

多周波ステップ CPC レーダにおける離隔周波数コヒーレント合成

マルチパスフェージング対処アルゴリズムの検証 A Study on Coherently Combining Sparse-Multiband Processing in Stepped Multiple Frequency CPC for Multipath Fading

秋田 学
Manabu Akita

谷井 健太郎
Kentaro Tanii

稲葉 敬之
Takayuki Inaba

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

1. まえがき

自動運転システムの実現など政策的課題解決のために、車載レーダ向けミリ波帯の超広帯域化の法整備(79GHz/76GHz帯の4GHz/1GHzへの拡大)が推進されている。著者等は、狭受信機帯域幅(遠距離性)と高距離分解能という相反する能力を兼ね備えた多周波ステップCPCレーダを提案し60GHz帯や76GHzにて、遠距離性と高距離分解能の両立を実験的に示している[1]。一方で、車載レーダでは路面反射マルチパスによる受信信号が消滅するという現象が避けられず信頼性が著しく低下してしまうという深刻な課題があり、マルチパスフェージング対処は重要な技術課題となっている。

本研究では、79GHz帯から隣接する76GHz帯、さらに60GHzの離隔した周波数帯で運用する多周波ステップCPCレーダにより取得される離隔周波数帯の信号をコヒーレントに合成する、マルチパスフェージング対処のためのアルゴリズムを検討する。

2. 離隔周波数コヒーレント合成マルチパスフェージング対処アルゴリズム

マルチパスフェージングの影響が深刻となる遠距離においては運用上、距離分解能よりも受信信号が低下しないこと(目標検知)が求められる。本稿では、それぞれ離隔した周波数帯で運用する多周波ステップCPCレーダの帯域合成処理の入力に対して最大比合成処理(Maximal Ratio Combining, MRC)を適用することを検討する[2]。(a)~(d)の手法を検討しており(a)は、入力データに対してノンコヒーレント加算(NC)を行う手法であり、これを従来法とする。(b)は離隔周波数帯域毎に得られる入力データに対してMRC処理を行い、NCを行う(MRC-NC)。(c)は同入力データに対してMRC処理を行った後に再度MRC処理をする(MRC-MRC)。(d)は、離隔した周波数帯域の全入力データに対してMRC処理を一括して行う(MRC)。

3. 計算機シミュレーション

表1にシミュレーションにおけるレーダパラメータを示す。目標は、距離124.6m、高さ0.8mの点目標とし、本条件における60GHz帯と79GHz帯における受信電力の差は約2dBである。図1に、各帯域の多周波ステップCPCレーダ合成帯域処理前の出力を示す。図2に各手法による目標ドップラビンに対応するレンジプロファイル出力の一例を示す。スナップショット4および8で、従来法に比べSNがそれぞれ約3dBおよび約4dB改善されることを確認される。図3に示す同シミュレーションの雑音領域の振幅の統計結果より、MRC-MRCおよびMRC-NCは従来法と比較して、S/N改善に有意な差が確認される。MRC-MRCおよびMRC-NCは従来法に比べ、誤警報率一定のもと、検出しきい値を低く設定でき目標検出率に優れることが示唆される。なお、同条件における電波暗室における実験結果においても同様の結果が確認されている。

表1. シミュレーションにおけるレーダパラメータ

Frequency band	サブ帯域幅 (MHz)	CPC 符号長	周波数ステップ幅 (MHz)	PRI (us)	周波数ステップ数	パルス繰り返し数 M	スキャン回数	CPI (ms)	F1~F8(GHz)	送信帯域幅 (MHz)	アンテナ高 (m)
60GHz	80	16	50	3.5	8	128	11.5	11.5	60.32-60.67	430	0.5
79GHz	80	16	50	3.5	8	128	11.5	11.5	79.04-79.39	430	0.5

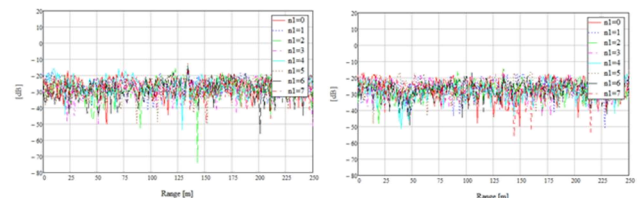


図1. 60GHz帯および79GHz帯の多周波ステップCPCレーダ合成帯域処理入力(左:60GHz帯,SN=11dB,右:79GHz帯,SN=9dB)

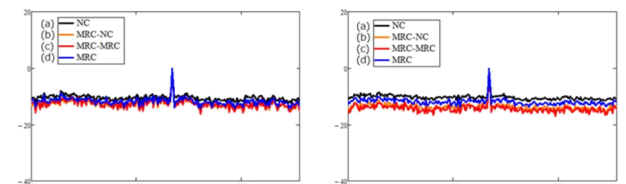


図2. 各手法による目標ドップラビンに対応するレンジプロファイル出力(左:スナップショット数4,右:スナップショット数8)

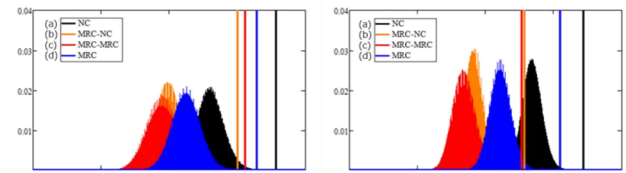


図3. 各手法による雑音振幅統計結果及び誤警報率 10^{-6} での検出閾値(左:スナップショット数4,右:スナップショット数8)

4. むすび

本稿では、離隔した周波数帯で運用する多周波ステップCPCレーダにより取得される離隔周波数帯の信号をコヒーレントに合成する、マルチパスフェージング対処のためのアルゴリズムを検討し、シミュレーションによる検証を行った。

謝辞

本研究開発は総務省SCOPE(受付番号175003002)の委託を受けたものです。

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.
- [2] M. Akita, M. Watanabe, T. Inaba, A Study on Maximal Ratio Combining in Stepped Multiple Frequency CPC Radars for Multipath Fading, IEICE Technical Report, vol.116, no.319, pp.115-120, 2016