

文章编号: 1672-8785(2014)10-0046-03

基于频率调制的红外舰船显著性检测方法研究

马 锋

(65121 部队, 吉林 吉林 132000)

摘 要: 针对海面背景下的红外舰船目标检测, 改进了一种基于频率调制的显著性检测方法。首先, 利用高通滤波器对红外图像进行处理, 抑制海杂波影响; 然后, 利用频率调制的显著性方法检测舰船目标。结果表明, 利用本文的方法检测红外舰船时目标较完整, 得到的显著图分辨率高。该方法能满足实时性的要求。

关键词: 海面背景; 红外舰船; 显著性检测

中图分类号: TP391.4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2014.10.009

Study of Detection Method of Infrared Ship Saliency Based on Frequency Modulation

MA Feng

(65121 Unit of PLA, Jilin 132000, China)

Abstract: Aiming at the infrared ship target detection against the background of sea, a saliency detection method based on frequency modulation is improved. First, a Gauss high pass filter is used to process an infrared image, so as to restrain the effect of sea clutter. Then, the saliency detection method based on frequency modulation is used to detect the ship target. The result shows that the infrared ship target is more complete when it is detected by the proposed method. The resolution of the saliency figure obtained is higher. The method can meet the real-time requirement.

Key words: sea background; infrared ship; saliency detection

0 引言

红外舰船目标检测是红外图像处理的一个重要方向, 在海洋监视、海上航行安全和军事等领域有着重要应用价值和研究意义。目前, 许多国内外学者开展了相关的研究工作, 并取得了较好的成果。卓志敏等^[1]提出了一种将灰度形态学滤波与多向梯度相结合的红外舰船目标检测方法, 该方法能够有效解决海面背景起伏对目标检测造成虚警的问题。王鹏等^[2]提出了一

种海天背景红外舰船目标自动检测方法, 该方法具有一定的时效性和鲁棒性。这些方法各有优缺点, 因此针对特定场景选择合适的方法至关重要。

本文从海面背景下舰船目标的红外图像特征出发, 首先利用高通滤波器对红外舰船图像进行滤波, 降低海杂波的影响。然后利用基于频率调制的显著性检测方法对红外舰船目标进行检测。结果表明, 本文方法能够有效检测出

收稿日期: 2014-06-24

作者简介: 马锋(1976-), 男, 安徽宿州人, 工程师, 主要研究方向为计算机应用技术。

E-mail: armyinchliang@qq.com

舰船目标, 并能较好地保留边缘信息。

1 海面背景下舰船目标红外图像的特性分析

海面舰船是海军的主要武器装备。为了增强牢固性和隐蔽性, 舰船一般由涂有深灰色涂层的钢铁材质构造, 以便能吸收大量的可见光, 但这样会导致舰船装置的温度升高。战斗中的舰船处于启动工作状态, 发动机和大量武器装备的运转都会产生大量热能, 增加舰船的热量。红外成像主要反映目标与背景的相对辐射量。因此, 舰船的红外图像相对海面具有更强的灰度。但在某些特殊情况下, 舰船和海浪的温度比较接近, 这时舰船的红外图像非常容易被背景杂波淹没^[3]。海面背景下舰船目标的红外图像主要具备以下特点:

- (1) 红外图像的噪声较多, 信噪比低。如果目标与背景的温差不明显, 则图像比较模糊, 对比度较低, 不利于目标检测。
- (2) 红外图像一般都是灰度图像, 它仅仅体现了场景中各个温度辐射的差异, 并不是绝对值而是一个相对值;
- (3) 图像信噪比很低, 海面杂波对舰船目标的影响较大;
- (4) 图像水面区域远大于背景区域。

2 海面背景下红外舰船目标的检测方法

2.1 预处理

由于海面背景条件下红外舰船目标的灰度级有可能会低于图像中海杂波等高亮区域, 因此, 直接对图像进行检测会导致检测结果包含大量海杂波。海杂波在图像中往往表现为高频。本文首先利用高通滤波器滤除高频部分, 然后对红外舰船目标进行检测。

高斯高通滤波器的传递函数为

$$H_G(u, \nu) = 1 - e^{-D^2(u, \nu)/2D_0^2} \quad (1)$$

式中, $D(u, \nu) = (u^2 + \nu^2)^{(1/2)}$, D_0 为滤波器的截止频率半径。

2.2 检测方法

Achanta 等^[4]提出了一种基于频率调制的显著性检测方法, 该方法易于实现, 且能较好地提取完整的显著目标。但是将该方法直接应用于海面场景时, 检测容易受海杂波的影响。因此需对预处理后的红外舰船图像进行处理, 以最大限度地避免海杂波对检测结果造成不良影响。首先, 该方法使用高斯差分滤波器对图像进行滤波, 然后将与特征均值的差异作为显著度, 从而得到显著图。高斯差分滤波器的公式为

$$\begin{aligned} DOG(x, y) &= \frac{1}{2\pi} \left[\frac{1}{\sigma_1^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma_1^2}} - \frac{1}{\sigma_2^2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma_2^2}} \right] \quad (2) \\ &= G(x, y, \sigma_1) - G(x, y, \sigma_2) \end{aligned}$$

式中, σ_1 、 σ_2 ($\sigma_1 > \sigma_2$) 为高斯差分滤波器的标准方差。

如果定义 σ_1 与 σ_2 的比率为 ρ , 即

$$\rho = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \quad (3)$$

由文献[4]可知, 为了能够较好地检测目标的边缘信息, 一般选择 ρ 为 1.6。显著图的计算公式为

$$S(x, y) = |I_u - I_{whc}(x, y)| \quad (4)$$

式中, w 、 h 分别表示红外图像的宽和高, $\forall x \in [1, w]$, $y \in [1, h]$, $S(x, y)$ 为像素点 (x, y) 的显著度值, I_u 是图像 I 的算术平均灰度值, I_{whc} 是图像 I 经过高斯模糊后的值, 由于检测只对这两者的差异感兴趣, 因此用绝对值表示。

3 实验结果与分析

在 CPU 为 Core(TM)i5、3.20GHz、3.20GHz 和内存为 2GB 的 PC 机上用 Matlab2010 编写的算法进行了试验。选取 2 幅海面背景下的红外舰船目标图像进行了检测, 使用的图像为 8 位灰度图像。为了与本文检测方法的试验结果对比, 选取 GBVS^[5]、Itti^[6] 和 SR^[7] 等检测方法进行了测试。

图 1 为海面背景下舰船目标的原始红外图像, 图 2 和图 3(a)~(d) 分别为 Itti、GBVS、SR 及本文方法处理的测试图像 1 及测试图像 2 的结果。从图 2 和图 3 可以看出, 与其他三种方法

相比, 本文方法不仅能够突出舰船目标, 而且具有明显的边界, 目标的轮廓和形状更加清晰。不同算法的运行时间见表 1。



(a) 测试图像 1

(b) 测试图像 2

图 1 原始图像



(a)Itti 算法

(b)GBVS 算法



(c)SR 算法

(d) 本文方法

图 2 测试图像 1 的检测结果



(a)Itti 算法

(b)GBVS 算法



(c)SR 算法

(d) 本文方法

图 3 测试图像 2 的检测结果

从表 1 可以看出, GBVS 算法的运行时间最长, SR 算法的运行时间较短, Itti 算法与本文方法的运行时间接近。综上所述, 利用本文方法不仅能得到高分辨率的显著图, 而且检测出的目标较完整, 具有较好的实时性。

表 1 不同算法的运行时间对比 (s)

	Itti	GBVS	SR	本文方法
测试图像 1(s)	0.024	1.63	0.23	0.018
测试图像 2(s)	0.026	1.62	0.25	0.019

4 小结

本文在分析海面背景红外舰船目标图像特点的基础上, 引进了基于频率调制的显著性检测方法, 并根据图像的特点利用高斯高通滤波器进行了预处理。实验证明, 本文方法能够有效检测出海面背景下的红外舰船目标, 而且能保留清晰的轮廓和形状信息, 有利于进一步提取目标信息, 为目标跟踪奠定基础。

参考文献

- [1] 卓志敏, 缪德超, 杨莘元. 一种复杂海面背景的红外舰船目标检测方法 [J]. *传感技术学报*, 2007, **20**(8): 1934–1936.
- [2] 王鹏, 吕高杰, 龚俊斌, 等. 一种复杂海天背景下的红外舰船目标自动检测方法 [J]. *武汉大学学报*, 2011, **36**(12): 1438–1441.
- [3] 卓炳荣. 海面背景下的红外舰船目标识别跟踪技术研究 [D]. 长沙: 国防科学技术大学, 2011.
- [4] Achanta R, Hemami S, Estrada F, et al. Frequency-tuned Salient Region Detection [C]. *Proc 2009 IEEE Compute Soc Conf Compute Vision and Pattern Recognition Workshop*. N J: IEEE Compute Soc, 2009: 1597–1604.
- [5] Itti L, Gold C, Koch C. Visual Attention and Target Detection in Cluttered Scenes [J]. *Optical Eng*, 2001, **40**(9): 1784–1793.
- [6] Harel J, Koch C, Perona P. Graph-based Visual saliency [J]. *In NIPS*, 2006, **410**: 545–552.
- [7] Hou X D, Harel J, Koch C. Image Signature: Highlighting Sparse Salient Regions [J]. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2012, **34**(1): 194–201.