

UWBパルスレーダのための 適応フィルタリングによる物体形状推定法

An Algorithm of Target Shape Estimation With Adaptive Filtering for UWB Pulse Radar Systems

木寺 正平
Shouhei Kidera

阪本 卓也
Takuya Sakamoto

佐藤 亨
Toru Sato

京都大学情報学研究科 通信情報システム専攻
Department of Communications and Computer Engineering, Kyoto University

1 はじめに

室内ロボット等の空間状況測定手段としてレーダを利用した推定法が有効と期待される。また、近距離の無線通信で米国で認可された UWB(Ultra Wide-Band) が最近注目されている。目標形状推定手法として波形推定及び形状推定を反復改良するアルゴリズム IHCTA が提案されている [1]。IHCTA は高精度な推定が可能である一方、点ターゲットの位置推定のみを対象としているため、目標形状推定には十分でない。そこで、本稿では大きさを持った目標形状を推定する手法を検討する。推定形状から波形を推定した後逐次改善する手法を提案し、その特性を明らかにする。

2 システムモデル

本稿では、2次元問題、四角形状物体を仮定し、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。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。一般に、図1に示す通り四角形状物体の境界面からの散乱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。一般の物体からの散乱波はこの2つの波形が互いに干渉したものとなり、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ことにより、推定精度の向上が可能である。

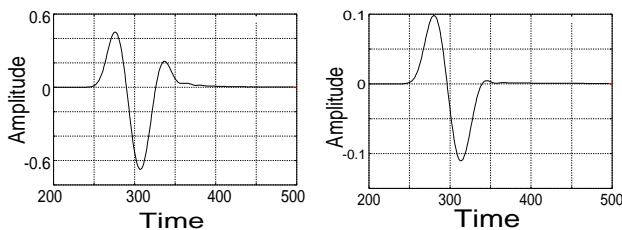


図1 左：鏡面反射波 右：エッジ回折波

3 目標形状推定アルゴリズム

図2に辞書波形作成のためのパラメータ (θ, ϕ) を示す。この時各位置での受信波形は、鏡面反射波とエッジ回折波の中間的な波形となる。様々な物体形状からの散乱波形に対して次式で示す β を最小2乗法を用いて求める。

$$s(t) = (1 - \beta)s_R(t) + \beta s_D(t) \quad (1)$$

但し、参照波形 $s(t)$ 、鏡面反射波 $s_R(t)$ 、エッジ回折波 $s_D(t)$ としている。以上で作成した β を様々な (θ, ϕ) の組について辞書として用意する。この辞書を用いて初期

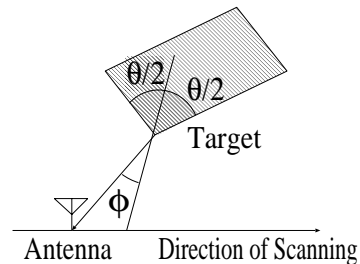


図2 目標とアンテナの位置

物体形状から推定される各素子での受信波形を合成する。この合成波形を用いて適応的に整合フィルタを変化させることで高精度な遅延時間推定が可能となる。この処理を繰り返し行うことで物体位置形状を逐次更新する。

4 提案法の特性評価

図3に四角形状物体のエッジ付近からの散乱波の遅延時間特性を示す。横軸は送信波の波長で正規化したアンテナ位置座標を、縦軸は波長で正規化した遅延時間を表す。図3では、送信波に対応した整合フィルタを用いた場合の推定遅延時間を波線で、適応整合フィルタを用いた時の遅延時間を一点鎖線で表している。実線は真値である。送信波形を整合フィルタとして用いた時は遅延時間で 0.08λ の誤差があるが、適応整合フィルタを用いた特性は 0.01λ となりおよそ8倍の特性改善が見られる。本稿では目標物体として四角形状物体を想定しているが、提案したアルゴリズムは凸型形状物体からの受信散乱波形も同様に逐次更新し、反復改良することができる。

参考文献

[1] 阪本 卓也, 佐藤 亨, 信学会総合大会, Mar. 2003.

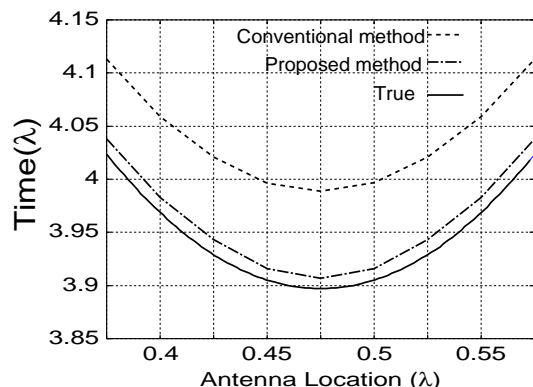


図3 散乱波の遅延時間特性