

2 周波 CW レーダを用いた 近接複数目標状況下での距離推定に関する実験的評価

Experimental Evaluations of Range Estimation on Multiple Adjacent Targets using 2 Freq. CW Radar

川西淳介 稲葉敬之
Junsuke Kawanishi Takayuki Inaba

電気通信大学大学院 電気通信学研究所
Graduate School of Electro-Communications, The University of Electro-Communications

1. まえがき

レーダの測距方式の 1 つに位相を用いて距離を計測する 2 周波 CW 方式がある。2 周波 CW 方式は周波数占有帯域が狭いため低速の A/D 変換器にて距離計測可能であるという利点を持つ。パルスドップラレーダからのハードウェア拡張も可能であり、パルスレーダの不得意な近距離での計測モードとして期待される。一方、等速の複数目標が存在する場合には多重波環境となり距離計測に誤作動が発生するという課題点がある[1]。

本稿では、2 周波 CW レーダの月・惑星等着陸船搭載着陸レーダへの適用に関する検討の第一段階として、レーダ反射断面積 (RCS) が既知の複数の目標が存在する環境下での距離推定実験を行ったので報告する。

2. 2 周波 CW 方式

2 周波 CW 方式では、送信周波数 f_1 と少しだけ周波数が離れた周波数 f_2 の CW 波をそれぞれ交互に送信する。受信系では周波数 f_1, f_2 の各区間でそれぞれミキシングして得られたサンプリングデータをそれぞれフーリエ変換(一般的に FFT(Fast Fourier Transform)が用いられる)し、フーリエ変換出力の値がしきい値を超えた周波数からドップラ周波数が求められる。目標距離は上記にて求めたドップラ周波数スペクトルの位相差から算出。

2 つの周波数 f_1, f_2 の差の逆数がアンビギュイティ距離となる。

3. 実験

10m 程度以下での運用を想定し、距離アンビギュイティが 15m となる表 1 に示すレーダパラメータを採用した。

表 1 レーダパラメータ

搬送波周波数 f_0	24.15GHz
周波数ステップ幅 Δf	10MHz
周波数ステップ数 N	2
周波数切替間隔 T_{pri}	50 μ s
A/D 変換速度	20kHz
観測時間 T_c	25.6ms, 12.8ms

電波暗室内において、上記の表 1 に示すパラメータを用いて反射点に強弱の分布を待たせた目標距離計測実験を行った。

本実験では、目標として 2 種類の目標を作成。

- ◆ 24GHz 帯における月面の RCS を想定し設計した反射点 (-5dB)
 - ◆ 反射強度に強弱をつけるための強反射点 (5dB)
- 平板に 9 つ (3×3)、上記目標を以下の 5 通りの配置にセットし計測目標として使用。
- 9 つの反射点反射強度が均一
 - 9 つの反射点の内、中心に 1 つ強反射点が存在
 - 9 つの反射点の内、中心以外に 1 つ強反射点が存在
 - 9 つの反射点の内、中心と中心以外に 1 つずつ強反射点が存在
 - 9 つの反射点の内、中心以外に 2 つ強反射点が存在

また、レーザ測距計 (公称誤差 ± 30 mm) を用いて反射点を配置した平面の距離同期計測を行い、真値のリファレンスとした。

以下の図に示すのは、レーダの計測結果の一例である。今回採用したどの目標条件でも、距離計測ができなくなるというのではなく、図 1(a) に示す例ではレーダの計測結果 (赤) がレーザ測距計での計測結果 (青) と概ね重なっているのが確認できる。また時に図 1(b) のように大きく外れた値がスパイク状に表れる場合も見られる。これは、2 周波 CW 方式において等速目標が異なる距離に複数存在する場合、これらの距離差の位相関係によっては真

値から大きくずれた値が出てきてしまうことが原因であると考えられる。この問題に関しては、今回のように距離を変化させていく場合は連続しては起こらないことも確認でき、追尾フィルタ等を用いることで解消されることが期待される。

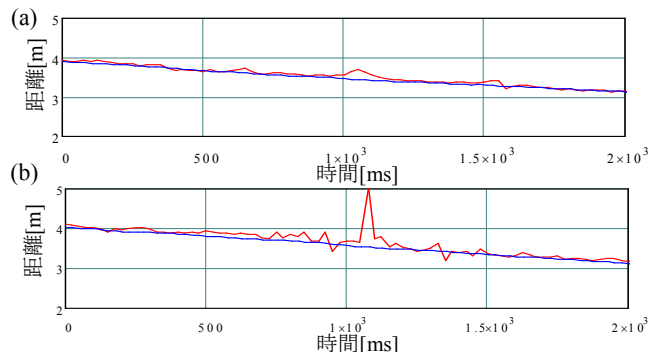


図 1 距離計測結果

以下に示す図 2 は図 1(a),(b) と同条件におけるレーダでの計測結果とレーザ測距計での計測結果との差の分布図の一例である。今回のように反射点が距離差十数 cm 程度で複数存在する条件では、反射点の強弱の分布による標準偏差に大きな違いは見られず、標準偏差 0.1m 程度の距離計測結果が得られた。また、平均値についても大きなばらつきは出ず、強弱反射点の配置による違いが距離推定値に影響を及ぼさないという結果が得られた。

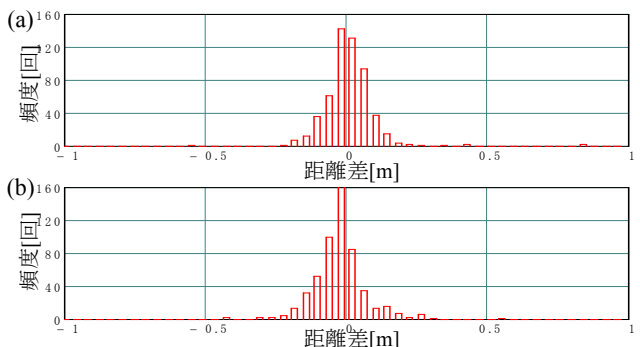


図 2 計測結果統計図

4. まとめ

本稿では、2 周波 CW レーダの月・惑星等着陸船搭載着陸レーダへの適用に関する検討の第一段階として、RCS が既知の複数の目標が存在する環境下での距離推定実験を行った。実験結果から、20kHz という低速サンプリングであるにも関わらず、反射点の強弱の配置によらず標準偏差 0.1m 程度で距離推定が可能であることを確認した。

参考文献

- [1] 稲葉敬之, 平井俊之, “多周波 ICW 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, 2006.
- [2] 福田盛介, 水野貴秀, 坂井智彦, 富田秀徳, 石丸元 “月惑星等着陸導に用いる C バンドパルスレーダの開発” SANE2004-58