

·光电系统与amp;设计·

海面岛礁背景下舰船红外自动识别技术研究

何友金, 毛剑英, 谭 伟

(海军航空工程学院, 山东 烟台 264001)

摘 要: 为了提高岛礁背景下对红外目标的识别能力, 提出了基于平均灰度的识别方法. 红外探测器在对远距离舰船目标识别时, 舰船附近与目标外型轮廓相似的海岛会给识别带来很大困难. 通过对海岛和舰船的组成和红外特性的对比分析, 以及从实地试验图像中得到的数据发现舰船的灰度平均值要高于海岛的灰度平均值.

关键词: 舰船; 海岛; 红外特性; 自动目标识别

中图分类号: TP391.4

文献标识码: A

文章编号: 1673-1255(2010)04-0031-04

Automatic Recognition Technology of Infrared Ship under Island of Sea Background

HE You-jin, MAO Jian-ying, TAN Wei

(Naval Aeronautical and Astronautical University, Yantai 264001, China)

Abstract: In order to improve the recognizing ability of the infrared objectives under the island's background, the recognition method is proposed based on average gray. While the infrared detector recognizes a ship as a target at the long distance, it's too difficult to identify it from the surrounding near the ship and the islands which have the exterior contour similar to the ship. Through researching the islands and the ships' component, comparing their infrared characteristics and as well as getting the data from the IR image, it is found that the average gray of the ship is higher than the island's average gray.

Key words: ship; island; infrared characteristic; automatic target recognition

1 舰船和海岛的红外辐射特性

在远距离处, 舰船目标与岛屿大小接近的情况下目标特征(红外特征、几何尺寸、运动状态)不明显, 目标的像素较少, 与小岛的几何特征相似, 从目标自动识别的角度很可能将与舰船目标尺寸接近的岛礁背景误认为是目标, 或将目标误认为是岛礁. 通过对目标的红外特性和背景对目标红外特性的影响分析, 找出海岛与舰船图像的区别.

1.1 舰船的红外辐射特性

舰船目标向外辐射的总功率^[6]可以用下式表达:

$$E_c = E_y + E_f + E_m \quad (1)$$

式(1)中, E_c 为舰船目标向外辐射的总功率; E_y 为烟囱辐射的功率; E_f 为发动机辐射的功率; E_m 为舰船目标整个甲板蒙皮辐射的功率. 在不考虑环境对目标影响的条件下, 总的舰船辐射功率可由式(1)得出. 除了考虑目标本身辐射特性之外还必须考虑周围环境背景对目标辐射特性的影响.

1.2 太阳辐射对舰船/海岛的影响

太阳辐射对海面目标和海岛背景有一定的影响, 其中一种情况是海岛面积较大或舰船目标与海岛距离很近, 在无阳光温度较低的阴天, 舰船目标在

收稿日期: 2010-06-11

作者简介: 何友金(1960-), 男, 山东平阴人, 副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为图像处理与自动目标识别; 毛剑英(1983-), 男, 辽宁人, 硕士研究生, 主要研究方向为红外图像处理和识别; 谭伟(1984-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为图像处理与自动目标识别.

岛礁前方不远处静止不动,那么舰船目标很容易融入海岛背景中,被误认为是一体的,这时从红外图像中很难分辨出哪部分是海岛,图1就是晴天但是无太阳下的海岛背景的舰船图像.

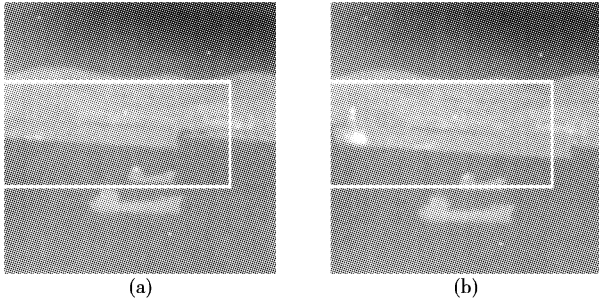


图1 海岛背景的舰船图像

从图1中可以看到,在目标没有明显的红外特征的情况下,很难发现隐藏在海岛背景中的舰船目标

另一种情况,海岛和舰船距离探测器较远,海岛与舰船在红外图像中大小、外型都很相似,且没有很明显能区分海岛和舰船的红外特征,如图2.

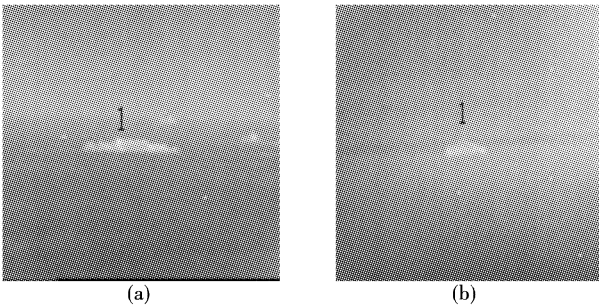


图2 海岛图像

图2a、图2b中1号目标均为海岛,距离探测器位置均在10 km以上,大小和外形均与舰船相似,在这种情况下很难选择出正确的目标.

1.3 天空背景红外辐射特性

天空红外辐射分为白天和黑天.白天,天空的红外辐射是散射的太阳光和大气热辐射的组合,在 $3\ \mu\text{m}$ 以下,以散射太阳光为主,在 $5\ \mu\text{m}$ 以上,以大气热辐射为主,在 $3\sim 5\ \mu\text{m}$ 之间,天空红外辐射最小.夜间,因不存在散射的太阳光,天空的红外辐射为大气的热辐射,为计算大气的红外光谱辐射亮度,必须知道大气的压力、温度、湿度和视线的仰角.

在海平面上,对于远距离红外图像的传输,大气的的影响十分严重,同时由于探测器本身固有的特性,使所得到的红外图像目标与背景对比度较差,图像边缘模糊,具有强烈杂波背景噪声,给目标的检测、

识别带来很大的困难.由于大气窗口透过波长的限制,使太阳光、天空和海面背景的红外辐射对目标探测有一定的影响,所以环境对目标的红外特性影响很大.

2 自动识别方法

2.1 去除图像中的多余背景

通过预处理以及图像阈值分割去除红外图像中的天空背景、海洋背景,只留下舰船目标以及待分辨识别的海岛伪目标.

采用Otsu^[7]方法来计算阈值

$$p_q(r_q) = \frac{n_q}{n} \quad q=0,1,2,\dots,L-1 \quad (2)$$

式(2)中, n 是图像中的像素总数; n_q 是灰度级为 r_q 的像素数目; L 是图像中所有可能的灰度级数,假定阈值为 k , C_0 是一组灰度级为 $[0,1,\dots,k-1]$ 的像素, C_1 是一组灰度级为 $[k,k+1,\dots,L-1]$ 的像素,Otsu方法选择最大化类间方差 σ_B^2 的阈值为 k ,类间方差定义为

$$\sigma_B^2 = \omega_0(\mu_0 - \mu_T)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_T)^2 \quad (3)$$

$$\omega_0 = \sum_{q=0}^{k-1} p_q(r_q) \quad (4)$$

$$\omega_1 = \sum_{q=k}^{L-1} p_q(r_q) \quad (5)$$

$$\mu_0 = \sum_{q=0}^{k-1} qp_q(r_q)/\omega_0 \quad (6)$$

$$\mu_1 = \sum_{q=k}^{L-1} qp_q(r_q)/\omega_1 \quad (7)$$

$$\mu_T = \sum_{q=0}^{L-1} qp_q(r_q) \quad (8)$$

选取一幅图像,计算它的直方图,找到最大化 σ_B^2 的阈值,从而把舰船和海岛从天空和海洋背景中分离出来.

2.2 舰船与海岛的灰度比较

分割完的图像中海岛和舰船所在的像素点位置就已经确定了,每个像素点在原图像中的灰度值也是确定的,对舰船和海岛的像素点采取加和求平均的办法进行比较

$$H_1 = \sum (x_1 + x_2 + \dots + x_n)/n \quad (9)$$

$$H_2 = \sum (y_1 + y_2 + \dots + y_m)/m \quad (10)$$

从运动特性的角度看,由于运动着的舰船目标速度并不快,从发现目标到识别跟踪是一个很快的过程,舰船目标相对于不动的海岛背景之间的位置变化不大,所以不能通过运动特性很好地识别舰船目标;从几何特性角度看,正是由于远距离小岛和舰船目标的形状相似,不能很好地通过几何特性辨别出哪个是舰船哪个是海岛;从光学特性角度看,虽然海岛与小船在所需识别的图像中占的像素数相差不多,灰度值相仿的像素点所组成的图像形状相似,但舰船目标特有的红外特征是不变的,舰船的烟囱温度非常高,所以烟囱部位所成的像素点的灰度值也要远高于其他像素点,虽然由于距离远,但越是温度高的部位越容易被探测到,所以即使所占像素数不多,但也有像素点的灰度值高于其像素点.

物体红外辐射能量可由斯忒潘—波尔兹曼定律决定

$$W = \epsilon \sigma T^4 \quad (11)$$

辐射功率为

$$P = \int_A W \cdot dA \quad (12)$$

其中, W 为物体的总辐射出射度; ϵ 为物体的发射率; $\sigma = 1.380\ 650\ 5 \times 10^{-23}$ 波尔兹曼常数; T 为物体温度; A 为物体发射辐射的面积.

图像的灰度值受气象条件影响也比较大,海岛和舰船目标的整体灰度值在晴朗无云阳光充足的条件下比在阴天无阳光条件下的灰度值大很多.在阴天情况下,海水比海岛温度要高,钢板导热比岩石要快,舰船船身受海水温度影响较大,舰船整体的灰度

表 1 一些材料的发射率

材料	发射率
钢板	0.82
沙土	0.92
岩石	0.88
木头	0.9

值要比海岛大;在晴天情况下,舰船和海岛除了受海水温度影响,还要接收来自太阳的辐射,因为材料不同钢板吸收太阳辐射升温更高,舰船整体的灰度值也比海岛大.

3 试验验证

采用前面的自动识别方法,对 2 种典型的海岛

背景下的舰船目标进行自动识别验证.

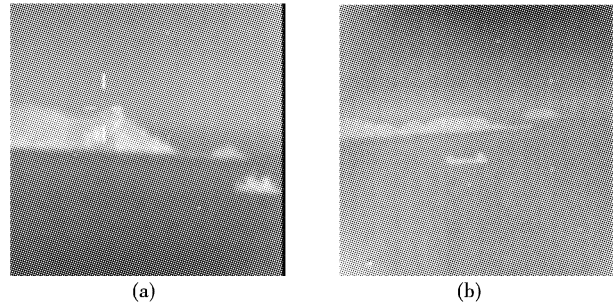


图 3 海岛背景的舰船图像

3.1 试验条件

图 3 为 2 幅典型图像,其试验条件见表 2.

表 2 试验条件

试验环境	图 3a	图 3b
气象条件	晴、有阳光 西南风 5~6 级	阴、无阳光 东北风 4~5 级
距海岛和 舰船距离 /km	7~8	10~12
温度 / $^{\circ}\text{C}$	5	0
湿度	62%	35%
能见度 /km	5~6	9~10

3.2 图像处理

图 3 中均为海岛背景下的舰船图像,在图 3 中有海岛也有舰船,对图像进行阈值分割处理,处理结果如图 4.

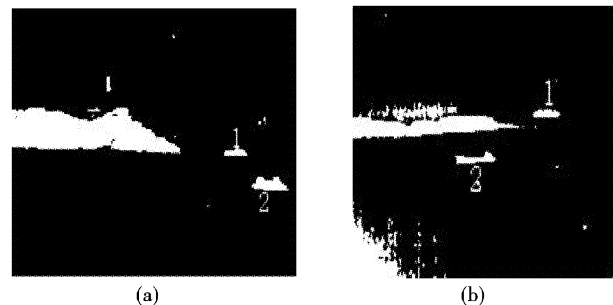


图 4 分割后的图像

用 Otsu 法计算出图 4a 图的分割阈值为 175,图 4b 的分割阈值为 185,此时分割后的图像轮廓最为清晰,图像中 2 个较小的待辨别的目标就是小岛和舰船,由于灰度值相差不多,所以分割后都保留下来,其中大面积的可以确定为海岛背景,而小面积的舰船和小岛所占像素点的位置都已经确定,返回到

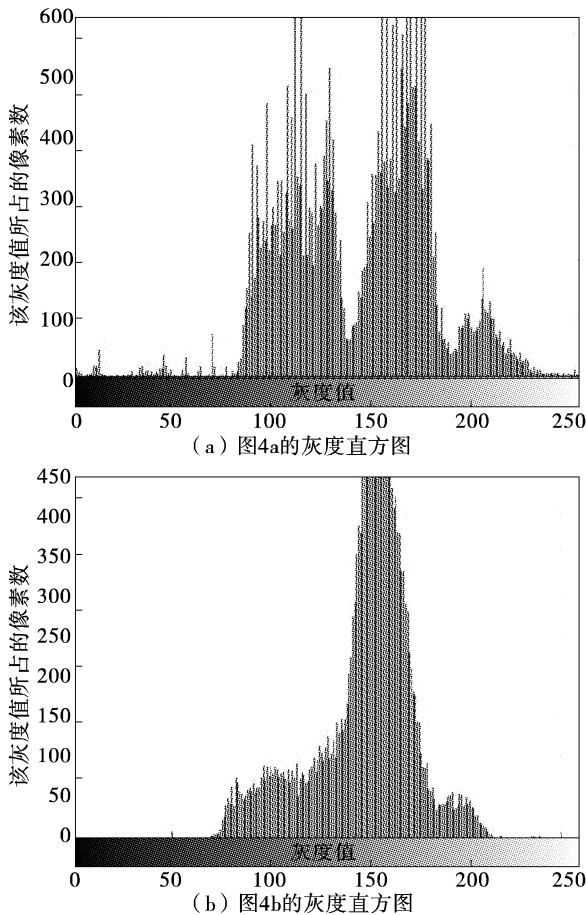


图5 图像的直方图

原始图像中求得相应的灰度值。

图5分别为图4a和图4b的灰度直方图,从图5中可以清晰地看出每个灰度值所占的像素点数,以分割后的舰船小岛所在的像素位置为准,对这些像素灰度值进行计算.图4a和图4b的灰度平均值见表3.

表3 灰度平均值

目标	灰度平均值
图4a中1号目标	177.3
图4a中2号目标	184.4
图4b中1号目标	186.7
图4b中2号目标	189.6

3.3 识别结果

图4两图中2号目标的灰度平均值要大于1号目标的灰度平均值,而2号目标也确实是舰船目标,通过比较可以看出舰船目标灰度平均值略大于小岛.

识别后的结果如图6所示.

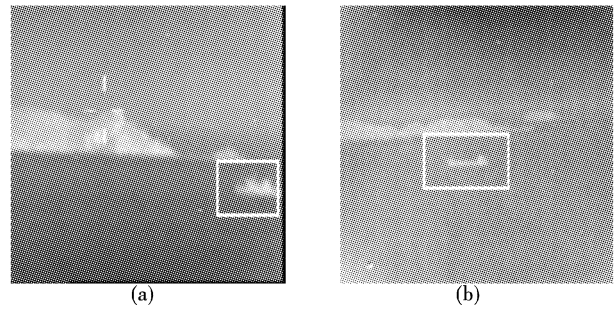


图6 舰船的识别

4 结 论

通过对试验获得的舰船红外图像的研究和分析,在只有小岛和舰船目标且小岛与舰船大小、外形相似难辨别的情况下,可以对它们的特定区域求出灰度平均值并进行比较,比较的区域可由分割后的图像确定.由于气象条件的不同,对红外图像的影响比较大,在无太阳多云的阴天和太阳充足无云的晴天,在探测器距离舰船和小岛较远的情况下,采用一般的处理识别方法很难从红外图像中直接把舰船和小岛区别开.由于舰船和小岛各自的红外特性不同,对图像进行处理比较识别,舰船目标的灰度平均值要比小岛的大,通过计算灰度平均值可以最终确定舰船目标.

参考文献

- [1] 姚连兴,仇维礼,王福恒.目标和环境的光学特性[M].北京:宇航出版社,1995.
- [2] 王甜,王建民,杨树谦,等.红外图像自动目标识别技术发展[J].飞航导弹,2005(11):41-47.
- [3] 范晋祥,张渊,王社阳.红外成像制导导弹自动目标识别应用现状的分析[J].红外与激光工程,2007,36(6):778-781.
- [4] 王俊临,张剑云.红外小目标识别新方法[J].红外技术,2005,27(5):408-411.
- [5] 孙殿星,王学伟,周晓东,等.海空背景下确定弱小目标潜在区域的方法[J].红外技术,2009,31(11):663-667.
- [6] 谈和平,夏新林,刘林华,等.红外辐射特性与传输的数值计算[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2006.
- [7] Gonzalez R C.数字图像处理[M].阮秋琦.北京:电子工业出版社,2005.