

UWB パルスレーダのための周波数シフトを利用した高速・高精度立体像推定法

High-speed and accurate 3-D imaging algorithm with spectrum shift correction for UWB pulse radars

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 University

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。我々は既に球群の包絡面を用いた立体像推定法を提案している [1]。同手法は任意境界面に対し、高速かつ安定な形状推定を実現する。しかし散乱波形変化に起因する推定像の劣化が問題となる。これに対し、2 次元の場合には波形推定法 [2] が形状推定精度の改善に有効である。しかし 3 次元の場合には同手法は膨大な計算時間を要し、問題となる。本稿では散乱波形の中心周波数シフトを利用した高速・高精度形状補正法を提案する。

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 周波数シフトを用いた直接的形状補正法

球群包絡面立体形状推定法 [1] 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 1 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。

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

但し f_{sc} と f_{tr} は受信及び送信信号の中心周波数を示す。 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 9.8×10^{-3} 波長であり、SN 比 20dB 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。

参考文献

- [1] S. Kidera, T. Sakamoto, and T. Sato, Electro Magnetic Theory Symposium 2007, July, 2007.
- [2] S. Kidera, et al., *IEICE Trans. Commun.*, vol. E90-B, no. 6, pp. 1487–1494, 2007.

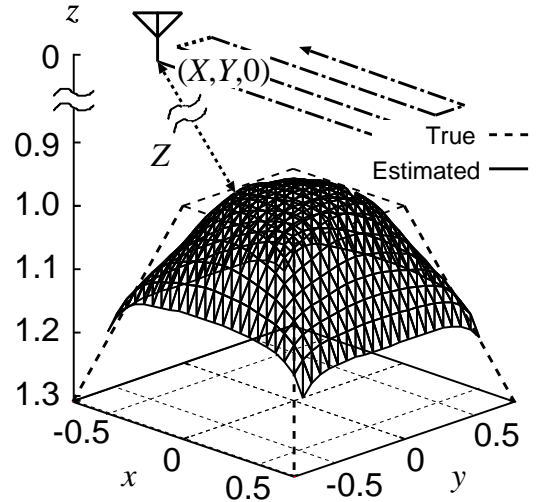


図 1 従来手法による推定像

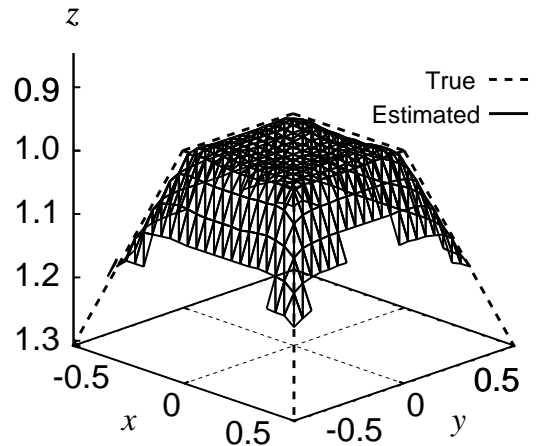


図 2 提案手法による推定像