

多周波ステップ CPC ミリ波レーダによる遠距離高分解能の実験的検証

Experimental Verification of Range Resolution in Long Range by Millimeter Wave Radar using Stepped Multiple Frequency Complementary Phase Code

秋田 学 渡辺 優人 稲葉 敬之

Manabu Akita 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

道路交通の安全・安心のため、ミリ波レーダを用いた自動車の衝突被害軽減機能等の技術が実用化されつつある。電波法令的にも従来の 76GHz (500MHz 幅) が 1GHz 幅に拡張され、79GHz 帯も 4GHz に拡張されることで高い距離分解能が期待される。一方で、パルスレーダやパルス圧縮レーダのように瞬時帯域を広くとる方式は、帯域内受信機雑音が増加し、検知距離が劣化してしまうという深刻な課題を抱えている。そこで、著者等は、狭受信機帯域幅と高距離分解能の能力を兼ね備えた多周波ステップ CPC レーダを提案し 60GHz 帯および 76GHz (ともに送信帯域幅約 430MHz) にて、狭受信機帯域幅にて総送信帯域幅に相当する距離分解能が得られることを実験的にも明らかにしている。本稿では、遠距離 (150m) において、車の RCS に相当する 2つのコーナーリフレクタが距離分解能程度の距離差を有する条件における本レーダの目標分離性能について実験的に検証する。

2. 多周波ステップ CPC 変復調方式

多周波ステップ CPC 法は、合成帯域法により狭受信機帯域幅にて高分解能を得る方法である。合成帯域法で生じる距離アンビギュイティ問題に対処するために、距離サイドローブのない完全自己相関が得られる 2つの CPC 符号パルス圧縮を距離ゲートとして用い、この CPC 符号パルス圧縮と前記合成帯域法で誤差要因となるドップラシフトに対しパルスドップラフィルタを融合させた処理構成にて対処する方式である[1]。図 1 に送信シーケンスと信号処理ブロック図を示す。パルスドップラフィルタ (PDF) により速度を求め、その信号を用いて合成帯域することで高分解能な距離を得る。さらに、ブロック図では割愛しているが、その信号から角度を得るために、反射点間のアソシエーション問題がなく、また速度・距離が高分解能であるばかりか電力のアイソレーションもある程度の速度差と距離差があれば 110dB 以上を達成可能な方式である。

3. 遠距離における高距離分解能性能検証実験

本章では、多周波ステップ CPC レーダによるフィールド実験結果の一例を示す。実験条件は以下の通りとする。

- ・ 目標：コーナーリフレクタ 2つ (いずれも 10dBsm)
- ・ 距離 (目標 1) : 149.83-151.43 (m)
- ・ 距離 (目標 2) : 150.17-151.77 (m)
- ・ 速度 : 4 (km/h) (等速, レーダ視線方向)

図 2 に、実験結果 (a)実験風景、(b)距離・速度マップ、(c)目標速度に対応する距離プロファイル、(d)目標周辺拡大図)を示す。図 2(d)において青色の実線は超分解能モードによる結果であり、本事例に関しては、距離 150m, 距離差 34cm (総送信帯域幅に相当) の二つのコーナーリフレクタの分離が確認される。

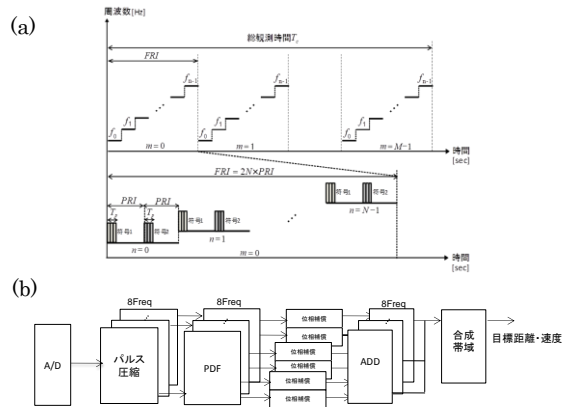


図 1. 多周波ステップ CPC 方式の送信シーケンスと信号処理ブロック図

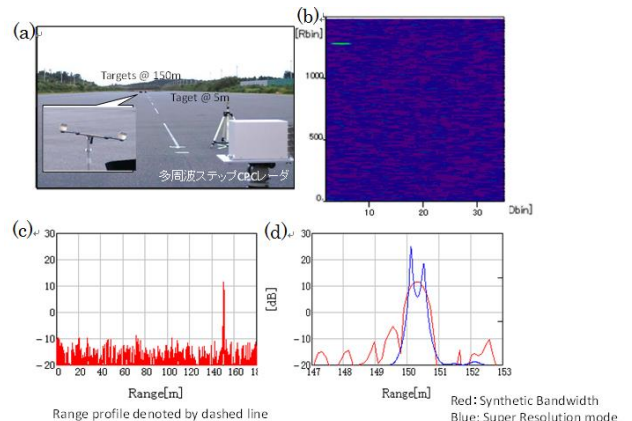


図 2. 遠距離における高距離分解能性能検証実験結果

謝辞

本稿に示す研究内容は、総務省の委託研究「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,秋田,稲葉,"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, No. 3,pp.285-291, 2015