

B-1-65

# 7素子正六角形エスパンテナによる コヒーレント波の2次元到来方向推定

2-D DOA Estimation of Coherent Waves with a 7-Element Regular-Hexagonal Shaped ESPAR antenna

森 浩樹<sup>1</sup>      平田 明史<sup>1</sup>      山田 寛喜<sup>1,2</sup>      大平 孝<sup>1</sup>  
 Hiroki MORI      Akifumi HIRATA      Hiroyoshi YAMADA      Takashi OHIRA

ATR 適応コミュニケーション研究所<sup>1</sup>      新潟大学工学部 情報工学科<sup>2</sup>  
 ATR Adaptive Communications Research Laboratories      Faculty of Engineering, Niigata University

## 1 まえがき

7素子正六角形エスパンテナは二次元配列アレーであるため原理的には2次元(方位角, 仰角)到来方向推定は可能であると考えられるがその検討はまだされていない。また, 構造上平行移動可能な菱形のサブアレーを取ることができ, 空間平均法によって1次元のコヒーレント波は分離検出可能であることが報告されている[1]。そこで本稿では, 2次元方向から到来するコヒーレントな信号に対し, リアクタンスドメイン MUSIC法に空間平均法を適用することにより, 2次元到来方向推定が可能であることを計算機シミュレーションにて示す。

## 2 リアクタンスドメイン MUSIC法

$L$ 個の入射波が各々 $(\theta_l, \phi_l)$ 方向( $l=1, 2, \dots, L$ )から複素振幅 $s_l(t)$ で到来する環境の場合, 指向性パターンを $M$ 回周回させた時のエスパンテナの受信信号系列 $\mathbf{y}(t)$ は,

$$\begin{aligned} \mathbf{y}(t) &= [y_1(t), y_2(t), \dots, y_M(t)]^T \\ &= \mathbf{W}^T \sum_{l=1}^L \mathbf{a}(\theta_l, \phi_l) s_l(t) + \mathbf{n}(t) \end{aligned} \quad (1)$$

となる。 $\mathbf{W}$ は等価ウェイト行列[2],  $\mathbf{n}(t)$ は熱雑音である。また,  $\mathbf{a}$ は, 図1における中央の素子を位相中心とするステアリングベクトルであり, 仰角 $\theta$ , 方位角 $\phi$ の関数として

$$\begin{aligned} \mathbf{a}(\theta, \phi) &= [1, e^{j\Psi_1}, e^{j\Psi_2}, \dots, e^{j\Psi_6}]^T \\ \Psi_k &= \frac{2\pi d}{\lambda_0} \cos\theta \cos(\phi - 2\frac{k-1}{6}\pi) \end{aligned} \quad (2)$$

となる。この受信信号系列 $\mathbf{y}(t)$ から生成される相関行列 $\mathbf{R}_{yy} = E[\mathbf{y}(t)\mathbf{y}^H(t)]$ を用いて固有値分解を行い MUSICアルゴリズムを適用する。 $E[\cdot]$ はアンサンブル平均,  $H$ はエルミート転置を表す。

## 3 空間平均法

$\mathbf{W}$ を用いて素子間結合を打ち消したエレメントスペースへの変換後の相関行列 $\mathbf{R}_{xx}$ に空間平均法を適用する。7素子正六角形エスパンテナの場合, 図5のように菱形のサブアレーを3対形成できる。3対の空間平均法適用時の MUSICスペクトラムの平均をとることで到来角依存性を低減することができる。

## 4 シミュレーション結果

コヒーレントな2波がエスパンテナに到来する環境で, 本手法の空間平均法を適用した場合に分離検出可能であるか計算機シミュレーションにより評価する。シミュレーション条件として, 信号電力0dB, 入力SNR=30dB, シンボル数 $P=1000symbol$ , 到来方向角度[方位角, 仰角]は[130度, 20度], [250度, 60度]とする。また $\mathbf{W}$ は事前に精度よくキャリブレーション[3]されているものとする。空間平均法適用前の MUSICスペクトラムを図3に, 空間平均法適用後の MUSIC

スペクトラムを図4に示す。空間平均適用前は2波を分離できず全くピーク検出できていないのに対し, 本手法の空間平均法を適用すれば, 2波を分離して到来方向に2つのピークが検出できることがわかる。

## 5 むすび

今回初めてエスパンテナでコヒーレント波の2次元到来方向推定を計算機シミュレーションにより実施した。この成果により携帯端末での到来方向推定などへの応用が期待される。

## 謝辞

本研究は通信・放送機構の研究委託により実施した。

## 参考文献

- [1] 平田 他, 信学技報, AP2003-24, pp.59-64(2003-05)
- [2] 大平 他, 信学技報, AP2003(2003-07 発表予定)
- [3] 平田 他, 信学技報, AP2002-226, pp.1-8(2003-03)

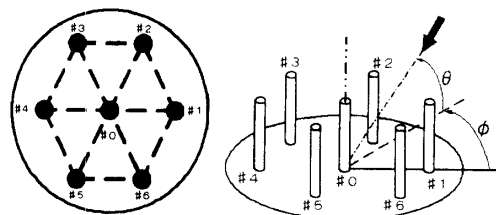


図1 7素子正六角形エスパンテナの構造

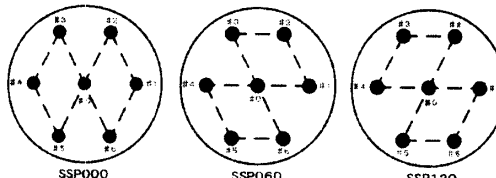


図2 空間平均で用いる3対の菱形サブアレー

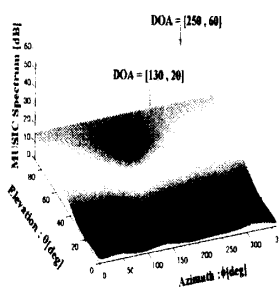


図3 空間平均法適用前

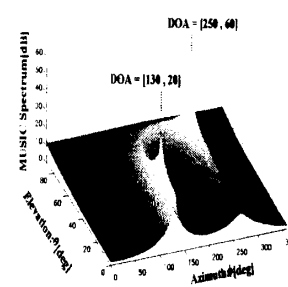


図4 空間平均法適用後