

平成13年 2月22日

電子・情報工学専攻	学籍番号	943420
申請者氏名	高橋 港一	

指導教官氏名	宮崎保光 後藤信夫
--------	--------------

論文要旨 (博士)

論文題目	電磁波パルスレーダにおける FDTD 法による反射・散乱特性解析に関する研究
------	--

レーダは、電波を目標物に照射し、散乱波を受信することによって目標物までの距離や大きさなどの情報を得る装置であり、目標物の検出精度を高めるには、その目標物体による電磁波散乱特性の詳細な把握が不可欠である。

本研究の目的は、最も一般的である電磁波パルスレーダに関して、時間領域での電磁界解析手法である FDTD (有限差分時間領域) 法を用いて数値解析を行い、物体による電磁波パルスの反射・散乱特性を明らかにすることである。

レーダとして、最近関心が高い、埋設管や埋設ケーブル、考古学的遺跡、地雷等の検出を目的とした地中探査レーダと、ITS (高度道路交通システム) における車輛の安全走行、自動運転を目的に開発が進められている自動車衝突防止用ミリ波レーダを解析の対象とし、FDTD法による計算機シミュレーションを行った。

地中レーダのシミュレーションでは、深さ1m以下の浅い位置にある地下空洞を目標物とし、地中が不均質媒質であるときの、時間応答における不要散乱波の強度や波形歪みを統計的に評価した。地中の誘電率がランダムに変化しているランダム媒質やゆらぎをもつ地中からの電磁波散乱応答のそれぞれについて統計量を導入し、ランダム媒質が目標物体の検出に及ぼす影響について定量的に示した。同様に、地表面がランダムな地形を有しているときの、地形が地中レーダの時間応答に及ぼす影響についても、ランダムな地表面に統計量を導入し、表面と時間応答の関係を示した。これらの結果から、媒質の統計量が増加すると、時間応答の統計量も増加する傾向が得られた。従って媒質が複雑になるほど、不要散乱波の影響も大きくなり、目標物の検出は困難になる。不要散乱波が強い媒質において目標物による散乱波を検出するには、不要散乱波を除去するための信号処理が必要である。

本研究ではこのような信号処理として、ウェーブレット変換を時間応答に適用し、地中からの散乱応答の時間一周波数解析を行った。この結果、特定の条件の下では、不要散乱波のウェーブレット係数をしきい値によって除去し逆変換することで、目標信号の特徴をある程度保存しつつ、不要散乱波が抑圧された信号を再構成できると思われる。

また、自動車衝突防止用ミリ波レーダのシミュレーションでは、レーダで先行車輛を照射したときの車輛後部における電磁波の反射・散乱および受信アンテナによって受信される時間応答の基礎的特性を示した。自動車用ミリ波レーダは、波長約3.9mmの電磁波を用いる。散乱体である車輛は数mの大きさであるため、波長の数百倍となり、FDTD法で直接計算するには、効率的でない。本研究では自由空間中における波動方程式のGreenを用いることにより、効率的に計算した。

これらのシミュレーションにより、FDTD法はランダム媒質などの複雑媒質の解析に適しており、遠方界変換等の解析的手法との適合性もよく、広範囲にわたる電磁波パルスレーダの散乱特性解析に非常に有効であることが示された。