

# 正方形マイクロホンアレイによる全方位音源追尾

## A-8 Omnidirectional Sound Source Tracking using Square Microphone Array

佐々木 遥人<sup>†</sup> 陶山 健仁<sup>†</sup>  
Haruto SASAKI<sup>†</sup> Kenji SUYAMA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 東京電機大学 工学部 電気電子工学科

<sup>†</sup>Department of Electrical and Electronic Engineering, School of Engineering, Tokyo Denki University

### 1 はじめに

全方位音源追尾手法として円形マイクロホンアレイによる音声のスパース性に基づく手法が提案されている [1]。この手法では複数の等間隔 2 マイクロホン対の推定結果を統合しているが、全方位追尾は最低 2 ペアで可能である。そこで本研究ではマイクロホン数が 4 個の正方形マイクロホンアレイで全方位音源追尾を目指す。実環境実験により追尾性能を検証する。その際、設定が必要なパラメータ値についても検証する。

### 2 全方向音源追尾問題

音源  $s_i(n)$ ,  $i = 1, 2$  を対角長が  $d_{pair} = 0.3[\text{m}]$  の正方形の頂点に配置した 4 マイクロホンで受音する。ここで  $n$  は離散時間である。マイクロホン間の到達時間差  $\tau_{p,i}(t)$  より、音源方向  $\theta_i(t)$  を次式で算出する。

$$\theta_i(t) = \cos^{-1} \left( \frac{c\tau_{p,i}(t)}{d_{pair}} \right) + (p-1)\frac{\pi}{2} \quad (1)$$

ここで  $c$  は音速,  $t$  はフレーム番号,  $p$  はマイクロホンペア番号である。

### 3 全方位音源追尾手法

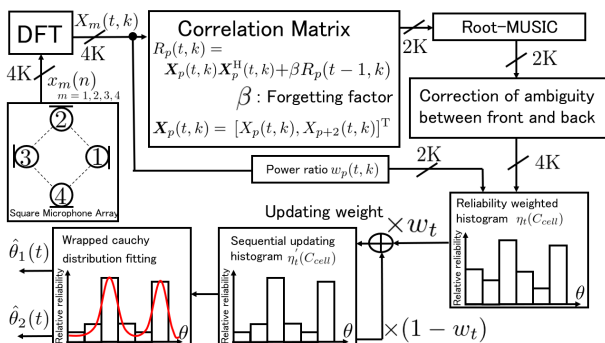


図1 全方位音源追尾の流れ

図1に全方位音源追尾の流れを示す。詳細は文献 [1] に従う。忘却係数  $\beta$  は相関行列を算出する際に単一音声エネルギーが持続する時間区間の信号を相関に反映するために設定する。更新重み  $w_t$  はデータの蓄積によるヒストグラムの精度補償と移動音源への追従のために設定する。

### 4 実環境実験

正方形マイクロホンアレイによる追尾性能を検証するため、実環境実験を行った。実験条件は、サンプリング周波数を 8000[Hz], フレーム長を 512, 使用周波数帯域を 100 - 4000[Hz], 信号長を 10[s] とした。実験環境は部屋の大きさが 26.0[m] × 9.0[m] × 2.5[m], 残響時間が 0.51[s], 騒音レベルが 38.4[dB] であった。検証は男声で 7 つの全

方位移動パターンと 2 つの移動速度パターンを組み合わせた計 14 パターンとした。追尾性能は RMSE(Root Mean Square Error) で評価した。図 2 に忘却係数  $\beta$ , 更新重み  $w_t$  ごとの RMSE の平均値を示す。

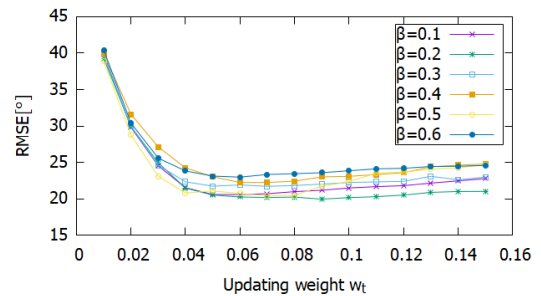


図2 実験結果

図 2 より,  $\beta = 0.2$ ,  $w_t = 0.09$  が最良である。図 3 にその場合の追尾結果を示す。 $\beta > 0.2$  では複数の音声エネルギーが重畳した区間を用いるため推定精度が劣化したと言える。 $w_t$  は文献 [1] の最良値より大きい。これはマイクロホン数減少によるヒストグラム精度低下により、ヒストグラム更新時に過去のヒストグラムを反映する割合を下げる必要があるためと考えられる。

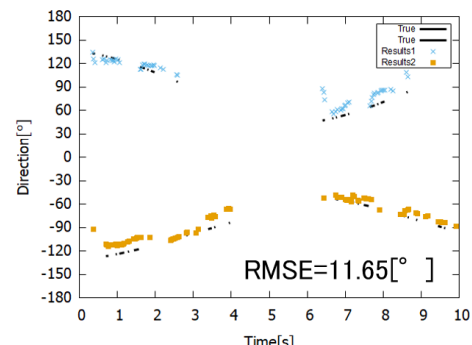


図3 全方向音源追尾結果 ( $\beta = 0.2$ ,  $w_t = 0.09$ )

### 5 まとめ

正方形マイクロホンアレイによる全方位音源追尾の追尾性能の検証を行った。実環境実験結果から、追尾結果とパラメータの最良値を示した。

### 参考文献

- [1] Ken Matsunaga and Kenji Suyama, "Performance verification of omnidirectional sound source tracking by circular microphone array," Proc. of IEEE ISICIT 2019, pp.306-310, September, 2019.