

B-1-74

PSO を用いた U 字型折り返しダイポールアンテナの形状最適化 Shape optimization of U-Shaped Folded Dipole Antenna using PSO

グエン・トゥワン・ハン†
Nguyen Tuan Hung

森下 久†
Hisashi Morishita

泉井 一浩††
Kazuhiro Izui

西脇 眞二††
Shinji Nishiwaki

防衛大学校 電気電子工学科†
Electrical & Electronic Eng., National Defense Academy

京都大学大学院工学研究科機械理工学専攻††
Mechanical Eng., Graduate School of Eng., Kyoto University
[2] Gerhard Venter, "Particle Swarm Optimization", AIAA JOURNAL
Vol.41, No.8, August 2003

1. まえがき

既に WiMAX 用のアンテナとして、U 字型折り返しダイポールアンテナ(UFDA)が提案されている[1]。導体板(GP)上のアンテナ素子を低姿勢化させた場合における VSWR 特性劣化を改善するため、GP を部分的に削除する方法の有効性と広帯域の可能性が確認されている。ここでは、PSO (Particle Swarm Optimization) 最適化手法[2]を用い、GP の最適な形状について検討する。

2. アンテナ構成

図 1 に UFDA モデルを示す。75×31mm² の GP 上に UFDA が配置されている。UFDA は、素子幅が 5mm、GP に沿って曲げた長さが 16mm、高さが 4.2mm である。給電は同軸線を用い GP 上端から行なう。UFDA 素子及び GP は銅板であり、厚さはそれぞれ 0.2mm 及び 0.5mm である。

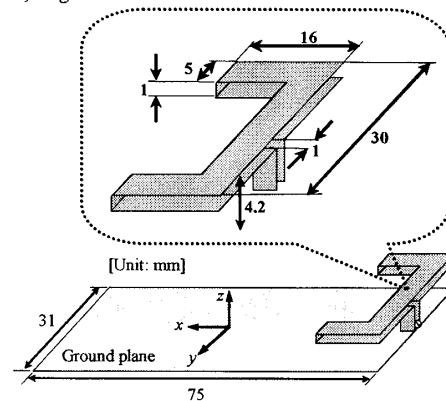


図 1: アンテナモデル

3. PSO 最適化手法と GP 削除への適用

PSO (Particle Swarm Optimization)は粒子群最適化と言い、自然界の鳥や昆虫のような集団的な行動により、餌等を探索する能力を向上させる生き物の習性を模倣する最適化手法である。PSO には、アルゴリズムが簡単で、連続変数の問題において、目的関数を速く収束させ、効率よく最適解を探せる特徴がある。

今回の削除方法について、PSO 設計変数を図 2(a)に示す。GP の両長辺から削除し、 x_1 を削除位置、 x_2 と x_3 をそれぞれ Ox と Oy 方向の削除距離とする。PSO 目的関数は、重み付き総和法により、以下のように設定する。

$$F = w_1 V_1 + w_2 V_2 + V_3 w_3 + (1-w)S \quad (1)$$

式(1)において、 S は GP の削除面積 $S_{\text{cut}} = 2x_2x_3$ の規格値であり、 $w=0.9$, $w_1=w_2=w_3=1/3$ は重み係数である。 V_1, V_2, V_3 は VSWR 値が高くなる傾向のある 3 つの周波数 f_1, f_2, f_3 における VSWR 値であり、ここで $f_1=2.4\text{GHz}$, $f_2=3.2\text{GHz}$, $f_3=3.95\text{GHz}$ と設定する。関数 F の最小値は、PSO により $F_{\text{min}}=1.3395$ となり、図 2(c)に示すように $x_1=13$, $x_2=1$, $x_3=14$ の最適解が検出された。この結果を前回の PSO を用いない場合の結果と比較すると、 S_{cut} を 28 mm² まで低減する事が出来、更に VSWR 特性は、およそ 500MHz ほど広帯域化される事が分かった。

4. まとめ

PSO 最適化手法を UFDA の GP の削除へ適用する事によって、VSWR 特性の広帯域特性と削除面積の低減を有する GP の最適な形状を見つける事が出来た。今後は詳細に動作原理を調べて行く予定である。

参考文献

- [1] Nguyen Tuan Hung, "WiMAX 用折り返しダイポールアンテナに関する基礎検討", 2010 信学会ソサイエティ大会, B-1-128

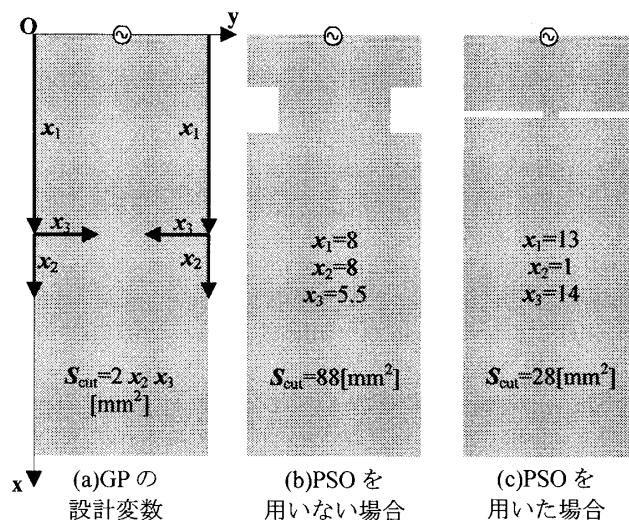


図 2: 導体板 (GP) の形状

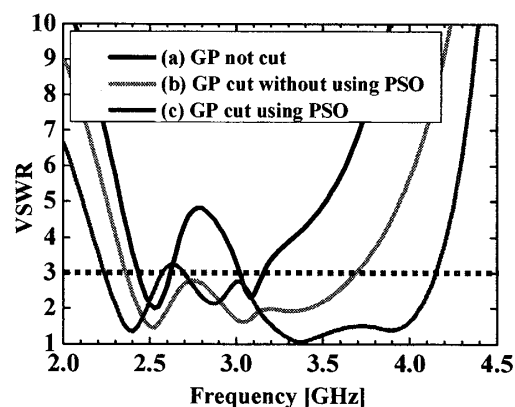


図 3: VSWR 特性比較