

UWBパルスレーダのための円群の包絡線を利用した雑音耐性の高い高速物体像推定法

A fast and robust imaging algorithm with envelope of circles for UWB pulse radars

木寺 正平¹
Shouhei Kidera

阪本 卓也¹
Takuya Sakamoto

佐藤 亨¹
Toru Sato

京都大学大学院 情報学研究科¹
Graduate School of Informatics, Kyoto University

1 はじめに

室内ロボット等の環境計測技術として UWB パルスレーダが有望とされている。これに適する高速物体像推定手法として、我々は SEABED 法を提案している [1]。SEABED 法は到来波面と物体境界面との間に成立する可逆変換を利用して直接的に物体像を得る。SEABED 法は高速な推定を実現する一方、雑音環境下で微分操作による推定像の劣化が報告されている。これに対し、我々は円包絡線抽出を用いた物体像推定手法を提案している [2]。この手法は SEABED 法の雑音耐性を大幅に改善し、高速な推定を実現するが、物体形状を凸形状に限定している。本稿ではこの手法を任意物体形状へ拡張し、数値計算により特性評価を行う。

2 システムモデル

図 1 にシステムモデルを示す。本稿では 2 次元問題を仮定し、伝搬空間は非分散等方性媒質をとする。無指向性送受信アンテナを x 軸上で走査する。目標物体は明瞭な境界を持つ任意形状とする。送信素子に与える電流波形はモノサイクルパルスとし、空間及び時間はその中心波長で正規化する。アンテナ位置座標を $(X, 0)$ とし、各素子の整合フィルタの出力波形から抽出される曲線 (以後、擬似波面と呼ぶ) を (X, Y) とする。また物体境界線を (x, y) とする。

3 提案手法

SEABED 法では抽出される擬似波面から、逆境界散乱変換 $x = X - YdY/dX, y = Y\sqrt{1 - (dY/dX)^2}$ により直接的に目標形状を推定する。しかし変換式に微分を用いているために雑音に対し不安定であるという問題を有する。この問題を解決するため、円包絡線抽出を用いた境界推定法を提案する。擬似波面 (X, Y) より物体境界上の点 (x, y) を次式で求める。

$$y = \begin{cases} \max_X \sqrt{Y^2 - (x - X)^2} & (x \in \gamma, g(X, Y) > 0) \\ \min_X \sqrt{Y^2 - (x - X)^2} & (x \in \gamma, g(X, Y) < 0) \end{cases} \quad (1)$$

ここで $g(X, Y) = 1 - Yd^2Y/dX^2 - (dY/dX)^2$ である。領域 γ は擬似波面の両端点での各隣接円交点から求まる。また $g(X, Y)$ の符号は、擬似波面の大域的特徴を用いて判定する。式 (1) は擬似波面より得られる円の包絡線抽出を表す。本手法は擬似波面の微分を用いないため、目標境界推定において高い安定性を保有する。

4 特性評価

図 1、2 は SEABED 法及び提案手法における推定点を示す。擬似波面は既知とし、白色雑音を与える。SEABED 法による推定像では、擬似波面の微分に起因する像のぼらつきが顕著に見られる。これに対し、提案手法による推定像は安定かつ高精度であることが確認出来る。これは、円の包絡線が物体の傾きを保持しながら境界を推定することに起因する。また計算時間は擬似波面が得られてから、Xeon 3.2 GHz プロセッサで約 0.02 秒であり、非常に高速な処理が可能である。

参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, *IEICE Trans. Commun.*, vol. E87-B, no. 5, pp. 1357-1365, 2004.
- [2] 木寺 正平, 阪本 卓也, 佐藤 亨, アンテナ伝搬研究会, AP2005-167, pp. 49-54, Feb, 2006.

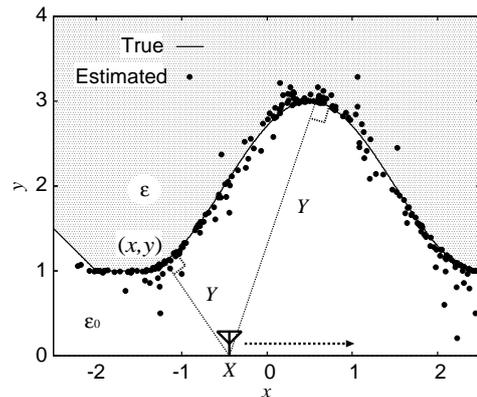


図 1 SEABED 法による推定像

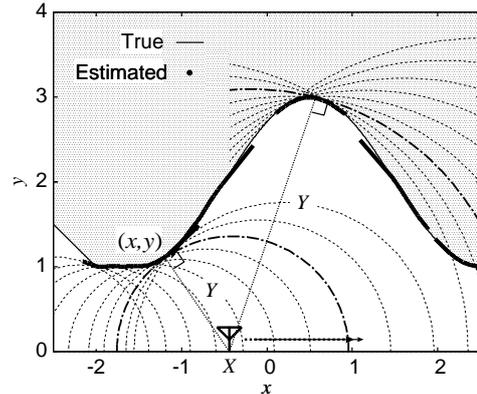


図 2 提案手法による推定像