

UWB ドップラーレーダ干渉計法による複数運動目標形状推定法の $\alpha - \beta - \gamma$ フィルタを用いた特性改善

Performance Improvement of Shape Estimation of Multiple Moving Targets with

UWB Doppler Radar Interferometry by using $\alpha - \beta - \gamma$ Filter

山崎 宥記
Hiroki Yamazaki

佐保 賢志
Kenshi Saho

阪本 卓也
Takuya Sakamoto

佐藤 亨
Toru Sato

京都大学大学院情報学研究科通信情報システム専攻
Dept. of Communications and Computer Eng., Kyoto University

1 はじめに

監視システムでの目標検知のために UWB(Ultra-Wideband) レーダが有望視されている。先の研究 [1] で我々は、複数の UWB ドップラー干渉計と $\alpha - \beta$ フィルタを用い、2 運動目標の分離及び形状推定に成功した。しかし、3 以上の目標数では分離成功率が大幅に低下する。そこで $\alpha - \beta - \gamma$ フィルタ [2] を用いることによる適用範囲の拡大を試みる。本稿では 3 つの運動目標を仮定し、同フィルタを適用した場合の有効性を示す。

2 システムモデル

システムモデルを図 1 に示す。本稿では直進歩行する人体の横断面の計測を想定した。アンテナは全て無指向性モノスタティックアンテナとし、レイトレーシングにより受信信号を生成する。送信波形は中心周波数 26.4GHz、帯域幅 500MHz とし、パルス繰り返し周期は 1.285ms とした。簡単のためアンテナ間の干渉、シャドウイング及び雑音は考慮しない。

3 従来法

従来法 [1] について説明する。まず UWB ドップラーレーダ干渉計法を用いて各干渉計ごとに散乱点軌道を推定する。次にドップラー速度を用いて各目標速度を推定し、各散乱点がどの目標の散乱点であるかを求める。次に $\alpha - \beta$ フィルタを用いた推定速度の追尾により分類結果を時刻間で対応付ける。最後に対応付けを行った散乱点を目標速度で補償することにより形状推定を行う。図 2 に従来法による形状推定結果を示す。目標境界上以外に多くの虚像が推定されており、これらは $\alpha - \beta$ フィルタによる追尾の失敗に起因して生じている。

4 提案法

提案法では上述の分類結果の接続において $\alpha - \beta$ フィルタに代わって $\alpha - \beta - \gamma$ フィルタ [2] を用いる。 $\alpha - \beta - \gamma$ フィルタは位置、速度、加速度を推定する追尾フィルタである。推定は前の時刻における推定結果から求めた予測値を観測値とゲイン α, β, γ で補正することで行う。本稿では推定散乱点位置を目標位置の観測値、推定速度を目標速度の観測値、推定速度の微分値を目標加速度の観測値として用いる。追尾対象は時刻 k において推定された予測位置 $\mathbf{x}_{pk} = (x_{pk}, y_{pk})$ を用いて

$$\min_n |\mathbf{x}_{pk} - \mathbf{x}_{ok}^n| < D_{th} \quad (1)$$

を満たす目標とする。ただし、 $\mathbf{x}_{ok}^n = (x_{ok}^n, y_{ok}^n)$ は目標 n の位置の観測値、 D_{th} は距離の閾値である。分類結果接続後は、従来法同様に形状推定を行う。

図 3 に形状推定を行った結果を示す。ただし α, β, γ は MV フィルタ [2] により $\alpha = 0.82, \beta = 0.21, \gamma = 0.15$ とした。また $D_{th} = 5\text{cm}$ とした。従来法では RMS 誤差 220mm, 推定範囲 9% であるが、提案法では RMS 誤差 2mm, 推定範囲 18% の従来法に比べて高精度かつ広範囲の形状推定を実現した。

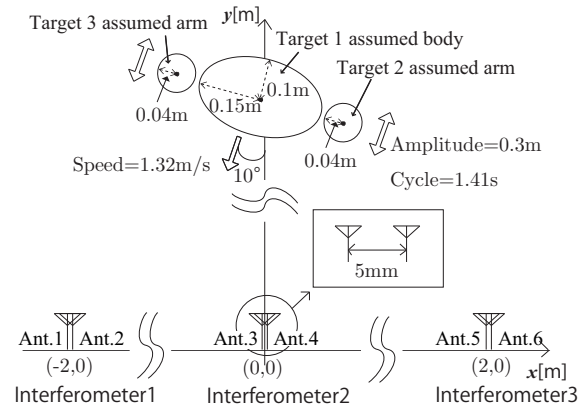


図 1 システムモデル

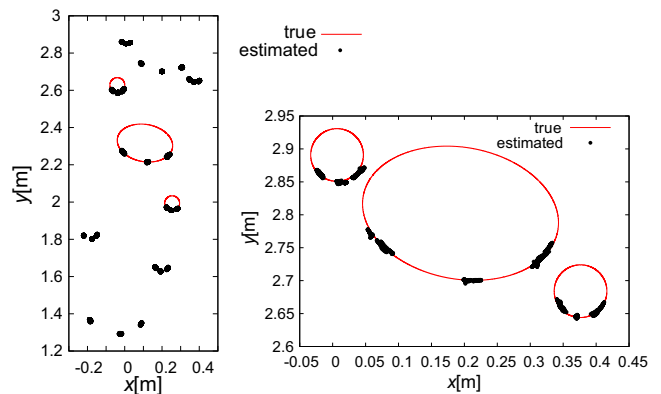


図 2 従来法による形状推定結果

図 3 提案法による形状推定結果

参考文献

- [1] 山崎 他, 信学ソ大, B-2-19, 2013.
- [2] Kosuge and Ito, Proc. SICE., pp. 52-57, 2001.