

多周波ステップ CPC レーダを用いた目標車両位置・速度ベクトル推定法の検討 Estimations for Positional and Velocity Vectors of Target Vehicle based on Stepped Multiple Frequency CPC

渡辺 優人
Masato Watanabe

秋田 学
Manabu Akita

中村真帆
Maho Nakamura

稲葉 敬之
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

筆者らは、高分解能な距離と速度の2次元情報 (RV マップ) が得られる多周波ステップ CPC レーダ[1]を開発している。当レーダを車載レーダへ応用することを想定し、目標車両の RV マップ (1CPI(Coherent Pulse Interval = 0.03sec)程度)の観測時間にて得られる軸線距離、軸線速度の2次元マップ)から、目標の X, Y 座標および V_x , V_y 速度ベクトルの推定法について検討している。

本稿では、実験で観測された RV マップ (実験データ RV マップ) とモデルとの相関により、上記目標位置・速度ベクトルを推定する手法について述べる。モデルは、①車の幾何学的関係から導かれる RV データ (ジオメトリ RV マップと呼ぶ) および②多周波ステップ CPC シミュレータ出力による RV データ (多周波ステップ CPC 出力 RV マップ) という2つのモデル化手法を構築した。実験データを用いた評価により、1CPI 観測データから目標車両の位置・速度ベクトルを推定できる可能性が十分期待できることを示す。

2. 位置・速度ベクトル推定法

前記した、①ジオメトリ RV マップ、②多周波ステップ CPC シミュレータ RV マップを組み合わせた推定処理ブロックを図1に示す。実験データ RV マップに対しては、しきい値処理を行いバイナリ化する。一方、相関最大値探索により位置・速度ベクトル推定を行うモデルは、図1上段に示すように、粗探索として①ジオメトリ RV マップとの相関処理を行う。ある程度広範囲の X, Y, V_x , V_y を入力として図1に示すように車両の各部反射点の軸線距離・軸線速度のジオメトリ RV マップを作成する。次に、レーダの分解能に合わせるよう丸め処理を行い、バイナリ化された実験データとの相関を行い、相関最大値が得られる X, Y, V_x , V_y を出力する。(このとき、計算負荷軽減のため、推定対象点の軸線距離、軸線速度を用いて上記4変数を2変数へと削減する方法を採用した)。次に、②多周波ステップ CPC シミュレータ RV マップとの相関では、ジオメトリ RV マップを元に多周波ステップ CPC レーダの疑似信号作成、次にそれを入力として多周波ステップ CPC 信号処理を適用した結果の RV 出力マップに対してしきい値処理後を行い、多周波ステップ CPC シミュレータ RV マップを生成し実験データとの相関最大値を探索する。なお、②における探索範囲は、①で得られた X, Y, V_x , V_y の近傍領域とする。

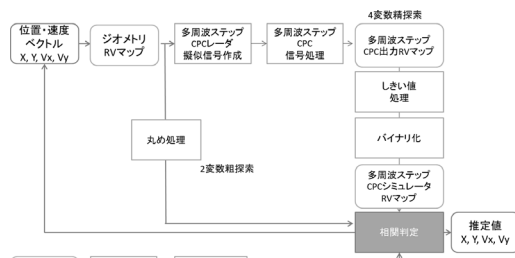


図1 速度・位置ベクトル推定処理

3. 実験データを用いた評価

目標車両の実験データ RV マップを図2(a)示す。縦軸はレンジビン番号、横軸はドップラビン番号である。目標車両はレーダ前方左側方にあり軸線距離約 22.5m, レーダ搭載自車との軸線速度約 26.3km/h である (真値の詳細は不明)。このとき距離約 1.8m(16 ビン)程度、速度 4km/h(13 ビン)程度の広がりを持っていることが分かる。次に、図2(b)は、①ジオメトリ RV マップとの相関処理において相関値最大となったジオメトリ RV マップを示す。さらに、②多周波ステップ CPC 出力 RV マップとの精相関において相関値最大となった多周波ステップ CPC 出力 RV マップおよび同シミュレータ RV マップを図2(c)および(d)にそれぞれ示す。①における相関より②での相関値が 0.58 から 0.62 に向上し、位置(X, Y)=(-3.8, 20.3), 速度(V_x , V_y)=(19.9, 23.0)が得られた。今後 GPS 速度計などにて真値を計測した実験の評価が必要である。また、現在、車両の各部反射モデルを一様複素振幅分布であると仮定していることも誤差要因であると考えられる。

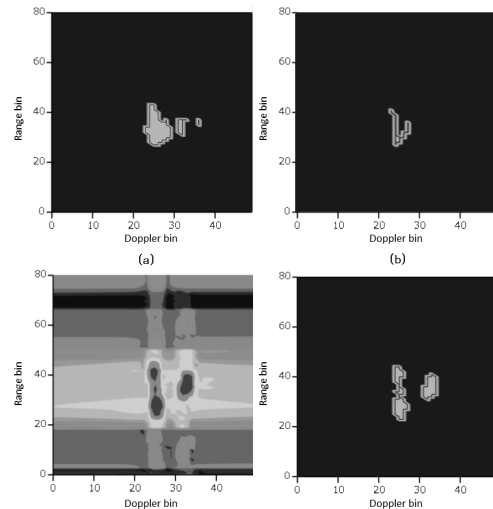


図2(a)実験データ RV マップ (バイナリ), (b)粗探索相関最大値をとるジオメトリ RV マップ, (c)精探索相関最大値をとる多周波ステップ CPC 出力 RV マップ, (d)同シミュレータ RV マップ (しきい値処理後)

4. おわりに

本稿では、①ジオメトリ RV マップ、および②多周波ステップ CPC シミュレータ RV マップという2つのモデルとの相関処理による目標車両位置・速度ベクトル推定法について述べた。実験データによる評価により瞬時の観測データから目標車両の位置・速度ベクトルを推定できる可能性があることが確認された。これらは、衝突回避判断の信頼性向上や目標認識への応用が期待される。

謝辞

本研究は、総務省委託研究「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 (2015) No. 3, pp.285-291, 2015