

文章编号: 1672-8785(2011)08-0025-04

一种基于直线拟合法的新的海天线检测方法

时 磊 赵 军 叶宗民

(91404 部队 93 分队, 河北 秦皇岛 066001)

摘 要: 针对海空环境的特点, 在提取海天线前进行有效的背景抑制和目标增强处理。在直线拟合法的基礎上提出了一种剔除粗大点的改进方法, 并利用 Matlab 对该方法进行了仿真试验。试验结果表明, 该方法可以有效地检测出海空背景下的海天线与舰船位置, 为目标识别和图像配准奠定了良好的基础。

关键词: 海天线; 直线拟合法; 红外成像

中图分类号: TN211 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2011.08.005

A New Method for Sea-sky-line Detection Based on Linear Fitting Algorithm

SHI Lei, ZHAO Jun, YE Zong-min

(No. 93 Department of 91404 Unit, Qinhuangdao 066001, China)

Abstract: Sea-sky-line detection can be implemented by effectively suppressing the background and enhancing the target in an image according to the features of sea-sky environment. An improved method for wiping off crass points is proposed on the basis of the linear fitting algorithm. The method is simulated with the Matlab software. The simulation result shows that this improved method can effectively detect the positions of the sea-sky-line and ships against the sea-sky background. It provides a good basis for target recognition and image registration.

Key words: sea-sky-line; linear fitting algorithm; infrared imaging

0 引言

在海面远距离平视状态下, 海面舰船成像一般分为天空、海面和海天线 3 个区域。当目标出现时, 它一定处于海天线区域。针对上述成像特点, 通过确定海天线区域, 可以减少目标提取与识别的计算量和加快目标识别速度, 同时还可以抑制海天线区域外不必要的噪声干扰。

文献 [1] 是采用行映射直方图的方法来确定海天线区域的。该方法适用于简单的海天背景, 但是其二值化门限不好确定。另外有研究人员将小波变换引入海天线检测领域 [2], 这样可使同尺度下小波数抑制噪声和提取边缘的能力变

得不同。但不可否认的是, 引入小波变换将会使算法变得复杂和计算量增大, 导致工程性下降。本文提出一种改进型海天线检测方法, 其计算过程简单, 抗干扰能力强, 检测率较高。

1 海空环境的特点分析

海空环境对海天线提取算法具有直接影响: (1) 云层和海浪在形成过程中会受到物理规律的制约, 它们在空间上往往会呈现大面积的连续分布状态, 而在红外辐射强度上也会呈现渐变过渡状态, 所以云层和海浪等自然背景的边缘仅在某些连续的方向上具有高梯度 [3]。(2) 平缓的自然背景在各个方向上的梯度都较小。

收稿日期: 2011-06-27

作者简介: 时磊 (1986-), 男, 北京人, 助理工程师, 主要从事光电对抗与红外目标特性研究。

(3) 由战场烟雾引起的图像梯度变化, 可视作具有云层性质, 即为不规则的边缘。(4) 大气能见度对海天线清晰程度的影响, 会导致海天线不可见。(5) 大面积云团的存在对海天线检测具有明显影响。因为云团也是灰度变化比较剧烈的地方, 易使检测出的海天线偏向天空。

2 背景抑制及目标增强预处理技术

复杂的海空环境对海天线检测具有不同程度的影响, 在客观上给人们带来了困难。为了解决这一问题, 在提取海天线之前进行有效的背景抑制和目标增强是十分必要的。

2.1 中值滤波

中值滤波是一种基于统计排序理论、可有效抑制噪声的非线性信号处理技术。其响应基于图像滤波器包围区域中的像素排序, 可用临域内像素灰度的中值代替中心像素的灰度值。

本文采用 3×3 大小的滤波窗口对红外图像进行中值滤波处理, 有效抑制了红外图像中的

噪声, 最大限度地保留了边缘信息和细节, 为后续的海天线检测消除了不必要的影响。

2.2 对比度扩展

对比度扩展又称灰度变换, 它主要通过扩展图像中感兴趣部分特征的对比度, 使之占据可显示灰度级的更大部分, 从而达到对比度增强目的。在常见的对比度扩展算法中, 指数变换算法可以满足增加较亮像素的灰度级而只使较暗像素发生较小改变的要求。

指数变换一般为

$$g(x, y) = \frac{255 \{b^{c[f(x, y) - a]} - 1\}}{b^{c(255 - a)} - 1} \quad (1)$$

式中, a 、 b 和 c 是 3 个用来调整曲线的位置和形状的参数。它们可以使低灰度 f 得到压缩, 并使高灰度 f 得到扩展。

图 1(b) 为经过滤波和对比度扩展处理后得到的图像。



(a) 原始图像



(b) 处理后

图 1 处理前后的图像对比

3 海天线检测

本文利用直线拟合法完成海天线检测。实验结果表明, 该方法可以较好地确定低对比度、高噪声条件下的海面舰船目标区域。

3.1 直线拟合法

海天线一般不是一条直线, 而是一条亮度由高(天空)至低(海面)排列的渐变带, 通常带有一定的倾斜度。本文将其近似看成一条直线, 并利用直线拟合法确定海天线区域。

设海天线方程为

$$y = Ax + B \quad (2)$$

沿列方向将图像平均分成 N 个区。然后求出每个区的海天线坐标 (x_i, y_i) , 其中 $i = 1, 2, \dots, N$ 。在最小均方误差 (LMS) 意义下求得:

$$A = \frac{N \sum_{i=1}^N x_i y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N y_i}{D} \quad (3)$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^N x_i^2 \sum_{i=1}^N y_i - \sum_{i=1}^N x_i \sum_{i=1}^N x_i y_i}{D} \quad (4)$$

式中, $D = N \sum_{i=1}^N x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^N x_i \right)^2$ 。

以上算法的关键是要求出每个区域 ($i = 1, 2, \dots, N$) 中海天线的位置 (x_i, y_i) 。设每个单独区域的大小为 $M \times K$, 以第 l 块为例, 对每一行求平均:

$$\bar{g}_{lj} = \frac{1}{K} \sum_{m=(l-1)K}^{lK-1} g_{mj}, \quad j = 1, 2, \dots, M \quad (5)$$

得到第 l 块图像的行平均列向量:

$$\vec{G}_l = (\bar{g}_{l1}, \bar{g}_{l2}, \dots, \bar{g}_{lM})^T \quad (6)$$

列向量 $\vec{G}_l$ 的梯度向量为

$$\vec{G}'_l = (\bar{g}'_{l1}, \bar{g}'_{l2}, \dots, \bar{g}'_{lM})^T \quad (7)$$

式中, $\bar{g}'_{lj} = |\bar{g}_{lj} - \bar{g}_{l(j+1)}|$, $j = 1, 2, \dots, M-1$ 。取满足 $\bar{g}'_{lj}$ 最大值时的 j 为 x_i ; y_i 为区域列数的平均值。

对于复杂的海面舰船红外图像, 海天线位置坐标 (x_i, y_i) 中存在的某些粗大点会影响海天线拟合。因此, 我们以 G_l 的均值与方差和 $\bar{g}'_{lj}$ 最大时 x_i 的均值与方差作为参数进行粗大点剔除处理。

3.2 野点剔除

本文采用分辨率为 320×240 的红外图像。把经过滤波后的图像分成 20 个区域, 区域大小为

16×240 。求出每个区域中最大梯度的绝对值, 并把这 20 个梯度绝对值和取得最大值时对应的行坐标按区域分割顺序排列成一个 2×20 的一维数组 w 。

首先对从图像中得到的 2×20 一维数组 w 进行两次循环计算。第一次求出第一行梯度最大绝对值的方差 σ^2 和均值 $\bar{E}$, 并用每行的值与均值 $\bar{E}$ 作差取绝对值 E 。若 $E > \sigma^2$, 则将该点定义为野点, 并将其剔除, 得到一个新的数组 w_1 。第二次对数组 w_1 求第二行的方差 σ^2 和均值 $\bar{E}$ 。第二行是经过第一次野点剔除剩下的梯度最大绝对值的行坐标。用每行的值与 $\bar{E}$ 作差取绝对值 E 。若 $E > \sigma^2$, 则将该点定义为野点, 并将其剔除, 得到一个新的数组 w_2 。通过两次野点剔除可以较好地抑制背景干扰, 并可有效提高海天线提取的正确率。

剔除野点后, 用直线拟合法对数组 w_2 进行拟合。通过将海天线近似拟合成一条直线, 得到直线方程的参数 A 和 B。由于图像像素间的距离被定义为整数, 图像中的海天线不是一条直线, 而是近似为多段的直线联合线。

4 Matlab 仿真实验结果

根据文中的方法, 在 Windows 环境下, 用 Matlab 编程对海天线检测方法进行了仿真实验。实验选取实拍的海天背景舰船目标的低对比度图像进行算法仿真。图 2 为选取简单海空

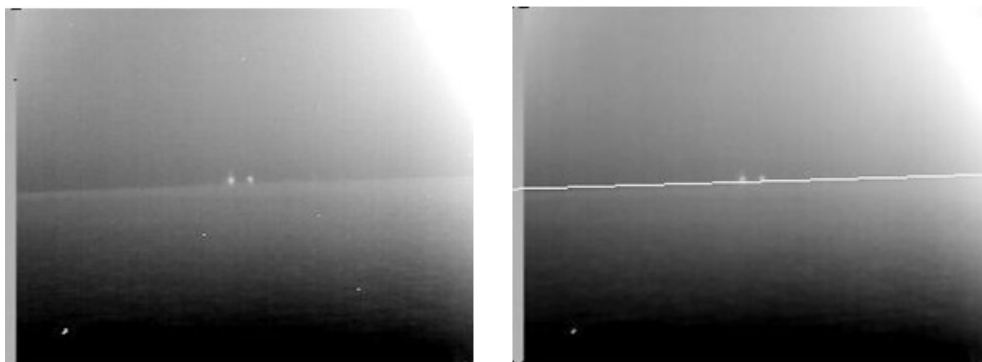


(a) 原始图像



(b) 海天线图像

图 2 简单背景下的海天线提取结果



(a) 原始图像

(b) 海天线图像

图 3 复杂背景下的海天线提取

环境时的舰船目标红外图像。图 3 为存在高亮度背景干扰的复杂海空环境下的舰船目标红外图像。利用本文提出的算法对两种不同复杂程度的舰船目标红外图像进行仿真实验。图 2(a) 和图 3(a) 为原始图像, 图 2(b) 和图 3(b) 为采用本文算法进行海天线检测后得到的图像。

5 结论

海天线检测与舰船定位是研究成像型反舰导弹末制导技术的一项重要内容。通过检测海天线可以确定目标的潜在区域, 从而大大减少目标自动捕获的计算量, 同时可抑制来自区域外的其他干扰。另外, 精确的海天线检测可以缩小目标舰船的识别区域, 并可确定舰船的所在位置, 从而增加配准算法的实时性。因此, 本文

探讨了复杂海空背景下的海天线检测问题, 提出了一种改进型海天线检测方法。实验结果表明, 该方法可以有效地检测出海空背景下的海天线与舰船位置, 为目标识别和图像配准奠定了良好的基础。

参考文献

- [1] 张锋, 杨树谦, 倪汉昌. 舰船红外图像特征提取及目标识别技术探讨 [J]. *红外与激光技术*, 1991, **20**(2): 17-22.
- [2] 韩艳丽, 任建存, 卢刚. 一种基于小波变换的天水线提取算法 [J]. *海军航空工程学院学报*, 2005, **20**(3): 338-340.
- [3] 马治国, 王江安, 宗思光. 海天线附近红外弱点目标检测算法研究 [J]. *激光与红外*, 2004, **34**(5): 390-394.
- [4] 周成虎, 孙战利, 谢一春. *地理元胞自动机研究* [M]. 北京: 科学出版社, 1999.
- [5] 王士同. *模糊系统、模糊神经网络及应用程序设计* [M]. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1998.
- [6] 刘增良. *模糊逻辑与神经网络理论研究与探索* [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1996.
- [7] Ju J, Kolaczyk E D, Gopal S. Gaussian Mixture Discriminant Analysis and Sub-pixel Land Cover Characterization in Remote Sensing [J]. *Remote Sensing Environment*, 2003, **84**(4): 550-560.
- [8] 吴波, 张良培, 李平湘. 基于支撑向量回归的高光谱混合像元非线性分解 [J]. *遥感学报*, 2006, **10**(3): 312-318.
- [9] 路威, 余旭初, 刘娟, 等. 基于分布异常的高光谱遥感影像小目标检测算法 [J]. *测绘学报*, 2006, **35**(1): 40-45.
- [10] Gitelson A A, Kaufman Y J, Stark R, et al. Novel Algorithms for Remote Estimation of Vegetation Rraction [J]. *Remote Sensing of Environment*, 2002, **80**(1): 76-87.
- [11] 瞿瑛, 刘素红, 谢云. 植被覆盖度计算机模拟模型与参数敏感性分析 [J]. *作物学报*, 2008, **34**(11): 1964-1969.

(上接第 24 页)