

B-1-184

エスパアンテナによるビーム切り替え型アダプティブアレー

Switched-beam adaptive array with ESPAR antenna

森下 雅透¹ 山田 寛喜^{1,2} 太郎丸 真² 大平 孝² 山口 芳雄¹
 Masayuki Morishita Hiroyoshi Yamada Makoto Taromaru Takashi Ohira Yoshio Yamaguchi

新潟大学 工学部¹
 Faculty of Engineering, Niigata University

ATR 波動工学研究所²
 ATR Wave Engineering Laboratories

まえがき エスパアンテナによる受信用アダプティブアレーには、様々なものが提案されている。そのほとんどが、エスパアンテナの特徴である可変リアクタンス値を最適化し、所望の指向性を実現するというアナログRF的なアプローチである [1]。この手法は最適リアクタンス値の探索が困難(収束が遅い)であることに加え、可変パラメータが寄生素子数分のリアクタンス値(純虚数)であるため、同形のDBFアレー(可変パラメータは素子数分の複素数)に比べ、干渉波抑圧性能が劣るという問題点がある。本稿では、その問題点を解決する一手法として、エスパアンテナにおいて形成したビームを高速回転(寄生素子数分のオーバーサンプリング)して得られる受信データを、デジタル処理するビーム切り替え型のアダプティブ信号処理を提案し、提案手法により、従来のDBFアレー相当の干渉波抑圧性能が実現されることを示す。

ビーム切り替え型アダプティブアレー ビーム切り替え型アダプティブアレーのコンセプトは、素子切り替え型アダプティブアレー (switched parastic adaptive array)[2] を拡張したものと考えることができる。シンボルレートの N 倍のオーバーサンプリングでスイッチングした素子切り替え型円アレー (図1では $N=6$) の受信データベクトル r は、

$$r = g_0 A s + n \quad (1)$$

の形で与えられる。ここでは水平面内無指向性(利得 g_0)の素子を仮定している。 s は d 個の到来波の複素振幅ベクトル、 A は各波の到来方向に依存したモードベクトル $a(\phi_i) (i=1, \dots, d)$ を列とする行列、 n は雑音ベクトルである。同一素子で構成された場合、モードベクトルは、素子位置と到来方向により決定される。中心に給電素子を設けた $N+1$ 素子エスパアンテナ (図2) において、あるリアクタンスセットにより形成されるビームを N 倍のオーバーサンプリングで切り替えた場合、その受信データベクトルは、

$$r = G s + n \quad (2)$$

で与えられる。ここで G は、回転ビームにより形成されるモードベクトル $g(\phi_i)$ を列とする行列であり、その j 番目の要素は、ビームの形状を $g_0(\phi)$ として、 $g(\phi_i) = g_0(\phi_i - 2\pi(j-1)/N)$ で表される。ペンシルビームのような単峰性の指向性を回転させた場合、 $g(\phi_i)$ は異なる ϕ_i で互いに独立となり、このデータに対しデジタルアダプティブ制御を施すことにより、式(1)と同等の自由度が実現可能となる。

計算機シミュレーション ここでは2節の定式化に基づき、 $N=6$ とした円アレー (図1, 半径 $\lambda/2$) および $6+1$ 素子円形エスパアンテナ (図2, 半径 $\lambda/4$)、それぞれによる素子切り替え、ビーム切り替えアダプティブアレー

の計算機シミュレーション結果を示す。アレー素子は半波長ダイポールとし、最適化アルゴリズムはLMSを用いた。図3が、到来波を所望波1波、干渉波5波とした場合の(等価)指向性パターンの収束結果である。ここでは、素子切り替えアレーにおいて $SNR=30$ dB, $SIR=0$ dB(干渉波電力は全て同一)となる伝搬環境で評価した。同図の太矢印、細矢印はそれぞれ所望波と干渉波の到来方向を表す。この結果より、エスパアンテナによるビーム切り替えアダプティブアレーが、素子切り替えアダプティブアレーと同等の性能を有しており、5波の干渉波除去が実現されることが分かる。

まとめ 本稿では、エスパアンテナを用いたビーム切り替え型アダプティブアレーを提案し、数値計算により、その有効性を確認した。一般にオーバーサンプリングを行なう切り替え型のアダプティブアレーでは、隣接チャネルの干渉が問題となる [3]。また、ビーム切り替え方式では最適なビーム形状の選択も問題となる。それらの検討が今後の課題である。

参考文献

- [1] 大平, 飯草, “電子走査導波器アレーアンテナ”, 信学論C, vol.J87-C, no.1, pp.12-31, 2004年1月。
- [2] J.D.Fredrick, et. al., IEEE Trans. Antennas and Propagat, vol.52, no.1, pp.106-114, Jan. 2004.
- [3] 太郎丸, 大平, 相野, “高速アンテナ切り換えによる単一受信回路を用いたダイバーシチ受信と適応指向性制御に関する一検討”, 信学技報, RCS, Oct. 2005. (発表予定)

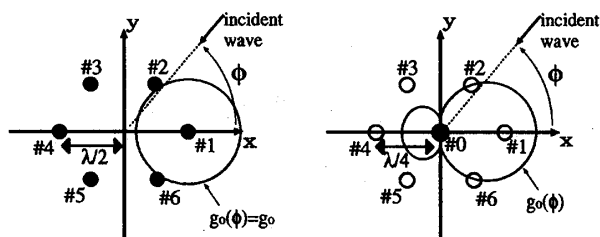


図1 6素子円アレー 図2 7素子エスパアンテナ

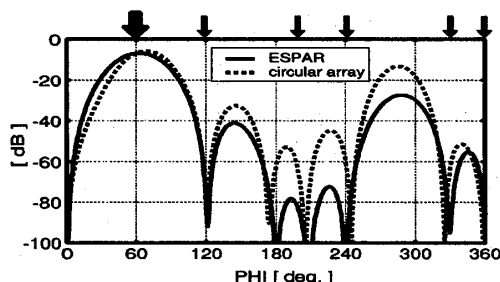


図3 LMSアルゴリズムによる指向性パターン