

2周波 ICW 方式レーダにおけるスタガ PRI を用いた干渉波抑圧

A suppression of interference wave by employing staggered PRI

on 2 Frequency Interrupted CW Radar

日原 健人[†]

稲葉 敬之[†]

小河 昇平^{††}

Kento Hihara

Takayuki Inaba

Shouhei Ogawa

[†]電気通信大学大学院 情報理工学研究所

Graduate school of Informatics and Engineering, The University of Electro-Communications

^{††}住友電気工業株式会社

Sumitomo Electric

1. まえがき

全天候対応路車協調型の安全運転支援システム開発において、電波を用いたレーダ技術の適用が注目されている。当研究室ではこのシステムに対して、複数の車両や歩行者等の目標が存在する環境下において各目標を分離、検知することが期待される2周波 ICW 方式レーダの適用を提案し、その有効性を実験的に検証した[1]。このインフラレーダは交差点の信号機付近に設置することを想定しているが、近年安全装置のためのセンサとしてレーダを搭載した自動車が普及しつつあることを考慮すると、インフラレーダが干渉を受ける可能性が懸念される。そこで本稿では、干渉波として一般に車載レーダで用いられる多くの変調方式である FMCW 方式を想定し、これによる干渉を抑圧する一手法としてスタガ PRI を用いた2周波スタガ ICW 方式を提案する。また、2周波 ICW 方式と2周波スタガ ICW 方式について、干渉波である FMCW 波を観測する試験を行い、その周波数スペクトルから2周波スタガ ICW 方式の有効性を確認する。

2. 2周波スタガ ICW方式

2周波スタガ ICW方式は、図1に示す送信シーケンスのように2周波 ICW方式の各パルスに対して、それぞれの PRI (パルス繰り返し間隔) を変化 (すなわちスタガ) させた方式である。

信号処理ブロック図は図2に示すように、2周波 ICW方式とはほぼ同様のものとなる。ただし、2周波スタガ ICW方式では PRI がパルスごとに变化しているため、距離ゲートごとに m 方向へフーリエ変換する際のサンプル点が一定間隔となっていない。このため、2周波スタガ ICW 波でミキシングされ A/D 変換した干渉波は、m 方向のサンプル点ごとに異なる周波数へのエイリアシングを受けることとなり、フーリエ変換によって周波数領域における干渉波の影響を拡散することが期待される。また、信号処理に使用する PRI は最小の値に揃える必要があるため、2周波 ICW方式に比べて最大距離視野が小さくなり、最大速度視野が大きくなる。

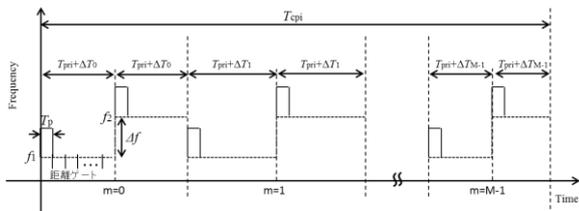


図1 送信シーケンス

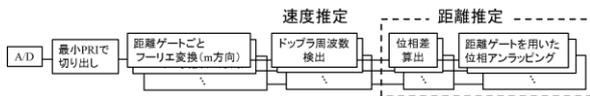


図2 信号処理ブロック図

3. 実験的検証

図3(a)の実験環境の下、自レーダの変調方式として2周波 ICW方式及び2周波スタガ ICW方式を用いて、自レーダ(特定小電力無線局を満足している) RF部から15m離れた地点に配置した干渉波源による干渉波(FMCW波)を観測する試験を実施した。実験風景を図3(b)に示す。

1) 2周波 ICW方式、2周波スタガ ICW方式のレーダパラメータ

- 両方式においてスタガ幅 ΔT_m 以外のパラメータは共通とした。
- 送信周波数 f_0 : 24.15 GHz
- 平均パルス繰り返し間隔 T_{pr} : 0.6 μ s
- 周波数ステップ幅 Δf : 20 MHz
- パルス幅 T_p : 50 ns
- 2周波スタガ ICW方式におけるスタガ幅 ΔT_m : $\pm 0, 50, 100$ ns
- 観測時間 T_{pr} : 100.8 ms
- アンテナビーム幅: ± 30 deg (アジマス), ± 8 deg (エレベーション)



図3(a) 実験環境

図3(b) 実験風景

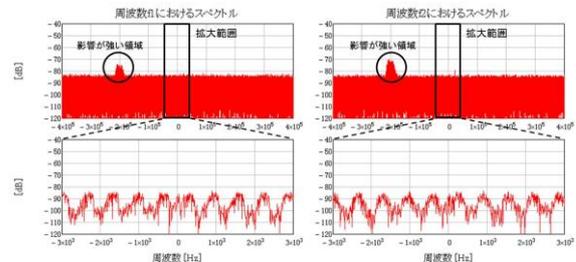


図4 2周波 ICW方式における周波数スペクトル

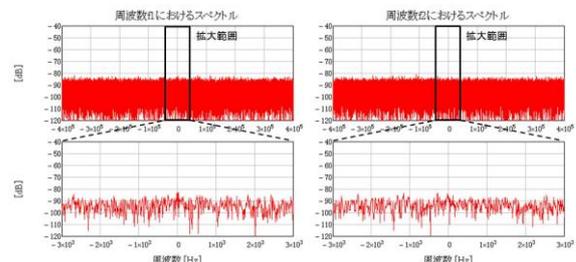


図5 2周波スタガ ICW方式における周波数スペクトル

2) 干渉波 (FMCW波) のレーダパラメータ

- 送信周波数 f_0 : 24.154 GHz
- 掃引帯域幅 B_w : 180 MHz
- 掃引時間 T_c : 1024 μ s

2周波 ICW方式及び2周波スタガ ICW方式における周波数スペクトルをそれぞれ図4、図5に示す。2周波 ICW方式ではその周波数スペクトルにおいて、干渉波による影響を強く受ける周波数領域が存在し、DC付近の拡大図から、スペクトルが波打つような形状になることが確認された。一方2周波スタガ ICW方式では、その周波数スペクトルの形状において、干渉波の影響を受けている様子は見られない結果となった。以上のことから、今回のパラメータ関係において2周波スタガ ICW方式により干渉波の影響が抑圧されたことを実験的に確認した。

4. むすび

本稿では干渉波を想定した FMCW 波による干渉を抑圧する一手法として2周波スタガ ICW方式を提案した。実験結果の周波数スペクトルから、今回のパラメータ関係において本方式により干渉波の影響が抑圧されたことを実験的に確認した。

参考文献

- [1] 神保郁充, 稲葉敬之, 小河昇平 “2周波 ICW方式レーダの安全運転支援システムへの適用検討”, 電子情報通信学会総合大会, Mar.2013