

多周波CW方式の近距離レーダへの適用検討

A study on Multiple Frequency CW Radar for Short range radar

渡邊 俊人 稲葉 敬之
Toshihito Watanabe 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

近年、電波応用センシング技術は、車載レーダ、侵入監視レーダ、安全モニタ（踏切監視等）、非破壊検査など多くの応用が期待されている。特に車載近距離レーダは、安全・安心な道路交通実現のため普及が急がれる。しかし電波は有限な資源であり車載近距離レーダへの割り当ては 24GHz 帯 UWB (26GHz 帯に移行予定)、79GHz 帯 UWB、24GHz 帯 NB (Narrow band) に限られている (76GHz 帯は車載遠距離レーダに使用)。24GHz 帯 UWB は時限付き認可であり開発リスクが伴う。一方欧州では 79GHz 帯 UWB での開発が進められているが人物検知能力の確保のため高出力化が必要となると考えられ電波法令的またコスト的な課題とされている。以上の背景より、本論文では NB で高分解能が得られる多周波 CW 方式を提案し、24GHz 帯 NB での近距離レーダへの適用を想定した検証実験を行う。

2. 多周波CW方式

多周波 CW 方式は、既に提案している多周波ステップ I CW 方式に対し、パルス化を省略した方式である。このため、遠近分離性能は劣化するが、極めて狭帯域とすることが可能であり、低コスト化に有利な方式である。多周波 CW 方式は図 1 に示す送信周波数シーケンスを用いる。時分割にて周波数 f_m を Δf だけ N ステップさせ、それを 1 観測時間内で M 回繰り返す。受信波は各周波数ステップ区間でそれぞれの Local 周波数 f_{lo} とミクシングされベースバンド信号となる。ベースバンド信号はサンプリングされデジタルデータとなる。多周波 CW 信号処理では、周波数ステップ n 毎のベースバンド信号を m 方向にフーリエ変換し、その出力がしきい値を超える周波数を検出し、その周波数値からドップラー周波数(すなわち目標との相対速度 V)を得る。また検出された各周波数に対する N 個のフーリエ変換出力スペクトルに対し超分解能法を適用することで、その位相差推定より目標距離を求める。

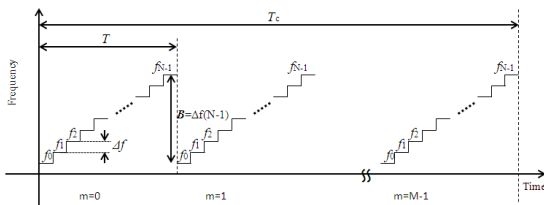


図1 多周波CW方式送信シーケンス図

3. 実験的検証

用いたレーダパラメータとその期待性能を以下に示す。

- 送信周波数 f_0 : 24.15 GHz
- 周波数ステップ幅 Δf : 5 MHz (最大距離視野: 30 m)
- 周波数ステップ数 N : 16
- 周波数切替え間隔 T : 5 μ s (最大速度視野: 139.75 km/h)
- A/D 変換速度: 1 MHz
- 観測時間 T_c : 40.96 ms (速度分解能: 0.5459 km/h)

実験は、以下の2種類を実施した。

- 近距離多目標分離実験 (1) アクチュエータで制御した CR \times 3
 - 目標設定値: 距離 - 速度
 - 目標 1 (コーナーリフレクタ 0 dbsm) 2.525 m-4.125 m - 4 km/h
 - 目標 2 (コーナーリフレクタ 10 dbsm) 6.422 m-8.022 m - 2 km/h
 - 目標 3 (コーナーリフレクタ 10 dbsm) 4.863 m-5.163 m - 0.4 km/h
- 近距離多目標分離実験 (2) 複数歩行人物
 - 4人の歩行人物を目標物とし、人物 1, 2 はレーダ R F 部手前から遠方へ、人物 3, 4 は遠方から手前へと歩行する条件で実施した。
 - 図 2 にこれらの実施風景を示す。



図2 実施風景

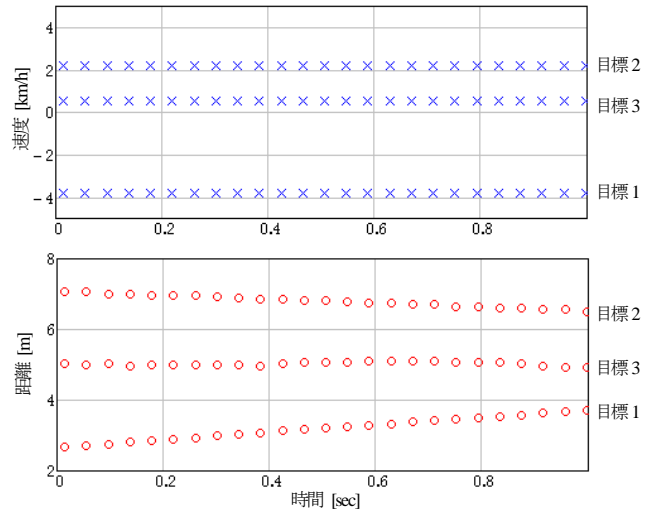


図3 実験 (1) アクチュエータ制御 CR \times 3 結果

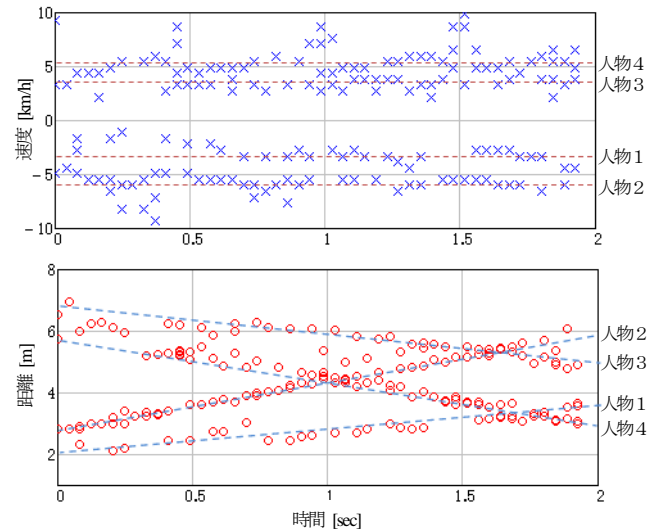


図4 実験 (2) 複数歩行人物検知結果

図 3 より近距離での 3 目標の速度・距離の同時計測が可能であることが確認される。一方、4 人の人物を計測対象とした図 4 の結果では、手足および肩の複雑な動きが重畳され速度計測値にばらつきが見られるものの、距離計測値は今後追尾フィルタ等の適用により 4 人の軌跡を推定可能と思われる。

提案法は、瞬時周波数帯域幅および A/D サンプリング周波数 1MHz (送信周波数帯幅は約 80 (=5 \times 16) MHz) という狭帯域であるにもかかわらず高距離分解能が得られること、および従来方式である FMCW 方式で課題となる多目標 (あるいはクラッタ) 環境下でのビート周波数のベアリング誤動作を回避可能であるという利点を備えており、車載近距離レーダ方式として有望である。

4. まとめ

車載近距離レーダとして多周波 CW 方式を提案した。実験よりは瞬時周波数帯域幅および A/D サンプリング周波数 1MHz という狭帯域で、近距離多目標の速度・距離計測が可能であることを確認した。本研究の一部は科研費(課題番号: 21246062)によりなされたものである。

参考文献

- [1] 稲葉敬之: 多周波ステップ I CW 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, Mar2006.