

部分境界散乱変換とカルマンフィルタを用いた UWBパルスレーダのための干渉除去アルゴリズム

An algorithm for the reduction of interference

with fractional boundary scattering transform and Kalman filter for UWB pulse radars

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問題点となっているのが、複雑な形状の物体に適用が困難である点である。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。

2 SEABED法

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。図1に単純な形状の物体と複雑な形状の物体のモデルを示す。左側の円が単純な形状の物体を模擬し、右側の点群は多数の散乱点を持つ複雑な形状物体を模擬しており、各点の大きさは反射係数を表している。SEABED法ではモノスタティックシステムを想定し、アンテナは x 軸上を走査し、各々の場所でパルスの送受信を行う。アンテナ位置 (X) で時刻 $t = Y/2c$ (c :光速)に受信された信号を $s(X, Y)$ とし、アンテナ座標 X と目標までの距離 Y との関係を表す曲線を擬似波面と呼ぶ。目標物体やアンテナ位置など (x, y) で表される空間を実空間、 (X, Y) で表される空間をデータ空間と呼ぶ。ここで目標物体の境界 (x, y) と擬似波面 (X, Y) の間には境界散乱変換が成り立つことがわかっている[1]。この変換には逆変換が存在し、アンテナの受信信号から擬似波面 (X, Y) を抽出して逆境界散乱変換を適用することにより反復計算を用いずに一意に目標形状 (x, y) を推定することができる。

3 カルマンフィルタ

散乱波形同士が干渉を起こすような一般的なケースでは、擬似波面の正確な抽出は困難とされてきた[1]。このような状況でSEABED法を適用するためには、干渉波形からの擬似波面抽出技術の開発が必要である。本研究では、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する。カルマンフィルタは非定常性信号に対する最適フィルタであることが知られており、航空機などのレーダトラッキングにも用いられている。図2に図1のモデルからの信号から推定された擬似波面と、トラッキングのイメージを示す。カルマンフィルタによって干渉部分の擬似波面を非干渉部分の擬似波面の延長として推定する。

4 部分境界散乱変換

カルマンフィルタの適用対象となる軌跡はなめらかである必要があるが、擬似波面は目標物体形状によっては不連続点を持つことがある。このような場合にもカルマンフィルタを適用するため、実空間とデータ空間の間に存在する部分変換空間を扱う変換(部分境界散乱変換)を用いる[2]。この変換により、データ空間で不連続であるような擬似波面を部分変換空間でなめらかにすることができ、カルマンフィルタが適用可能となる。

部分空間変換とカルマンフィルタを併用した擬似波面推定システムの動作概念を図3に示す。

参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, IEICE Commun. , vol. E87-B, no. 5, May, 2004.
- [2] T. Sakamoto and T. Sato, IEEE AP-S International Symposium, July, 2006. (accepted)

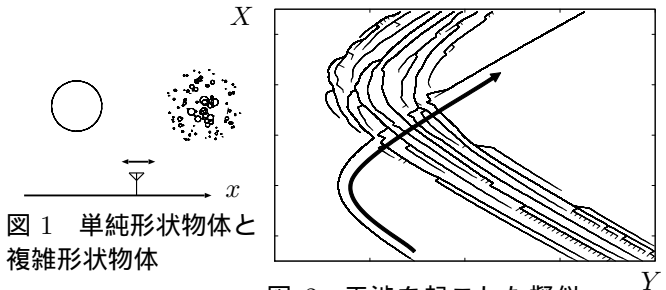


図1 単純形状物体と複雑形状物体

図2 干渉を起こした擬似波面と追跡イメージ

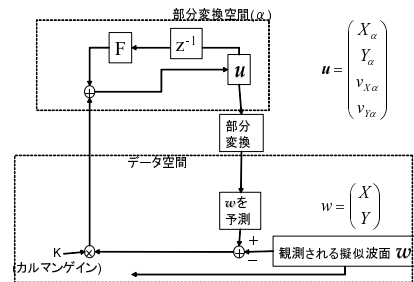


図3 部分空間変換とカルマンフィルタを併用した擬似波面推定システム