

複数音源定位における複数解探索法の提案

A Proposal of Multiple Solution Search Method for Multiple Source Localization

藤田 一輝[†] 陶山健仁[†]
Kazuki FUJITA[†] Kenji SUYAMA[†]

[†] 東京電機大学 工学部 電気電子工学科

[†] Department of Electrical and Electronic Engineering, School of Engineering, Tokyo Denki University

1 はじめに

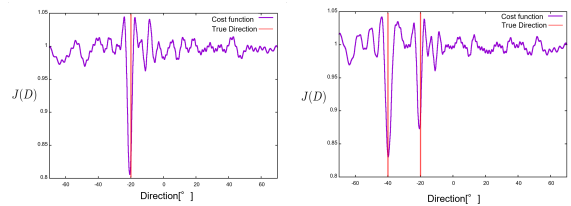
高空間解像度の単一音源定位手法として sinc 関数の近似に基づく手法を提案している [1]。この手法は受信信号間の 2 乗誤差をコスト関数とする最小化で音源方向の推定を行う。しかし、複数の音源が存在するとき、コスト関数には各音源方向に対応する局所解が複数生じる。そのため、複数音源定位には複数解探索法が必須との主張に至った。本研究では複数群 PSO による複数解探索法について検討し、主張の妥当性を実環境実験結果より示す。

2 問題設定

方向 θ_i , $i = 1, 2$ の音源信号を間隔 d で配置した 2 マイクロホンで受信するモデルを考える。音速を c とするとマイクロホン間の到達時間差は $\tau_i = d \sin \theta_i / c$ と表される。本研究の問題は、受信信号 $x_1(n)$, $x_2(n)$ から到達時間差 τ_i を推定する問題である。

3 複数群 PSO による複数解探索法

文献 [1] は FIR フィルタで sinc 関数を近似し、コスト関数を最小化し、到達時間差を実数値で推定する。



(a) 単一音声のコスト関数 (b) 2 音源のコスト関数

図 1: コスト関数

図 1(a) に単一音声に対するコスト関数、図 1(b) に 2 音源に対するコスト関数を示す。図 1(a) より、単一音声時はコスト関数の最小値を求めれば音源方向を推定可能である。一方、図 1(b) のように、2 音源が同時に存在するとき、コスト関数はそれぞれの音源方向に対応した 2 つの極小値をもつ。そのため、複数音源定位には複数解の探索法が必須である。

本研究では複数群 PSO による複数解探索法を提案する。図 2 に提案手法の流れを示す。PSO は群の中で良解情報を共有し、最良解を探索するメタ手法である。step.1 で群 1 が探索を行い $\hat{\theta}_1$ を算出する。step.2 では step.1 で発見した $\hat{\theta}_1$ を中心に $\pm 5^\circ$ 方向の範囲にペナルティを付加する。これによって群 2 は $\hat{\theta}_1$ とは異なる解 $\hat{\theta}_2$ を探索する。

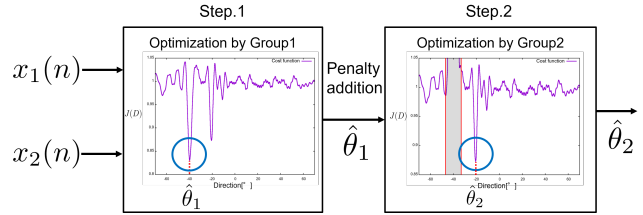


図 2: 提案手法の流れ

4 実環境実験

本研究の主張の妥当性を実環境実験結果を用いて示す。実験では、暗騒音レベル 38.3[dB], 残響時間 0.93[s], $9.3 \times 12.5 \times 2.96$ [m³] の部屋で収録した 4 パターンの音声と 2 パターンの音源方向の組み合わせの計 8 パターンを用いた。実験条件は $d = 0.28$ [m], サンプル周波数 $f_s = 48$ [kHz] とした。比較手法には CSP (Crosspower-Spectrum Phase) 法に基づく手法 [2] を用いた。推定精度はそれぞれの音声パターンの真値方向との平均誤差で評価した。 $\overline{\text{error}}_{\text{prop.}} [^\circ]$ は提案手法の、 $\overline{\text{error}}_{\text{comp.}} [^\circ]$ は比較手法の平均誤差である。

表 1: 実環境実験結果

$\theta_i [^\circ]$	-20	-40	20	40
$\overline{\text{error}}_{\text{prop.}} [^\circ]$	0.60	0.30	1.08	2.92
$\overline{\text{error}}_{\text{comp.}} [^\circ]$	0.95	0.77	3.25	2.62

表 1 に実験結果を示す。表 1 より、提案手法はどちらの音源方向パターンにおいても平均誤差 3° 未満の推定に成功しており、主張の妥当性を示している。また、比較手法に対し -20° , -40° 方向において、ともに 0.3° 以上推定精度が向上している。また、 20° , 40° 方向において、 40° 方向では 0.3° の精度劣化が見られたが 20° 方向においては 2.0° 以上誤差が低下している。

5 まとめ

本研究では複数群 PSO による複数解探索法について検討し、実環境結果より主張の妥当性を示した。

文献

- [1] 藤田一輝, 陶山健仁, “FIR フィルタによる sinc 関数の近似に基づく音源定位手法”, 電気学会論文誌 C (掲載決定済)
- [2] Proc. of 16TH IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ROBOT AND HUMAN INTERACTIVE COMMUNICATION, Aug. pp. 398-403, 2007.