

周波数シフト補正及び球群の包絡面を用いた 超波長分解能 UWB レーダイメージング

木寺 正平 阪本 卓也 佐藤 亨

京都大学 情報学研究科

kidera@aso.cce.i.kyoto-u.ac.jp

1. はじめに

アンテナ鏡面, 航空機体等の非接触計測技術として UWB パルスレーダが有望である. 上記用途に適する超高速立体像推定法として SEABED 法が提案されている[1]. しかし SEABED 法は受信データの微分に起因する不安定性を有する. これに対して, 我々は球群の包絡面を用いた立体像推定法を提案している[2]. 同手法は微分を用いずに, 任意境界面に対して高速・安定な形状推定を実現する. しかし同手法では, 散乱波形変化に起因する推定像の劣化が問題となる. 上記問題を解決するため, 本稿では散乱波形の中心周波数シフトを利用した高速・高精度形状推定法を提案する.

2. システムモデル

図 1 にシステムモデルを示す. 目標は明瞭な境界面を持つとする. 無指向性送受信素子を $z=0$ 平面上で走査する. 伝搬速度 c は既知かつ一定とする. 送信波形はモノサイクルパルスとし, 空間はその中心波長 λ で正規化する. 送信波形を用いた整合フィルタを適用する. 素子位置を $(X, Y, 0)$ とし, 整合フィルタ出力波形より抽出される距離を Z とする. 曲面 (X, Y, Z) を擬似波面と呼ぶ. 物体境界面を (x, y, z) とする.

3. 立体形状推定アルゴリズム

球群包絡面を用いる立体像推定法[2]では凸物体境界面が球群の外包絡面上に存在すると仮定する. 各 (x, y) に対し, z を次式で求める.

$$z = \max_{(X, Y) \in \Gamma} \sqrt{Z^2 - (x - X)^2 - (y - Y)^2} \quad (1)$$

但し Γ は擬似波面の定義域を示す. 同手法での推定像を図 2 に示す. 同図よりエッジ領域において推定像の劣化が確認できる. これは送信及び散乱波形間の波形不整合に起因する. 本手法は散乱波形変化に伴う中心周波数シフトを利用し, 擬似波面を以下の式で補正する.

$$Z' = Z + \frac{f_0}{W} (f_{tr}^{-1} - f_{sc}^{-1}) \quad (2)$$

但し f_{tr} と f_{sc} は送信及び受信信号の中心周波数を示す. また $f_0 = c/\lambda$, W は送信波形の比帯域

幅に依存する定数であり, 本稿では $W = 4$ とする. $Z = Z'$ として式(1)に代入し, 物体境界を得る.

4. 特性評価

図 2 に提案手法による推定像を示す. 但し, 雑音は考慮しない. 同図より提案手法がエッジ領域を含め高精度な立体像推定を実現することが確認できる. 推定精度の RMS 値は $9.8 \times 10^{-3} \lambda$ 波長であり, SN 比 30dB 以上の白色性雑音下でこの精度を保持する. また計算時間は約 0.2 秒であり, 実時間処理に適する. 本手法の有効性は実環境下でも確認しており, 高性能レーダ画像化手法として有望である.

参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, IEICE Trans. Commun., vol. E87-B, no.5, pp.1357--1365, 2004.
- [2] S. Kidera, T. Sakamoto and T. Sato, Electro Magnetic Theory Symposium 2007, July, 2007.

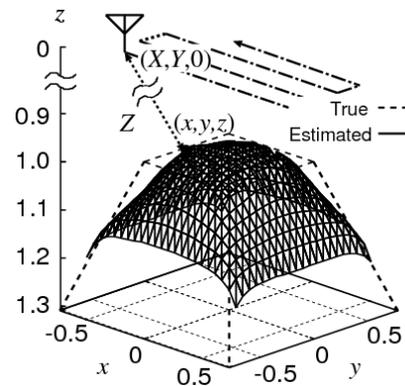


図 1 従来手法による推定像

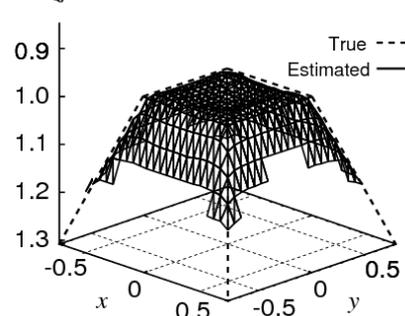


図 2 提案手法による推定像