

オーバーコンプリート形 BSS のフィードバック形構成における歪み低減法

DISTORTION REDUCTION IN A FEEDBACK STRUCTURE OVER-COMPLETE BSS

加藤 治雄¹

中山 謙二¹

平野 晃宏¹

Haruo Katou

Kenji Nakayama

Akihiro Hirano

金沢大学大学院 自然科学研究科 電子情報工学専攻¹

Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa Univ.

1 まえがき

ブラインド信号源分離 (BSS) において, センサより信号源が多い場合 (オーバーコンプリート) は信号源分離は難しい. 本稿では, 以前提案したフィードバック形構成 [1] において, 信号歪みを低減する方法を提案する.

2 提案するフィードバック形の回路構成

以下にフィードバック形回路構成を示す [1].

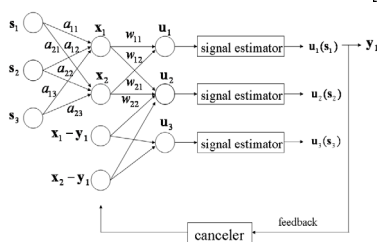


図 1 オーバーコンプリート形 BSS の回路構成.

1 巡目の信号源分離で少なくとも 1 個の出力に単一信号源を分離する. この出力を単一信号源の特徴を利用して検出し, 最終出力とする. 更に, この出力を用いて観測信号から単一信号源をキャンセルすることで, 等価的に信号源数を減らし, 全ての信号源を個々に分離する.

3 混合行列を用いた信号源除去 (FB(1))

$s_1(n)$ が単一信号源として最終出力 $y_1(n)$ に分離されている状況を仮定する. 観測信号の位置情報を用いて混合行列 A を推定し, 観測信号 $x_1(n)$ と出力 $y_1(n)$ の関係から, 次式により $s_1(n)$ を $x_1(n)$ からキャンセルする.

$$x'_1(n) = x_1(n) - \frac{a'_{11}y_1(n)}{a'_{11}w_{11} + a'_{21}w_{12}} \quad (1)$$

4 ヒストグラムに基づいた信号源除去 (FB(2))

$y_1(n)$ に含まれている $s_1(n)$ 成分を観測信号のヒストグラムに基づいて $x_2(n)$ からキャンセルする. 音声の確率密度関数は Super-Gaussian となることを考慮して, 消したい $s_1(n)$ 成分の影響が強く表れている部分のヒストグラムをキャンセルする. キャンセル後のヒストグラムで変化した部分は $x_2(n)$ の振幅を低減する. 以下にキャンセル前とキャンセル後のヒストグラムを示す.

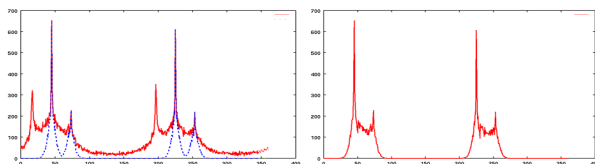


図 2 キャンセル前と後の観測信号のヒストグラム.

$x_2(n)$ のサンプルの振幅を低減すると, $x'_2(n)$ の周波数成分全体に歪みが生じる. この問題に対して, 音声のスペクトル成分は Super-Gaussian という条件下で用いられる Joint MAP 法 [2] により, 歪みを除去する. FB(1)

後の観測信号をクリーン音声とし, 雑音成分を消したい信号源成分 $s_1(n)$ とすると, Super-Gaussian の確率密度関数は音声の分散を λ_s として式 (2) で表せられる.

$$p(B) = \frac{\mu^{\tau+1}}{\Gamma(\tau+1)} \frac{B^\tau}{\lambda_s^{\tau+1}} \exp\left\{-\mu \frac{B}{\lambda_s}\right\} \quad (2)$$

ただし, τ と μ は変数で, $P(B)$ の形状を決定する. Joint MAP 法では, 雑音混入音声 X という条件での音声の振幅 B と偏角 δ における条件付確率 $P(B, \delta|X)$ を最大にするスペクトルゲイン G を以下のように求める.

$$G = u + \sqrt{u^2 + \frac{\tau}{2\gamma}}, \quad u = \frac{1}{2} - \frac{\mu}{4\sqrt{\gamma\xi}} \quad (3)$$

ここで, ξ はクリーン音声対雑音比, γ は雑音混入音声対雑音比を表す. 音声は必ずしも確率密度関数が Super-Gaussian ではなく, FB(2) 後の観測信号の kurtosis に応じて, μ の値を適時変化させたものを提案法とする.

5 シミュレーション

FB(1), FB(2) 後の観測信号を分離した出力信号を $y_2(n), y_3(n)$ とし, 以下の評価式を用いて評価する.

$$SIR'_i = 10 \log_{10} \left(\frac{\sum s_i^2(n)}{\sum (s_i(n) - y_i(n))^2} \right) \quad [\text{dB}] \quad (4)$$

信号源は音声, 混合過程の係数は, $a_{11} = a_{23} = 1.0, a_{21} = a_{13} = 0.3$ とし, 横軸を $\alpha = a_{12}/a_{22}$ として α を変化した時のシミュレーション結果を以下に示す.

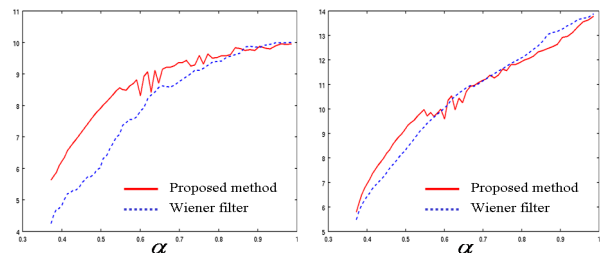


図 3 $y_2(n), y_3(n)$ の評価 (SIR'_2, SIR'_3).

G を Wiener filter で求めた時の結果と比較すると, 提案法は良好な特性となることを確認できる.

6 まとめ

本稿では, フィードバックの際の信号源除去法を提案し, 2 巡目の信号源分離特性も良好な結果となった.

参考文献

- [1] 加藤治雄, 中山謙二, 平野晃宏, “オーバーコンプリート・ブラインド信号源分離のフィードバック形構成とその学習アルゴリズム”, 電子情報通信学会, 信学技法, Vol.106 No.21 pp.49-54, SIP2006-9, 2006.04.
- [2] T.Lotter, P.Vary ”Speech Enhancement by MAP Spectral Amplitude Estimation Using a Super-Gaussian Speech Model”, EURASIP Journal on Applied Signal Processing 2005;7, 1110-1126.