

多周波ステップ OFPR 方式の提案とその実験的検証

B-2 Experimental Investigation of Multiple Frequency Stepped Orthogonal Frequency Pulse Radar

村永 哲也 稲葉 敬之
Tetsuya Muranaga 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

次世代の車載レーダには、高い不要波（自らの発した送信波を含む）抑圧能力を備えることが必要であり、新たな変復調方式の研究が求められている。不要波抑圧に有利な変調方式にパルス圧縮方式がある。しかし、パルス圧縮方式は送受信アイソレーションの問題が避けられず近距離目標の検知が難しい。このため、当研究室での先行研究では、直交周波数方式をレーダ変調方式として用いた独自の OFPR 方式を提案している[1]。しかし、これらの方式は、送信信号帯域幅と同じ広い受信機帯域幅や高速の A/D が必要となり装置の低価格化が困難である。このような背景のもと、少ない受信機帯域幅で高距離分解能が得られ、かつ送受信アイソレーションの分離特性にも優れる方式として、多周波ステップ OFPR 方式を提案する。さらに、提案法の有効性を確かめるために、当研究室で開発した 24GHz 帯ソフトウェアレーダ装置を用いて、電波暗室にて静止目標と送信波の漏れ込みを分離する検証実験を行う。

2. 多周波ステップ OFPR 方式

多周波ステップ OFPR 方式は、図 1 に示すように直交周波数で生成された送信パルスの送信周波数をステップ状に変化させ時分割で送信する。

また、図 2 に示すように、この方式は遠距離目標と近距離目標では異なる受信信号処理を行う。高分解能を必要としない遠距離目標の測距には、周波数ステップごとのサブパルスをパルス圧縮処理し、それらを加算処理する。一方、高分解能を必要とする近距離目標の測距には、直交周波数を復調した後の位相勾配情報を用いて超分解能法を適用する。この近距離受信信号処理によって、近距離目標と送信波の漏れ込みを分離することで、送受信アイソレーション問題の解決を図る。

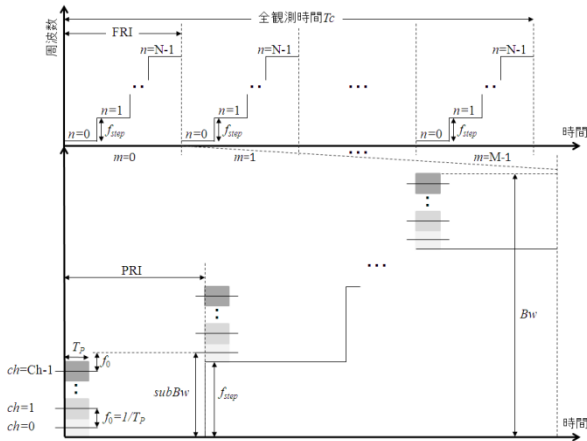


図 1 送信シーケンス

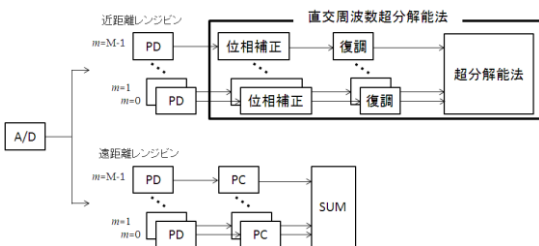


図 2 受信信号処理ブロック図

3. 実験的検証

24GHz 帯ソフトウェアレーダ装置を用いて電波暗室にて、近距離静止目標の測距実験を行った。実験で用いた提案法のレーダパラメータを表 1 に示す。目標は図 3 に示すようにコーナーリフレクタ (RCS: 10 m²@24GHz) とし距離を 2.0[m] とした。図 4 に提案法による距離推定結果 (MUSIC スペクトル) を示す。図 4 から送信波の漏れ込みは 0[m] に目標は 2[m] にピークが得られ、測距が難しい近距離かつ漏れこみと同じドップラ周波数 0 の静止目標を正しく測距可能であることを確認した。

表 1 レーダパラメータ

搬送波周波数 f_c	24.15[GHz]
シーケンス数 M	1024
直交周波数数 Ch	8
直交周波数差 f_0	0.889[MHz]
周波数ステップ数 N	8
周波数ステップ幅 f_{step}	7.11[MHz] (距離視野 21.1[m])
パルス幅 T_p	1125[ns]
送信信号帯域幅 B_w	57.8[MHz] (パルス方式分解能 2.60[m])
サブパルス帯域幅 $subB_w$	8[MHz]
総観測時間 T_c	16.4[ms]

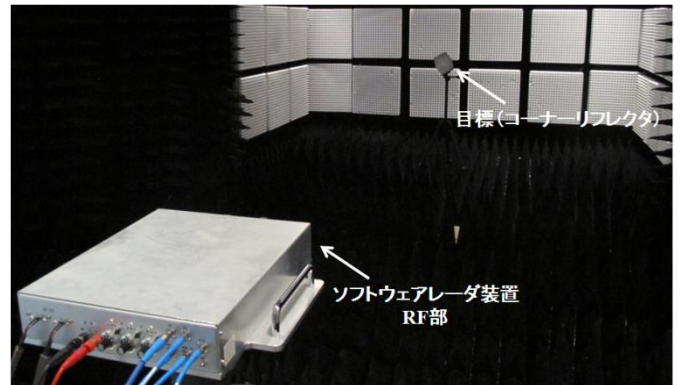


図 3 実験風景

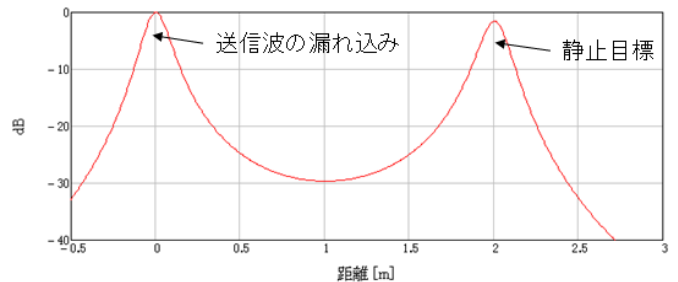


図 4 MUSIC スペクトル (目標距離 2.0 [m])

4. おわりに

本稿では、少ない受信機帯域幅で高距離分解能が得られ、かつ送受信アイソレーションの分離特性にも優れる方式として多周波ステップ OFPR 方式を提案した。電波暗室実験において、距離 2.011[m] の静止目標と送信波の漏れ込みの分離が可能であることを確認した。今後より近距離での測距実験を行う。

参考文献

[1] 塚田 渉, 稲葉 敬之, “OFPR(Orthogonal Frequency Pulse Radar)方式の提案とその実験的検証” 信学技報 SANE2011-137, pp.59-64, Dec.2011