

# ICA と EM アルゴリズムを用いたアレーアンテナによる電波到来方向推定

DOA Estimation with Array Antenna by Using ICA and EM Algorithm

稲越敦久†  
Atsuhisa Inakoshi

島田裕平†  
Yuhei Shimada

山田寛喜†  
Hiroyoshi Yamada

山口芳雄†  
Yoshio Yamaguchi

† 新潟大学大学院自然科学研究科  
Graduate school of Science & Technology, Niigata University

‡ 新潟大学工学部情報工学科  
Faculty of Engineering, Niigata University

## 1 まえがき

近年の一部の無線通信システムでは、高品質な通信を行うために電波の到来方向を正確に知ることが重要となるものがある。到来方向 (Direction Of Arrival, DOA) を推定する手法の 1 つとして最尤推定に基いた手法である EM アルゴリズム [1] がある。しかし、この手法は局所解に収束しやすい特性を有するため、最適解を得られずに正しい推定結果が得られない場合がある。この原因の 1 つに初期値の設定があり、適切な初期値設定が重要となる。そこで本稿では、初期値設定として ICA (Independent Component Analysis) [2] の適用を提案し、ビームフォーマ法を用いた場合との収束速度についての比較検討を計算機シミュレーションによって行った。

## 2 EM アルゴリズムによる到来方向推定

EM (Expectation Maximization) アルゴリズム [1] は最尤推定に基いたパラメータ推定手法である。ここでは、観測される信号 (不完全データ) から到来している各々の信号 (完全データ) を推定することで、到来方向を推定する。用いる信号モデルを以下に示す。

$$x = A(\theta_1, \dots, \theta_K)s + n \quad (1)$$

$x$  は観測信号、 $A$  はモード行列、 $\theta_k$  は到来方向、 $K$  は到来信号数、 $s$  は送信信号、 $n$  は雑音である。

### 2.1 ビームフォーマ法による初期値設定

ビームフォーマ法は、最も基本的な電波到来方向推定法であり、ビームを全方向に走査し、出力電力が大きくなる方向を探す手法である。出力電力が大きくなる方向  $\theta_k$  を初期値として設定する。欠点として分解能が低い場合、高いピークが 1 つしか存在しない場合、そのピーク値より -3dB の値をとる 2 つの到来方向を求め、初期値に設定するなどの工夫が必要である。

### 2.2 ICA による初期値設定

ICA [2] は統計学的な信号分離法であり、近年信号処理の分野において注目されている手法である。本提案手法では、観測信号を ICA を用いることで分離し、そこからモード行列  $A$  を推定し、EM アルゴリズムの初期値に用いる。

## 3 シミュレーションによる比較評価

計算機シミュレーションにより、2 つの異なった初期値設定法による EM アルゴリズムの性能の比較を行った。シミュレーションパラメータは表 1 の通りである。

表 1 シミュレーションパラメータ

素子形状	8 素子等間隔リニアアレー
素子間隔	半波長
到来波	0°, 10°
SNR	10 dB
スナップショット数	1000

計算反復回数における到来方向の推定誤差を  $|\hat{\theta}_k - \theta_k|$  と定義する。 $\hat{\theta}_k$  は  $k$  波目の推定された到来方向、 $\theta_k$  は真値である。

2 波目の推定誤差を図 1 に示す。ICA を用いた手法の方がより速い収束をしていることが分かる。

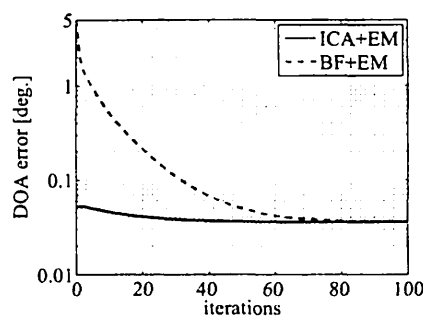


図 1 2 波目 (到来方向 10°) の推定誤差推移

## 4 まとめ

EM アルゴリズムの初期値設定として、ビームフォーマ法、ICA それぞれを用いた場合についての比較を行った。ICA を用いることにより、到来波間隔の小さい複数の信号に対しても良好な初期値設定が行うことができることを確認した。

## 謝辞

本研究の一部は、科研費 (基盤研究 (C) 20560349) および財団法人国際コミュニケーション基金研究奨励金の助成を受けたものである。

## 参考文献

- [1] M. I. Miller and D. R. Fuhrmann: "Maximum likelihood narrow-band direction finding and the EM algorithm," IEEE Trans. Acoust., Speech and Signal Processing, vol.38, no.9, pp.1560-1577(1990).
- [2] E. Bingham, A. Hyvärinen, "A fast fixed-point algorithm for independent component analysis of complex valued signals," International Journal of Neural Systems, vol.10, no.1, Feb. 2000.