

B-2-22

単一アンテナによる壁面反射波を利用した回転を伴う任意運動目標のUWBレーダイメージング

UWB Radar Imaging of a Target with Arbitrary Translation and Rotation
using a Single Antenna with Reflected Waves

伊神 皓生
Akio Ikami

阪本 卓也
Takuya Sakamoto

佐藤 亨
Toru Sato

京都大学情報学研究科
Graduate School of Informatics, Kyoto University

1 はじめに

光学カメラの弱点を補完する屋内監視システムの構築に、UWBパルスレーダを用いた画像化技術が有望視されている。より安価かつ簡易なシステムを目指し、我々は単一アンテナを用いた任意運動目標のUWBレーダイメージング法を開発してきた[1]。しかし、同手法では、目標が回転を伴わず未知の任意軌道を運動をする場合にのみ有効に機能する。本稿では、目標を楕円近似することにより目標の回転を捉え、対象とする目標運動を回転を伴う任意運動にまで拡張する手法を提案する。

2 システムモデル

提案法のシステムモデルを図1に示す。同図に示す通り、壁面を $y = 0, Y_w$ の位置に、無指向性送受信アンテナ A を原点に配置する。壁面反射波により、 $y = 0, Y_w$ の壁面に対応した鏡像アンテナが、壁面での反射数に応じて y 軸上に $2Y_w$ 間隔で形成される。これらの鏡像アンテナを $I_i (i = 1, 2, \dots)$ と定義する。

3 画像化法

サンプル毎に、目標を楕円近似することにより目標の中心軌跡及び回転角を導出する。まず、アンテナ A 及び鏡像アンテナ I_1, I_2 を用いて文献[1]の手法で散乱点 $p_i(t) = (p_{xi}(t), p_{yi}(t)) (i = 1, 2, \dots, 6)$ を6点求める。次に、散乱点との距離誤差の和が最小となるような目標近似楕円を求める。この近似楕円の導出には、非線形最適化手法として知られる Levenberg-Marquardt 法[2]を用いる。こうして求めた近似楕円の中心と傾きで散乱点を補償することにより画像化を実現する。

4 提案法の特性評価

提案法の特性を数値実験により検討する。数値実験諸元を以下の通りに定める。目標形状として人体を想定し、長軸半径 $A = 0.15$ m, 短軸半径 $B = 0.25$ m の楕円筒を仮定する。壁面間距離 $Y_w = 2$ m, サンプル点間隔 $\Delta t = 5$ msec とし、測定時間は $0 \text{ sec} \leq t \leq 10 \text{ sec}$ を仮定する。目標運動は $(X_m(t), Y_m(t)) = (x_0 + v_x t, y_1 \sin(\omega t + \chi_0) + y_0)$ を仮定する。ただし、 $x_0 = -5.0$ m, $v_x = 1.0$ m/sec, $y_0 = 1.1$ m, $y_1 = 0.2$ m, $\omega = \pi/2$ rad/sec, $\chi_0 = -\pi/2$ rad とする。また、目標の進行方向と楕円長軸が常に垂直となるように目標が回転する。提案法による推定像を図2に示す。推定像のRMS誤差は6.3 mm, 画像化範囲は96%である。目標が回転すると散乱点の

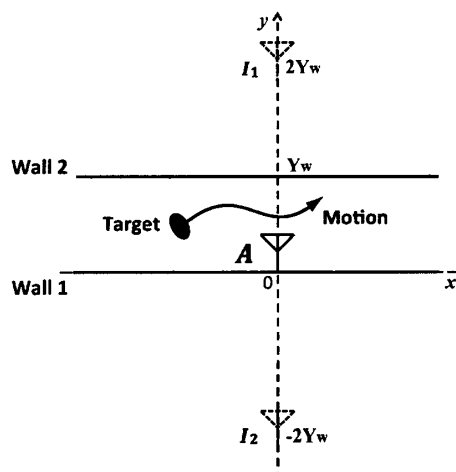


図1 提案法のシステムモデル

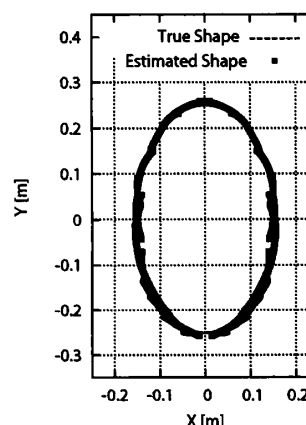


図2 回転を伴う運動目標における推定形状

移動範囲が増大し、目標の全体像を得ることが出来る。このように、回転を伴う運動目標においても高精度広範囲な形状推定が可能である。

参考文献

- [1] 伊神皓生, 阪本卓也, 佐藤亨, 電子情報通信学会宇宙航行エレクトロニクス研究会, 信学技報, Vol. 111, No. 436, SANE2011-165, pp. 29-34, 三重大学, Feb. 16-17, 2012.
- [2] D. W. Marquardt, J. Soc. Indust. Appl. Math., vol. 11, no. 2, pp. 431-441, 1963.