

適応的信号処理に基づく超広帯域レーダを用いた 複数運動目標信号の分離

Separation of echoes from multiple moving targets using ultra-wideband radar
based on adaptive signal processing

上品 彰斗¹
Akito Ueshina

奥村 成皓¹
Shigeaki Okumura

阪本 卓也^{1,2}
Takuya Sakamoto

佐藤 亨¹
Toru Sato

京都大学大学院情報学研究科¹
Graduate School of Informatics, Kyoto University
兵庫県立大学大学院工学研究科²
Graduate School of Engineering, University of Hyogo

1 はじめに

今後の社会で重要となる技術にロボットの周辺環境把握や屋内外のセキュリティモニターが挙げられる。UWB(Ultra-Wide-Band) ドップラーレーダは高い距離分解能とドップラー情報が得られることから、これらのシステムへの応用が期待されている。

近年、複数歩行目標を分離する効果的な手法として受信信号の時間距離画像を用いたテクスチャ法 [1] が提案されたが、同一距離に存在する目標の数が増えるごとに目標数の判定法、速度の導出が複雑となり、さらに高次微係数を用いることで推定精度が低下するという問題点がある。

複数目標の速度を推定する方法の一つとして、適応型信号処理を用いた方法が提案されている。従来の方法は狭帯域信号を仮定していた。本研究は適応型信号処理の一つである ESPRIT 法 [2] を UWB レーダによって得られた信号に適用する。具体的には、レンジ情報を失わないよう、レーダ信号の時間距離画像上に適用し、複数運動目標の信号を高精度に分離する。

2 数値シミュレーションにおける ESPRIT 法を用いた速度推定

図 1 に本稿におけるシミュレーションモデルを示す。座標平面上の原点にレーダの送受信アンテナを配置し、半径が 0.03 m である 3 つの円柱が (0, 0.7) を中心として半径 0.12 m のターンテーブルを仮定した円周上に互いに $2\pi/3$ rad の位相差で配置されており、毎分 33 回転する速度で運動する。送信波形は中心周波数 60.5 GHz、帯域幅 1.25 GHz とした。またレンジ方向のサンプリング間隔を 1.2 mm、時間方向のパルス繰り返し周期を 0.457 ms とし、信号対雑音比が 15 dB となるような雑音を加えた。ESPRIT 法に用いる有効パルス数は 5 パルス分とし、複数信号間の相関抑圧に必要な平均数を 10 回とし、速度推定を行った。また本稿において、簡単のためシャドウイング、距離減衰は考慮していない。

受信信号の時間距離画像に ESPRIT 法を適用し、速度推定を行った結果を図 2 に示す。図内の白線はレーダから円柱上の散乱点までの距離の真値であり、その傾きが真の速度に対応している。図 2 より、目標の速度変化を捉えられていることが色の变化から読み取れる。さらに複数

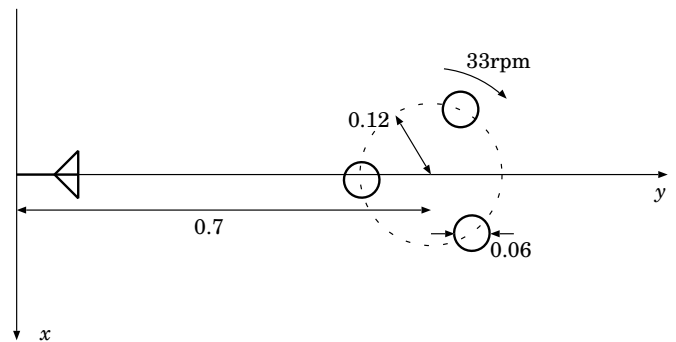


図 1 シミュレーションモデル

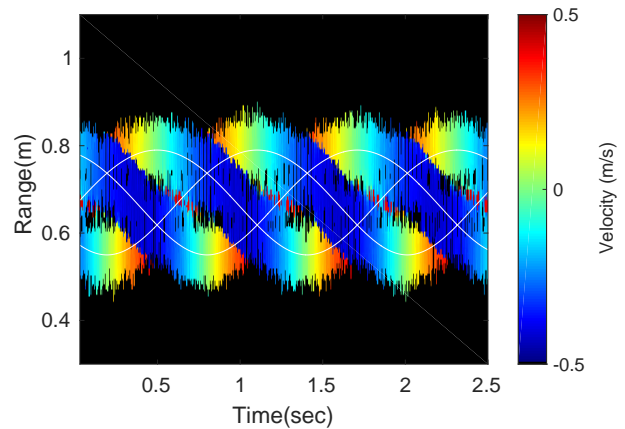


図 2 ESPRIT 法により推定された速度

目標が干渉している部分においても高精度に速度が推定出来ていることが分かる。推定された速度の平均 2 乗誤差は、推定が行われた全てのピクセルで 9.7×10^{-3} m/s、複数目標存在するピクセルで 1.2×10^{-2} m/s であった。SNR = 15 dB の雑音環境下においても、最大速度に対して 3% 以下の誤差で速度推定が出来ていることが確認できた。

参考文献

- [1] T. Sakamoto et al., IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., Vol. 53, No. 1, pp. 352–361, 2015.
- [2] 菊間信良, アダプティブアンテナ技術, 212pp., オーム社, 2003.