

# 散乱波形推定を用いたUWBパルスレーダのための 高解像度物体像推定法の開発

Development of a high-resolution imaging algorithm  
based on scattered waveform estimation for UWB pulse radar systems

木寺 正平<sup>1</sup>  
Shouhei Kidera

阪本 卓也<sup>1</sup>  
Takuya Sakamoto

佐藤 亨<sup>1</sup>  
Toru Sato

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

## 1 はじめに

室内ロボット等の空間測定技術としてUWB(Ultra Wide-Band)信号を用いたパルスレーダが有望である。我々は3次元高速物体形状推定法としてSEABED法と呼ばれる方法を開発してきた[1]。SEABED法は、受信波形から整合フィルタにより擬似波面と呼ばれる曲線を求め、その擬似波面にIBST(逆境界散乱変換)を適用することで物体境界面を直接的に推定する高速な画像化手法である。しかし、この手法は受信波形が送信波形と同一であるという仮定を用いたフィルタ処理をしており、実際の散乱波形は目標物体の形状に依存する送信波形と異なる波形であることから、推定に誤差が生じる。この手法の精度を改善するには、散乱波形を推定することで適切なフィルタリングを行うことが必要と考えられる。本稿では形状推定と散乱波形推定を反復改良する高解像度物体像推定法を提案し、その特性を評価する。

## 2 システムモデル

本稿ではTE波、2次元問題及び凸型形状物体を仮定し、送受信アンテナを直線走査するモノスタティックレーダシステムを用いる。目標物体は明瞭な境界を持つとする。送信波形はモノサイクルパルスとする。空間は送信電流の中心波長で正規化する。

## 3 提案手法

本稿の提案手法は形状推定と波形推定と反復改良する手法である。図1に提案法のフローチャートを示す。本手法では以下の散乱波形推定法を用いる。各受信点で得られる凸物体からの周波数領域での散乱波形 $F(\omega)$ を次式

$$F(\omega) = \sqrt{j}kE_0(\omega) \int_C g ds \quad (1)$$

で求める。ここで $E_0(\omega)$ は周波数領域の送信波形、 $k$ は波数、 $C$ は散乱に寄与する物体境界線を表す。 $g$ はグリーン関数である。この波形推定法により凸目標物体からの散乱波形を高精度に推定することが可能である。本手法では初期形状をSEABED法で求める。推定形状を用いて散乱波形を推定する。推定波形に整合したフィルタを用いて擬似波面を更新し、IBSTにより推定形状を更新する手順を繰り返す。

## 4 特性評価

FDTD法を用いた数値計算により、提案手法の特性評価を行う。更新回数は5回とする。図2は従来法及び提案法による推定物体境界面である。従来法ではエッジや鏡面中心において推定誤差が生じるのに対し、提案手法は全ての領域においてほぼ正確に境界面を推定している。物体エッジ位置における推定精度は約 $0.01\lambda$ であり、従来法よりも約10倍の精度改善が得られている。

### 参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, *IEICE Trans. Commun.*, vol. E87-B, no. 5, pp. 1357-1365, 2004.

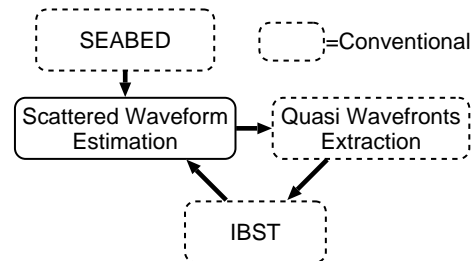


図1 提案手法のフローチャート

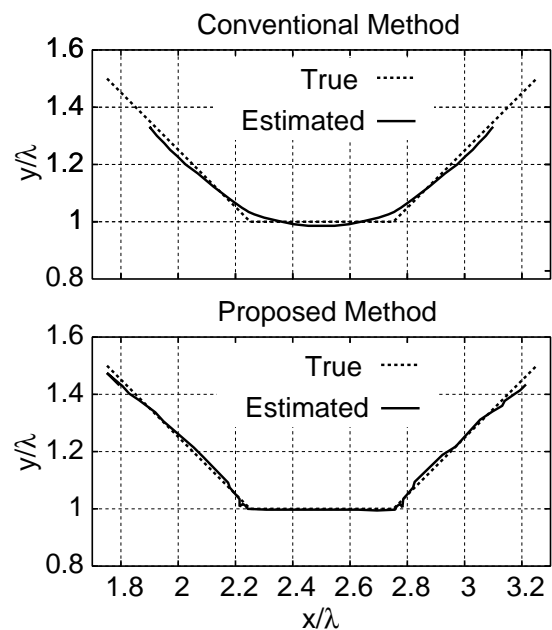


図2 従来法及び提案法による推定境界面