

マルチスタティックレーダにおける 距離和単独とドップラー和併用方式の目標位置推定精度の比較

Comparison of Location Estimation Accuracy between Only Using Range Sum and Additional Doppler Sum Measurements for a Multi-Static Radar

佐々木 裕央 藤村 嘉一 秋田 学 小菅 義夫 稲葉 敬之
Hiroyuki Sasaki Kaichi Fujimura Manabu Akita Yoshio Kosuge Takayuki Inaba

電気通信大学 知能機械工学科

Department of Mechanical Engineering and Intelligent Systems, The University of Electro-Communications

1. まえがき

送信アンテナと受信アンテナが同じ位置にあるモノスタティックレーダでは、目標の距離と角度を観測し、目標の三次元の位置を計測する[1]。一方、送信アンテナ1つと、異なる位置にある複数の受信アンテナを使用する方式は、マルチスタティックレーダと呼ばれる[1]。この方式では、異なる位置にある受信機で電波を複数観測し、目標の位置を推定する。

この場合、送信機と目標間の距離と、受信機と目標間の距離の和を観測できる。この距離和を使用すれば、3次元の目標位置を未知数とした連立方程式が作成できる。このため、目標の角度を観測する必要はなく、小型アンテナで三次元の位置が推定できる。また[1]では、送信機と目標間のドップラーと、受信機と目標間のドップラーの和を観測する方式が報告されている。しかし、ドップラー和の有効性が明らかにされていない。

本稿では、距離和のみを用いた目標位置推定と、ドップラー和も考慮した目標位置推定との精度を、シミュレーションして比較する。

2. 距離和・ドップラー和を用いた目標位置推定

本稿では図1のように、複数個の距離和観測値より目標位置を推定する方式を距離和単独方式と呼び、複数対の距離和及びドップラー和観測値より目標位置、速度を推定する方式をドップラー和併用方式と呼ぶ。なお、アルゴリズムは Taylor 級数推定法を用いた[2]。

3. 計算機シミュレーション

計算機シミュレーションにて二方式の推定精度を比較する。本シミュレーションでは、送信機1機、受信機4機をそれぞれ異なる位置に設置して固定し、点目標を1つ決めて目標位置推定を5000回行う。目標の位置[m]は(0, 0, 1.5)、速度[m/s]は(1, 2, 0)とする。また、送信機位置は(-6, 0, 6.5)、受信機位置は(±4, ±4, n | n=3, 6, 9)とし、目標と送受信機のxy平面の配置を図2に表す。ドップラー観測雑音標準偏差は0.025とし、距離観測雑音標準偏差を変化させてシミュレーションする。ただし、距離とドップラーの観測雑音は無相関とする。なお本稿では、距離和観測雑音は、送信機と目標間の距離観測雑音と、受信機と目標間の距離観測雑音の和とした。ドップラー和観測雑音も同様に定義した。

結果を図3に示す。図3は、ドップラー和併用方式の方が優れていることを示す。また、距離観測雑音が悪いほど、二方式の差が大きいことが分かった。さらに、受信機の高さにより、改善効果が異なることが分かった。

4. むすび

本稿では、マルチスタティックレーダにおいて、目標位置の他に目標速度が推定可能なドップラー和併用方式は、目標位置のみ推定可能な距離和単独方式より良好な目標位置推定精度であることを示した。この結果、ドップラー和の有効性が確認された。

参考文献

- [1] 稲葉敬之, 千葉 勇, “CW波を用いたマルチスタティック測位・測速法”, 信学論(B), vol.J90-B, no.3, pp.298-310, March 2007.
- [2] W. H. Foy, “Position-location Solutions by Taylor-series Estimation,” IEEE Trans. Aerosp. & Electron. Syst., vol.12, no.2, pp.187-194, March 1976.

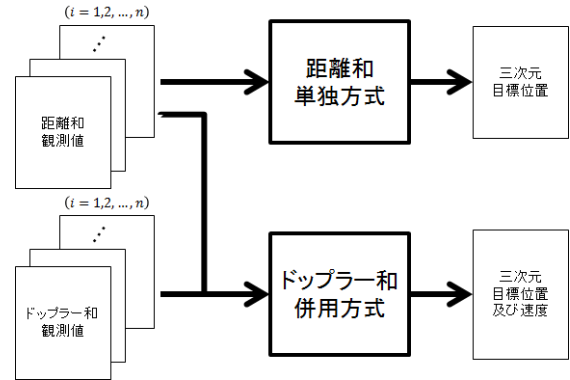


図1. 二方式の入出力

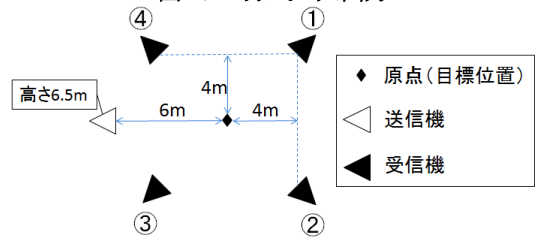


図2. 目標と送受信機のxy平面の配置

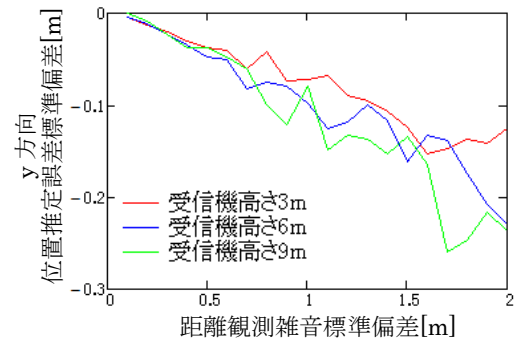
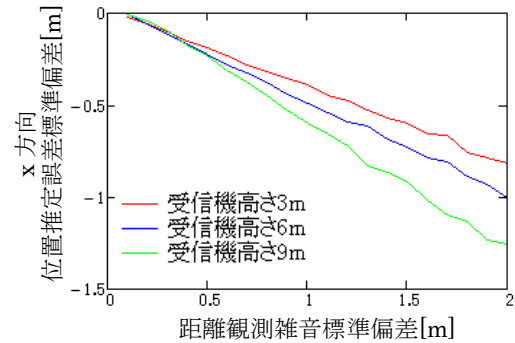


図3. 位置推定精度の比較

(ドップラー和併用方式と距離和単独方式との差)