

## マイクロホンアレイによる指向性制御の研究

A-5

A study of the Directivity Control by Microphone Array

佐藤 亜美<sup>†</sup> 渡邊 祐子<sup>†</sup>Ami SATO<sup>†</sup> Yuko WATANABE<sup>†</sup><sup>†</sup> 東京電機大学情報環境学部<sup>†</sup> School of Information Environment, Tokyo Denki University

## 1. はじめに

近年インターネットに接続された情報機器に話しかけるとセンサー技術と音声認識技術のみで様々な情報を検索できるようになった。機器には複数のマイクロホンが内蔵され、マイクロホン毎の到達時間差を利用して指向性制御が実現されている[1]。ここで、マイクロホンの個数が多いほど所望の方向に指向性を制御できるが、コストの増加/処理の複雑化/機器の拡大などの課題がある。本稿ではマイクロホンアレイの指向性制御をマイクロホンの個数を変化させ、得られる出力利得や周波数特性から検討を行った。

## 2. システムの構築

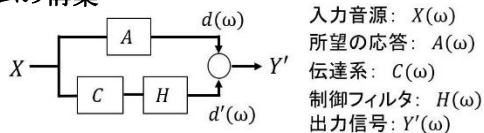


図 1. 再生等価回路

図 1 に再生等価回路を示す。図より音源  $X$  に所望のインパルス応答  $A$  を乗算した信号を  $d(\omega)$ 、マイクロホンアレイ制御システムの伝達系  $C$  および制御フィルタ  $H$  を乗算した信号を  $d'(\omega)$  とする。この時  $d(\omega) = d'(\omega)$  となる  $H$ 、つまり  $A = CH$  を満たす  $H$  を設計し 2 つの指向特性を比較する。

まず初めに単一指向性のマイクロホン(DPA4011)を使用し、所望のインパルス応答  $A$  の決定を行う。測定は水平面内 15 度おきに 24 方向行う。

次にマイクロホンアレイ制御システムのインパルス応答  $C$  の測定を行う。本研究では四角柱のデバイスを想定し、32 個の無指向性マイクロホンを用いる。マイクロホン基盤を筐体と接触しないフローティング構造を用いると、筐体内部振動を抑制しフラットなマイクロホン特性を実現することから、制御面は筐体上面から 1[cm] 上の水平面、360 度とする。測定は所望と同様に 24 方向行う。

これらのインパルス応答を用いて制御フィルタ  $H$  を設計する。この時、音源とマイクロホンが同数で、かつ  $C$  が正則行列であれば  $H(\omega) = C(\omega)^{-1}A(\omega)$  で算出できる。

## 3. 指向特性の評価

マイクロホンアレイ制御システムの水平面上、正面から 15 度毎を音源の入射方向として、各々の入力と制御フィルタ  $H$  を乗算することで、2 章で構築したシステムの指向特性をシミュレーションにより算出した。制御フィルタの設計は、マイクロホンの個数が 2 個、4 個、8 個、24 個の場合で行った。以下に採用した音源とマイクロホンの位置を示す。

- 24 個 : 水平面内 15 度ずつ
- 8 個 : 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 度
- 4 個 : 0, 90, 180, 270 度
- 2 個 : 0, 180 度

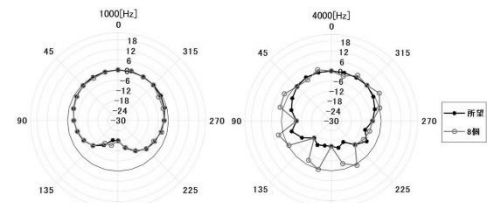


図 2. マイクロホンの個数: 8 個

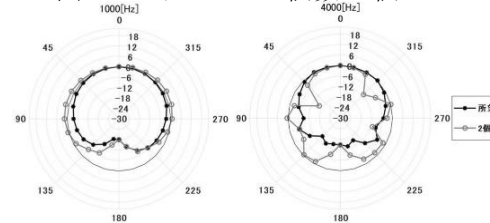


図 3. マイクロホンの個数: 2 個

結果より 24 個を用いた場合、評価した全ての方向で所望の特性が得られた。マイクロホンの個数を減らすと、1000[Hz] までは概ね良好な制御ができた。一方、高域ではフィルタ設計時に用いた方向には制御可能だが、それ以外の方向では出力レベルが所望より増大する傾向が確認された。例として 8 個と 2 個の結果を図 2, 図 3 に示す。

次に、制御に使用するマイクロホンの個数とシステムの SN 比(方向毎の偏差の平均値)の関係を図 4 に示す。これより、周波数が高くなるほどマイクロホンの個数が少ない場合で SN 比が増大し、所望の応答に制御できないことが分かった。

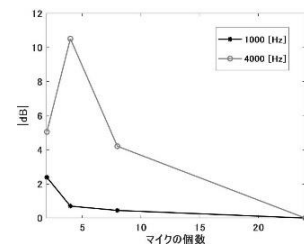


図 4. 所望と観測信号との SN 比

## 4. まとめ

本稿では音響認識デバイスにおけるマイクロホンアレイの指向性制御を、マイクロホンの個数を変化させて検討した。その結果、フィルタ設計時に所望とした方向には制御できることを確認した。また、マイクロホンの個数が高域の制御に影響することを確認した。

## 参考文献

- [1]野澤哲生, "音声対話が世界を揺るがす", 日系エレクトロニクス, 2016, 08.
- [2]名和瑛, "小型近接マイクロフォンアレイの指向性制御に関する研究", 修士論文, 2007.