

1 はじめに

所望の音を高い SN 比で受音できれば、テレビ会議等の音声を高品質化し、また音声認識において認識性能が上がるのが望める。本研究では適応形マイクロホンアレー-AMNOR[1]を用いて不要な雑音を抑圧することで、SN 比の向上を目指す。

しかし、後述するように AMNOR によって雑音抑圧フィルタを計算するためには、目的信号が存在しない時刻に抑圧したい雑音のみの信号（雑音成分）の受音が必要になる。そのため、従来は雑音成分受音のタイミングを人手によって指示する必要があった。今回、そのタイミングを自動的に検出するアルゴリズムについて検討した。

2 AMNOR の原理

AMNOR (Adaptive Microphone-array for NOise Reduction : 適応形雑音抑圧マイクロホンアレー) は、多チャンネル受音信号に FIR フィルタをかけた結果、図 1 のように雑音が来る方向に指向性の死角を形成して雑音を抑圧する。このフィルタは目的信号の劣化をある程度認め、その条件下で最大の雑音抑圧を狙うものである。これを定式化すれば

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial \mathbf{h}} (P_N(\mathbf{h}) + \lambda D(\mathbf{h})) = 0 \\ D(\mathbf{h}) = \hat{D} \end{cases} \quad (1)$$

となる[1]。ここで、 D は目的信号に対する周波数レスポンスの劣化量、 \hat{D} は劣化量の許容値、 P_N は雑音成分のパワー、 λ はラグランジェパラメータ、 \mathbf{h} は求めるフィルタ係数ベクトルである。ここで、 D 、 P_N を算出するには以下の 2 つの条件が必要である。

- (1) 目的信号の方向が既知
- (2) 一定時間、雑音のみの信号（雑音成分）の受音が行える。

D 、 P_N を算出できれば \mathbf{h} は求められる。後

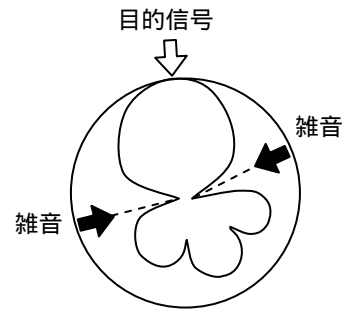


図 1 AMNOR の指向特性の例

は D が設定した \hat{D} に一致するように、 λ を増減させ、一致したときの \mathbf{h} が求めるフィルタ係数ベクトルである。計算は約 0.1 秒のフレーム長のデータに対して相関行列を求めて \mathbf{h} を計算する方式[2]を用いた。

3 雑音区間検出アルゴリズム

雑音区間検出とは、目的信号と雑音混在する信号から雑音のみが存在する時間区間を検出することを意味する。本研究で試案した雑音区間検出アルゴリズムは遅延和アレーを利用したものである。遅延和アレーは遅延量によって指向性の方向を操作することができるので、その指向性の方向を目的信号方向に合わせた時の（つまり、目的方向の音を強調した時の）信号のパワー P_{DS} と、遅延和アレー処理をしていないある 1 つのマイクロホンで受音した信号のパワー P_m を比較し雑音検出を行う。具体的に言えば、ある短時間の信号においてそれを適当な長さのフレームで分け、各フレーム毎に $P_m - P_{DS}$ を計算し、 $P_m - P_{DS}$ が適当な閾値より大きいフレームをすべて取り出し、それを平均したものを雑音成分とする。この方法の利点は、雑音検出処理に遅延和アレーという単純な方法を用いることで処理速度に期待が持てることである。

* A study of the automatic adaptation for the adaptive microphone-array AMNOR.

By Hiromu Furuichi and Yutaka Kaneda (Tokyo Denki Univ.).

4 実験方法

マイクロホンアレーの配置を図2に示す。目的信号は正面方向から、雑音は90°方向から来るように設定した。実験場所は残響時間300ms,容積108m³の研究室であり,用いた目的信号と雑音の種類は音声である。マイクロホンアレーと音源までの距離は50cm,サンプリング周波数は16kHz,フレーム長は0.1秒,AMNORにおける許容劣化量 \hat{D} は0.3とした。この条件の下,前述した雑音検出アルゴリズムが有効に働くかどうかを調べるため,AMNORの雑音抑圧フィルタで雑音が抑圧できているか,すなわちSN比が向上したかどうか実験した。

5 実験結果

図3に各音源に対するAMNORの周波数レスポンスを示す。図より目的信号に対して低域を除いて概ね平坦な応答であり,雑音源に対してはレスポンスが低減していることがわかる。

図4に目的信号と雑音(ともに音声)のAMNOR出力のスペクトルを示す。また,それらのSN比を示した。元々の目的信号と雑音のレベルはほぼ同じであったので,出力SN比はSN比の改善量に相当する。今回AMNORの雑音抑圧フィルタを適用した結果SN比改善量としては高いところでは20dB近く得られ,平均的には11dB程度得られた。この結果,今回提案した雑音検出アルゴリズムは雑音区間が既知とした従来の方法とほぼ同等のレベルで雑音抑圧が可能であると思われる。

6 まとめ

AMNORを使用する場合,雑音のみの成分を用意する必要があるが,目的信号と雑音成分が混在した受信信号から遅延和アレーによるパワーの大小比較によって自動的に雑音成分を検出するアルゴリズムを提案した。

このアルゴリズムによって検出した雑音成

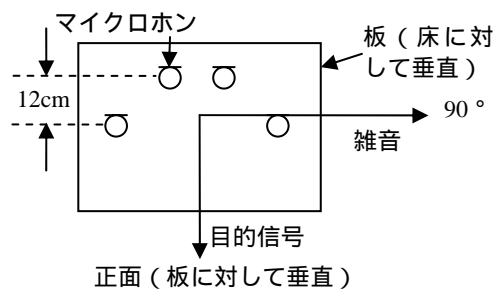


図2 マイクロホンアレーの配置

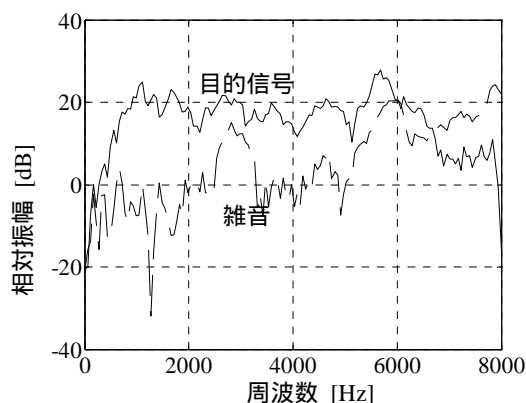


図3 各音源に対するAMNORのレスポンス

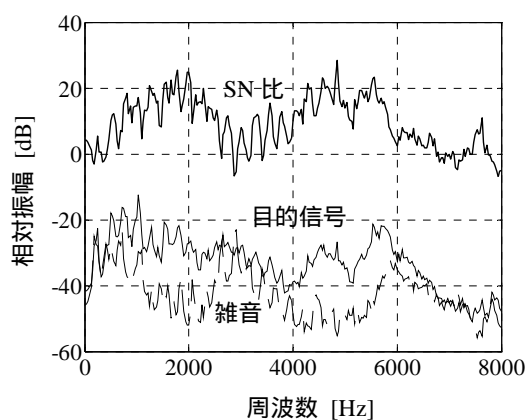


図4 雑音抑圧結果

分を使用してAMNORを使用した結果,従来と同等のレベルで雑音抑圧が可能であることを確認した。

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 B-II Vol.J75-B-II No.11 pp.742-748, (1992).
- [2] 一ノ瀬 片岡: 適応形雑音抑圧マイクロホンアレー, NTTR&D Vol.38 No.10, pp.1153-1162, (1989).