

# 車載レーダ用追尾における複数フィルタの同時実行法

## A method of tracking with multiple filters in an automotive millimeter-wave radar

角田 智広 秋田 学 藤村 嘉一 小菅 義夫 稲葉 敬之  
 Tomohiro Kakuta Manabu Akita Kaichi Fujimura Yoshio Kosuge Takayuki Inaba  
 電気通信大学大学院情報理工学研究科  
 Graduate school of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

### 1. まえがき

近年、自動車の安全運転支援のためのセンサとして車載ミリ波レーダが注目されている。そこで筆者らは、狭受信機帯域幅で高分解能を実現する独自の復調方式である多周波ステップCPC(Complementary Phase Code)方式を用いたミリ波レーダ[1]を開発している。上記ミリ波レーダから得られる検知データを用いた追尾法である追尾フィルタ-A, B, Cが提案され、それらの追尾性能の比較検討が行われた。その結果、検討された全てのフィルタについて平滑性能と追従性能を同時に満たすことは困難であることが報告されている[2]。以上の背景より、上記の相反する性能を満たすための新たな追尾法として、追尾フィルタ-A, B, Cの同時実行方式を提案する。また、疑似目標に対して提案法を適用したシミュレーションを実施し、その有効性を示す。

### 2. 追尾フィルタ同時実行法

#### 2. 1. 平滑性能と追従性能の確保

図1に示すように、追尾フィルタ-Aはドップラ、角度を一定とし、1サンプリング時刻前の検知データをそのまま出力値としている。また、追尾フィルタ-Bでは平滑性能を高めるため、過去の検知データの間接値を出力値としている。一方、追尾フィルタ-Cは追従性能を高めるため、過去2サンプリング時刻の検知データの延長線上の値を予測値としている。

実際、最も平滑性能が高いのはランダム誤差が小さい追尾フィルタ-Bである。また、最も追従性能が高いのはバイアス誤差が小さい追尾フィルタ-Cである[2]。

本提案の追尾フィルタ同時実行法は、平滑性能の高い追尾フィルタのゲート内の検知データを優先して使用する。しかしながら、平滑性能の高い追尾フィルタはゲートが小さい。そのうえ、ドップラ、角度変化が大きい目標に対しては、バイアス誤差が大きく追尾を外しやすい。そのため、平滑性能の高い追尾フィルタのゲート内に検知データが存在しない場合は、追従性能の高い追尾フィルタのゲート内の検知データを使用して追尾を行う。

#### 2. 2. 同一航跡の確保

従来法である追尾フィルタ-A, B, Cが各々独立に実行する方式では、追尾フィルタごとに異なるゲート中心をとる。そのため、図2に示すように、各追尾フィルタは異なる検知データを選択し、異なる航跡(検知データの時系列データ)を作成する恐れがある。

提案法では、異なる航跡の作成を防ぐため、追尾フィルタ-A, B, Cは各サンプリング時刻で同一の検知データを使用する。

### 3. 計算機シミュレーション

提案法の有効性を確認するため、疑似目標に対する解析を実施した。表1に示すように、疑似目標は目標真値に対して観測誤差を付与したものである。本稿ではドップラ、角度変化の大きい目標を想定した条件を用いる。図3に提案法及び従来法を適用した際の追尾誤差(出力値と真値との差)を示す。図3(a)より、提案法は平滑性能の高い追尾フィルタのゲート内の検知データを優先して使用していることが確認される。また、図3(b), (c)に示すような、平滑性能の高い追尾フィルタによって追尾維持が不可能な場合は、追従性能のより高いゲート内の検知データを使用して追尾を維持していることが確認される。この結果から、提案法は、追尾フィルタ-A, Bより高い追従性能を確保しながら追尾フィルタ-Cより高い平滑性能を確保していることが示された。

### 4. むすび

本稿では、相反する追尾性能を満たすための新たな追尾法として、追尾フィルタ同時実行法を提案した。また、疑似目標に対して提案法を適用し、従来法との追尾性能の比較評価をシミュレーションにより実施した。その結果から、本条件における提案法の有効性が示された。今後の課題として、複数の目標や、複数反射点を有する目標に対する提案法の有効性の検証が挙げられる。本

稿に示す研究は、総務省の委託研究「電波資源拡大のための研究開発(狭帯域・遠近両用高分解能小型レーダー技術の研究開発)」により実施されたものである。

#### 参考文献

- [1] 渡辺優人, 秋田学, 稲葉敬之, “多周波ステップ CPC レーダの提案と原理検証実験”, 電気学会論文誌 C, Vol.135, No.3, pp. 285-291, 2015.  
 [2] 瀬楽瑞樹, 秋田学, 小菅義夫, 稲葉敬之, “車載レーダ用目標追尾における半干渉系フィルタの基礎検討”, 電子情報通信学会, 信学技法, SANE2014-114, Jan, 2015.

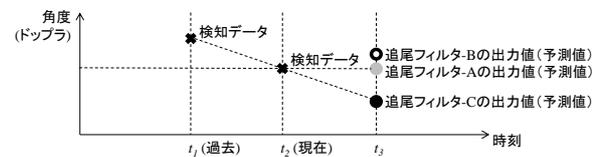


図1. 追尾フィルタの出力値の関係



図2. 追尾フィルタのゲートの関係

表1. 運動モデル諸元

目標条件	レーダパラメータ				観測誤差の標準偏差(代表値)		
	初期位置 [m]	速度 [km/h]	観測時間 [ms] (デューティ)	測角範囲 [deg]	距離 [m]	ドップラ [km/h] [m/s]	角度 [deg]
自動車速度 [km/h]	{-7.4, 35}	{30, 0}	29	±12	0.8	0.09 [0.025]	1.2

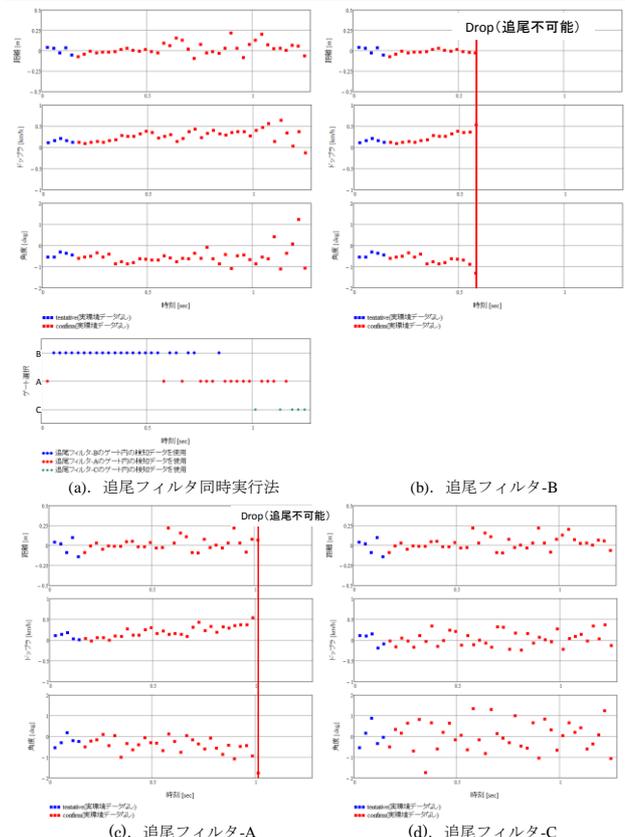


図3. 各追尾フィルタを適用した時の追尾誤差