

A-349 ES射影アルゴリズムの音響エコーキャンセラへの適用

Study on the echo canceller using the ES Projection algorithm

牧野 昭二 羽田 陽一 田中 雅史 金田 豊 小島 順治
 Shoji Makino Yoichi Haneda Masashi Tanaka Yutaka Kaneda Jyunji Kojima
 NTT ヒューマンインタフェース研究所
 NTT Human Interface Laboratories

1. まえがき

エコーキャンセラを実環境で安定に動作させるためには、受話音声の微小無音区間に対する対策や、ダブルトーク対策が重要である。ここでは、ES射影アルゴリズム [1] を Duo Filter 構成のエコーキャンセラ [2] に適用し、速い収束と安定な動作を実現したので報告する。

2. ES射影アルゴリズムの適用

ES射影アルゴリズム [1] は、音響エコー経路のインパルス応答の変動量がインパルス応答と同じ減衰率で指数減衰することを活用し、かつ、音声のような有色信号の白色化を行なうものである。この手法により、NLMS アルゴリズムとほぼ同等の演算量と記憶容量で、音声入力に対する収束速度を約4倍にできる。

ES射影アルゴリズムは、中間変数 $z(k)$ を導入することにより次のように表わされる。

$$z(k+1) = z(k) + \mu A [\beta_1(k-1) + \beta_2(k)] x(k-1) \quad (1)$$

$$\beta_1(k) = \frac{e(k)r_{11} - (1-\mu)e(k-1)r_{10}}{r_{00}r_{11} - [r_{10}]^2 + \delta} \quad (2)$$

$$\beta_2(k) = \frac{(1-\mu)e(k-1)r_{00} - e(k)r_{10}}{r_{00}r_{11} - [r_{10}]^2 + \delta} \quad (3)$$

$$e(k) = y(k) - \hat{y}(k) + n(k) \quad (4)$$

$$\hat{y}(k) = z(k)^T x(k) + \mu \beta_1(k-1)r_{10} \quad (5)$$

ただし、

$$r_{00} = x(k)^T A x(k)$$

$$r_{10} = x(k-1)^T A x(k)$$

$$r_{11} = x(k-1)^T A x(k-1)$$

$$A = \begin{pmatrix} \alpha_1 & & & 0 \\ & \alpha_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & \alpha_L \end{pmatrix} \quad (6)$$

また、

$$\alpha_i = \alpha_0 \gamma^{i-1} (i = 1, \dots, L),$$

γ : 音響エコー経路のインパルス応答の指数減衰率 ($0 < \gamma < 1$).

中間変数 $z(k)$ はフィルタ係数ベクトル $\hat{h}(k)$ と次のように関係付けられる。

$$z(k) = \hat{h}(k) - \mu A \beta_1(k-1) x(k-1) \quad (7)$$

Duo Filter 構成 [2] を用いる場合には、適応フィルタは $z(k)$ を、半固定フィルタは $\hat{h}(k)$ を持つ (図1)。また、式 (2),(3) の分母に小さな正の定数 δ を加え、ダブルトーク制御では対応できない受話音声の微小無音区間での零除算を防止し、安定な動作を実現している (図2)。

3. あとがき

ES射影アルゴリズムを音響エコーキャンセラに適用し、速い収束と安定な動作を実現した。

謝辞

日頃御指導頂く、北協音声情報研究部長に深謝する。

参考文献

- [1] S. Makino and Y. Kaneda, *Trans. IEICE Japan*, vol. E75-A, no. 11, pp. 1500-1508, Nov. 1992.
- [2] 羽田, 牧野, 田中, 島内, 小島, 信学全大, (1995.3).

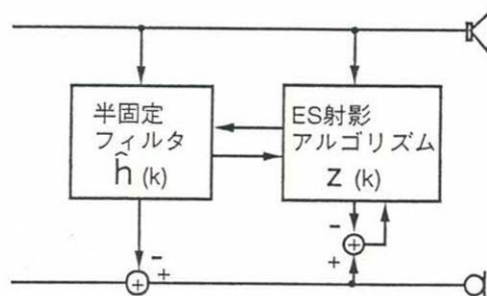


図1 Duo Filter 構成

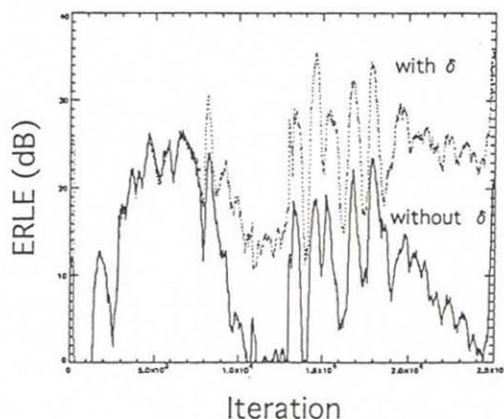


図2 収束特性 (δ の効果)