

# 距離プロファイルの最大比合成による 目標検出性能の改善

B-2 Improvement of Target Detection Performance by Maximum Ratio Combining of Range-Profile

矢野 公大  
Takahiro Yano

稲葉 敬之  
Takayuki Inaba

電気通信大学 電子工学科  
Department of Electronic Engineering, The University of Electro-Communications.

## 1. まえがき

レーダにおける高距離分解能化により、目標寸法よりも小さい分解能の距離プロファイル信号を得ることが可能となりつつある。低 S/N 目標の検出確率の改善を図る方法として、距離プロファイルに対し距離方向へ最大比合成法を適用するコヒーレント積分法が提案されている[1]。振幅情報のみを用いて距離方向にノンコヒーレント積分する方法に対し、提案法はさらなる検出性能向上が期待される。

本稿では、24GHz 帯の合成帯域レーダを用いて複数のコーナリフレクタからのレーダ反射信号を計測、距離プロファイル信号を取得し、提案法と二つの従来法に対し検出確率を比較することで提案法の有効性を実験的に確認したので報告する。

## 2. 距離プロファイル信号への最大比合成法の適用

今回、高距離分解能を得るレーダ方式として合成帯域法を採用した。合成帯域法は狭帯域でありながら、送信帯域幅に相当する高い分解能を持つ距離プロファイル信号を得ることができる。

提案法では、時間的に連続した複数(CPI数)の距離プロファイル信号から、各距離ゲート(目標の距離広がり)に相当するレンジビン数)内の信号をコヒーレント積分するために最大比合成ウェイトを推定し合成処理を、距離(レンジビン)方向にスライドさせていく。最後に、CPI間にはノンコヒーレント積分を行う。

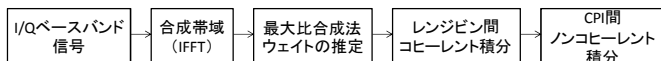


図1 合成帯域法を前処理とした距離プロファイル最大比合成法

## 3. 実験による性能評価

実験に用いたレーダパラメータを表1に示す。今回の実験では電波暗室にて、距離分解能 2.1m に対し、ほぼその距離分解能に相当する間隔で 3 ケの反射体(コーナリフレクタ)を配置し、10CPI間の信号を5回計測した。

性能評価は、以下の3種を比較した。

- (1) 提案法：距離プロファイル最大比合成法(緑線実線)
- (2) 時間軸(CPI方向)距離方向のノンコヒーレント積分(青線鎖線)
- (3) 時間軸(CPI方向)のみのノンコヒーレント積分(赤線点線)

電波暗室内という近距離での高 S/N 条件で計測を行ったが、低 S/N 目標に対する検出確率の評価を行うために、白色正規分布雑音を計測した各 I/Q 信号に適宜付加した。図3が上記各方法による出力距離プロファイル例である。積分するレンジビン数は目標の距離広がり相当する3レンジビンとした。図3から、提案法が従来法に対し、反射信号距離での信号レベルが高く、かつ雑音領域のレンジビンでの分散が小さいことが分かる。

以下、検出確率評価法について説明する。疑似的に生成した白色正規分布雑音に対し(1)~(3)の各処理を施し、出力距離プロファイルを、合計各100回求めた。各出力距離プロファイルの雑音領域レンジビンの振幅ヒストグラムを、正規分布(平均値シフト)にフィッティングし、その正規分布関数からスレッシュ

ドを決定した。計測した各 I/Q 信号に所定の S/N 値となる雑音を付加し、(1)~(3)の各処理後の出力距離プロファイルにおいて目標反射信号部分にあたる距離ゲートでの振幅値が、各スレッシュドを越える確率を算出した。図4より、反射点数が3ケのみであるにも関わらず、提案法(1)では、例えば検出確率80%(誤警報率 $10^{-6}$ )が得られるための入力 S/N 値として、従来法に対し 0.7dB~1dB 程度の改善が得られた。

表1 レーダパラメータ

送信周波数	24GHz
送信帯域幅(距離分解能)	72MHz(約2.1m)
周波数ステップ間隔	0.55MHz
周波数ステップ数	128
CPIの数	10
PRI(パルス繰返間隔)	2μs
パルス幅	500ns
反射体数(距離)	コーナリフレクタ3個 (1.6m, 3.6m, 5.6m)

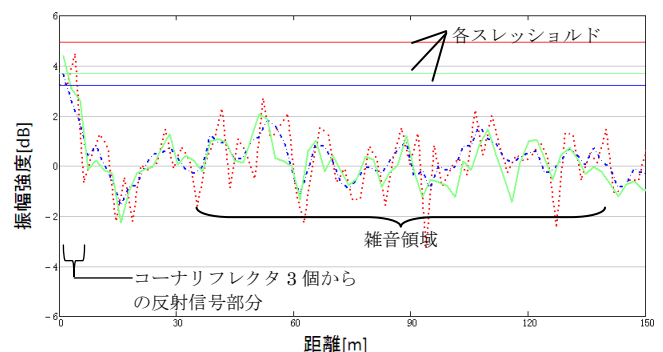


図3 出力距離プロファイル例(合成帯域後 SNR: 3.2 [dB])

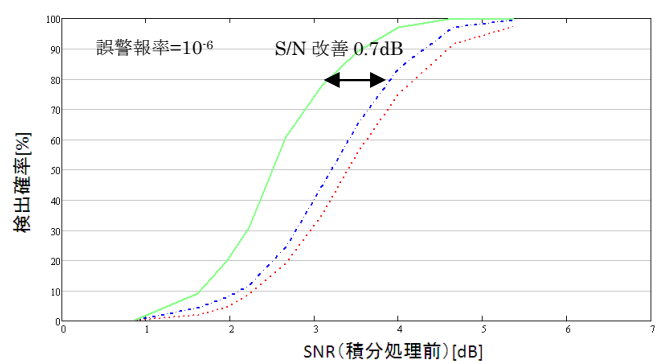


図4 検出確率の比較

## 4. むすび

24GHz 帯の合成帯域レーダを用いて、提案法である距離プロファイル最大比合成法の性能評価実験を行った。入力 S/N が 1~5dB という低 S/N 状況において、提案法は検出確率 80% (誤警報率  $10^{-6}$ ) が得られるための入力 S/N 値として約 0.7dB~1dB 程度の改善が得られることを確認した。

### 参考文献

[1] 影目 聡, 福岡雄一郎, 原 照幸, 稲葉敬之, “目標レンジプロフィールのコヒーレント積分による目標検出性能改善アルゴリズムの原理検証,” 信学技報, SANE109(69), pp. 19-24, May 2009.