

# 畳み込み形 BSS における伝達関数の遅延差による影響

EFFECTS OF TRANSMISSION TIME IN BSS WITH CONVOLUTIVE MIXTURE

堀田明秀<sup>1</sup>  
Akihide Horita

中山謙二<sup>1</sup>  
Kenji Nakayama

平野晃宏<sup>1</sup>  
Akihiro Hirano

金沢大学大学院自然科学研究科電子情報科学専攻<sup>1</sup>  
Division of Electrical Engineering and Computer Science  
Graduate School of Natural Science and Technology, Kanazawa Univ.

## 1 まえがき

ブラインドソースセパレーション (BSS) において現在、フィードフォワード形 (FF-) とフィードバック形 (FB-) という 2 つの回路構造が提案されている。本稿では、FF-BSS, FB-BSS を比較し、特徴を解析する。

## 2 構成

FB-BSS と FF-BSS の回路構成を図 1 に示す。

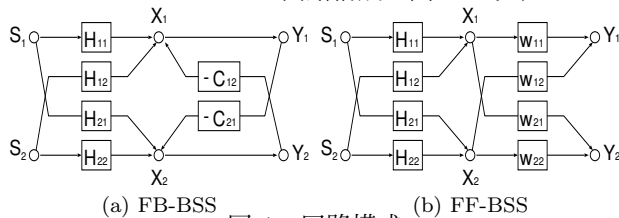


図 1 回路構成

信号源  $S_i(z)$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$  は未知畳み込み混合過程  $H_{ji}(z)$  を通って,  $N$  点の  $X_j(z)$  として観測され, 分離回路  $C_{jk}(z)$ , または  $W_{jk}(z)$  を通り  $Y_j(z)$  として出力される。

## 3 学習アルゴリズム

FB-BSS において, 各センサが十分に離れている場合, 遅延差の関係から因果性を満たす回路ではセンサが一番近い信号源を削除できない。このため出力のパワーを最小化して信号を分離する方式が提案されている [1]。

一方, FF-BSS では, 出力の相互情報量を最小化する方式が提案されている。この方式では自由度が存在するため信号歪みが引き起こされるため信号歪みを抑制する方式が提案されている [2]。

## 4 遅延差と信号分離

FB-BSS では信号分離と信号歪みを低減する方向が同じため学習が進につれ信号が分離され歪みが低減される。そのため, FB-BSS では信号歪みなく高い分離性能が得られる [1]。しかし, センサ間の距離が小さくなるにつれ, 混合過程における遅延差の条件が満たされなくなるため分離性能は劣化する。

FF-BSS では遅延差による影響を受けることはないが, 信号分離と信号歪み低減の 2 つの学習を同時に行なわなければならないため分離性能の劣化が考えられる。

FB-BSS において,  $H_{11}(z)$  と  $H_{21}(z)$  の遅延差を  $\tau_1$  とし,  $-C_{12}(z)$  による時間遅れを  $\tau_2$  とする。  $X_1(z)$  において,  $H_{11}(z)S_1(z)$  と  $-C_{12}(z)H_{21}(z)S_1(z)$  の時間差は  $\tau_1 + \tau_2$  である。  $S_1(z)$  のスペクトルが  $0 \sim f_c$  の範囲に分布しているとき,  $\tau_1 + \tau_2$  が  $1/f_c$  に比べて小さくなると,  $X_1(z)$  において  $S_1(z)$  を相殺できる可能性が出てくる。すなわち,  $X_1(z)$  において  $S_1(z)$  と  $S_2(z)$  の双方を

相殺できる可能性が生じるため, 分離特性が劣化する。

本稿では, 音声信号に対してこの遅延時間の影響を定量的に評価するために, シミュレーションを行う。

## 5 シミュレーション

### 5.1 シミュレーション条件

信号源 2 チャンネル, センサ 2 チャンネルを使用し, 信号源には音声を用いた。また, 信号分離の評価には以下の SIR を使用する。ただし,  $A_{ij}(e^{j\omega})$  は信号源  $S_j(e^{j\omega})$  から出力  $Y_i(e^{j\omega})$  までの伝達関数である。

$$\sigma_s = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \sum_{i=1}^2 (|A_{ii}(e^{j\omega}) S_i(e^{j\omega})|^2) \quad (1)$$

$$\sigma_i = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1, k \neq i}^2 (|A_{ki}(e^{j\omega}) S_i(e^{j\omega})|^2) \quad (2)$$

$$SIR = 10 \log_{10} \frac{\sigma_s}{\sigma_i} \quad (3)$$

### 5.2 シミュレーション結果

図 2 に FF-BSS と FB-BSS における観測信号の遅延差による SIR の変化を示す。

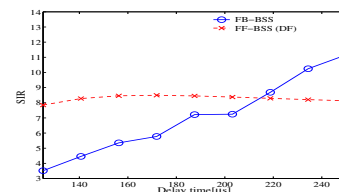


図 2 観測信号の遅延差による影響。

FF-BSS では予想通り遅延差の影響をほとんど受けない。FB-BSS では, 遅延差が  $250 \mu\text{sec}$  より小さいところで分離特性が劣化している。音声のスペクトルは大半が  $4\text{kHz}$  以内にあり,  $250 \mu\text{sec} = 1/4\text{kHz}$  が遅延差の影響を受ける目安になっている。FF-BSS と比較した場合は,  $215 \mu\text{sec}$  付近がクロスポイントになっている。

## 6 結論

FB-BSS は混合過程における遅延差の影響を受けるが, それを定量的に解析した。信号源が音声の場合はスペクトルの帯域の逆数で決まる時間が目安となっている。これらの結果より, センサーを離して設置できる場合は FB-BSS が, そうでない場合は FF-BSS が有効である。

### 参考文献

- [1] 堀田 明秀, 中山 謙二, 平野 晃宏 “フィードフォワード形 BSS とフィードバック形 BSS における収束性及び信号歪みの比較”, 第 19 回信号処理シンポジウム, 八ヶ岳, Nov. 2004.
- [2] 堀田 明秀, 中山 謙二, 平野 晃宏, “フィードフォワード形ブラインド信号源分離における信号歪み抑制学習法”, 信号処理研究会, pp.7-12 2005,1