

UWBパルスレーダのための高速画像化手法の 複雑形状物体への適用に関する検討

An application of a fast imaging algorithm 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画像化手法であるSEABED法は、従来手法では不可能であった高速処理を実現する技術であり、ロボット等のリアルタイム用途への応用が期待される。これまでSEABED法の特性検討は比較的単純な形状の目標についてのみ行われてきた。本稿では、人間の顔面などの複雑な形状の目標に対するSEABED法の特性について検討する。

2 SEABED法

SEABED(Shape Estimation Algorithm based on BST and Extraction of Directly scattered waves)法とは、可逆な変換である境界散乱変換(Boundary Scattering Transform)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。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 - y 平面上を走査し、各々の場所でパルスの送受信を行う。アンテナ位置 $(X, Y, 0)$ で時刻 $t = Z/2c$ に受信された信号を $s(X, Y, Z)$ とする。 $s(X, Y, Z)$ の等位相面を擬似波面と呼ぶ。但し c は空気中の光速である。目標物体やアンテナ位置など (x, y, z) で表される空間を実空間、 (X, Y, Z) 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, z) と擬似波面 (X, Y, Z) の間には次式に示す境界散乱変換が成り立つ。

$$\begin{cases} x = X - Z\partial Z/\partial X \\ y = Y - Z\partial Z/\partial Y \\ z = Z\sqrt{1 - (\partial Z/\partial X)^2 - (\partial Z/\partial Y)^2} \end{cases} \quad (1)$$

アンテナの受信信号から擬似波面 (X, Y, Z) を抽出し、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, z) を推定することができる。

3 複雑な形状の物体への適用

これまでSEABED法を単純な形状の物体に対して適用することを検討してきた[1][2]。ここでは複雑な形状に対するSEABED法の特性を調べる。複雑な形状の一例として図1に示す人間の顔面形状を真の目標形状とする。ただしアンテナは $z = 220$ の面上を走査するものとする。このように複雑な形状の物体にSEABED法を適用する際に問題となるのが、擬似波面の抽出である。これは、あるアンテナ位置を通り、目標境界面に直交する直線が多数あるために、目標境界面上の多くの点から

の散乱波同士が干渉し、単純な処理により同位相面を分離して抽出することが困難であるためである。ただし、真の擬似波面が既知であるという仮定の下では、逆境界散乱変換により図2に示す通り、目標形状の推定が可能である。ここでは簡単のため、推定形状が一価関数になることを仮定し、推定像に対しガウス関数による平滑化を行っている。

4 まとめ

以上の通り、逆境界散乱変換自体は複雑形状目標に対応しうることが確認された。しかし、SEABED法を実用化する上で波形重畳を考慮した新たな擬似波面抽出手法の開発が必要である。現在、抽出の容易な擬似波面を先に推定し、順次除去することにより多干渉波環境での擬似波面抽出法について検討している。

参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, IEICE Commun., vol. E87-B, no. 5, pp. 1357–1365, May, 2004.
- [2] T. Sakamoto and T. Sato, IEEE AP-S Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting, vol. 2, pp. 2099–2102, June 2004.

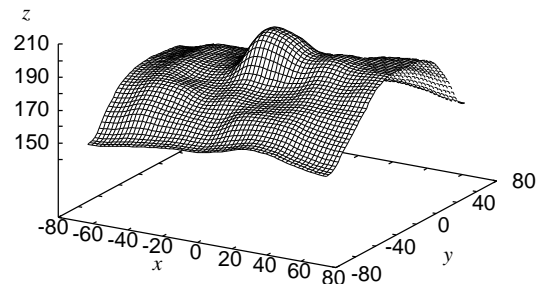


図1 真の目標形状

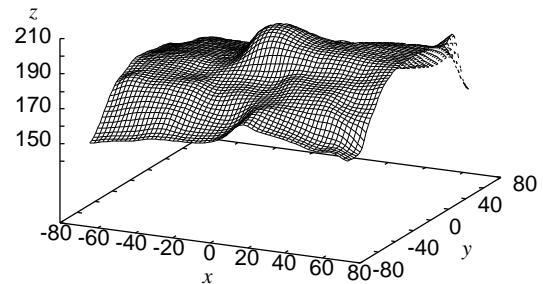


図2 SEABED法により推定される形状