多周波ステップ CPC ミリ波レーダによる鉄道車両搭載試験

An Experiment in railroad environment by Millimeter wave Radar using Stepped Multiple Frequency Complementary Phase Code Modulation

新田　大輔　　深町　弘毅　　渡辺　優人　　稲葉　敬之
Daisuke Nitta　Kouki Fukamachi　Masato Watanabe　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，ホーム転落や踏切，線路での事故が多発しており，列車運行の安全確保ための鉄道安全監システムが求められている．これにおいてレーダは他のセンサと比較して高いデータレートで距離，速度計測が可能である．しかし鉄道環境はレールや車両等，多数の金属体が存在するため多目標環境となり目標検出が困難である．筆者らは，狭受信帯域幅で高距離分解能かつ高い目標間アイソレーションを有する多周波ステップ CPC ミリ波レーダ[1]を開発している．本稿では多周波ステップ CPC ミリ波レーダによる鉄道車両搭載実験を実施する．

2．鉄道車両搭載実験

図 1 に示すように多周波ステップ CPC ミリ波レーダの RF 部を鉄道車両全面部に搭載し，時速約 10km/h での車両走行時の計測を行った．このとき，有効な線路の直線距離は約 120m である．図 2 に示すように目標としてアクチュエータに据え付けたコーナリフレクタを線路に対して約 30deg 傾けて設置し，線路上を時速 4km/h で往復させた．

図 1　鉄道車両搭載図

図 2　鉄道車両搭載実験

3．静止物・目標特性分離評価実験

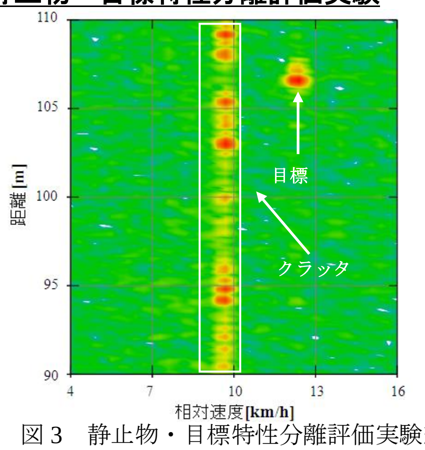

図 3　静止物・目標特性分離評価実験結果

図 3 は 1CPI（Coherent Pulse Interval）の A/D 変換後の出力に対してオフライン信号処理した相対速度と距離の推定結果である．列車の自速に相当する相対速度 10km/h 付近に距離方向に広がりを有する出力が地面やレール，電柱などの静止物（クラッタ）を表し，目標と静止物を分離できることを確認した．

4．遠距離目標検出実験

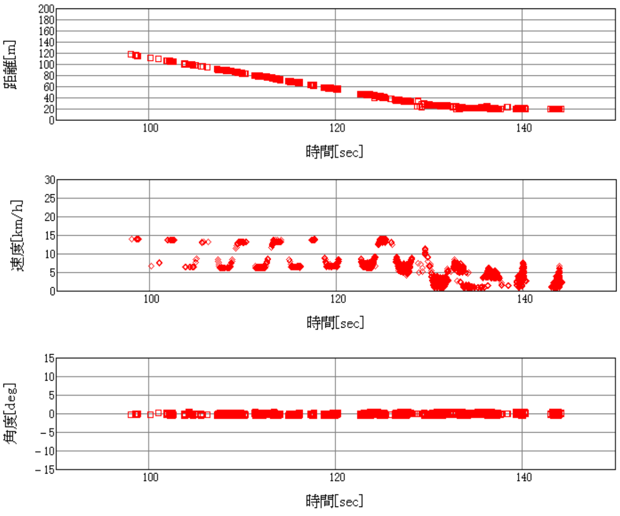

図 4　遠距離目標検出実験結果

図 4 はリアルタイム信号処理の距離，速度，角度の検出結果である．目標検出は距離，速度推定値に対して距離方向に CFAR を適用し，しきい値 S/Nmin は約 16dB とした．角度は検出された距離，速度推定値に対して振幅モノパルス(受信アレー4 素子)により推定している．図 3 に示すように静止物が自速に相当する相対速度付近に出力されることより距離，速度，角度検出値に対し近傍の距離および正面方向を除いた速度検出値の中央値を自速とした．自速付近(±1km/h)を表示から除外し，角度を正面方向に限定して表示している．図 4 に示すように多数の金属体が存在する鉄道環境において，送信電力 10mW で比較的広いビーム幅および広帯域(送信帯域幅 500MHz)，かつ 60GHz(酸素吸収減衰 15dB/km)という遠距離目標検知には不利な設計パラメータであるにもかかわらず，コーナリフレクタを線路の有効な直線距離である 120m から検知できることを確認した．送信周波数，周波数帯域幅，アンテナ利得等のパラメータ選択により遠距離性の向上が期待される．また，検知性能向上のために追尾フィルタや静止物除去処理の適用が考えられる．

5．むすび

本稿では，多周波ステップ CPC ミリ波レーダによる鉄道車両搭載実験について報告した．本研究は，鉄道・運輸機構基礎研究制度（No.2009.02）により行われた．

参考文献

[1] Masato Watanabe, Takayuki Inaba, Hikaru Tsubota, Takahiro Yano,″Development of Millimeter wave Radar using Stepped Multiple Frequency Complementary Phase Code modulation″, ICSANE2011-81, Oct.2011

Copyright © 2012 IEICE