

ESPAR アンテナによるリアクタンスドメインビームフォーマー

Reactance Domain Beamformer Method for DoA Estimation with an ESPAR Antenna

タコフェール エディ†  
Eddy Taillefer

山田 寛喜†‡  
Hiroyoshi Yamada

大平 孝†  
Takashi Ohira

† ATR 波動工学研究所, ATR Wave Engineering Laboratories  
‡ 新潟大学工学部, Faculty of Engineering, Niigata University

1 はじめに

ESPAR アンテナ [1] を用いた MUSIC 及び ESPRIT 到来方向推定方法を報告した. しかし全方法にはアンテナにおける等価重み行列の予備知識が必要である. 本稿では, 等価重み行列を使用せず回転対称性を持ったビームパターンを駆使し到来方向推定法を提案する. 方法の効果を確かめるためにオムニパターンと 6 個の指向性ビームパターンを用い電波暗室内にて到来方向推定実験を行う.

2 到来方向推定法

図 (a) に示すように ESPAR アンテナは給電素子の周囲に配置した無給電素子の可変リアクタンス値を変化してパターン制御するアンテナである. リアクタンスセットを  $\{x_1, \dots, x_6\}$  とすると到来方向推定の予備としてそれぞれオムニパターン,  $0^\circ, 60^\circ, \dots, 300^\circ$  の方向に指向性を有するビームパターンにおける 7 個のリアクタンスセットを要求する. 到来方向推定法の計算手順を次に示す.

(1) 各リアクタンスセットを順次設定し,  $K$  個のサンプル受信電力  $y_n[k], k = 1, \dots, K, n = 1, \dots, M + 1$  を観測し, 受信信号ベクトル  $\mathbf{y}$  を生成する ( $M = 6$ ).

$$\mathbf{y} = [y_1[k], y_2[k], \dots, y_{M+1}[k]]^T \quad (1)$$

(2) 受信信号ベクトル  $\mathbf{y}$  に基づいて, 受信信号  $\mathbf{y}$  の相関行列  $\hat{\mathbf{R}}_{yy}$  を演算する.

$$\hat{\mathbf{R}}_{yy} = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K \begin{bmatrix} y_1[k] \\ \vdots \\ y_{M+1}[k] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1^*[k] & \dots & y_{M+1}^*[k] \end{bmatrix} \quad (2)$$

(3) 相関行列  $\hat{\mathbf{R}}_{yy}$  とステアリングベクトル  $\mathbf{a}(\theta)$  とに基づいて角度  $\theta$  により受信電力スペクトル  $P_{BF}(\theta)$  を演算する.

$$P_{BF}(\theta) = \left| \frac{\mathbf{a}(\theta)^H \hat{\mathbf{R}}_{yy} \mathbf{a}(\theta)}{\mathbf{a}(\theta)^H \mathbf{a}(\theta)} \right| \quad (3)$$

ここで  $\mathbf{a}(\theta) = [1, e^{j\Psi_1(\theta)}, \dots, e^{j\Psi_M(\theta)}]^T$  で,  $\Psi_m(\theta) = \frac{\pi}{2} \cos(\theta - 2\pi \frac{m-1}{M})$  である.

(4) 受信電力スペクトル  $P_{BF}(\theta)$  において最高ピークが現れる角度  $\hat{\theta}_{BF}$  を到来波の到来方向と推定する.

3 電波暗室内の到来方向推定実験

図 (b)–(h) を示すパターンを用い CW の 1 波を用いネットワークアナライザの S21 パラメータを測定し受信信号ベクトル  $\mathbf{y}$  を得た. 次, 計算機で到来方向推定を行った. 実験では到来方向  $0^\circ$  から  $360^\circ$  まで  $1^\circ$  の間において到来方向推定をした. この結果, 図 1 に示すように  $360^\circ$  の方向の推定絶対誤差平均は  $4.0^\circ$  で, RMS は  $4.9^\circ$  である.

4 まとめ

ESPAR アンテナによる等価重み行列を使用せず回転対称性を持ったビームパターンをうまく用い到来方向推定法を提案

した. 1 波の環境において任意の到来角度で推定できることが実験的に確認できた. 推定結果の精度は  $4.9^\circ$  RMS 程度であることが分かった.

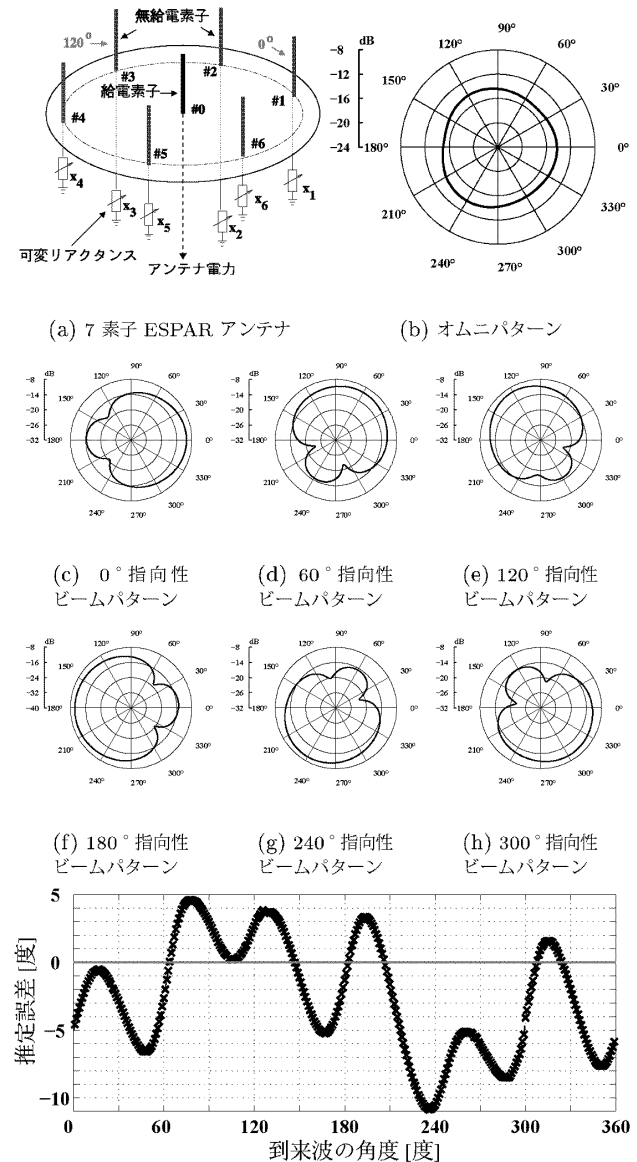


図 1 360 個の到来方向推定実験結果 ( $K = 100$ )

謝辞 御指導を頂いた小宮山所長に深謝する. 本研究は情報通信研究機構の研究委託により実施した.

参考文献

[1] 大平, 飯草: “電子走査導波器アレーアンテナ”, 電子情報通信学会論文誌, **J87-C**, 1, pp. 12–31 (2004 年 1 月).