

文章编号: 1672-8785(2016)03-0041-04

基于暗原色先验去雾原理的红外图像 伪彩化增强方法研究

葛耀林 倪澎涛 刘立坤

(中国人民解放军 91550 部队 94 分队, 辽宁大连 116023)

摘 要: 根据雾天红外图像的分析 and 判读需要, 提出了一种新的预处理方法——基于暗原色先验去雾原理及 HIS 空间的伪彩变换方法。该方法应用于雾天红外灰度图像的处理时, 可以显著增强目标与背景之间的对比度。实验表明, 该方法可以较好地对雾天红外图像进行增强与显示。与传统的图像增强方法相比, 该方法更有利于在雾天条件下对掠海飞行目标及海面目标的红外图像进行分析与判读。

关键词: 红外图像; 暗原色先验; 伪彩变换; 对比度; 分析与判读

中图分类号: TP317.4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2016.03.009

Research on a Pseudo-color Enhancement Method for Infrared Images Based on Dark Channel Prior to Principle of Fog

GE Yao-lin, NI Peng-tao, LIU Li-kun

(Branch 94, The People's Liberation Army Unit 91550, Dalian 116023, China)

Abstract: According to the demand for analysis and interpretation of infrared images in the fog, a new preprocessing method based on the dark channel prior to the principle of fog and HIS space is proposed. The method can enhance the contrast between the target and the background remarkably when it is used for the processing of infrared images in the fog. The experimental results show that this method can enhance and display infrared images in the fog effectively. Compared with the traditional image enhancement method, it is more conducive to the analysis and interpretation of infrared images of sea-skimming flight targets and the targets at sea in the fog.

Key words: the dark channel prior; infrared gray image; pseudo-color transform; contrast; analysis and interpretation

0 引言

在进行飞行器的各类考核测试时, 一般需选择能见度较好的天气来满足光学测量装备的工作条件。但是由于各种条件的限制, 实际的考核测试往往是在海面有雾的条件下进行的, 这给红外图像的后续分析和判读带来了困难和挑战。

根据有雾条件下红外图像的分析 and 判读需要, 本文提出了一种暗原色先验的去雾方法, 该方法与伪彩变换增强方法相结合, 能增强在雾天条件下所获得的红外图像。实际测试证明, 该方法在应用过程中可以有效增强雾天测试条件下的红外图像, 从而促进海面有雾条件下红外图像分析与判读工作的开展。

收稿日期: 2016-02-15

作者简介: 葛耀林 (1977-), 男, 河南唐河人, 工程师, 从事数字图像事后分析、处理工作。

E-mail: geyaoalin@sohu.com

1 基于暗原色先验的去雾方法

1.1 大气成像模型

Narasimhan 等人提出了基于雾霾条件下的大气成像模型^[1], 被广泛应用于图像去雾研究工作中, 该模型可以表述为

$$L(x, y) = L_0(x, y)e^{-kd(x, y)} + L_s(1 - e^{-kd(x, y)}) \quad (1)$$

式中, $L(x, y)$ 一般指在 CCD 上成像的光强度, 即输入图像; $L_0(x, y)$ 为当前场景中的光线强度, 也是去雾算法所要求得的最终复原图像; k 为当前场景中的大气散射系数; $d(x, y)$ 是当前场景的深度; $e^{-kd(x, y)}$ 称为透射分布率, 即光线通过大气透射到 CCD 的过程中没有被散射掉的部分, 也写为 $t(x, y)$; L_s 是当前场景的天空亮度(大气光强), 它与场景的局部位置 (x, y) 无关, 可以认为是全局常量。图像去雾的过程就是由 $L(x, y)$ 求得 $L_0(x, y)$ 的过程。

1.2 暗原色先验

暗原色先验是基于对室外无雾图像的观察而得到的。对于绝大部分图像中处于非天空区域的图像部分来说, 总有某一部分像素在 RGB 三个颜色通道中存在一个或多个颜色通道值较低的情况^[2], 即有:

$$J^{dark}(x) = \min_{y \in \Omega(x)}(\min_{c \in \{r, g, b\}}(J^c(y))) \quad (2)$$

式中, $\Omega(x)$ 是以 x 为方位中心的某一个正方形像素矩阵。对于非天空区域的图像来说, J^{dark} 是一个较小的值且其趋向于 0。如果 J 是室外不包含雾气成分的图像, 则把 J^{dark} 称为 J 的暗原色, 同时把这个经由实际观察而得到的经验规律称作暗原色先验。如果是灰度图像, 则有:

$$J^{dark}(x) = \min_{y \in \Omega(x)}(J^c(y)) \quad (3)$$

式中, $\Omega(x)$ 的选择必须合适。

1.3 大气光强的选取

通过某种原则在图像中选择与图像拍摄时大气光强相近的像素点的亮度值作为大气光强。实际应用时, 可先选取暗通道值最大的 0.1%

处的像素点, 再从这些像素点中选择亮度最大者作为大气光强。

1.4 透射率估算

可根据 J^{dark} 来估算透射率:

$$t_0(x) = 1 - \omega \min_{y \in \Omega(x)}(\min_{c \in \{r, g, b\}})(\frac{J^c(y)}{A^c}) \quad (4)$$

式中, ω 为一个为修正图像景深而设的常量, 一般建议取值 0.95。 A^c 为在暗通道值中选取的大气光强。

1.5 精细化抠图与去雾

可根据何恺明等提出的指导滤波方法^[3]来求取精细化的透射率。然后再根据式 (1) 得到去雾图像。

2 新的基于 HSI 空间的伪彩变换方法

HIS 伪彩变换是红外图像事后处理过程中常用的图像增强手段, 有着生成图像色彩丰富、易于辨识和运算速度快等优点。本文基于 HIS 伪彩变换原理提出了新的基于 HSI 空间的伪彩变换方法^[4]。

HSI 空间是颜色空间的一种划分方法。其中, H 为色调, 由纯色光波长决定; S 为饱和度, 描述纯色光被白光稀释的程度; I 为亮度, 指光强的大小。

HSI 空间到常用的 RGB 坐标之间的对应关系为

$$\begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -0.204124 & 0.612372 \\ 1 & -0.204124 & -0.612372 \\ 1 & 0.408248 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I \\ V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

式中, $V_1 = S \times \cos H$, $V_2 = S \times \sin H$ 。

根据新的基于 HSI 空间的伪彩变换方法, 对得到的红外灰度图像进行预处理时, 先将红外灰度图像比特平面中的高阶平面与低阶平面进行交换, 再将经过预处理的灰度图像利用上式进行快速伪彩化变换, 最后得到原红外灰度图像的伪彩化图像。

3 结果与分析

以雾天目标物体的红外灰度图像和雾天海面渔船的红外灰度图像为例, 利用本文提出的雾天红外灰度图像预处理方法进行处理, 结果如图 1(a)~(f) 所示。

图 1(a) 和图 1(d) 是在有雾条件下测量得到的原始图像。由于包含雾气成分, 图像的亮度和对比度低, 目标与背景区分不十分明显。这给图像的分析 and 处理带来了一定的困难。

图 1(b) 和图 1(e) 是利用基于暗原色先验去雾方法对图 1(a) 和图 1(d) 进行去雾处理后所得到的去雾图像。从结果可以看出, 与原始图像相比较, 去雾图像中的雾气成分得到了一定程度

的去除, 亮度得到了增强, 细节显示效果得到了优化。

图 1(c) 和图 1(f) 是利用新的基于 HSI 空间的伪彩变换方法对图 1(b) 和图 1(e) 的去雾图像进行伪彩变换所得到的图像。与原图相比, 图像的亮度和对比度均得到了较显著的增强。目标物体的轮廓、渔船轮廓、渔船在海面的行驶尾迹等特征更明显。

同时, 在实验中发现, 对于目前常用幅度大小的红外图像, 采用本文方法得到最终图像所需的运算时间不超过 500 ms, 一般在 200~450 ms 之间, 算法的运行速度可以满足图像判读系统对灰度图像预处理时间的要求。

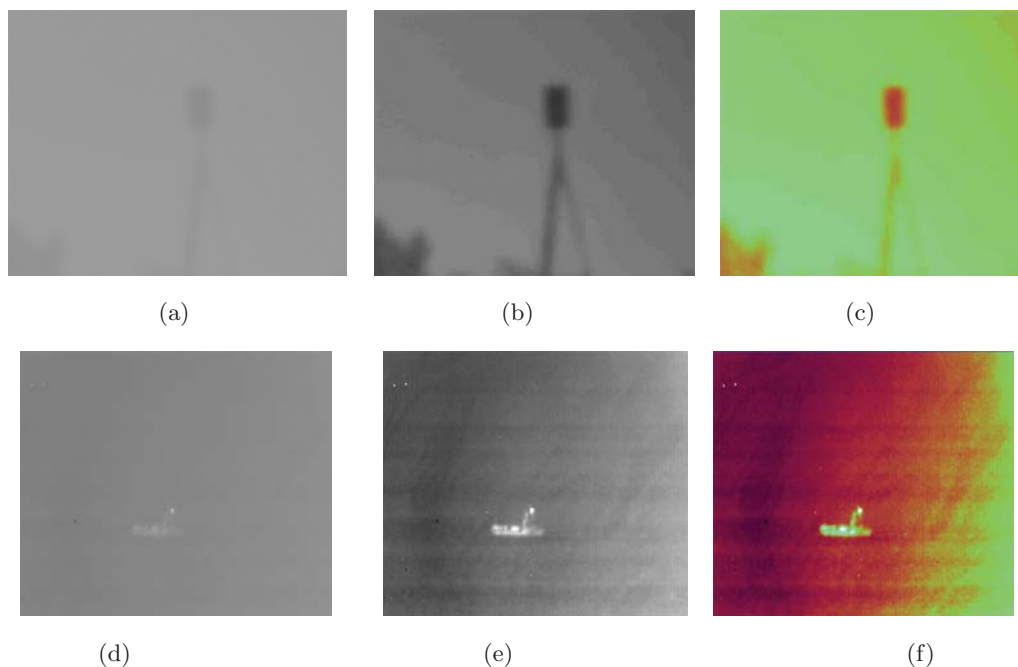


图 1 (a) 为雾天目标物体的红外灰度图像, (b) 为目标物体暗原色先验处理后的去雾图像, (c) 为目标物体的伪彩变换图像, (d) 为雾天海面渔船的红外灰度图像, (e) 为海面渔船暗原色先验处理后的去雾图像, (f) 为海面渔船的伪彩变换图像

4 总结与展望

根据雾天红外测量灰度图像后续分析和判读的实际需要, 对雾天图像的特点进行了分析和研究, 提出了一种雾天红外灰度图像的新型预处理方法。该方法先利用暗原色去雾方法对得到的含雾红外灰度图像进行去雾处理, 得到

去雾后的灰度图像, 然后利用新的基于 HSI 空间的伪彩变换方法对去雾图像进行伪彩变换, 得到最终图像。

与传统的红外灰度图像增强处理方法相比, 本文方法引入了暗原色去雾手段, 能够去除图像中的雾气成分, 同时利用新的基于 HSI 空

间的伪彩变换方法对图像进行了伪彩化增强,有效提高了雾天红外灰度图像的能见度和细节辨识度。实验表明,利用本文方法所得到的最终图像比用传统处理方法所得到的图像更清晰,在图像判读系统中的辨识度更强,更适用于雾天图像的分析、处理与判读。该方法在雾天掠海飞行器及海面目标的实时测控显示、事后红外灰度图像数据的判读过程中有较好的推广应用前景。

参考文献

- [1] Narasimhan S G, Nayar S K. Vision and the Atmosphere [J]. *International Journal of Computer Vision*, 2002, **48**(3): 233-254.
- [2] He K M, Sun J, Tang X O. Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior[J].*IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 2011,**33**(12):2341-2353.
- [3] He K M, Sun J, Tang X O. Guided Image Filtering [C]. ECCV. Part I, LNCS 6311,2010(9): 1-14.
- [4] 葛耀林, 花兴艳. 一种新的红外图像伪彩色变换方法研究 [J]. *红外*,2015, **36**(10):18-21.

(上接第 35 页)

程终端实际接收到的数据,BC 控制字包含了数据方向、终端地址和子地址等详细的命令信息。实验输出响应的结果表明 RT 已接收到的状态字以及 RT 返回的数据信息(结果见图 6)。



图 6 输出响应

图 6 所示的结果是在指令正确情况下的回馈。对于错误指令,系统会给予 No Response、Invalid_Value 和回应超时的提示。经实验验证,协议层的测试方法能够验证系统在正常和错误模式下的工作稳定性和可靠性。

5 结束语

经实验验证,本文提出的 1553B 总线系统测试方法能够提高传统测试能力和优化传统测试方法。其中,物理层用于采集总线最原始的数据,并负责确保该层的信号质量,为总线系统的分析提供可靠参考;协议层中的正常数据传输能够保证系统通信性能的一致性。在对协议层的错误注入进行测试时,实验结果符合错误注入的预期,可保证总线系统的工作稳定性和可靠性。

参考文献

- [1] 刘军辉, 齐春, 屈金标. 基于物理层采样数据和软件译码的 1553B 总线数据获取技术研究 [J]. *计算机测量与控制*, 2013, **21**(8): 2282-2285.
- [2] 牟少峰, 谷师泉, 陈刚. 装甲车辆 1553B 总线系统实验方法 [J]. *兵工自动化*, 2007, **26**(3): 88-89.
- [3] 常成, 姬进军, 李彤. 通用车载总线系统的设计与实现 [J]. *四川兵工学报*, 2014, **35**(8): 108-110.
- [4] 聂磊, 冯金福, 刘安, 等. ARINC429 总线的故障注入测试方法 [J]. *电光与控制*, 2014, **21**(10): 85-88.
- [5] 李志刚. 航空电子总线测试系统的设计与实现 [J]. *火力指挥与控制*, 2005, **30**(5): 62-66.
- [6] 连盟, 李学峰. 1553B 总线故障注入测试方法研究 [J]. *航天控制*, 2012, **30**(2): 84-88.