

適応フィルタによる音源分離信号の音質改善

A-8 Sound Quality Improvement of Sound Source Separation Signal by Adaptive Filter

古澤 魁†

陶山 健仁†

Kai FURUSAWA†

Kenji SUYAMA†

†東京電機大学 工学部 電気電子工学科

†Department of Electrical and Electronic Engineering, School of Engineering, Tokyo Denki University

1 はじめに

2 マイクロホンによる音源分離手法として複素重み付け加算回路 (WSC:Weighted Sum Circuit) による手法が提案されている [1]. この手法では, 指向性を形成し, 目的音を分離する. しかし, 実環境での音源定位のように推定方向に誤差が含まれる場合, 妨害音方向とヌル方向が一致しないため, 妨害音がノイズとして残留する. 特に, 文献 [1] の手法はゲインが 0 となるヌルが消失するため, この問題が顕著に現れる. 本研究では, 適応フィルタを用いたノイズ除去により, 音源分離信号の音質改善を狙う. 実環境実験により手法の有効性を示す.

2 音源分離信号の音質改善問題

図 1 に音源分離回路と適応フィルタの構造を示す.

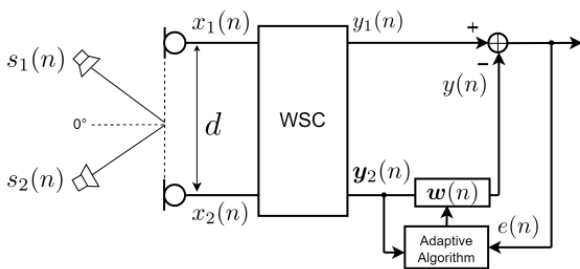


図 1 音源分離回路と適応フィルタの構造

音源 $s_1(n)$, $s_2(n)$ を間隔 d で配置したマイクロホンで受音するモデルを考える. ここで n は離散時間である. WSC を用いて分離した信号が $y_1(n)$, $y_2(n)$ である. $y_1(n)$ は $s_1(n)$ を強調し $s_2(n)$ を抑圧した信号, $y_2(n)$ は $s_2(n)$ を強調し $s_1(n)$ を抑圧した信号である. 本研究では, 適応処理により $y_1(n)$ に含まれるノイズ成分 $s_2(n)$ を除去し, $y_1(n)$ の音質改善を狙う.

3 適応フィルタの更新則

適応フィルタの更新則には NLMS(Normalized Least Mean Square) アルゴリズムおよび RLS(Recursive Least Squares) アルゴリズムを用いる.

・ NLMS アルゴリズム

$$\mathbf{w}(n+1) = \mathbf{w}(n) + \frac{2\mu e(n)}{\alpha e(n)^2 + (1-\alpha)|\mathbf{y}_2(n)|^2} \mathbf{y}_2(n) \quad (1)$$

・ RLS アルゴリズム

$$\mathbf{w}(n+1) = \mathbf{w}(n) + \frac{\lambda^{-1} P(n) \mathbf{y}_2(n)}{1 + \lambda^{-1} \mathbf{y}_2(n)^T P(n) \mathbf{y}_2(n)} e(n) \quad (2)$$

ここで α は正規化に関する重み, μ はステップサイズ, λ は忘却係数, $P(n)$ は自己相関行列の逆行列であり, 逆行列の定理に基づいて再帰的に算出する.

4 実環境実験

提案法による音質改善を評価するために実環境実験を行った. 実験条件は, サンプリング周波数を 8000[Hz], マイクロホン間隔を 0.04[m], 信号長を 10[s] とした. 測定は 26.0[m] × 9.0[m] × 2.5[m], 残響時間は 0.51[s], 騒音レベルが 38.4[dB] の部屋で行った. 音源は日本語の男声と女声を用いた. WSC の条件は, DFT のフレーム長を 512, 妨害音抑圧区間を 15.0[°], ヌル数 31 とした. 音源方向は 30[°], -30[°] とした. NLMS の条件は, 正規化に関する重み $\alpha = 0.9$, ステップサイズ $\mu = 0.0001$, RLS の条件は忘却係数 $\lambda = 0.99999$ とした.

音質改善の評価指標は PESQ(Perceptual Evaluation of Speech Quality) を用いた. PESQ は主観評価を定量化したものであり, 分離信号より PESQ 値が向上すれば音質が改善したと言える. 図 2 に男声強調の結果を示す. 図中, WSC のみで分離した結果を点線で示す.

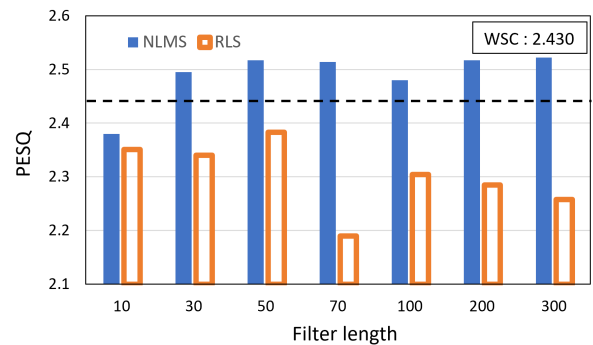


図 2 男声強調の結果

実験結果より, NLMS では十分な音質改善結果が得られた. RLS は雑音抑圧性能が高いため, パワーは小さいものの適応フィルタ入力に含まれる相関の強い所望信号成分のため適応処理の際に所望信号まで抑圧したと考えられる.

5 おわりに

本研究では, 適応フィルタによる音源分離信号の音質改善について検証および評価を行った.

参考文献

- [1] Shun Nishimaki and Kenji Suyama, "A Preprocessing for Sound Source Separation Using Complex Weighted Sum Circuits," Proc. of ISPACS2019, DOI: 10.1109/IS-PACS48206.2019.8986346, 2019