

平滑化擬似 Wigner 分布を用いた UWB ドップラーレーダによる 移動目標の高解像度イメージング法

High-Resolution UWB Doppler Radar Imaging Algorithm for Moving Targets with Pseudo Wigner Distribution

佐保 賢志¹ 阪本 卓也¹ 佐藤 亨¹ 井上 謙一² 福田 健志²
Kenshi Saho Takuya Sakamoto Toru Sato Kenichi Inoue Takeshi Fukuda

京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻¹
Dept. of Communications and Computer Eng., Kyoto University
パナソニック株式会社 先端技術研究所 知能情報技術研究所²
Advanced Technology Research Laboratories, Panasonic Co., Ltd.

1 はじめに

セキュリティシステム等のための移動目標検知において、照明条件の影響を受けないレーダの適用が望まれている。Lin ら [1] はこのような応用に対し、ドップラーレーダと干渉計法を用いたイメージング法を提案している。しかし距離と周波数の分解能が共に不十分であり、実用に適する解像度を得ることが困難である。本稿では UWB ドップラーレーダと、時間周波数解析法の一つである平滑化擬似 Wigner 分布 [2] を用いた高解像度イメージング法を提案し、数値計算によりその有効性を示す。また、実験データへの適用についても検討する。

2 提案イメージング法

図 1 にシステムモデルを示す。アンテナ 1 を原点とし、アンテナ 2 を水平方向に配置する。従来手法 [1] では、各アンテナにおける受信信号をフーリエ変換し、各周波数成分のアンテナ間位相差により各目標の到来方向を決定する。

これに対し、本研究ではフーリエ変換ではなく平滑化擬似 Wigner 分布 (Smoothed Pseudo Wigner Distribution: SPWD) [2] を用いる。SPWD によりスペクトルの時間変化を捉えることができるため、目標の分離性能が大きく改善する。また、時間-周波数を目標の距離-到来角にマッピングすることで、観測時間中の散乱点軌道を求める。目標の運動が既知であることを仮定し、求めた散乱点軌道に対しその運動を補償することにより目標の形状を推定する。本稿では目標が回転移動する場合を仮定し、求めた散乱点軌道を回転速度で補償することでイメージングを行う。

3 数値計算での適用例

図 1 に示す 3 つの円形回転移動目標を想定する。各目標は観測時間中に 1 回転するものとし、その角速度は $1.5\pi \text{ rad/s}$ である。中心周波数 26.4GHz、レンジ分解能 30cm の送信信号を想定する。2 つのアンテナは共に無指向性とし、その間隔は 1cm とする。提案手法により散乱点軌道を求め、それらを角速度で補償し、求めた推定像を図 2 に示す。全ての目標のイメージングが実現している。推定像の RMS 誤差は 0.35mm であり、高解像度な形状推定を実現した。

4 まとめと検討

本稿では SPWD を用いたドップラーレーダイメージング法を提案し、高解像度な推定が可能であることを数値計算により示した。次に、実験での検討が必要である。これまでにレコードプレーヤー上に設置した円筒目標を用いた実験を行った。受信データに SPWD を適用した結果、RMS 誤差 1.85cm/s でドップラー速度の推定が実現した。今後、距離と到来方向の推定精度を向上させ、提案イメージング法の適用を試みる。

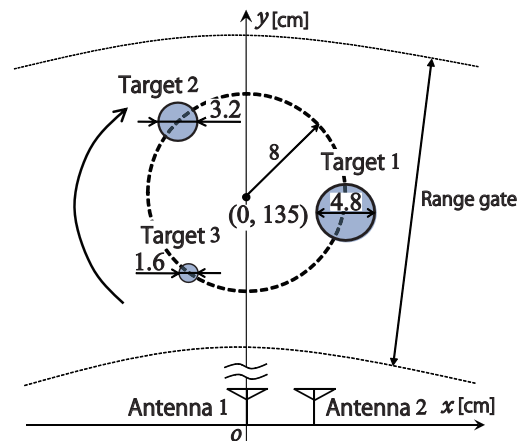


図 1 システムモデル

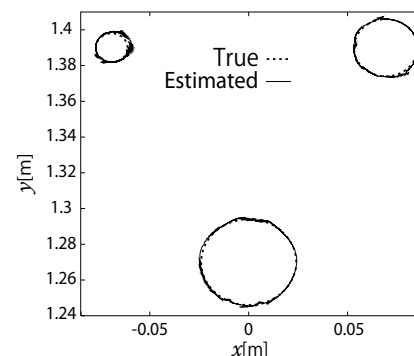


図 2 提案手法による推定像

参考文献

- [1] A. Lin, H. Ling, *IEEE Trans. Aero. Elec. Sys.*, vol.43, pp.1496-1509, 2007.
- [2] F. Hlawatsch, G.F. Boudreaux-Bartels, *IEEE Sig. Proc. Mag.*, vol.9, pp.21-67, 1992.