

課題番号	Q18J-01
課題名 (和文)	円形マイクロホンアレイによる全方位話者追尾
課題名 (英文)	Omnidirectional Talker Tracking Using Circular Microphone Array
研究代表者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 工学部 電気電子工学科 教授 氏名 陶山 健仁
共同研究者	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名
	所属 (学部、学科・学系・系列、職位) 氏名

研究成果の概要 (和文)

本研究では、円形マイクロホンアレイによる全方位複数話者追尾について検討する。検討手法では、2マイクロホンペアごとに話者方向を推定する。その際前後の不確実性が生じるため、前後を考慮した推定候補を算出し、それらの結果のヒストグラムを作成する。真の話者方向に対応する結果がマイクロホンペアによらず同じ方向であるのに対し、誤った推定結果はマイクロホンペアごとに異なるため、ヒストグラムを作成した場合、真の方向にのみピークが生じる。その結果、真の方向のみが検出可能となる。提案手法では、離散時間フーリエ変換のフレームごとのヒストグラムを逐次更新し、移動話者方向に追従した。

研究成果の概要 (英文)

In this research, the omnidirectional multiple talkers tracking method using a circular microphone array is studied. In the method, a direction of talker is estimated every two microphones. Because an uncertainty between a front and a back is involved in the estimation result, the estimation result candidates are calculated in consideration with the front and the back. Then, a histogram is made from those results. Then, just a true direction is emphasized and can be detected. Moreover, the histogram is updated for tracking the moving talker. As a result, the tracking succeeded.

1. 研究開始当初の背景

マイクロホンアレーは複数のマイクロホンを並べた收音系であり、マイクロホンの位置の違いを利用した空間信号処理によって選択的受信が可能である。この技術は、実用化段階に突入したハンズフリー通話や、開発が激化しているIoT機器に対する音声指令機能実現のための雑音除去または音声分離技術の実現に重要な役割を担っている。このような技術を用いるにあたり、話者は静止状態ではなく、時々刻々と位置を変動すると考えるほうが自然である。特に、遠隔会議やロボットとの対話システムにおいては、複数の話者が装置を取り囲むように存在し、同時に発話する場合は容易に想定できる。そのため、複数話者追尾は重要な要素技術である。

2. 研究の目的

実用性の高い話者追尾システムには装置の小型化が必須であるが、空間解像度低下による検出精度の劣化が問題となる。したがって、空間解像度の低下を補償する手法の開発を目的の一つとする。さらに、全方位話者追尾の場合、話者方向の定義域の境界で不連続となるため、不連続点前後で異なる話者と判断される場合があるが、そのような状況でも両者を同一話者方向とみなし、連続的に追尾する手法の開発も目的である。

3. 研究の方法

図1に提案法の流れを示す。提案法は以下のような流れで処理を行う。

- (1) マイクロホンアレーの受信信号を離散時間フーリエ変換により「時間—周波数」領域に変換する。その際、時間フレームを t 、周波数インデックスを k で表す。
- (2) 各 (t, k) において、マイクロホンペアごとの相関行列を計算する。
- (3) 各 (t, k) において Root-MUSIC (Multiple Signal Classification)を用いて、音源方向推定値を求める。
- (4) 前後の不確定性を考慮した音源方向推定候補を算出する。

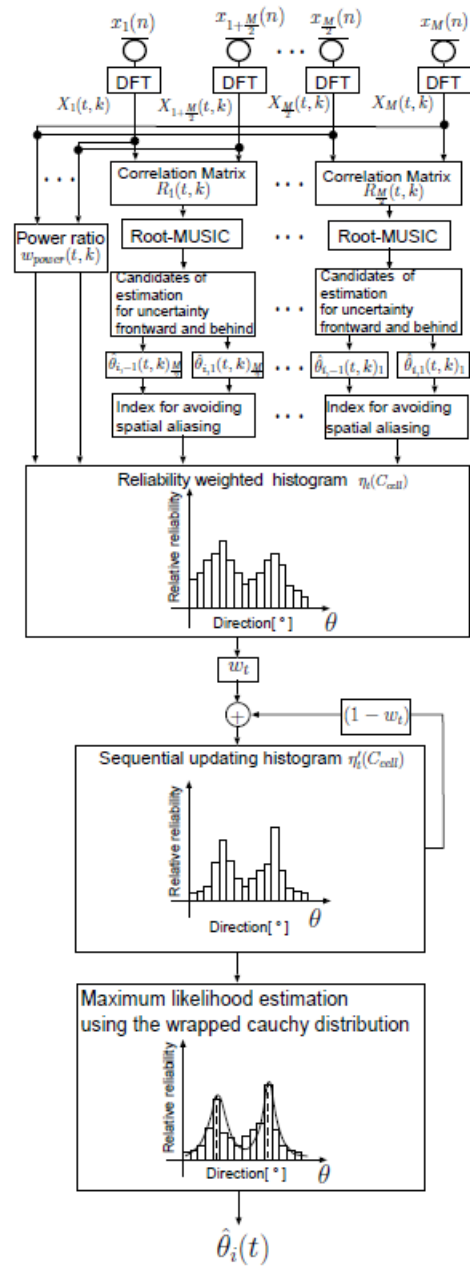


図1：提案法の流れ

- (5) 高周波利用による高解像度化の副産物として生じる空間エイリアシングを考慮した音源方向推定結果を算出する。
- (6) t ごとに全ての音源方向推定結果のヒストグラムを算出する。これはフレーム t の瞬時ヒストグラムを与える。
- (7) 瞬時ヒストグラムを重み w_t で更新する逐次更新ヒストグラムを算出する。
- (8) t ごとに逐次更新ヒストグラムに混合 wrapped コーシー分布をあてはめ、ピーク方向を推定音源方向とする。

4. 研究成果

図 2 に逐次更新ヒストグラムの例を示す。図 2 では true direction で示した 2 方向に音源が存在している。この結果は、2 マイクロホンによる推定結果であり、2 マイクロホンで 2 音源を分離・検出していることが確認できる。さらに、2 マイクロホンであるにも関わらず、高解像度のヒストグラムが得られている。これは、高周波利用による成果である。

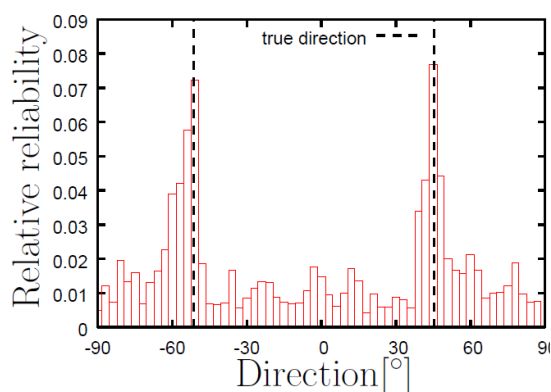


図 2 : 逐次更新ヒストグラムの例

図 3 に提案法による音源追尾結果の一例を示す。追尾結果より、2 話者同時発話時であっても各音源を分離・検出可能であることがわかる。さらに、9[s]付近をみると音源方向が -180° から 180° に移動しているが、不連続点であるにも関わらず同一音源とみなし動きに追従していることが確認できる。音源方向推定は、RMSE がどのケースにおいても数 $^{\circ}$ 以内に収まる程度に高い精度で行なっていることを確認済である。加えて、提案法は実時間処理可能である。

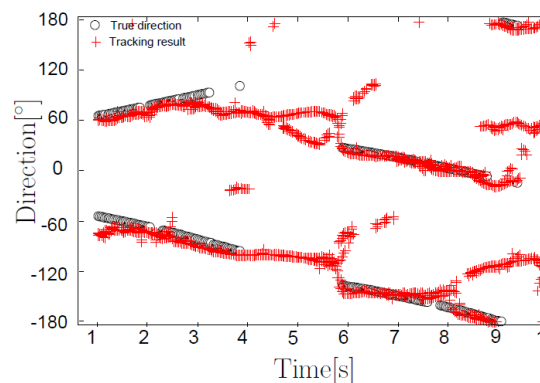


図 3 : 音源追尾結果の例

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計 4 件)

- ① Ken Matsunaga and Kenji Suyama,
Performance Verification of Omnidirectional Sound Source Tracking by Circular Microphone Array,
Proceedings of IEEE ISICIT2019, pp.306-310, 2019 (査読あり)
- ② 松永 拳, 陶山 健仁, 円形マイクロホンアレイによる全方位音源追尾の性能検証, 第 33 回回路とシステムワークショップ論文集, pp. 123-128, 2019 (査読あり)
- ③ Ken Matsunaga and Kenji Suyama,
Improvement of Omnidirectional Sound Source Tracking Performance By Expanding Microphone Width, *Proceedings of ITC-CSCC 2018*, pp.385-388, 2018 (査読あり)
- ④ 松永 拳, 陶山 健仁, マイクロホン間隔拡張による全方位音源追尾性能向上, 第32回回路とシステムワークショップ論文集, pp. 120-125, 2018 (査読あり)