

超広帯域レーダによるテクスチャ情報を用いた複数運動目標の分離

Texture-based algorithm for separating multiple echoes from moving targets using ultra-wideband radar

秋山 大地¹
Daichi Akiyama

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

UWB(Ultra-Wide-Band) 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、セキュリティシステムへの応用が期待されている。近年では、単一目標の形状推定や、単一歩行人体の各部位の正確な軌道推定が行われたが、これらは目標が単一であることが条件となっており、複数目標を分離する手法が求められている[1]。近年、複数目標を追跡する手法としてテクスチャ法が提案された[2]。そこで本稿では同手法を拡張した手法により2個の運動目標の分離が可能となることを示す。

2 システムモデル

送信アンテナ T_x 、受信アンテナ R_x を xy 平面上に設置し、位置をそれぞれ $(-0.3\text{m}, 0)$, $(0, 0)$ とした。本稿では運動目標を仮定した2点目標を用いる。目標1は $(0\text{m}, 0.3\text{m})$ から速度 1.5m/s で、目標2は $(0\text{m}, 0.6\text{m})$ から速度 -1.0m/s で y 軸上を直進する。送信波形は中心周波数 2GHz 、帯域幅 1GHz の単一パルスとした。レイトレーシングにより、受信アンテナ R_x における時間 t 、レンジ r ごとの受信信号 $s(t, r)$ を計算した。

3 テクスチャ法による目標速度推定技術

従来法であるテクスチャ法について説明する[2]。レーダーの受信信号 $s(t, r)$ を任意の関数 $p(\cdot)$ を用いて

$$s(t, r) = p(r + vt) \quad (1)$$

と表すことができると仮定する。このとき、時間方向の1階導関数 $\partial s / \partial t$ とレンジ方向の1階導関数 $\partial s / \partial r$ を求めると、目標の速度 v は

$$\frac{\partial s(t, r) / \partial t}{\partial s(t, r) / \partial r} = \frac{vp'(r + vt)}{p'(r + vt)} = v \quad (2)$$

により推定することができる。このとき、テクスチャ法により得られる推定速度を図1に示す。このように、1目標のみ存在する場合には従来のテクスチャ法により速度が正しく得られるが、同一レンジに2目標が存在する場合には正しく分離できないことが分かる。これは、従来のテクスチャ法は同一レンジに単一目標のみを仮定しているためである。

そこで、同一レンジに複数目標が存在する場合にも適用可能となるように、従来のテクスチャ法を拡張する。図2に拡張テクスチャ法により推定された速度を示す。ただし本稿では低速で移動する歩行人体を仮定し、推定される速度 v が

$$|v| < V_{\text{th}} \quad (3)$$

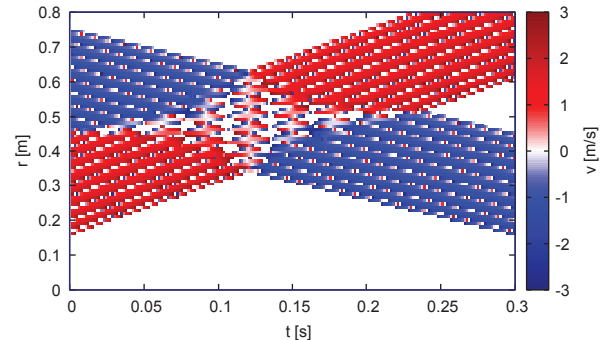


図1 従来のテクスチャ法によって求めた目標の速度

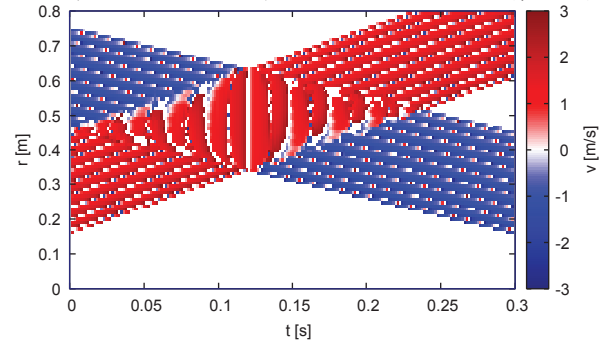


図2 拡張テクスチャ法によって求めた目標1の速度を満たす点のみを表示した。 V_{th} は速度の閾値であり、本稿では 3.0m/s である。同図では一方の目標の速度のみが得られているが、もう一方の目標の速度も同様に得られる。このとき1目標のみ存在する範囲の推定速度のRMS誤差は 0.25m/s 、同一レンジに2目標が存在する範囲ではRMS誤差は 0.061m/s であった。

謝辞

本研究の一部は総務省電波資源拡大のための研究開発、文部科学省 COI プログラム、科学研究費補助金基盤研究 (A)25249057、若手研究 (B)15K18077、京都大学融合チーム研究プログラムの助成を受けて実施された。

参考文献

- [1] K. Saho et al., IEICE Trans. Commun., Vol. E96–B, No. 2, pp. 613–623, 2013.
- [2] T. Sakamoto, T. Sato, P. J. Aubry, and A. G. Yarovoy, Texture-based automatic separation of echoes from distributed moving targets in UWB radar signals, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., Vol.53, No.1, pp.352–361, 2015.