

# 散乱波形推定を用いたUWBパルスレーダのための高精度物体像推定法の実験的検討

An experimental study on a high-resolution imaging algorithm  
based on scattered waveform estimation for UWB pulse radar systems

木寺 正平<sup>1</sup>      阪本 卓也<sup>1</sup>      佐藤 亨<sup>1</sup>      三谷 友彦<sup>2</sup>      杉野 聡<sup>3</sup>  
Shouhei Kidera      Takuya Sakamoto      Toru Sato      Tomohiko Mitani      Satoshi Sugino

京都大学大学院 情報学研究所<sup>1</sup>      京大生生存圏研究所<sup>2</sup>  
Graduate School of Informatics, Kyoto University      Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto Univ.  
松下電工株式会社高度 MEMS 開発センター<sup>3</sup>  
Advanced MEMS Development Center, Matsushita Electric Works, Ltd

## 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効である。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いる [1]。この手法の精度改善には、波形推定を用いた適応フィルタリングが有効である。本稿では角柱物体からの散乱波形推定を用いた高精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 次元問題及び角柱物体を仮定し、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。また伝搬空間は非分散等方性媒質を仮定し、ターゲットは完全導体とする。到来時間推定には積分フィルタを用いる。一般に、無限大鏡面からの反射波は送信波の逆相波形となり、エッジからの散乱波は送信波形の積分波形となる。角柱物体からの散乱波はこの 2 つの波形の干渉波となる。目標形状推定において波形に応じた適切なフィルタリングを行う必要がある。

## 3 散乱波形推定法

角柱物体からのエッジ回折波推定においてはすでに波形辞書と伝搬近似式を組み合わせた手法を提案している [2]。しかしこの手法は、エッジを構成する鏡面が無限大の鏡面であるという仮定から生じる誤差を有する。そこで 2 つの有限鏡面で構成されるエッジからの散乱波を次式で推定する。

$$E(r) = \sqrt{\frac{jk}{\pi}} E_0 \sum_{i=1}^2 \int_{w_{i,1}}^{w_{i,2}} g(\rho) dx \quad (1)$$

$$\rho = 2\sqrt{r_i^2 + x^2} \quad (i = 1, 2) \quad (2)$$

ここで、 $r_i$ 、 $w_{i,1}$ 、 $w_{i,2}$  ( $i = 1, 2$ )、 $r$  は図 1 に示す通りである。 $E_0$  は開口面上電界である。また  $g(\rho)$  はグリーン関数であり、0 次第 2 種ハンケル関数を用いて表される。

## 4 物体像推定アルゴリズム

初期形状推定より鏡面及びエッジからの散乱波受信素子を決定する。散乱波推定法を用いてエッジ回折波及び鏡面反射波を推定する。適応フィルタリングによる推定到来時間から物体エッジ位置と境界面を推定し形状パラ

メタを更新する。以上の手順を繰り返し、物体形状及び受信波形推定を行う。FDTD 法を用いた計算機シミュレーションにより、波形推定を行わない時の推定精度に比べ、約 10 倍の改善が得られることを確認している。

## 5 実験による特性評価

UWB 送信モジュールを用いた共同実験により本提案法の特性評価を行う。中心周波数 3.7GHz、帯域幅 1.0GHz の送信信号を用いる。2 次元問題を実現するため、図 1 の  $z$  方向に送信アンテナのみを走査する。受信点で  $z$  方向に散乱波を合成し、波形の 2 次元化を行う。 $z$  方向の物体長は十分長いとする。図 2 は実験で得られた散乱波形と推定波形の一例である。実験において、波形推定を用いた形状推定法が有効であることを確認している。

## 参考文献

- [1] T. Sakamoto and T. Sato, *IEICE Trans. Commun.*, vol. E87-B, no. 5, pp. 1357-1365, 2004.
- [2] 木寺 他, 信学会総合大会, B-1-43, Mar. 2004.

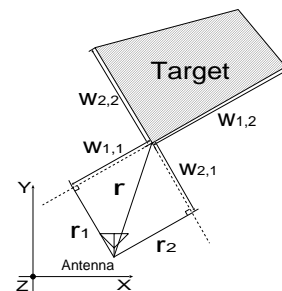


図 1 物体エッジとアンテナ位置関係

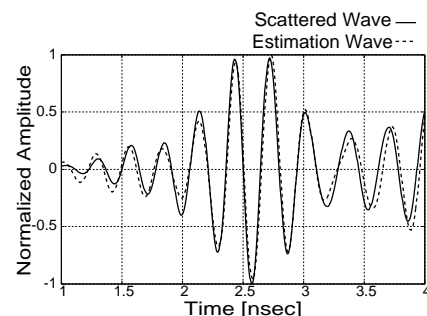


図 2 実験による散乱波形と推定波形