

UWBパルスレーダによる高速画像化手法のためのカルマンフィルタを用いた多干渉条件下での特性改善

Application of fast imaging algorithms with UWB pulse radars
to complex-shaped targets

関 鷹人 †
Takato Seki

木寺 正平 †
Shouhei Kidera

阪本 卓也 †
Takuya Sakamoto

佐藤 亨 †
Toru Sato

† 京都大学大学院 情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kyoto Univ.

1 はじめに

UWBパルスレーダのための高速画像化手法であるSEABED法を実用化する上で複雑な形状の物体への適用が困難である問題が指摘されている [1]。これは複雑な形状の物体は多数の散乱点を持つため、散乱波形同士が干渉を起こすためである。これに対し我々はカルマンフィルタを用いたアルゴリズムを提案し、数値計算による評価を行った [2]。本稿では提案法を実験データにも適用するため、振幅情報を利用する新たな手法を提案する。

2 既知波形に対するSEABED法による複雑形状推定

SEABED法とは、境界散乱変換に基づいたUWBパルスレーダのための高速画像化手法である。アンテナ座標と目標までの距離との関係を表す曲線を擬似波面と呼ぶ。ここで目標物体の境界と擬似波面との間の変換関係を利用し、アンテナの受信信号から反復計算を用いずに一意に目標形状を推定することができる。

散乱波形同士が干渉を起こす場合にSEABED法を適用するために、我々はカルマンフィルタを用いて干渉部分の擬似波面を推定する方法を提案してきた [2]。この手法は、干渉部分と非干渉部分に異なるカルマンゲインを設定することで干渉部分の擬似波面を効率的に推定する。この際、干渉部分の検出が必要であり、数値計算においては波形が既知であることを前提とした手法を提案してきた。しかし、実験においては散乱波形が形状に依存し、干渉の検出が困難である。

3 波形が未知の場合の提案干渉検出法

擬似波面に沿った振幅の加加速度によって干渉領域を推定する方法を用いる。干渉の無い散乱波の振幅はなめらかに変化するが、干渉が起こった場合には振幅に振動性的変化が起こることを利用する。本手法では振幅変化の加加速度の瞬時包絡線を計算し、閾値によって干渉部分を推定する。加加速度 $j(X)$ は擬似波面に沿った受信信号 $S(X)$ により次式で求める。

$$j(X) = \frac{\partial^3}{\partial X^3} S(X) \quad (1)$$

$j(X)$ の瞬時包絡線を計算することで干渉を検出する。

大小二つの円筒を設置しその形状をSEABED法で推定する実験を行う。実験より得られたデータを図2に示す。アンテナ座標-0.2m、時間方向2~3nsecの部分にお

いて両円筒からの擬似波面が交差し、干渉している。擬似波面のうち右側のものをカルマンフィルタで追跡し、振幅の加加速度の変化をプロットしたものを図3に示す。破線で示す閾値を越えた部分は信号の干渉部分を正しく推定している。

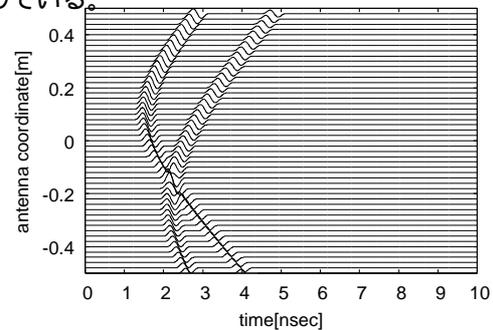


図1 数値計算による受信信号

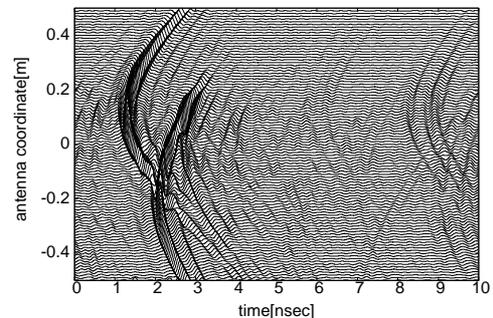


図2 実験での受信信号

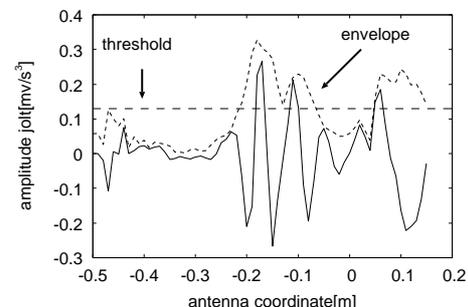


図3 擬似波面に沿った振幅変化

参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, IEICE Commun., vol. E87-B, no. 5, May, 2004.
- [2] 関 鷹人 他, 電子情報通信学会ソサエティ大会, Sep. 2006