

文章编号: 1672-8785(2015)10-0018-04

一种新的红外图像伪彩色变换方法研究

葛耀林 花兴艳

(中国人民解放军 91550 部队 94 分队, 辽宁 大连 116023)

摘 要: 提出了一种新的红外灰度图像伪彩色变换方法。在用于红外灰度图像处理时, 该方法不仅可以增强目标的自身细节, 而且还可以提高目标与背景之间的对比度。实验结果表明, 本文方法能够使目标与背景之间的区分变得更加明显, 目标边缘变得更清晰, 有利于对复杂海空背景下的运动目标进行分析和判读。

关键词: 红外灰度图像; HSI 空间; 伪彩变换

中图分类号: TP317.4 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2015.10.005

An Improved Method for Pseudo-color Transform of Infrared Image

GE Yao-lin, HUA Xing-yan

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

Abstract: A new pseudo-color transform method for infrared images is proposed. In the processing of infrared gray images, the method can not only enhance the details of a target, but also can improve the contrast of the target to its background. The experimental result shows that the method can make the distinction between the target and its background be more apparent and make the target edge be more distinct. This is favorable for the analysis and interpretation of moving targets against complicated sea-sky background.

Key words: infrared gray image; HSI space; pseudo-color transform

0 引言

在飞行器测试中, 基于光测装备数据的合成弹道是飞行器初段外弹道数据的主要来源。在获取光测装备数据的光测图像的判读过程中, 作为主要的红外灰度图像增强算法之一, 伪彩化方法有着重要的地位和作用。为此, 本文提出了一种新的红外灰度图像伪彩化方法。与以往的伪彩方法相比, 该方法具有显著的优点, 可以在红外灰度图像的显示与处理过程中得到推广

和应用。

1 基于 HSI 空间的伪彩变换方法

1.1 基于 HSI 空间的红外灰度图像伪彩变换原理

HSI 空间是一个常用的感知颜色的空间^[1]。其中, H 为色调, 用于定义一种纯色的颜色属性, 它由不同的光谱波长决定; S 为饱和度, 用于描述某种纯色光被白光所稀释的程度大小; I 为亮度, 即被人眼所主观感知的某类彩色光的

收稿日期: 2015-09-10

作者简介: 葛耀林 (1977-), 男, 河南唐河人, 工程师, 主要从事数字图像的后续分析与处理工作。

E-mail: geyaolin@sohu.com

光强大小。

从 HSI 坐标到 RGB 坐标的变换为

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

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

下面介绍一下基于 HIS 彩色模型的红外灰度图像的伪彩色编码理论。在红外灰度图像中, 任意位置 (x, y) 上的灰度值可以用 $f(x, y)$ 来表示, 其取值范围为

$$0 \leq f(x, y) \leq 256 \quad (2)$$

为了使所得到的伪彩色图像的亮度与原始红外灰度图像的灰度之间具有一致性, 可令

$$I = f(x, y) \quad (3)$$

为了使不同灰度对应于不同颜色, 可令

$$H = \frac{2\pi \times f(x, y)}{256} \quad (4)$$

对于每一个灰度值 $f(x, y)$ 来说, S 可设置成以下分段函数:

$$S = \begin{cases} kf(x, y), & f(x, y) \leq 127 \\ k[256 - f(x, y)], & f(x, y) > 127 \end{cases} \quad (5)$$

当 k 取 1.5 时, 可使每一种颜色都实现最大饱和度。到此为止, 根据像素的灰度值可以得到对应的 H 、 S 和 I 值, 然后利用式 (1) 可将其变换为相应伪彩图像的 R 、 G 和 B 值。

1.2 基于直方图均衡化增强的 HSI 伪彩变换方法

基于 HSI 空间的伪彩变换方法具有对应关系简单、运算速度快等优点, 但也存在伪彩图像画面色彩单一、层次性不强、对比度低等缺点^[2]。因此, 在应用过程中便出现了先对红外灰度图像进行直方图均衡化增强, 然后再对所得到的增强图像进行 HSI 空间伪彩化的方法。该方法可以克服画面色彩单调、对比度不高的缺点^[3], 但同时也在应用中也发现了基于直方图均衡化增强的 HSI 伪彩变换方法存在伪彩图像相对于原始图像来说细节破坏较多、纹理模糊等需要改进的地方。

2 新的基于 HSI 空间的伪彩变换方法

在灰度图像中, 像素是由比特组成的数字。在 256 级灰度图像中, 每个像素由 8 比特组成。由此可以将一幅图像划分为 8 个 1 比特平面。其中, 平面 0 包含图像中所有像素的最低阶比特, 平面 7 包含图像中所有像素的最高阶比特。在此, 4 个高阶比特平面包含了视觉上的大多数数据, 低阶比特平面则贡献了图像中的灰度细节^[4]。

而在实际的图像处理过程中, 我们发现大多数红外灰度图像的背景灰度值都集中在低位, 且背景细节的差别不明显; 同时, 红外灰度图像中的目标灰度值相对于背景灰度值来说, 表现为在一个较大域值内的不均匀分布形式, 尤其是在目标与背景相交的边缘周围, 图像的灰度值表现为某种连续的梯度形式; 如果采用直方图增强法对其进行处理, 则有可能会对灰度图像中目标与背景边缘的灰度梯度产生影响, 这不利于对所得到的伪彩图像中的目标细节和边缘进行准确定位与显现^[5]。

有鉴于此, 我们提出在红外灰度图像的预处理过程中, 将红外灰度图像的比特平面中的高阶平面与低阶平面进行互换, 以达到增强红外灰度图像中目标的主要细节、突出目标物体边缘的目的。然后采用基于 HSI 空间的伪彩变换方法对经过预处理的图像进行伪彩化处理, 最终得到原始红外灰度图像的伪彩增强图像。

3 结果与分析

以飞机的红外灰度图像为例, 将本文提出的新的基于 HSI 空间的伪彩变换方法与传统的 HSI 伪彩变换方法进行了对比 (结果见图 1 ~ 图 4)。图 1 为经测量得到的原始图像, 其亮度和对比度低, 目标与背景区分不明显, 目标飞机边缘的灰度层次不明显, 且目标边缘难以区分。这就给图像的快速判读造成了较大困难。图 2 为直接采用传统的 HSI 伪彩变换方法对图 1 进行处理后得到的效果图。图 3 为经过直方图增强的 HSI

伪彩增强效果图。图 4 为采用本文方法得到的伪彩增强图像。

从图 2 和图 3 中可以看出, 经过直方图均衡化增强后的 HSI 伪彩增强图像可以克服传统 HIS 伪彩增强图像的许多缺点, 在图像亮度和对比度上均可得到较大提高。该方法已经在实际的红外灰度图像处理过程中得到了广泛应用, 但由于受直方图均衡化增强算法的限制, 仍存在目标细节退化及边缘不突出、目标边缘位置受直方图均衡化增强算法影响较大、转换运算较为复杂等缺点。

利用本文方法先对图 1 进行预处理, 然后

对其进行 HSI 伪彩变换。与现有的 HSI 伪彩增强图像相比, 本文方法得到的伪彩增强图像 (见图 4) 不仅对比度得到了较大提高, 背景与目标的区分更加明显, 而且还突出了目标物体的细节, 尤其是对目标边缘可以清晰辨别出不同的颜色层次, 更符合人们的视觉习惯。

在实际的验证测试中, 利用本文提出的伪彩变换方法对数十次不同场景、不同气象条件下得到的光测装备的红外灰度及 CCD 灰度图像进行了数万张不同图像的转换与对比测试, 最后均得到了相似的结果。测试中还发现, 在处理火焰类目标以及爆炸飞溅等场景时, 与传统的



图 1 原始灰度图像



图 2 HSI 伪彩变换图像

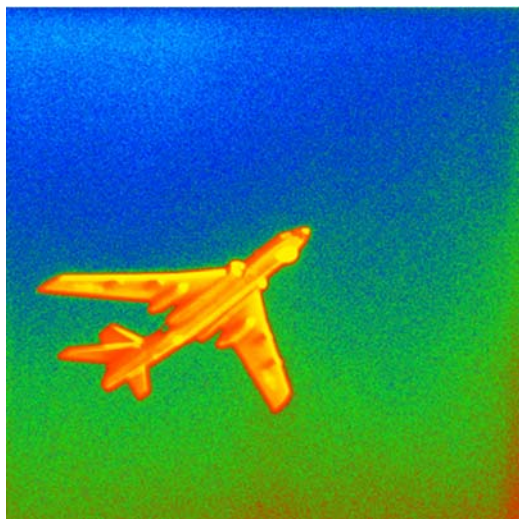


图 3 经直方图增强的 HSI 伪彩变换图像



图 4 本文方法得到的伪彩变换图像

HSI 伪彩变换方法相比, 本文方法可以更好地区分不同的火焰层次和各个不同的微小目标, 更有利于图像的后期分析与判读。

4 结束语

本文针对红外灰度图像的灰度特征以及图像分析处理的实际需求, 提出了一种新的红外伪彩色图像变换方法。该方法将红外灰度图像的比特平面中的高阶平面与低阶平面进行了互换, 以达到突出图像目标细节和边缘的目的, 然后对图像进行了 HSI 空间伪彩变换。

与传统方法相比, 本文方法的增强效果更好, 图像层次更分明, 图像细节保持得更完整, 色彩更清晰, 对比度和细节辨识度更高, 并且更符合人眼的视觉习惯。同时, 由于该方法取消了直方图均衡化增强的运算步骤, 红外灰度图像

的伪彩化过程相对更加简单, 运算处理速度也更快。本文方法在飞行器的实时测控显示、后续红外和 CCD 灰度图像数据判读、医疗以及安防等领域有着良好的应用前景。

参考文献

- [1] Gonzalea R C, Richard E W, Steven L E 著. 阮秋译. **数字图像处理的 MATLAB 实现 (第二版)** [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.
- [2] 庞绍芳, 张永元, 王亚民. CCD 及伪彩色增强技术对牛顿环的无损研究 [J]. **西安科技大学学报**, 2013, **33**(2): 240-243.
- [3] 张磊. 基于直方图均衡化的红外图像伪彩色增强显示 [J]. **红外**, 2013, **34**(12): 20-21.
- [4] Gonzalea R C, Richard E W, Steven L E. **数字图像处理 (第三版)** [M]. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [5] 陈国群, 付冬梅, 常晓辉. 基于聚类算法的红外图像伪彩色增强 [J]. **激光与红外**, 2004, **26**(4): 384-388.

(上接第 8 页)

表 2 目标运动参数的计算结果

目标类型	目标长度 L (m)	探测距离 D (m)	探测区域内的行程 d (m)	脉冲间距 t (ms)	目标速度 v (km/h)	实测速度 (km/h)
面包车	3.9	3	0.199	238.3	61.9	60.0
小汽车	4.4	3	0.199	198.2	83.5	80.0
小汽车	4.4	6	0.398	210.4	82.1	80.0
油罐车	12.0	10	0.664	444.3	102.7	100.0
小货车	6.2	10	0.664	361.3	68.5	70.0
大货车	17.5	14	0.929	622.6	106.5	110.0

4 结束语

本文提出了一种利用被动毫米波技术探测运动目标的方法, 并通过分析实测信号验证了这种方法的可行性, 为拓展被动毫米波技术的应用领域提供了新的思路。然而在提高脉冲幅值的测量精度、确定目标尺寸以及非垂直条件下穿越探测区域时的误差修正、有效避免杂波干扰等方面, 仍然需要开展进一步的理论和试验研究。

参考文献

- [1] 张彦梅. 基于被动毫米波探测技术的近场目标识别方法 [J]. **北京理工大学学报**, 2006, **26**(7): 622-625.
- [2] 杨国, 李兴国. 毫米波主被动复合探测器目标识别技术 [J]. **制导与引信**, 2006, **20**(3): 41-44.
- [3] 李海军. 基于直接检波式毫米波辐射计的运动目标识别技术 [D]. 太原: 中北大学, 2011.
- [4] 肖俊. 毫米波目标探测技术 [D]. 成都: 电子科技大学, 2006.
- [5] 常庆功. 被动毫米波探测器的信号获取、分析及目标辨识 [D]. 南京: 南京理工大学, 2005.