

映像法を用いる反射板付ダイポールアレーの校正に関する検討

B-1-116

Study on Dipole Array Calibration with Reflector using Method of Images

原 六蔵¹ 山田 寛喜¹ 小川 恭孝² 山口 芳雄¹
 Rokuzou Hara Hiroyoshi Yamada Yasutaka Ogawa Yoshio Yamaguchi

新潟大学工学部 情報工学科¹ 北海道大学 大学院工学研究科²
 Faculty of Engineering, Niigata University Electronics and Information Engineering, Hokkaido University

1 まえがき

電波到来方向推定において、MUSIC法 [1] などスーパーレゾリューション法の適用が望まれる。しかし、高分解能な手法であるため、測定システム系の誤差による推定精度の低下が顕著に表れる。そこで、システム校正が必要となる。アンテナがシンプルにモデル化できる状況ならば、高精度な校正が可能 [2] であるが、特に、アンテナ周囲の物体 (計測装置など) が影響する場合の校正は困難となる。

本稿では、反射板付ダイポールアレーの校正問題を考える。無限に大きな反射板の場合は従来の外部校正信号を用いた校正法は良好に機能するが、有限になると特性が劣化する。しかしながら (受信時の校正に関しては) 素子の映像を考慮した校正を施すことで改善できることを示す。

2 校正方法

反射板が無限地板の場合、映像法により対称な位置にアンテナの映像が存在する状況と等価である。よって、反射板を取り除き、アンテナ素子のみが存在するシンプルなモデルに置き換え可能である。有限な地板の場合にも、これは近似的に成立する。このとき校正行列 W は、複数の既知波源を用いて次式で得られる。

$$W = BA^H(AA^H)^{-1} \quad (1)$$

ここで、 H は複素共役転置、 B は校正用受信データベクトル (素子数 L) を複数 (d 波) 並べた $L \times d$ 行列である。 A は受信データに対応するモードベクトル (映像素子も含む、要素数 $2L$) で構成された $2L \times d$ 行列である。得られる W は $L \times 2L$ 行列であり、映像を用いない既存の外部参照信号を用いた校正手法 [2] の校正行列 ($L \times L$) より大きい。

3 数値計算

ここでは、NEC2[3] を用いた数値計算結果を示す。図1のような4素子半波長等間隔リニアアレーを考える。半波長ダイポール素子のワイヤの向きは y 軸方向で、素子は x 軸に配列している。アレー軸から $1/4$ 波長離れて反射板が存在する。

反射板が無限地板の場合、MUSIC法の推定結果は図2となる。提案校正手法・既存校正手法ともに完全な校正が可能である。但し、図中の入射角度は -80° から 80° まで 20° 間隔であり、校正用波源の入射角度は $-60^\circ, -45^\circ, -30^\circ, -10^\circ, 10^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ とした。

同様に、 x 軸方向に2波長 (アレー長に両端 $1/4$ 波長付加)、 y 軸方向に1波長 (素子長に両端 $1/4$ 波長付加) の反射板の場合、推定結果は図3となる。提案手法は完全な校正でないが、既存の校正手法より精度が良い。また、既知波源として用いた入射角度付近で高精度な校正が実現されていることが分かる。

4 まとめ

反射板を有するダイポールアレーについて、映像法を用いた校正手法を示した。数値解析により、反射板が有限地板であっても既存校正手法より優れた校正効果が得られることを明らかにした。

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金若手研究 (B) 15760257 によるものである。

参考文献

- [1] R. O. Schmidt, IEEE Trans. Antennas and Propagat., vol.AP-34, no.3, pp.276-280, Mar. 1986.
- [2] 新井他, 信学論 (B), vol.J86-B, no.3, pp.527-535, Mar. 2003.
- [3] NEC WIN Professional TM, Nittany Scientific Inc., California, 1997.

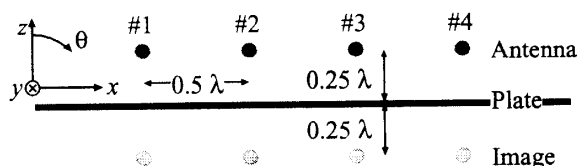


図1 素子および反射板配置

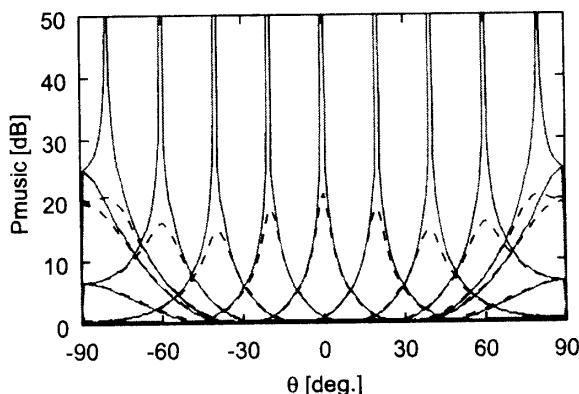


図2 MUSICスペクトル1(無限地板, 提案校正手法・既存校正手法(実線), 生データ(破線))

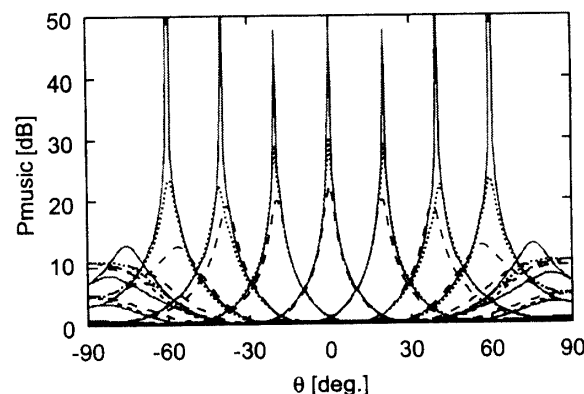


図3 MUSICスペクトル2(有限地板, 提案校正手法(実線), 既存校正手法(点線), 生データ(破線))