

# 通過選択性を持たせたノイズキャンセルシステムの検討

小池 祐太郎<sup>†</sup>      柳田 裕隆<sup>†</sup>      田村 安孝<sup>†</sup>

<sup>†</sup>山形大学大学院 理工学研究科 情報科学専攻

## 1. はじめに

外部からの到来音を雑音源と定め消音するヘッドフォン用のアクティブノイズキャンセル(以下 ANC)では、人の声による呼びかけや自動車のクラクションなども打ち消されてしまい、装着者にとって危険な状況を起こす可能性がある。

そこで、方向性を持つ到達音を目的音とし、それ以外の音を雑音源として打ち消す ANC システムを検討している。

このシステムは、マイクロフォンアレイにより到来波の空間スペクトルを高分解能で計算して目的音の到来方向を推定し、その方向以外からの音を雑音源として打ち消す。シミュレーションにより、空間スペクトルの推定とヌルビームフォーマの動作、ANC システムの動作を確認している。

## 2. システムの概要

図 1 にシステム全体の概要を示す。今回提案するシステムは大きく分けて 3 つの段階に分かれる。

1. 音源到来方向の推定
2. 音源分離
3. アクティブノイズキャンセル

以下にそれぞれの段階について説明する。

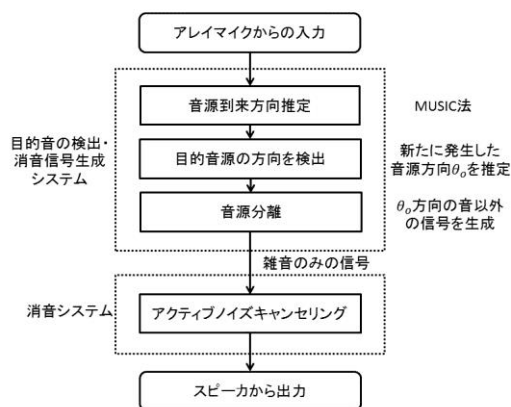


図 1 システムの概要

Examined of noise cancellation system which gave passing selectivity

Yutaro Koike<sup>†</sup>, Hiroataka Yanagida<sup>†</sup>, and Yasutaka Tamura<sup>†</sup>

<sup>†</sup>Department of Informatics, Graduate School of Science and Engineering, Yamagata University

### 2.1. 音源到来方向の推定

この段階では、ある方向から到来する目的音と、定常的に発生している雑音が混ざった音をアレイマイクで観測し、そのデータをもとに目的音の到来する方角を推定する。

推定手法としては MUSIC 法、root-MUSIC 法、最小ノルム法などの手法がある<sup>[1]-[3]</sup>。本実験ではシステム上の制約が少ない MUSIC 法を用いた。

### 2.2. 音源分離

この段階では、2.1 で推定した到来方角から発生する音とそれ以外の音とを分離する。分離した音源のうち、到来方向以外で発生している音を雑音と推定する。

分離手法としては統計的な独立性を見る手法や振幅の時間変化での分析、周波数分析で打ち消す手法など様々である<sup>[1]-[3]</sup>。

今回は到来方角が既知となっているので、その方角にヌルを向けたヌルビームフォーマを用いた。

### 2.3. アクティブノイズキャンセル

この段階では、2.2 で推定した雑音を用いてアクティブノイズキャンセルを行う。この処理により、目的音以外の信号がキャンセルされる。

手法としては、周波数域での阻止フィルタや特定の音源を推定したフィルタなどを用いる方法がある<sup>[1][4]</sup>。

今回はヘッドホンなどのアクティブノイズキャンセルシステムなどで一般的に使われている Filtered-X LMS アルゴリズムを用いる<sup>[1]</sup>。

## 3. 実験

2. で示したシステムについて、MATLAB によるシミュレーションを行った。設定は以下のとおりである。

- 目的音源    正弦波 800Hz
- 雑音源 1    ピンクノイズ
- 雑音源 2    ピンクノイズ(1 とは無相関)
- S/N比      5dB
- マイク数    5個
- アレイ間隔 0.05m

音源とアレイマイクの配置を図 2 に示す。アレイマイクを(0,0)を中心に X 軸上にアレイ間隔に従

い設定する。目的音源を(5,5)、雑音源 1 を(-3,5)、雑音源 2 を(-5,5)のように設定する。雑音源 1,2 は互いに無相関である。

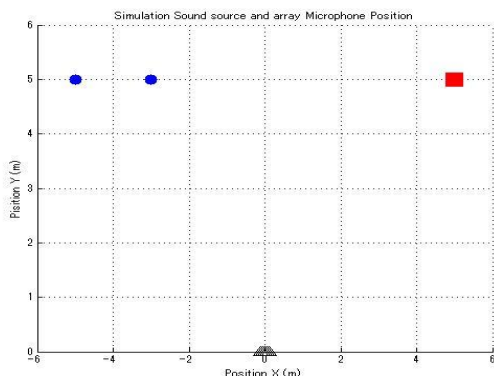


図2 アレイマイク ( $\Delta$ ) と雑音源 (○)、目的音源 (□) の位置

#### 4. 結果及び考察

MUSIC 法の結果を図 3 に示す。45 度付近が目的音である。アレイ間隔が狭いため、雑音源のピークが重なってしまっている。

ヌルビームフォーマによる音源分離結果を図 4 に示す。上段の目的音方角は 800Hz 付近でピークが来ている。下段のそれ以外の方角の音は、雑音として分離できていることがわかる。

ノイズキャンセリングの結果を図 5, 図 6 に示す。図 5 の実線がアレイマイク付近で観測される信号である。図 5 の破線は図 4 下段の信号である。実線の信号から破線の信号を減算した信号が図 6 の信号である。800Hz の正弦波以外の成分が約 20dB 以下に抑圧されていることが確認できた。

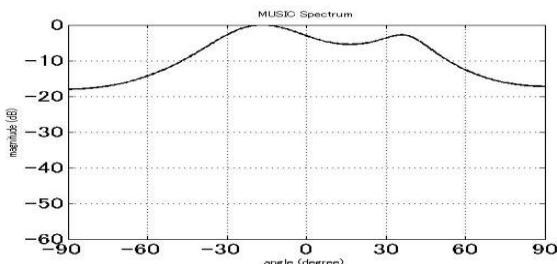


図3 MUSIC 法による到来方角推定の結果

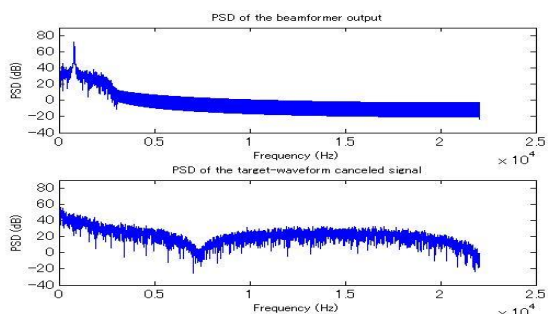


図4 ヌルビームフォーマにより分離した目的音(上段)と雑音のパワースペクトル(下段)

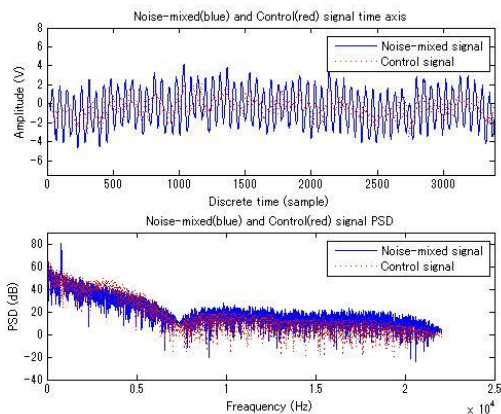


図5 ノイズコントロール信号(破線)と観測信号(実線)の波形とパワースペクトル

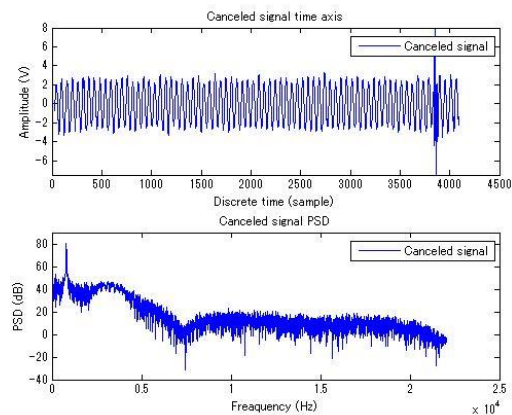


図6 キャンセリングで得られた信号の波形とパワースペクトル

#### 5. まとめ

シミュレーション的环境下では、うまくシステムが動作することが確認できた。

今回は目的音としてクラクションなどを仮定した正弦波を設定しているが、人の声などでも動作できるシステムとして改良していく予定である。

また、様々な音源配置や SN 比のパターンを比べてデータを取り、最終的には多様な雑音と目的音の組み合わせでも作動するシステムとすることが今後の課題となる。

#### 6. 参考文献

- [1] CQ 出版社. (2010). 音声&画像処理の常識. デジタル・デザイン・テクノロジー, 26-72.
- [2] 浅野太. (2011). 音のアレイ信号処理. コロナ社.
- [3] 飯田一博, 森本政之, 福留公利, 三好正人, 宇佐川毅. (2010). 空間音響学. コロナ社.
- [4] 西村正治, 伊勢史郎, 宇佐川毅. (2006). アクティブノイズコントロール. コロナ社.