

1. はじめに

白色雑音が背景雑音として重畳する音声信号に対して雑音除去を実現する方法に、線形予測器を利用した方法が提案されている。しかし、この従来方式では、予測係数の更新に用いるステップサイズを固定値としているため、音声信号又は背景雑音に対する、収束速度と推定精度のトレードオフを解決することができない。

そこで、本研究では、この白色雑音除去回路の係数収束特性の解析を行い、各時刻において最適な値をもつ可変ステップサイズの導入について検討する。最適ステップサイズの値を計算するためには、背景雑音である白色雑音の分散が必要となるが、背景雑音の分散は未知であるため、その値を正確に得ることができない。そこで、有音声区間および無音声区間の判別器を導入し、音声が存在しない区間から白色雑音の分散を算出する方法についても検討を行う。

2. 線形予測器を用いた白色雑音除去法

図1に、線形予測器を利用した白色雑音除去回路を示す。同図において、 $x(n)$ は音声 $s(n)$ と白色雑音 $w(n)$ の和信号である。また、 $y(n)$ は予測値、 $e(n)$ は予測誤差である。背景雑音が白色雑音のときは、入力信号 $x(n)$ に含まれる音声 $s(n)$ のみが予測可能となり、雑音が抑圧された音声成分が出力される。また、予測誤差信号を K 倍して予測値に加える操作は、線形予測器通過後の音質劣化を改善する効果があり、縦続接続は、SNR（音声対雑音比）を高める効果がある。

3. 雑音除去性能の改善

まず、従来法における推定精度と収束速度のトレードオフ問題を解決するため、現在の時刻 n における最適なステップサイズを求める。線形予測器の適応アルゴリズムとして NLMS(Normalized Least Mean Square) アルゴリズムを用い、時刻 n における 2 乗係数誤差を最小化するステップサイズ $\mu_{\text{opt}}(n)$ を求めると、

$$\mu_{\text{opt}}(n) = \frac{\sigma_e^2(n) - \sigma_w^2(n)}{\sigma_e^2(n)} \quad (1)$$

となる。ここで、 $\sigma_e^2(n)$ は予測誤差 $e(n)$ の分散、 $\sigma_w^2(n)$ は白色雑音の分散である。

次に、最適な予測誤差のゲイン $K(n)$ を求めるために、出力 $y(n)$ に $K(n)e(n)$ を加算した信号が、音声 $s(n)$ と等しいと仮定すると、次の関係が得られる。

$$K(n) = \sqrt{\mu_{\text{opt}}(n)} \quad (2)$$

式 (1) および式 (2) を求めるためには、白色雑音分散 $\sigma_w^2(n)$ を推定する必要がある。そこで、有音声/無音声

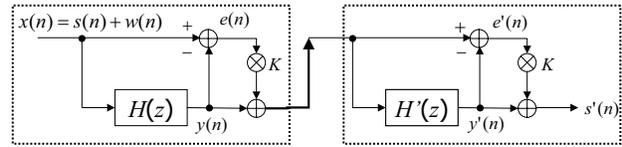


図 1: 線形予測器を利用した雑音除去回路

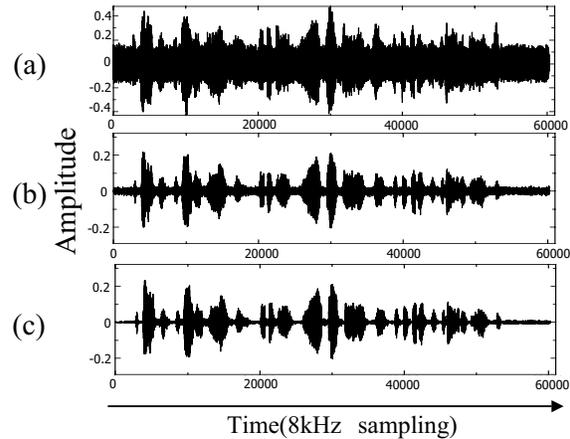


図 2: シミュレーション結果

区間判別を行い、無音声区間において $\sigma_w^2(n)$ を推定する方法を考える。区間判別器として、線形予測器を用い、次式により区間判別を行う。

$$D(n) = E[y^2(n)] - E[y(n)s(n)] \quad (3)$$

有音声区間では $D(n) < 0$ 、無音声区間では $D(n) > 0$ となる。したがって、 $D(n) > 0$ の区間においてのみ、入力信号 $x(n)$ の分散を計算し、これを $\sigma_w^2(n)$ の推定値とする。

4. シミュレーション

SNR=0[dB] に調整した白色雑音重畳音声を入力とし、白色雑音除去実験を行った。結果を図2に示す。(a) は入力信号、(b) は従来法の出力、そして (c) は提案法の出力である。結果から、特に無音声区間における提案法の雑音除去性能が、従来法よりも優れていることがわかる。

5. おわりに

本研究では、最適ステップサイズを導出し、予測誤差のゲインとの関係を明らかにした。また、実際に最適ステップサイズを計算するために必要となる白色雑音分散を推定するため、有音声区間判別器を導入した。シミュレーション結果から、提案法が従来法以上の雑音除去性能を実現できることを示した。