

一种多孔径 SAR 图像目标检测方法

汪长城¹ 廖明生¹

(1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室,武汉市珞喻路 129 号,430079)

摘要:提出了一种多孔径 SAR 图像目标检测方法,充分利用 SAR 图像幅度和相位信息来区分人造目标和杂波。由于人造目标的回波能量往往集中在部分方位角范围内,当该部分方位角范围所对应的多个子孔径图像中存在目标时,其局部相关性较强,因此,该方法利用多个子孔径图像之间的相干系数检测目标。实验结果表明,该方法有效地提高了目标检测概率,同时降低了虚警概率。

关键词:多孔径;目标检测;合成孔径雷达;相干系数

中图法分类号:P237.3

合成孔径雷达(SAR)是一种工作在微波波段的相干成像雷达^[1]。SAR 图像不仅记录了地物回波的幅度信息,还记录了地物回波的相位信息。对于一幅 SAR 图像而言,传统的目标检测方法主要利用 SAR 图像幅度信息,而忽视了相位信息。在实际中,由于受各种因素的影响,目标与其周围背景的回波强度相差不大。仅利用 SAR 图像幅度信息进行目标检测,往往会产生大量的虚警。因此,有必要联合利用 SAR 图像幅度和相位信息进行目标检测,从而提高目标检测性能^[2]。

在成像过程中,雷达沿着飞行方向的不同位置照射目标,雷达照射目标时的方位角是不断变化的。因此,每个散射体在一系列的方位角下被 SAR 传感器观察到。通常,多孔径 SAR(multi-aperture SAR, MASAR)处理技术是将雷达回波数据分成若干个不重叠的子集,分别成像生成多个子孔径图像^[3]。由于地物回波在空间视角和多普勒频率之间有着固定的关系^[4],每一幅子孔径图像表示不同的方位角的地物雷达散射截面。

Arnaud 等通过引入雷达干涉测量的思想提出了一种子视相干方法(sublook coherence)检测海上船只^[5];Souyris 等人将 Arnaud 的方法加以改进提出了一种 2L-IHP(two-looks internal hermitian product)目标检测方法^[6];Schneider 等人进一步改进了 Arnaud 的方法,结合子视相干方法和子视熵(sublook entropy)方法检测城市区域

的相干散射体(coherent scatters, CS)^[7];该方法能够检测出点目标,但对于斑点噪声的去除效果不够理想。

Souyris 等提出的 2L-IHP 方法假设目标在整个雷达照射时间内具有近似的雷达响应,但这一假设不太适合于人造目标的检测问题。针对这一问题,本文在 2L-IHP 方法的基础上提出了一种多孔径目标检测方法。该方法考虑到实际目标后向散射特性随方位角变化的特点,利用多个子孔径图像之间的相干系数值,能更好地区分人造目标和杂波,提高目标检测性能。

1 基本原理

人造目标(如车辆、船舶和建筑物等)与均匀分布的自然地物(如农田、植被等)之间在结构上有着很大的不同。例如,人造目标可以视为由一个或几个“主散射体”,如边、平板、角等构成的反射体^[8];而均匀分布的自然地物往往可以看作由许多独立离散随机分布的散射体组成,在 SAR 图像上表现为斑点噪声。因此,两者的后向散射特性有着很大的区别。

对于理想的点目标而言,其幅度和相位在整个雷达照射时间内的差异不大(特别是对于星载 SAR),因此各子孔径图像上都有大致相同的回波响应^[6]。在这种情况下,根据雷达干涉测量中干

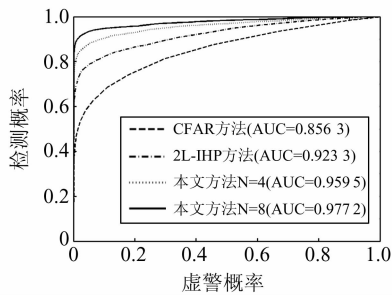


图 6 三种目标检测方法的 ROC 曲线

Fig. 6 ROC curves of Three Target Detection Methods

在后期的研究中将进一步研究如何提高该方法的检测效率。

参 考 文 献

[1] 卜方玲,徐新.一种基于小波分析的 SAR 图像斑点噪声滤波算法[J]. 武汉大学学报·信息科学版, 2001,26(4):315-319

[2] Souyris J C, Henry C, et al. On the Use of Complex SAR Image Spectral Analysis for Target Detection; Assessment of Polarimetry[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2003, 41(12): 2 725-2 734

[3] Flake L R, Ahalt S C, et al. Detecting Anisotropic Scattering with Hidden Markov Models[J]. IEE Proceedings Radar, Sonar and Navigation, 1997, 144(2): 81-86

[4] 保铮,邢孟道,王彤. 雷达成像技术[M]. 北京:电子工业出版社,2005

[5] Arnaud A. Ship Detection by SAR Interferometry [C]. IGARSS'99, Hamburg, Germany, 1999

[6] Henry C, Souyris J C. Target Detection and Analysis Based on Spectral Analysis of a SAR Image: a Simulation Approach[C]. IGARSS'03, Toulouse, 2003

[7] Schneider R Z, Papathanassiou K, et al. Polarimetric and Interferometric Characterization of Coherent Scatterers in Urban Areas[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2006, 44(4): 971-984

[8] 董臻,梁甸农. UWB-SAR 图像中二面角目标的检测[J]. 系统工程与电子技术, 2001, 23(4): 1-3

[9] Ferro-Famil L, Reigber A. Scene Characterization Using Subaperture Polarimetric SAR Data [J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2003, 41(10): 2 264-2 276

[10] 尤红建,傅琨. 基于分布模型差异的 SAR 变化检测[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2008,33(5):454-457

[11] Fawcett T. An Introduction to ROC Analysis[J]. Pattern Recognition Letters,2006, 27(8): 861-874.

第一作者简介:汪长城,博士生。研究方向遥感图像处理、SAR 图像处理、目标检测和识别等。
E-mail:greatwallcn@sina.com

A Target Detection Method Based on Multi-aperture SAR Images

WANG Changcheng¹ LIAO Mingsheng¹

(1 State Key Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079, China)

Abstract: A target detection method based on multi-aperture SAR images is proposed. With this method the magnitude and the phase characteristics of SAR images were jointly used to distinguish artificial target from clutter. A number of sub-aperture images are generated from SAR image. As the energy of artificial target usually masses in partial range of azimuth angle, the local correlation between the sub-aperture images which are corresponding to the partial range of azimuth angle is strong in the presence of targets. So, the use of the coherence between these sub-aperture images is proposed for target detection. Experimental results demonstrate that the proposed method enhances the detection rate and reduces the false alarm rate effectively.

Key words: multi-aperture; target detection; synthetic aperture radar; coherence

About the first author: WANG Changcheng, Ph.D candidate. His research interests are mainly in remote sensing, SAR image processing, and target detection/recognition.
E-mail: greatwallcn@sina.com