

ミリ波アダプティブアンテナの構成に関する一検討

Consideration of Millimeter Wave Adaptive Antenna Design

中根義明 加藤春雄 桑原義彦
Y. Nakane H. Kato Y. Kuwahara

伊東正治 丸橋建一
M. Ito K. Maruhashi

静岡大学大学院理工学研究科
Graduate School of Science and Technologies, Shizuoka University

日本電気株式会社
NEC Corporation

1. はじめに

屋内で高速データ通信を実現するため、ミリ波を用いた無線伝送システムの開発が進められている[1]。屋内のミリ波伝送では壁や什器によるマルチパス障害、人が伝播路をさえぎることによるシャドウイングの問題がある。これらの問題を解決するためアダプティブアンテナの導入が考えられる。本稿ではミリ波伝送装置におけるパラサイト負荷切り替え方式アダプティブアンテナ[2]の適用と基礎設計について紹介する。

2. パラサイト負荷切り替え方式アダプティブアンテナ

有限地板上のモノポールの周りに並べた寄生素子の負荷に可変リアクタンス素子を接続し、この値を変えることにより適応ビーム形成を行う ESPAR アンテナ[3]が知られている。しかし、ミリ波帯では(1)ミリ波帯の可変リアクタンス素子の実現が困難(2)高利得が要求される(3)円偏波を使用等の理由から ESPAR アンテナの適用は困難である。

一方、筆者らが開発しているパラサイト負荷切り替え方式アダプティブアンテナは(1)ミリ波帯の高速電子スイッチは本方式で使用可能なデバイスが開発されている(2)マイクロストリップパッチアンテナ(MSPA)の適用により容易に高利得が実現でき(3)円偏波の利用も可能である。

図1にミリ波伝送システム(使用周波数帯域は60GHz)への適用を考慮したパラサイト負荷切り替え方式アダプティブアンテナのアンテナ開口を示す。アンテナ開口は同一誘電率の4層基板で実現される。アンテナ素子はクロススロット給電の dual polarized 方形 MSPA である。全周波数帯域で良好な整合と本方式に必要な強力で安定した相互結合特性が得られる。2点給電の装荷スタック方式の MSPA を用いれば広帯域で良好な円偏波特性と強力で安定した相互結合特性が得られるが、構造上の制約から今回は dual polarized MSPA を用いた。これをアレー開口の中心に1素子、半径 0.4λ の円周上に6素子、半径 0.8λ の円周上に12素子配しアンテナ開口を構成する。

電子スイッチにより4つの異なる負荷値 $Z_0^*(3.14-j0.58\Omega, 0.28-j0.04\Omega, 1.4+j1.0\Omega, 0.95-j1.0\Omega)$ が寄生素子に与えられる。それぞれの素子で異なる4負荷設定値により適応ビームを形成する。適応ビーム形成のための評価関数は規範信号と受信信号間の相関係数である。これを最小とする負荷設定状態を探索するが、その組合せは $4^{18}=687$ 億通りとなるので、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて最適な組合せを探索する。次世代に残す母集団の選択にベスト N 選択法を適用することにより10~20世代で収束する。

3. シミュレーション

アンテナ開口の正面から所望波が、所望波の1/2の電力を持つ2つの干渉波を仮定し、互いに少なくとも20°の分離角で到来する場合に期待できる SINR を計算した。ここで雑音レベルは単1素子で受信した所望波受信電力より30dB小さいと仮定した。図2に結果を示す。本設計により90%以上の確率で $\text{SINR} > 10\text{dB}$ が期待できるアダプティブアンテナを実現できる。

4. 結言

ミリ波屋内無線伝送システムへの適用を考慮したアダプティブアンテナの設計について紹介した。本検討結果に基づき試作評価を実施する計画である。

文献

- [1]大畑他, “60GHz 帯ギガビットワイヤレスリンク,” 信学総大, SA-9-6, 2004.
[2]桑原他, “パラサイトスイッチ方式アダプティブアンテナ,” 信学論 B, Vol.J85B No.12 pp.2265-2269, 2002.
[3]大平, “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.

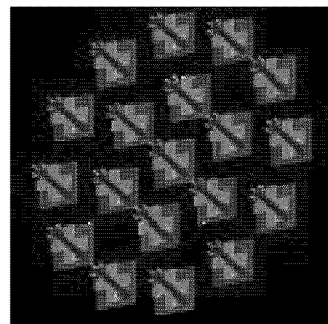


図1 アンテナ開口

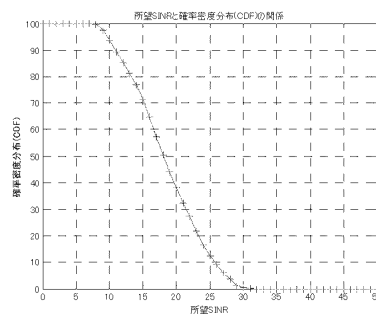


図2 期待できる SINR