

PolSAR Ship Detection Based on a Complete Polarimetric Covariance Difference Matrix

Tao Zhang (1), Armando Marino (1), Ferdinando Nunziata (3), Weizeng Shao (4), Xiaofeng Li (5),
and Huilin Xiong (1)

(1) Shanghai Jiao Tong University, School of Electronic Information and Electrical Engineering,
Shanghai, China.

(2) The University of Stirling, Natural Sciences, Stirling, U.K.

(3) Università degli Studi di Napoli Parthenope, Italy.

(4) Zhejiang Ocean University, Marine Science and Technology College, Hangzhou, China.

(5) GST at NOAA/NESDIS, College Park, Maryland, USA.

摘要

合成孔径雷达 (SAR) 是一种主动式的对地观测系统, 具有全天候、穿透云雾的能力。近年来, 它已成为观测地球表面的重要工具。这其中, 如何使用 PolSAR 数据去监控船只的海面位置也已成为众多国家关心的热点问题。船只的位置信息能够更加有效地帮助我们解决一些棘手的问题, 如非法捕捞、非法偷渡。然而, 舰船检测是一个复杂的问题, 它不仅与船只自身的结构特性有关, 还与海面的海况有关。

实际上, 和海面相比, 船只往往拥有更加丰富的后向散射信息, 如二次散射、多次散射 [1]。鉴于这个事实, 大多数学者从海面 and 船只的散射差异角度出发, 提出了许多有效的舰船检测算法。这其中, 最简单的方法是直接利用船只的后向散射强度信息去检测船只, 如 PWF、SPAN 检测器[2]。利用船只和海面不同的反射对称性, Nunziata 等人进一步提出了 RS 算法 [3]。实验证明, 对绝大多数的海况而言, RS 都能有效地检测船只。相似地, Marino 等人 [4] 从极化目标复空间角度出发, 提出了极化扰动滤波算法 (GP-PNF)。大量的实验也证明了 GP-PNF 对舰船检测的有效性。

然而, 这些算法都是利用单个像素信息去提取散射特征, 几乎不考虑目标周围的背景信息 [5]。实际上, 这些邻域信息也能提供大量利于船只检测的散射特征。因此, 在之前的工作中, 我们从空间邻域的角度出发, 提出了极化散射差异矩阵 (PCDM) [6], 并用不同的 PolSAR 数据证明了它对舰船检测的有效性。但是, PCDM 矩阵仍未充分地反应出邻域散射差异信息的相位部分。为了解决这个问题, 本文提出了一个新的完备极化散射差异矩阵 (CPCDM)。同时, 一个基于 CPCDM 的船只检测算法也被进一步提出。不同的实验数据集明了它的有效性。

参考文献

- [1] D. Velotto, M. Soccorsi, and S. Lehner, "Azimuth ambiguities removal for ship detection using full polarimetric x-band SAR data," *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, vol. 52, no. 1, pp. 76–88, 2013.
- [2] L. M. Novak and M. C. Burl, "Optimal speckle reduction in Polarimetric SAR imagery," *IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems*, vol. 26, no. 2, pp. 293–305, 1990.
- [3] F. Nunziata, M. Migliaccio, and C. E. Brown, "Reflection symmetry for polarimetric observation of man-made metallic targets at sea," *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, vol. 37, no. 3, pp. 384–394, 2012.
- [4] A. Marino, S. R. Cloude, and I. Woodhouse, "Detecting depolarized targets using a new geometrical perturbation filter," *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, vol. 50, no. 10, pp. 3787–3799, Oct. 2012.

[5] Y. Wang and H. Liu, "PolSAR ship detection based on superpixel-level scattering mechanism distribution features," *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, vol. 12, no. 8, pp. 1780–1784, 2015.

[6] T. Zhang, Z. Yang, and H. Xiong, "PolSAR ship detection based on the polarimetric covariance difference matrix," *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, vol. 10, no. 7, pp. 3348–3359, Jul. 2017.