

多周波ステップ CPC レーダを用いた車両位置・速度ベクトル推定法の実験的検証 Experiment of Velocity and Positional Vector Estimations of Vehicle based on Stepped Multiple Frequency CPC

秋田 学 山口達輝 稲葉 敬之
Manabu Akita Tatsuki Yamaguchi 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

多周波ステップ CPC 方式[1]は多目標対処能力に優れ、分解能と遠距離性を備えた次世代レーダ方式である。本方式を搭載した多周波ステップ CPC ミリ波レーダは、目標に対し高い分解能で各反射点の距離と速度の計測が可能である。横切り車両の各反射点の距離と相対速度の相関関係により、目標位置・速度ベクトルを推定する手法を提案している[1]。本稿では、上記アルゴリズムを実験データに適用し、位置・速度ベクトル推定法を検証する。

2. 多周波ステップ CPC 方式による位置・速度ベクトル推定法

目標位置・速度ベクトル推定処理における相関最大値探索は①ジオメトリ RV マップとの最大相関値探索（疎探索）、②多周波ステップ CPC シミュレータ RV マップとの最大相関値探索（精探索）の2段階で構成される[2]。

①では、あらかじめ想定された車両の大きさから各部反射点の軸線距離・軸線速度のジオメトリ RV マップを作成し、レーダの分解能に合わせるよう丸め処理を行う。しきい値処理によりバイナリ化された実験データとの相関値探索を行い、相関最大値が得られる位置ベクトル (X, Y) 、相対速度ベクトル (V_x, V_y) を出力する。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、想定された車両の大きさからのジオメトリ RV マップを元に多周波ステップ CPC レーダの疑似受信信号を作成、多周波ステップ CPC 信号処理による合成帯域出力の 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値最大を探索する。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。

3. 実験的検証

図 1 (a) および (b) に目標を車両および歩行人物としたときの実験データに対する合成帯域処理出力の RV マップの一例をそれぞれ示す。縦軸はレンジビン番号、横軸はドップラビン番号である。本実験において、目標車両とレーダに関する位置・速度ベクトルの設定値は $(-2.5\text{m}, 25\text{m})$ 、 $(18\text{km/h}, 30\text{km/h})$ 、歩行人物とレーダに関しては $(-5\text{m}, 25\text{m})$ 、 $(4\text{km/h}, 30\text{km/h})$ であるが真値の詳細は不明である。表 1 および表 2 に各目標に対して 32 データの実験データを用いた位置・ベクトルの算出結果をそれぞれ示す。多周波ステップ CPC シミュレータ RV マップとの相関処理において車両と歩行人物で推定精度にともに V_x において有意な差異が確認される。これは、本アルゴリズムが車両の大きさを事前情報として用いており、歩行人物は車両と比較して大きさとドップラ周波数の特性が異なるためであると考えられる。今後は、人物の歩行モデルを想定した RV マップから歩行人物に対する推定精度の向上させるアルゴリズムを検討する予定である。また、これら複数 CPI から得られる相関値、位置・速度ベクトルは車両と人物を識別する特徴量になりうる。

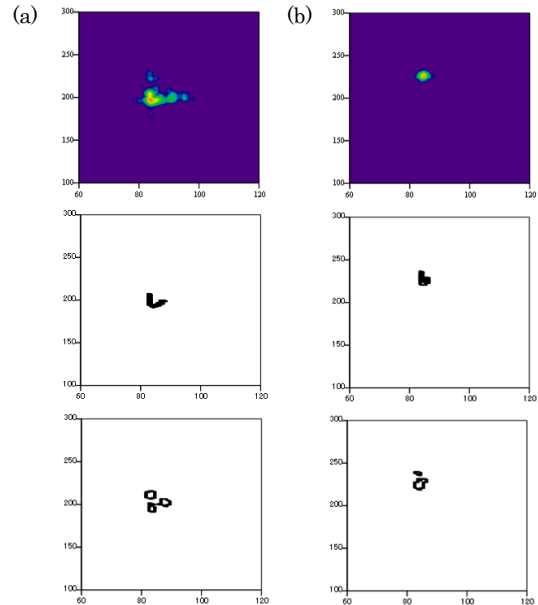


図 1. 多周波ステップ CPC レーダの出力例 ((a)横切り車両 (上から実験データ RV マップ, 相関値が最大となるジオメトリ RV マップ, 相関値が最大となる多周波ステップ CPC シミュレータ RV マップ), 右: 横切り歩行人物 (同上))

表 1. 車両に対する位置・速度ベクトル推定結果

	V_x	V_y	X	Y
平均値	12.91	24.07	-3.62	21.52
標準偏差	2.81	0.67	0.85	0.59

表 2. 歩行人物に対する位置・速度ベクトル推定結果

	V_x	V_y	X	Y
平均値	9.54	25.42	-4.10	25.30
標準偏差	4.00	0.83	0.73	0.57

4. おわりに

本稿では、目標車両位置・速度ベクトル推定法について実験的に検証した。今後は、人物の歩行モデルを想定した RV マップから歩行人物に対する推定精度の向上させるアルゴリズムを開発する予定である。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

本稿に示す研究内容は、科研費 A「自立型・協調型統合化自動走行システムの基盤技術に関する研究 (16H02344)」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
- [2] 渡辺優人, 秋田学, 中村真帆, 稲葉敬之, 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, 2016 年電子情報通信学会総合大会, B-2-36, 2016