

ミスマッチドフィルタ受信による OFDM 通信・レーダ統合システム においてドップラーシフトがレーダ性能に与える影響

Effect of Doppler Shift on Radar Performance in Communication-Radar Integrated System Using OFDM Signal and Mismatched Filter Reception

渡部颯人 山尾泰 安達宏一

Hayato WATABE Yasushi YAMAO Koichi ADACHI

電気通信大学 先端ワイヤレス・コミュニケーション研究センター

Advanced Wireless & Communication Research Center, The University of Electro-Communications

1. はじめに

無線通信の送信波を用いてレーダセンシングを同時に行う無線通信・レーダ統合システムが研究されている。既提案の OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 通信・レーダ統合システム [1] では、ミスマッチドフィルタ (Mismatched Filter; MMF) 受信がレーダのダイナミックレンジ拡大に有効であることを確認した。しかし、送信機や物標が移動する場合に発生するドップラーシフトがレーダ検知性能に与える影響は不明であった。そこで本稿では、この影響を計算機シミュレーションによって評価した。

2. 評価

図 1 のシステムにおいて、搬送波周波数 f_c (Hz) で送信された信号は端末 2 で反射され、端末 1 はその信号を受信して MMF 検波を行う。端末 1 からみた端末 2 の相対速度が v_{rel} (m/s) の場合、端末 1 はドップラー効果によって周波数が f_D (Hz) シフトした信号を受信する。ここで f_D (Hz) は次式で表される。

$$f_D = 2v_{rel}f_c/c_0 \quad (1)$$

上式で c_0 (m/s) は電波の伝搬速度を表す。このドップラーシフトの影響を評価するためにシミュレーションを行い、相対速度とサブキャリア間隔を変化させた場合のピーク対サイドローブ比 (Peak to Sidelobe Ratio; PSLR) を求めた。5G 通信仕様を基本として想定したシステム諸元を表 1 に示す。

3. シミュレーション結果

レーダ受信に MF (Matched Filter) および MMF を用いたそれぞれの場合の PSLR を図 2 に示す。MF の PSLR はどの場合も 13 dB 程度であり、ドップラーシフトの影響は小さいことが分かる。一方 MMF でサブキャリア間隔が 120 kHz の場合、相対速度が増加して f_D が大きくなると PSLR は低下する。また、サブキャリア間隔を広げていくと PSLR は低下する傾向があるが、相対速度による PSLR への影響は小さくなる。これは、サブキャリア間隔を広げた結果、ドップラーシフトの影響は小さくなるものの、OFDM シンボル長 (レーダパルス長) が短くなって入力サンプル数が減少したことにより、MMF のサイドローブ抑圧効果が減少するためと考えられる。

4. むすび

MMF 受信による OFDM 通信・レーダ統合システムにおいて、ドップラーシフトがレーダ性能に与える影響を確認し、この影響はサブキャリア間隔に依存することを示した。

謝辞 本研究には 2020 年度総務省 SCOPE 受託研究 #195003009 の研究成果が含まれる。

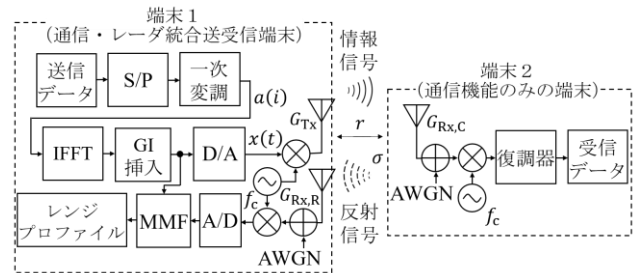


図 1. OFDM 通信・レーダ統合システム

表 1 想定したシステム諸元

搬送波周波数 f_c	28 GHz
無線周波数帯域幅	380.2 MHz
サブキャリア間隔 Δf	$120 * K$ kHz ($K=1\sim 8$)
評価 OFDM シンボル数	1
対象物との距離	10 m
小型バンのレーダ反射断面積	13 dBm ²
対象物の相対速度 v_{rel}	0, 50, 100, 140 km/h
MMF 応答長	3 symbols
送受信標準化周波数	1.45 GHz
ドップラー周波数 f_D	0, 2.6, 5.2, 7.3 kHz ($v_{rel} = 0, 50, 100, 140$ km/h)

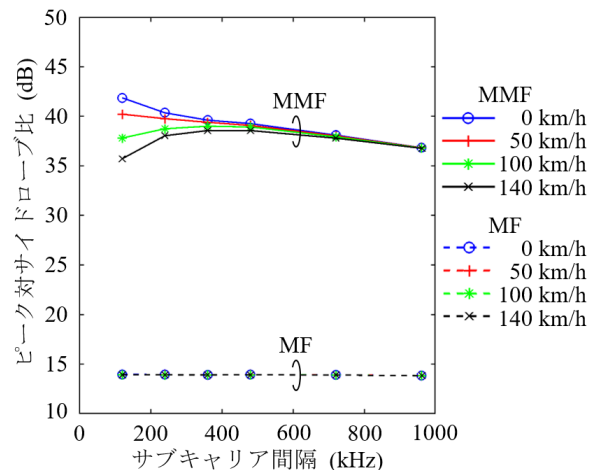


図 2. PSLR-サブキャリア間隔特性

参考文献

- [1] 渡部颯人, 阿部友希, 山尾泰, “ミスマッチドフィルタ受信による OFDM 通信・レーダ統合システムの基本検討,” 信学技報, vol. 119, no. 416, SANE2019-98, pp. 7-12, 2020 年 2 月。