

ドップラー効果を利用したUWBレーダによる 運動目標の影領域イメージング

Accurate Imaging with UWB Radar Using Doppler Effect for a Moving Target in Shadow Regions

藤田 修平
Shuhei Fujita

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

光学カメラを代替する高機能監視システムとしてUWBパルスレーダの利用が有望視されている。我々は影領域に存在する目標の高精度な画像化を実現する多重反射波を利用した画像化手法を提案している [1]。しかし、信号間の干渉により十分な推定範囲を確保できない。本稿では従来法に加えてドップラーシフトによる信号分離法を提案し、より広範囲の推定を実現する。

2 システムモデル

図1にシステムモデルを示す。目標は既知の速度 $v = (0.50 \text{ m/s}, 0.86 \text{ m/s})$ の並進運動をする。素子間隔 0.1 m の38素子アレイアンテナを $(2.0 \text{ m}, 1.0 \text{ m})$ に設置する。各素子から中心周波数は 79.0 GHz 、帯域幅 1.4 GHz のパルスをパルス繰返周期 150 ns で送信し、同じ素子で受信する。コヒーレント積分回数8、FFT点数8192の短時間フーリエ変換により時間周波数分布を計算する。

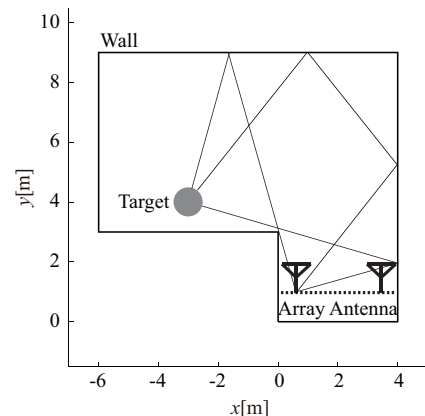
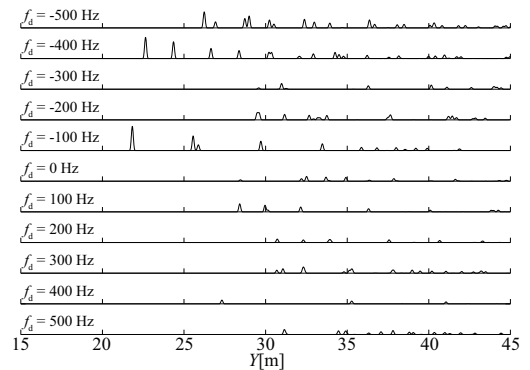
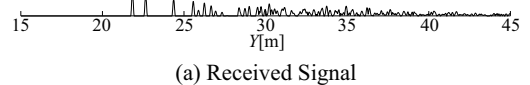


図1 システムモデル



3 提案手法

反射波のドップラー速度が伝搬経路の方向に依存する性質を用いて信号を分離する。分離した各受信信号から抽出するピーク値を用いて、各伝搬経路に時間逆転法及び干渉計法を適用することで推定点を求める [1]。また、 n 番目の推定点に対応するドップラー速度 v_n を用いて、 $|\hat{v}_n - v_n| < \eta$ を満たさない推定点を虚像として除去する。ただし、 \hat{v}_n は既知の目標速度 v より求まる真のドップラー速度であり、 $\eta > 0$ は経験的に定める。

4 数値計算による特性評価

受信信号及び受信信号をドップラー周波数毎に分離した例を図2(a)及び(b)に示す。 $Y = ct$ 、 c は光速、 t は受信時間である。また、周波数分解能は 100 Hz である。同図より、分離前は干渉により使用できなかった $Y > 25 \text{ m}$ での受信波が分離後の受信信号においては分離されていることが確認できる。従来法及び提案法による推定像を図3に示す。ただし、 $\eta = 0.1$ とし、推定点間の最小距離が 20.0 mm 以上となる推定点は虚像として除去した。RMS誤差は従来法が 0.47 mm であるのに対して提案法は 0.17 mm であり、 0.30 mm 改善する。推定範囲は従来法が 7.5% なのに対して提案法は 21.3% となり、 13.8% 改善する。

図2 ドップラーシフトを用いて分離した受信信号

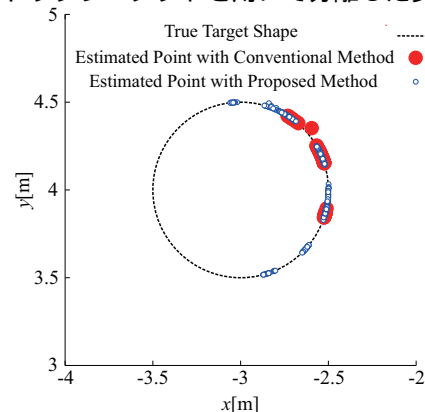


図3 提案手法による推定像

参考文献

[1] S. Fujita *et al.*, IPIN2010, pp. 313–319, 2010.