

# $\varepsilon$ PSO に基づくステレオエコーキャンセラ

## Stereophonic Acoustic Echo Celler Based on the Epsilon PSO Algorithm

米田 洋介<sup>†</sup> 木許 雅則<sup>†</sup>Yosuke Yoneda<sup>†</sup> Masanori Kimoto<sup>†</sup>
<sup>†</sup> 日本工業大学 大学院 工学研究科 電子情報メディア工学専攻  
 Department of Electronics, Information and Media Engineering Major, Nippon Institute of Technology

### 1. はじめに

ステレオエコーキャンセラ (以下, SAEC) の問題点である係数不定性の解法として, 粒子群最適化法 (以下, PSO) を応用した手法<sup>[1]</sup> が提案されているものの, 実用に際して十分な収束精度は得られていない. 本稿では, 文献<sup>[1]</sup> に対して新たな PSO を導入した手法を提案し, その性能について報告する.

### 2. PSO に基づくステレオエコーキャンセラ

線形結合形 SAEC の構成を図 1 に示す. ここでは適応フィルタの係数ベクトル  $\mathbf{h}^{(i)} \{i = 1, 2\}$  の推定を群知能最適化手法である PSO により行う. 次式に係数更新式を示す.

$$\mathbf{v}_m^{(1)}(k+1) = \mu \mathbf{v}_m^{(1)}(k) + c_1 (\mathbf{h}_{gb}^{(1)} - \mathbf{h}_m^{(1)}(k)) + c_2 (\mathbf{h}_{pb,m}^{(1)} - \mathbf{h}_m^{(1)}(k)) \quad (1)$$

$$\mathbf{h}_m^{(1)}(k+1) = \mathbf{h}_m^{(1)}(k) + \mathbf{v}_m^{(1)}(k+1) \quad (2)$$

但し,  $\mathbf{h}_m^{(1)}(k) \triangleq [\mathbf{h}_m^{(11)}(k) | \mathbf{h}_m^{(21)}(k)]^T$  とし,  $k$  は時刻,  $m$  はパーティクル番号,  $\mu, c_1, c_2$  は重み係数,  $\mathbf{h}_{gb}^{(1)}$  は群全体,  $\mathbf{h}_{pb,m}^{(1)}$  は各個体で評価値の最も高い係数ベクトルを表す.

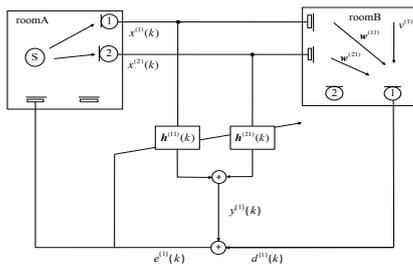


図 1 線形結合形ステレオエコーキャンセラの構成

### 3. $\varepsilon$ PSO の導入

新たに適応する PSO は, 文献<sup>[2]</sup> の  $\varepsilon$ PSO をベースとしている. 本手法は各パーティクルの最適値に関する記憶, つまり  $\mathbf{h}_{pb,m}^{(1)}$  更新の際の評価値  $J_{pb,m}(k-1)$  を忘却させるものである. これは  $J_{pb,m}(k-1)$  に小さな正の値  $\varepsilon$  を加えることで実現する. この手法の導入により, 最適解が局所解に陥ってしまう従来の PSO の問題を解決する.

$$J_m(k) \leq J_{pb,m}(k-1) + \varepsilon \quad (3)$$

式 (3) が成立するとき,  $\mathbf{h}_{pb,m}^{(1)}$  を更新する. なお, 評価関数は文献<sup>[1]</sup> と同様に次式の入出力間の相関誤差と出力誤差との重み付け線形和を利用した.

$$r_m^{(1)}(k) = |r_x(k) - r_{y,m}^{(1)}(k)| \quad (4)$$

$$J_m(k) = (1 - \alpha)r_m^{(1)}(k) + \alpha(e_m^{(1)}(k)^2/d^{(1)}(k)^2) \quad (5)$$

ただし,  $r_x(k)$  は入力チャンネル間の相互相関値,  $r_{y,m}^{(1)}(k)$  は適応フィルタの出力チャンネル間の相互相関値を表し,  $\alpha$  は  $[0,1]$  のバランス係数とする.

### 4. シミュレーション

入力信号  $x^{(1)}(k)$  に分散 1/12 の正規乱数を  $F(z) = 1/(1 - 0.9z^{-1})$  の LPF に通した出力信号を用い, チャンネル間は  $x^{(2)}(k) = 0.9x^{(1)}(k-3)$  の関係とした. SN 比 30[dB] の雑音を付加し, サンプル数を  $5 \times 10^6$ , 忘却係数  $\varepsilon$  を  $5 \times 10^{-6}$  とした. 各パラメータは従来法, 提案法のそれぞれで経験的に設定した. また, 性能の評価は正規化推定誤差  $NEE = 10\log_{10}(\|\mathbf{w}^{(1)} - \mathbf{h}^{(1)}(k)\|^2 / \|\mathbf{w}^{(1)}\|^2)$  [dB] を用い, 結果は 10 回の試行の平均値を示した.

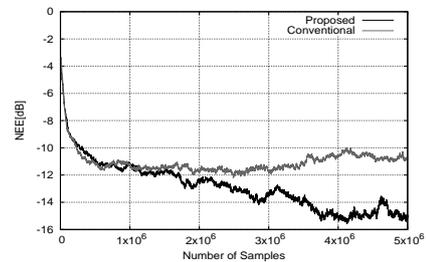


図 2 有色信号入力時の収束特性比較

図 2 より, 若干 NEE にばらつきが見られるものの, 従来法に対して約 4[dB] の精度向上が確認できた. 他の信号に対しても同様の結果が得られており, 性能の向上が確認できた.

### 5. 結論

本報告では, SAEC に  $\varepsilon$ PSO を導入し, 係数収束特性が向上することを示した. 本手法では, 忘却係数の導入により最適解が常に移動するため, 各パーティクルの係数が局所解に陥るのを防ぎ, 係数収束性能の向上が行えた. 今後は最適な忘却係数の検討やそれに伴う収束速度の向上等を行う予定である.

### 文 献

- [1] 西野, 木許, "入出力信号間の相関関数を利用した PSO に基づくステレオエコーキャンセラ", 第 27 回 SIP シンポジウム講演論文集, A7-10, 2012-09
- [2] 西田, 坂本, "時変システムのオンライン同定のための適応 PSO", 電学論 C, vol. 9, pp. 1642-1649, 2011-09