

日本音響学会 2016 年春季研究 発表会に参加して

小林 祐介
Yusuke KOBAYASHI
情報メディア学専攻修士課程 1年

1. はじめに

2016年3月9日から3月11日に開催された日本音響学会 2016 年春季研究発表会に参加し、「サブアレイ方式による特定エリア收音の検討」という題目で発表を行った。

2. 研究背景と目的

音源位置の推定情報を用いた特定の2次元領域内の強調收音がある。しかしながら目的音の背後に雑音がある場合、收音が非常に困難になる。そこで、目的音声と異なる方向の雑音を抑圧することを目的としたメインアレイ、目的音声と同じ方向にある背景雑音を抑圧し目的音声を推定することを目的とした2組のサブアレイを用いて目的音声を得る手法を提案する。

3. サブアレイ方式による特定エリア收音

本稿では、ビームフォーマとポストフィルタを用いて特定エリア内の音声強調を行う。

サブアレイ方式收音では3組のマイクロホンアレイを使用し、1つのメインアレイと2組のサブアレイという構成で收音を行う。Fig. 1において、3つのアレイの真ん中に位置するアレイがメインアレイであり、メインアレイの左右にサブアレイが位置している。サブアレイ方式收音は、メインアレイが目的音源と異なる角度に位置する雑音源をビームフォーマを用いて抑圧し、サブアレイが目的音源の背後に位置する雑音をポストフィルタで抑圧する構成で目的音を強調する。サブアレイ方式收音の入出力の関係は以下で表される。

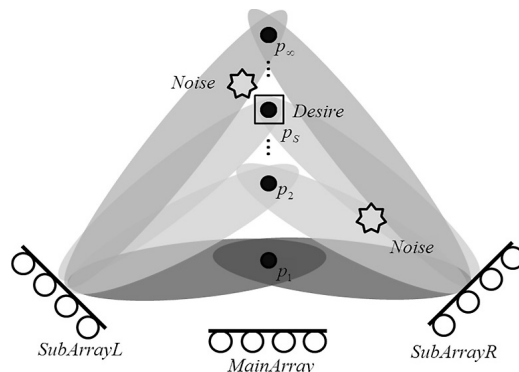


Fig. 1 サブアレイの概要

$$Y = HY_c \quad (1)$$

$$Y_c = W_c^H Y_c \quad (2)$$

ここで、 $Z_c = [Z_{c,1}, \dots, Z_{c,M}]^T$ はメインアレイの入力信号、 $W_c = [W_{c,1}, \dots, W_{c,M}]^T$ は目的音源方向について設計したビームフォーマのフィルタ、 H はポストフィルタである。

サブアレイ方式は平面波モデルに基づくメインアレイの適応型ビームフォーマと、サブアレイの固定型ビームフォーマを用いて推定する Wiener ポストフィルタを組み合わせる。目的音源方向に雑音が存在する場合、メインアレイのビームフォーマ出力 Y_c のパワースペクトル $\phi_{c,y}$ は以下のように表される。

$$\phi_{c,y} = \phi_s + \phi_n \quad (3)$$

ここで、 ϕ_s と ϕ_n は目的音と目的音源方向に存在する背景雑音のパワースペクトルである。

メインアレイのビームフォーマの目的音源方向についての周波数特性がフラットである場合、目的音源方向の直線上の点 p_i に存在する信号 $X(p_i)$ のパワースペクトルを $\phi(p_i)$ として、メインアレイのビームフォーマ出力のパワースペクトル $\phi_{c,y}$ を以下のように表現する。

$$\phi_{c,y} = \sum_{i=1}^{\infty} A(p_i)X(p_i)A(p_i)X(p_i)$$

$$\phi_{c,y} = \sum_{i=1}^{\infty} |A(p_i)|^2 \phi(p_i) \quad (4)$$

ここで、 $A(p_i)$ は点 p_i からメインアレイの中心までの距離減衰を表している。

点 p_i のパワースペクトル $\phi(p_i)$ はサブアレイを用いて推定し、メインアレイの右に位置するサブアレイ R および左に位置するサブアレイ L のビームフォーマ出力を使用する。各サブアレイの中心から見たときの点 p_i の角度を $\theta(r, p_i)$ および $\theta(l, p_i)$ 、各サブアレイ入力に対して $\theta(r, p_i)$ または $\theta(l, p_i)$ について設計したビームフォーマ出力をそれぞれ $Y_r(\theta_{r,p_i})$ 、 $Y_l(\theta_{l,p_i})$ とする。 $Y_r(\theta_{r,p_i})$ と $Y_l(\theta_{l,p_i})$ の指向性が重なる点が p_i と考え、 $\phi_{c,y}$ を各信号のクロススペクトルを用いて以下のように推定する。

$$\phi_{p_i} = |\Re(Y_r(\theta_{r,p_i})Y_l(\theta_{l,p_i}))| \quad (5)$$

ここで、 \Re は実部を表している。また、 $Y_r(\theta_{r,p_i})$ と $Y_l(\theta_{l,p_i})$ の実部成分は符号が異なる場合があるため、絶対値を用いて計算する必要がある。以上で求めた音響モデルを用いて、メインアレイのビームフォーマ出力 Y_c から目的音を抽出する Wiener ポストフィルタ H は以下で得られる。

$$H = \frac{\phi(p_s)}{\sum_{i=1}^N \phi(p_i)} \quad (6)$$

実際は地点 p_i は有限個 N として扱う必要があり、各サブアレイのビームフォーマのメインローブが交わる点までが制御範囲となる。

4. 性能評価

4.1 実験条件

提案手法の性能を評価するために、Fig. 1 の様にマイクロホンアレイを配置した。目的音源はメインアレイの中心から正面 0 度方向、1.5 m の位置に配置し、雑音源は目的音源と同方向に 3.0 m の位置に配置して収音を行った。素子数はメインアレイ、サブアレイ共に 8 で素子間隔は 4 cm とした。また、入力 SNR は 15 [dB] であり、雑音は白色雑音を

用いている。

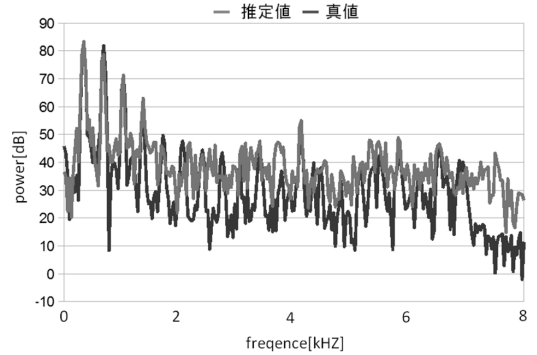


Fig. 2 モデル推定性能の評価

4.2 評価方法

評価は、特定エリア内の目的信号の推定パワースペクトル $\phi(p_s)$ と真のパワースペクトルを用いて音響モデル推定性能の評価を行う。

指標には SNR 改善量と SD を使用し、雑音抑圧量および音声歪み量を評価する。

4.3 実験結果

Fig. 2 にサブアレイによる目的信号の推定精度を示す。全周波数帯域において、推定値が真値に近い値であることが分かる。特に低周波数帯域では正確に推定ができています。したがって、目的信号のパワーが大きい周波数帯域で $\phi(p_s)$ が高精度に求まる。メインアレイのみの出力の SNR 改善量は 4.3 [dB]、SD は 9.5 [dB] となり、ポストフィルタ適用した場合には SNR 改善量は 8.4 [dB]、SD は 10.4 [dB] となった。提案手法の処理後の信号は音声劣化が少なく、雑音が大幅に抑圧されている。

5. おわりに

発表に参加し、多くの方々から意見を頂き、大変参考になりました。最後に、研究や発表に対して多大なご指導を頂いた片岡章俊教授に深く感謝いたします。