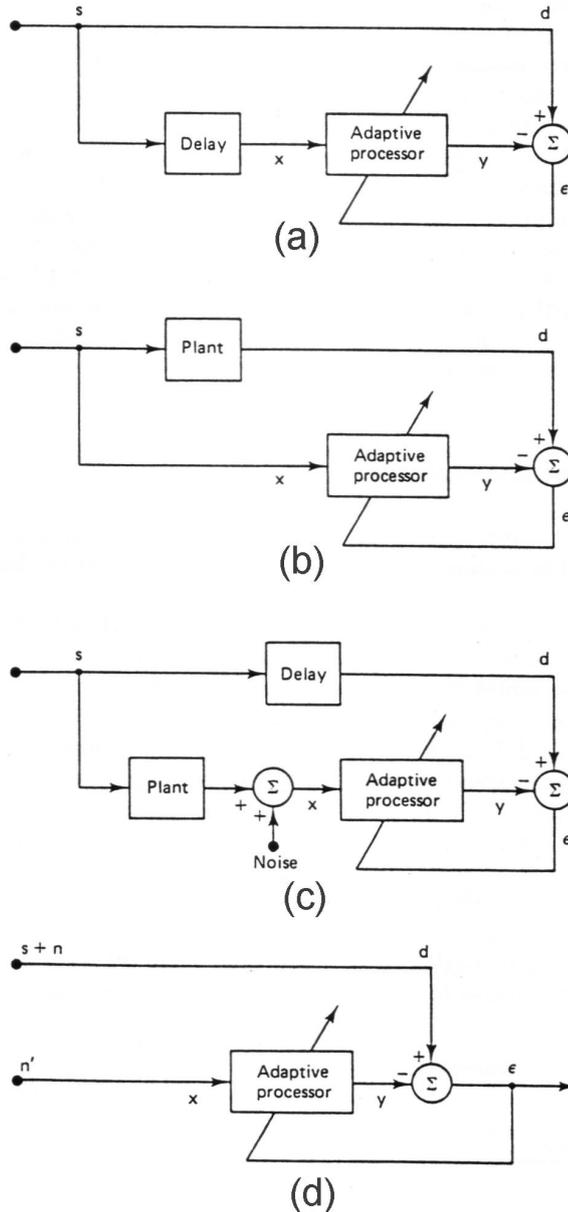


Figure 1.5 Examples showing how the configuration in Figure 1.4 may be applied: (a) prediction; (b) system identification (modeling); (c) equalization (deconvolution, inverse filtering, inverse modeling); (d) interference canceling.

図1 Widrow & Stearns の教科書『Adaptive Signal Processing』の適応システムの4つの基本構成 (Prentice-Hall, 1985, ISBN0-13-004029)

(a) 予測器の構成

予測器は遅延回路 (Delay) を経由した信号から元の信号、すなわち未来の信号 d を予測します。(図2) 予測可能なのは周期性信号のみになるので、適応システムの出力信号 e からは周期性成分 (トーン・ノイズ) が除去されます。適応フィルタの出力 y を取り出せば周期性信号中に含まれるランダム・ノイズを除去するノイズ・キャンセラになります。

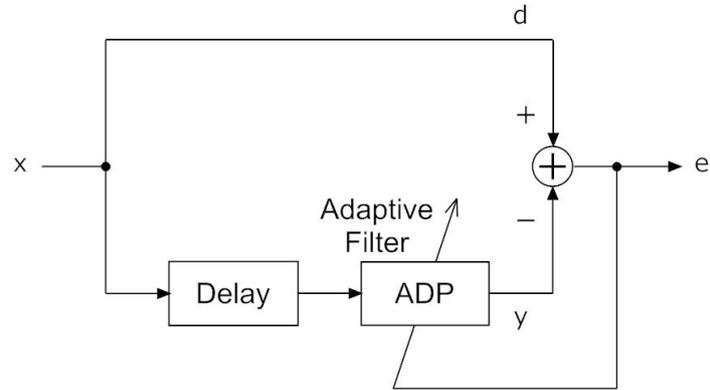


図2 予測器の構成の適応システム

入力 x は周期性信号とランダムな信号成分が混じったものと仮定する

(b) システム同定の構成

システムの胴体の構成の適応システムはプラント (Plant) の伝達特性 / インパルス・レスポンスを同定 (測定) します。(図3) 理想的には誤差信号 e はゼロになります。

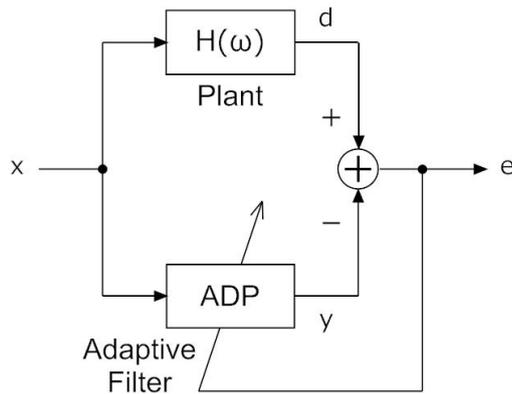


図3 システム同定の構成の適応システム

入力信号 x は広帯域信号と仮定する

(c) 逆フィルタの構成

逆フィルタ（イコライザ）の構成の適応システムでは、適応フィルタ（ADP, Adaptive Filter）の特性はプラント（Plant）の逆特性になります。（図4）つまり逆フィルタの設計が出来ます。理想的には誤差信号 e はゼロになります。適応フィルタの処理遅延の影響を取り除くためにモデリング・ディレイ（Modeling Delay）が必要です。

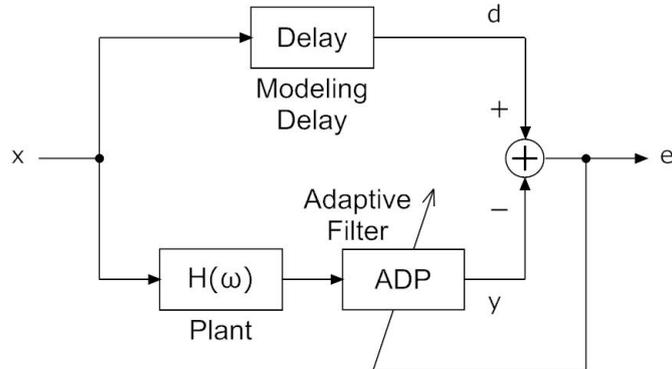


図4 逆フィルタの構成の適応システム
入力信号 x は広帯域信号と仮定する

(d) ノイズ・キャンセラの構成

ノイズ・キャンセラの構成の適応システムでは、所望の信号 x とノイズ n が混じった入力信号 $x+n$ から引き算処理でノイズを除去します。（図5）混入したノイズ n そのものが得られなくても、 n と相関を有する信号 n' を適応フィルタに入力して n を近似することが出来ます。（近似出力 y ）理想的には完全に n を近似して引算処理をおこない、出力信号 e からはノイズを除去した信号 x が得られます。

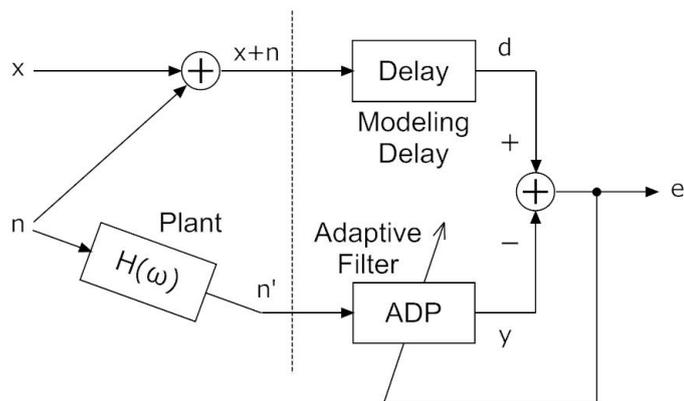


図5 ノイズ・キャンセラの構成の適応システム
ノイズ混じりの入力 $x+n$ からノイズ n を除去する
ノイズ n そのものでなく、相関のある信号 n' しか得られなくても減算処理によるノイズ抑圧が出来る

● 適応ハウリング・キャンセラの構成

適応ハウリング・キャンセラは、図3のシステム同定の構成の適応システムを基本としたものです。(図6) システム同定の適応システムにフィードバックがかかっている、フィードバック経路中にリミッタ (Limiter) とデ・コリレータ (Decorrelator) が挿入されています。 拡声対象の音声は、適応システム内部に加法性雑音として注入されます。

同定対象の音響系 (Plant) の構成要素を個別に描くと図7になります。 図6、図7の構成でなければ適応フィルタの収束性とハウリング・キャンセラの安定動作を保証出来ません。

詳細については別の資料『[適応ハウリング・キャンセラの動作原理](#)』をご覧ください。

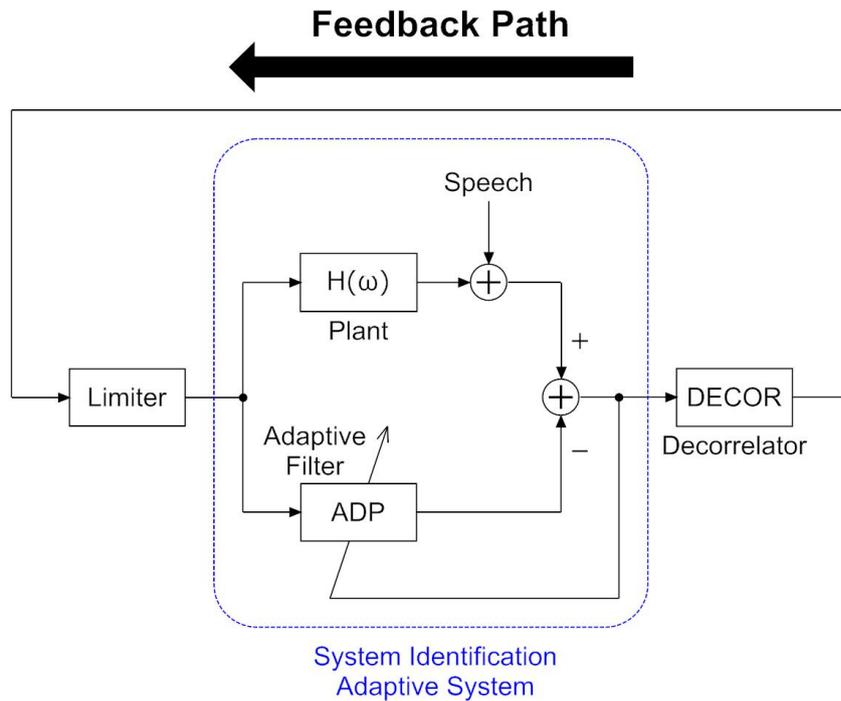


図6 適応ハウリング・キャンセラの基本構成

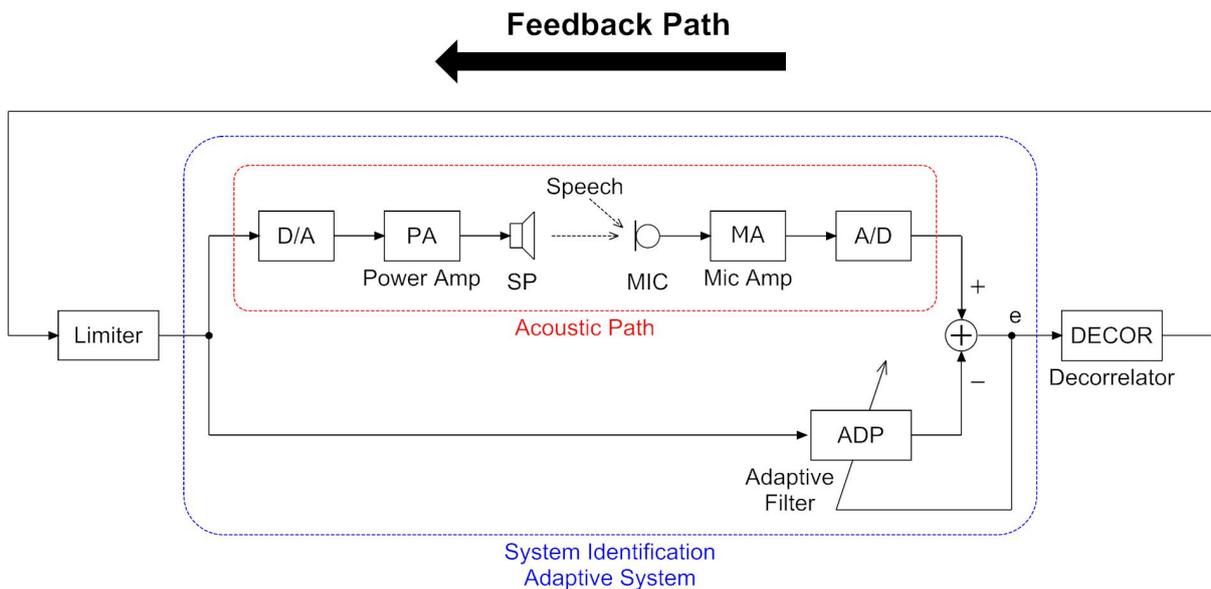


図7 音響系の構成要素を個別に描いた適応ハウリング・キャンセラの基本構成

● 適応フィルタの収束性を保証できない適応ハウリング・キャンセラ

図8に示すような構成を用いている適応ハウリング・キャンセラの文献がありますが、いずれも現実の拡声システムに適用した場合に、適応フィルタの収束性と安定動作を保証することが出来ません。適応システムの4つの基本構成のどれにも当てはまらず、動作特性を見通しよく理解することも困難です。

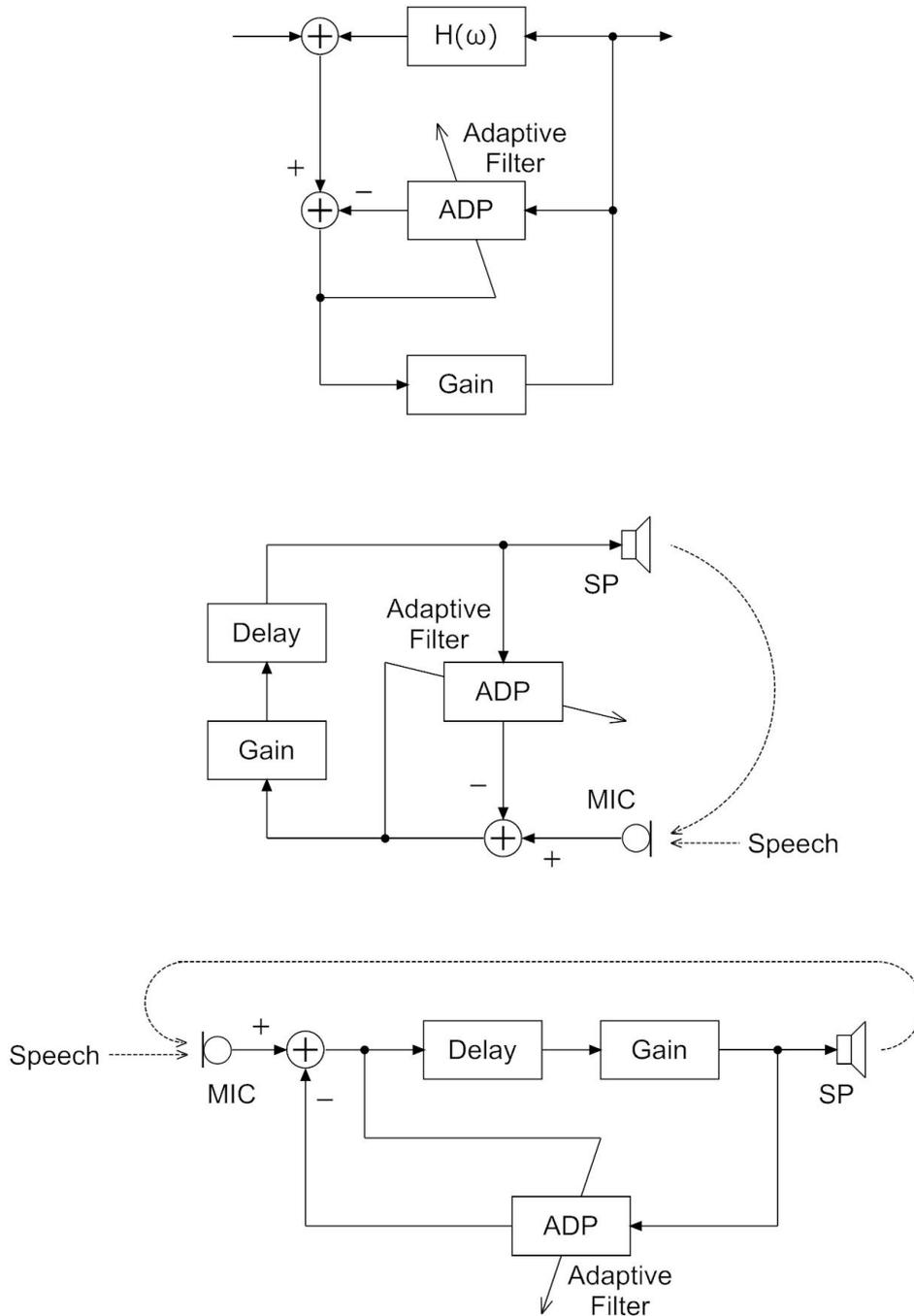


図8 適応フィルタの収束性を保証できない適応ハウリング・キャンセラの構成例
さまざまなスタイルの描き方があるが、いずれも安定動作する実用
レベルの性能のハウリング・キャンセラを実現することは出来ない