

円形マイクロホンアレーによる全方位複数音源追尾

A-5 Omnidirectional Multiple Sound Source Tracking Using Circular Microphone Array

松永 拳
Ken MATSUNAGA陶山 健仁
Kenji SUYAMA東京電機大学 工学部 電気電子工学科
School of Engineering, Tokyo Denki University

1 はじめに

円形マイクロホンアレーを用いた逐次更新ヒストグラムによる全方位複数音源追尾法が提案されている [1]. 文献 [1] では, 隣接した 2 マイクロホンペア毎の推定結果を統合している. しかし, その場合, 空間解像度が必ずしも高くない. 本研究では, 空間解像度向上のため, 間隔が最大の 2 マイクロホンペアを用いて, 追尾精度向上を狙う.

2 全方位音源追尾問題

円周上に $\alpha = 360^\circ/M$ 毎に配置した M 個のマイクロホンで, N 個の移動音源信号, $s_i(n)$, $i = 1, 2, \dots, N$, を受音する. ここで, n は離散時間である. 間隔が最大の 2 マイクロホンペアを用いた場合, マイクロホン間の到達時間差 $\tau_{p,i}(t)$, $p = 1, 2, \dots, M/2$, は次式となる.

$$\tau_{p,i}(t) = \frac{d_{pair} \cos(\theta_i(t) - (p-1)\alpha)}{c} \quad (1)$$

ここで, c は音速, d_{pair} は 2 マイクロホンの間隔である. 全方位音源追尾問題は受音信号 $x_m(n)$, $m = 1, 2, \dots, M$, から各音源方向 $\theta_i(t)$, $i = 1, 2, \dots, N$, を推定する問題である.

3 提案法

2 マイクロホンでは, 前後の不確実性が残る. そこで, 1 ペア毎の到達時間差から求められる方向に対して, 前後の補正を行い, 推定結果の候補 $\hat{\theta}_{i,l}(t, k)_p$ を次式で算出する.

$$\hat{\theta}_{i,l}(t, k)_p = l \cos^{-1} \left(\frac{\tau_{p,i}(t)}{d_{pair} c^{-1}} \right) + (p-1)\alpha \quad (2)$$

ここで, l は $\{-1, 1\}$ である. $\hat{\theta}_{i,l}(t, k)_p$ のヒストグラムを作成すると, 真の音源方向に対応するピークが強調され, 誤推定方向は抑制されるため, 正解方向のみを検出可能である.

図 1 に提案法の流れを示す. 提案法の流れは以下の手順で行う.

[I] 受音信号 $x_m(n)$ を DFT(Discrete Fourier Transform) し, 「時間一周波数」領域に変換する.

[II] 2 マイクロホンペア毎に, 「時間一周波数」領域の各点で, Root-MUSIC(MULTiple SIGNAL Classification) で音源方向を推定する. この推定結果に対して, 候補 $\hat{\theta}_{i,l}(t, k)_p$ を算出する.

[III] $\hat{\theta}_{i,l}(t, k)_p$ の信頼性を信号パワー比指標 $w_{power}(t, k)_p$ で評価し, 空間エイリアシング回避指標 [2] を用いて, 信

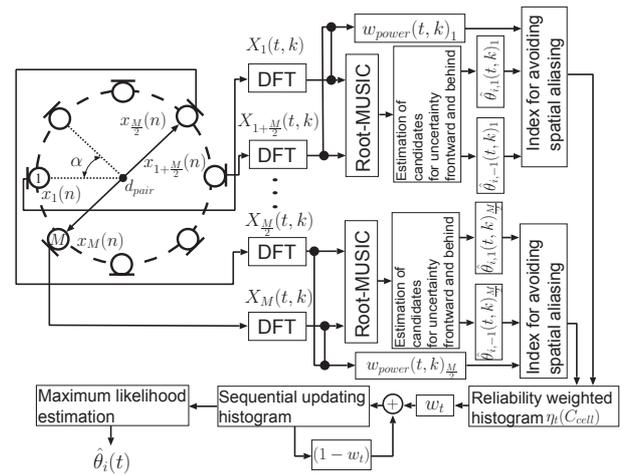


図 1 提案法の流れ

頼性重み付けヒストグラム $\eta_t(C_{cell})$ を作成する.

[IV] 作成した $\eta_t(C_{cell})$ を逐次更新し, 最尤推定により, 音源方向 $\hat{\theta}_i(t)$ を推定する.

4 実環境実験

提案法の有効性を示すために, 実環境実験を行った. 実験条件は, $M=16$, サンプル周波数を 8000[Hz], フレーム長を 512, $d_{pair}=0.3$ [m], 使用周波数帯域を 100[Hz]~4000[Hz], 信号長を 4[s] とした. 音源は 12 パターンの異なる 2 つの音声の組み合わせを使用した. 比較手法として, 文献 [1] の手法を使用した. 追尾精度の評価は, RMSE(Root Mean Square Error) を用いた. 12 パターンの平均 RMSE は, 提案法が 5.85[°], 比較手法が 6.52[°] であった. 以上より提案法が比較手法よりも追尾精度が高いことを示した.

5 まとめ

本研究では, 間隔が最大の 2 マイクロホンペアを用いて, 追尾精度向上を目指した. 実環境実験より, 提案法が比較手法より推定精度が向上していることを示した.

参考文献

- [1] Yusuke Shiiki, and Kenji Suyama, "Omnidirectional Sound Source Tracking Based on Sequential Updating Histogram," Proc. of APSIPA ASC, pp.1249-1256, 2015.
- [2] 鈴木 毅, 陶山健仁, "逐次更新ヒストグラムに基づく音源追尾の複数音源への拡張," 信学技報, Vol.112, No.485, SIP2012-141, pp.81-86, 2013.