

適応形雑音抑圧マイクロホンアレーにおける アレー形状評価の検討*

☆堀内崇史, 金田豊 (東京電機大・工)

1. はじめに

マイクロホンの受音信号の中に目的とする音(目的音)以外に不要な音(雑音)が含まれると、SN比低下の原因となる。このような問題を解決する手法として、適応形雑音抑圧マイクロホンアレー AMNOR (Adaptive Microphone array system for NOise Reduction)[1]がある。AMNORは、適応形アレーの1種であり、雑音到来方向に対して指向特性の死角を形成する。ブラインド形アレーと比較して、目的音到来方向を既知情報として与える必要はあるが、安定した雑音抑圧性能が得られる。

しかし、一般的に適応形アレーが形成できる死角の数は(マイクロホン数-1)であるため、全方向から多数到来する拡散性雑音に対して抑圧性能が低いという欠点がある。そこで本報告では、適応形アレーの雑音抑圧性能と密接な関係があるアレー形状(マイクロホン数・間隔・配置)に注目し、拡散性雑音の多い環境に適したアレー形状の評価実験を行った。

2. AMNOR

AMNORの構成図を図1に示す。AMNORは、マイクロホンアレー、フィルタ係数演算部、雑音抑圧フィルタから構成される。各マイクロホンの受音信号からフィルタ係数を適応的に算出し、各受音信号に畳み込み、総和をとることで雑音抑圧を行う。フィルタ係数 h は次式で表される。

$$h(\lambda) = (R_N + \lambda^2 R_s)^{-1} \lambda^2 S_x \quad (1)$$

但し、 R_N と R_s は雑音・仮想目的信号の相関行列である。受音信号ベクトルを

$$X = [x_1(n), \dots, x_1(n-L), x_2(n), \dots]^T \quad (2)$$

L : フィルタ次数 T : 転置

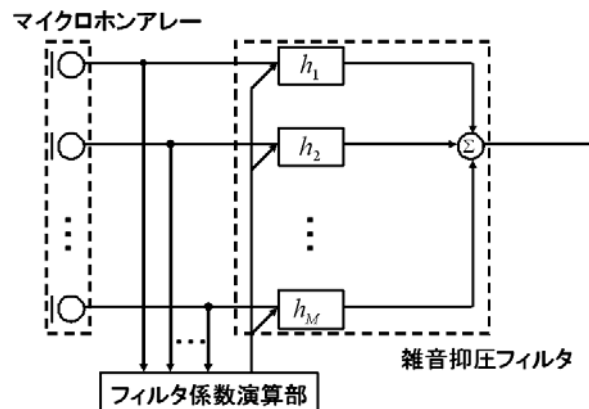


図1 AMNORの構成図

としたとき、相関行列 R は次式で表される。

$$R = \overline{X^T X} \quad \text{---} : \text{時間平均} \quad (3)$$

S_x は R_s の1つの列ベクトル、 λ は h を操作するためのラグランジェパラメータである。また、仮想目的信号とは、事前学習において与えられた目的音到来方向から受音する信号である。

3. アレー形状の評価方法

本報告におけるアレー形状とは、マイクロホンアレーにおけるマイクロホン数・間隔・配置の総称であり、マイクロホン数は形成できる死角の数、マイクロホン間隔は指向特性の方向性分解能、マイクロホン配置は各マイクロホンに受音される信号の到達時間差に影響を与える。

評価実験を行うアレー形状のマイクロホン数は、検討の第1歩として2個とした。マイクロホン間隔は、現実的なアレー規模の中で、間隔の違いを大きくすることを考えて2cmと10cmとした。マイクロホン配置は、目的音到来方向に対して垂直な配置と平行な配置とした。垂直な配置の場合、音波を平面波と仮定すれば、各マイクロホンに受音される目的音

* Evaluation of microphone array shapes for AMNOR, by HORIUCHI, Takashi and KANEDA, Yutaka (Tokyo Denki University).

の到達時間差はほぼ0になる。一方、平行な配置の場合、到達時間差は最大になる。この到達時間差は、フィルタ係数算出における仮想目的信号の相関行列 R_s に反映される為、AMNOR の雑音抑圧性能に大きく影響する。

5. 実環境における評価実験

図2に示した4種類のアレー形状について、実環境（残響時間 350 ms の室内）で評価実験を行った。目的音と雑音は白色信号とした。また、拡散性雑音の多い環境を作るため、雑音源は図の横方向の遠方（3 m）に設置した。

実環境における各アレー形状の SN 比改善率を図3に示す。横軸は周波数、縦軸は SN 比改善率である。間隔が 2 cm で配置が目的音到来方向に対して平行であるアレー形状 (a) が、その他のアレー形状と比較して、最も SN 比改善率が高いことが確認できる。

しかし、拡散性雑音以外の要因で SN 比改善率が高くなった可能性があるため、この結果だけではアレー形状 (a) が拡散性雑音に対して有効であると判断できない。そこで、拡散性雑音が存在しない環境（無響室）で同様の評価実験を行い、比較を行った。

6. 無響室における評価実験

無響室における各アレー形状の SN 比改善率を図4に示す。実環境における (a) とその他のアレー形状の SN 比改善率の差が、無響室では小さくなった。この比較から、間隔を小さく、配置を平行としたことにより、拡散性雑音に対する SN 比改善率が向上したと考えられる。

7. おわりに

AMNOR において、拡散性雑音の多い環境に適したアレー形状の検討を行った。結果、間隔が小さく、配置が目的音到来方向に対して平行であるアレー形状が、拡散性雑音に対して有効であることが分かった。今後は、マイクロホン数を増加させて検討を行う予定である。

参考文献

- [1] 金田, “アダプティブマイクロホンアレー”, 信学論, Vol.J75-B-II No.11 pp742-748, (1992)。

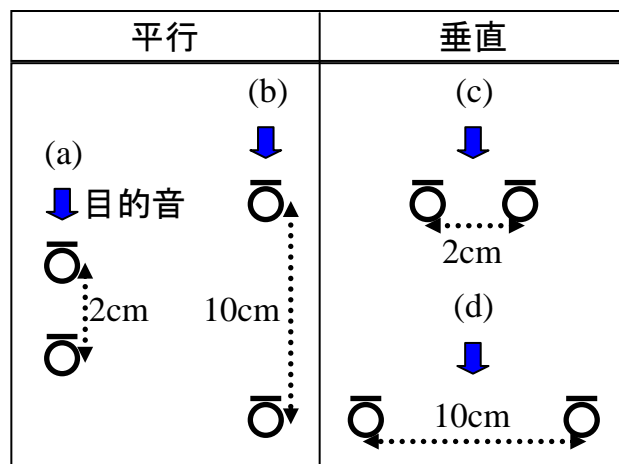


図2 評価実験を行った4種類のアレー形状

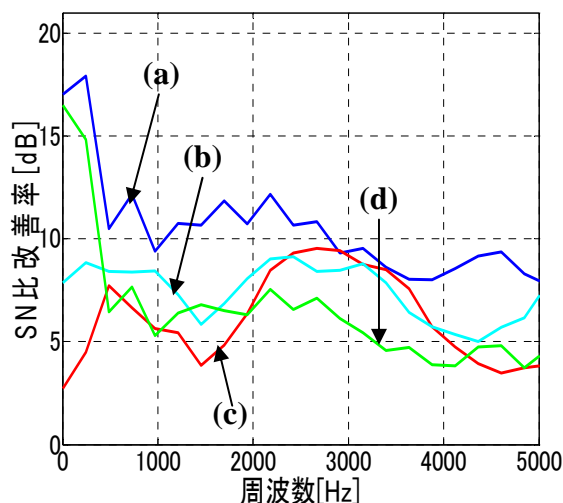


図3 各アレー形状の SN 比改善率（実環境）

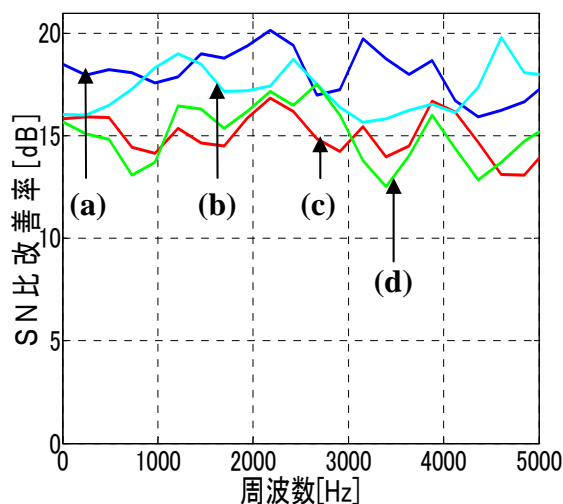


図4 各アレー形状の SN 比改善率（無響室）