

# 多周波ステップ ICW 方式における速度アンビギュイティ探索法

Ambiguity detection method for stepped multiple frequency interrupted CW radar

福島 冬樹<sup>1</sup>      原沢 康弘<sup>1</sup>      原 照幸<sup>1</sup>      稲葉 敬之<sup>2</sup>  
 Fuyuki Fukushima      Yasuhiro Harasawa      Teruyuki Hara      Takayuki Inaba

三菱電機(株) 情報技術総合研究所<sup>1</sup>  
 Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corp.  
 電気通信大学 電子工学科<sup>2</sup>  
 Department of Electronic Engineering, The University of Electro-Communications

## 1 まえがき

近接複数目標を分離し高精度測距する方式として、送信周波数を多周波に拡張しかつパルス化された送信波を送信する多周波ステップ ICW 方式が提案されている [1]。多周波ステップ ICW(Interrupted Continuous Wave) 方式を遠距離高速目標の分離検出に適用する場合、PRI(Pulse Repetition Interval) が長いことと、目標速度が高速であることに起因して速度アンビギュイティが発生する。そのため、速度アンビギュイティを探索しドップラー周波数変調による目標信号の位相回転を補正し超分解能測距を行う必要がある。

本稿では、多周波ステップ ICW 方式における速度アンビギュイティ探索法を提案する。

## 2 提案の速度アンビギュイティ探索法

図 1 は提案の多周波ステップ ICW 方式の処理ブロックを表している。図 2 に示す時間チャートに従って送受信を行い多周波ステップ ICW 処理を行う。遠距離目標を想定した L-PRF(Low Pulse Repetition Frequency) レーダでは、PRI の逆数で規定される速度範囲より目標速度が大きくなり、速度観測値  $\tilde{v}$  が得られたときに実際の目標速度は次式で表される  $\hat{v}_l$  ( $l = \pm 1, \pm 2, \dots$ ) のいずれかの速度となる。次式で  $c$  は光速、 $f$  は送信周波数、 $T_{PRI}$  は PRI をそれぞれ表している。

$$\hat{v}_l = \tilde{v} + \frac{c}{2fT_{PRI}}l \quad (1)$$

$l$  に誤りのある速度候補値  $\hat{v}_l$  を用いて多周波ステップ ICW 処理を行った場合、ドップラー補正精度が低く、補正残りのドップラー周波数により送信周波数の増加に比例しない目標信号の位相回転が発生する。提案方式では、超分解能処理の過程で導出されるステアリングベクトルと雑音空間の直交度よりこの位相回転の比例度を評価して  $l$  の正解値の探索 (速度アンビギュイティ探索) を行う。

## 3 性能評価

速度候補値と上記位相回転の比例度を表すアンビギュイティ評価値の関係を計算した例を図 3 に示す。2 つの反射点が距離差 1/8 パルス幅を保って速度 300m/s で移動する状況を想定し、パルス幅を 2.5MHz、PRI=500 $\mu$ s、パルスヒット方向 FFT 点数  $N_p=16$ 、送信周波数の数  $N_f=8$ 、最小送信周波数  $f_1=10$ GHz、ステップ周波数  $\Delta f=1.25$ MHz、信号対雑音電力比 (受信機出力時)5dB とした。横軸は速度候補値 [m/s]、縦軸は評価値を表し

ている。縦軸の評価値は最大値で正規化している。速度真値 300m/s で評価値が最大であり、速度アンビギュイティが正しく探索された。

## 4 まとめ

本稿では、多周波ステップ ICW 方式を遠距離高速目標の分離検出に適用することを想定し、PRI が長いことと、目標速度が高速であることに起因して発生する速度アンビギュイティを探索する方式を提案した。計算機シミュレーションを行い、本手法により相対速度 300m/s で移動する目標の速度アンビギュイティが正しく探索できることを確認した。

## 参考文献

- [1] 稲葉 敬之, "多周波ステップ ICW レーダによる多目標分離法," 電子情報通信学会論文誌 (B), Vol. J89-B No.3, pp.373-383, Mar. 2006.

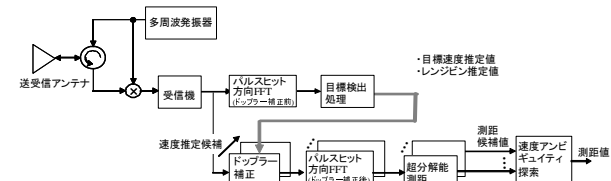


図 1 提案の多周波ステップ ICW 方式の処理ブロック

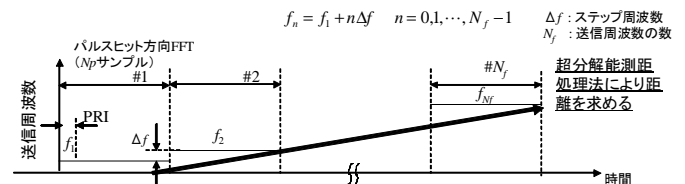


図 2 多周波ステップ ICW 方式の時間チャート

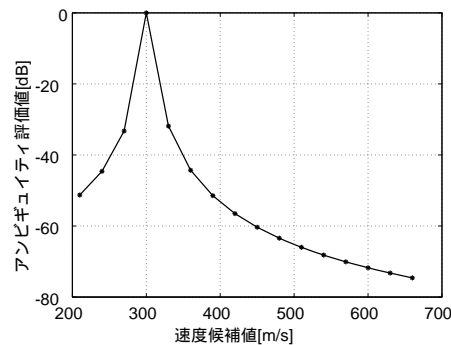


図 3 速度候補値とアンビギュイティ評価値の関係