Instructive simulator for analysis of a thin wire antenna using wavelet

ウェーブレットを用いた線状アンテナ解析用の教育ツールの開発

Takahito SUZUKI and Tsunenori SUZUKI

Faculty of Science, Tokai University, 1117 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-1292 Japan,

TEL:81-463-1211(EXT.3680), FAX:81-463-58-1812

Harunobu SEITA, Chikara ITOH and Shigeo KAWASAKI

Faculty of Engineering, Tokai University, 1117 Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-1292 Japan,

TEL:81-463-58-1211(EXT.4061)

(Received 14, November 1998 Accepted 11, July 1999)

In this research, developments of an educational tool and an instructive simulator for a beginner in the antenna technology were carried out, which provide an analysis of thin wire antenna as well as the basic electromagnetic theory. This instructive simulator is believed to be very useful for a basic analytical function by mean of adopting wavelet.

Key Words: GUI(Graphical User Interface), CGI(Common Gateway Interface), Wavelet

I. INTRODUCTION

初心者がアンテナ解析を学習する際の問題点として、アンテナの視覚的イメージを掴むことは非常に重要な要素である。このことを解決するために本研究は、GUI (Graphical User Interface) を利用し、初心者を対象にした線状アンテナ解析の教育ツールの開発を行った。GUI はグラフィカルオブジェクトを使用したウィンドウベースのユーザーインターフェイスである。^{1,2} アプリケーションソフトを使用する上で GUI が便利な手法であり、本教育ツールに対しての有用性と可能性について考察する。また、近年信号処理の方法として注目を集めているウェーブレットの説明も行う。^{3,4}

II. EXPERIMENTAL

本研究は GUI を用いたアンテナ解析の教育ツールの開発と研究を行った。

波動方程式、アンテナの放射特性およびウェーブレットのページにブラウザで表示するため、HTML 言語を使用した。また、半波長ダイポールアンテナの電流分布を計算する部分に C 言語によって組まれた CGI (Common Gateway Interface) を利用し、学習者から入力フォームに入力された結果をブラウザに返し、その結果をテキスト形式で保存している。また、電流分布のグラフ化には Visual Basic を使用し GUI を作成した。

ウェーブレットとは、信号を切り出すときの単位として用いるものである。信号を切り出す前の元のウェーブレットを $\Psi(x)$ で表し、これをマザーウェーブレットと呼ぶ。関数 $f(x)$ のマザーウェーブレット $\Psi(x)$ によるウェーブレット変換は次のように定義される。

$$(W_\Psi f)(b, a) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) f(x) dx$$

また、ウェーブレット変換から元の信号 $f(x)$ を復元する逆ウェーブレット変換が存在し、それは次式で与えられる。

$$f(x) = \frac{1}{C_\Psi} \iint (W_\Psi f)(b, a) \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{x-b}{a}\right) \frac{da db}{a^2}$$

以上のものは連続ウェーブレットと呼ばれるものだが、他に離散ウェーブレットというものがある。これは、基底関数を作ることができるような $\Psi(x)$ を用いたものであり次のように定義される。

$$d_k^{(j)} = 2^j \int_{-\infty}^{\infty} \psi(2^j x - k) f(x) dx$$

$$d_k^{(j)} = (W_\Psi f)(2^{-j} k, 2^{-j})$$

また、離散ウェーブレット逆変換は次のように定義される。

$$f(x) \approx \sum_j \sum_k d_k^{(j)} \psi(2^j x - k)$$

半波長ダイポールアンテナの電流分布の解析に使用するモーメント法に対して、ウェーブレットを用いたときとウェーブレットを用いないときでは、どのような違いが考えられるか考察を行う。

III. RESULT

Figure 1 に本教育ツールに関するプログラムの基本的な流れを示す。まず学習者は、ブラウザを使って線状アンテナ解析に必要な波動方程式、アンテナの電流分布、および放射特性の求め方について基本的な理論を学ぶ。そしてウェーブレットでは種類、フーリエとの比較、多重解像度解析を学ぶ。ここではブラウザ上で画像を示しながら説明しているので、学習者にとってイメージがつかみやすく非常に分かりやすくなっている。本研究は実際に計算を行う部分で、Fig.2 に示す管状の半波長ダイポールアンテナの電流分布を計算した。この計算は学習者から入力フォームにアンテナの長さ (Length)、半径 (Radius)、分割数 (Segment number) が入力される。この入力されたデータは C 言語でプログラミングされた CGI によって計算している。この計算した結果は、分割

数(Segment number)に入力された数値によって分割された、半波長ダイポールアンテナの長さに対応する電流の値が出力される。このデータをテキスト形式で保存し、Visual Basic を用いてファイルを読み込んでプロットすることにより GUIとしてグラフを作成した。Fig. 3に示すように、横軸がアンテナの長さ、縦軸が電流値を表している。DOS プロンプトの画面に表示させるときよりもコマンドボタンや色などを使ってグラフを表示させることができるので、視覚的に情報が表示でき、初心者に対しても非常にわかりやすいグラフになっている。このグラフの利点として、テキスト形式で保存されたデータを読み込みグラフ化を行っているので、開発した GUIによるグラフ表示部分は、学習者によって入力された任意のデータに対しグラフ化することができる。このことにより、ダイポールアンテナの電流分布を学習者に対し視覚的に受け入れられ、学習者に対しイメージがつかみやすいグラフを表示することを確認できた。

FIG. 1. Flow of this system.

FIG. 2. Dipole Antenna.

FIG. 3. Graph of an amperage distribution.

IV. CONCLUSIONS

本研究では初心者を対象にした教育ツールとして、コンピュータと学習者の接点となるユーザーインターフェイスという点に着目し、GUI を利用したアンテナ解析の教育ツールの研究と開発を行った。GUI、CGI を利用することにより、学習者に対し視覚的に情報を伝えることができ、任意のデータに対してさまざまな形のグラフを表示させることを確認した。このことにより、電流分布の視覚的イメージを掴むという問題点を解決した。本研究では半波長ダイポールアンテナにおける電流分布のグラフ化を2次元で表示したが、3次元表示を加え、実際の半波長ダイポールアンテナに近い形を表示し、学習者から質問等の情報を受けるシステムを構築すれば、学習者の疑問に応じた、より理解しやすい教育ツールができると考えられる。また、ウェーブレットを組み込んだ計算プログラムを使用すれば、計算時間の短縮、および解の精度が向上することが考えられ、さらに詳細なデータに関しての解析が可能となる。以上のことを改良すれば、初心者を対象としたさらに完成度の高い教育ツールが期待できる。

REFERENCES

- ¹ Dan R. Olsen Jr : Basic of GUI,(1995) , pp.1 - pp.14
- ² S.Itoh, M.Ohmiya : CAD program for a microwave circuit engineer and researcher, (1998) ,3.4 Graphical User Interface
- ³ A.Ikemoto,S.Kawasaki : Microwave skill report, (1997)
- ⁴ A.Ikemoto : Master's thesis of Tokai University, (1997) ,pp.23 - pp.36

Presented at '98 SAS Intelligent Symposium