

大视场红外图像的直方图增强算法研究

邵 涛,夏寅辉,于繁迪,孙志亮
(华北光电技术研究所,北京 100015)

摘 要:探索了大视场红外图像增强的研究方法,考虑到大视场下背景的差异性,将图像切割成几个子图像分别进行增强。同时,为了保持相邻子图像间的空间相关性,切割图像的时候保留一定的重叠区。然后对每个子图像采用自适应平台直方图增强算法处理,最后对生成的每个子图像增强结果进行拼接,重叠区部分采用图像加权融合方法进行处理。最后通过实验证明了提出方法的优势和可行性。

关键词:大视场;平台直方图增强;加权融合

中图分类号:TP391.41 **文献标识码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.1001-5078.2012.08.029

Study of histogram enhancement algorithm based on wide-view infrared image

SHAO Tao, XIA Yin-hui, YU Fan-di, SUN Zhi-liang
(North China Research Institute of Electro-optics, Beijing 100015, China)

Abstract: In this paper, we explore the wide-view infrared image enhancement algorithm. Considering the difference of background in wide view image, we divide the image into several sub-images which are enhanced respectively. At the same time, in order to maintain the space relativity between the adjacent sub-images, the image overlaps are retained. Then, each sub-image is processed using adaptive platform histogram enhancement. The sub-images enhanced are merged finally, and the image overlaps are fused by image weighted fusion method. At last we demonstrate the advantages and feasibility of the algorithm proposed in the paper by experiments.

Key words: wide-view; platform histogram enhancement; weighted fusion

1 引 言

红外成像在军事和民用方面正得到越来越广泛和深入的应用,与此同时,人们对热成像系统中图像质量的要求也越来越高。红外图像相对于一般的可见光图像,具有全天候、夜视的优点,但还具有高背景、低反差、动态范围大、对比度低的特点,信噪比也较可见光图像的低^[1]。而大视场的红外图像信息更为丰富和复杂,动态范围更大,除了目标和背景之间的差别,甚至目标和目标,背景与背景也有很大的差别。

图像增强是指对图像的某些特征进行强调或尖锐化,以便于显示、观察或进一步分析与处理,它将增加所选择特征的动态范围,从而使这些特征更容

易被检测或识别。增强作为图像处理的一个重要部分,在改善图像质量方面发挥着很大的作用,尤其对于红外图像这样的低对比度的图像,进行增强处理就成了改善红外图像质量的最重要手段。红外图像增强方法从增强的作用域出发,可分为空间域增强、频率域增强和小波域增强三种。空间域增强是直接对图像像素灰度进行操作,又可以分为基于点运算和基于局部运算的增强算法。基于直方图的增强算法便是基于点运算的一种方法,由于其简洁、有效和普遍实用性,在实用中倍受青睐。本文采用的是平

作者简介:邵 涛(1985-)男,硕士,主要从事红外图像增强及非均匀性校正研究。E-mail:shaotao@foxmail.com

收稿日期:2011-12-01;**修订日期:**2011-12-30

台直方图增强的方法。

2 大视场红外图像与小视场红外图像的对比分析

大视场红外图像与一般的小视场红外图像差异如下:大视场红外图像,顾名思义是指红外图像的视场比较广,因此它包含的信息会比普通的红外图像的信息要丰富得多。如图1是实验采用的图像,其大小为 1152×10000 。图2是从图1中截取的一部分图像,不失一般性,作为一般用的红外图像与图1作比较,其大小为 1152×1090 。从图像上可以看出,图1中信息较图2丰富,图像中包含天空、树林、建筑物等。它们的直方图如图3所示。



图1 大视场红外图像

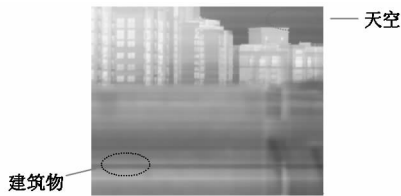


图2 小视场红外图像

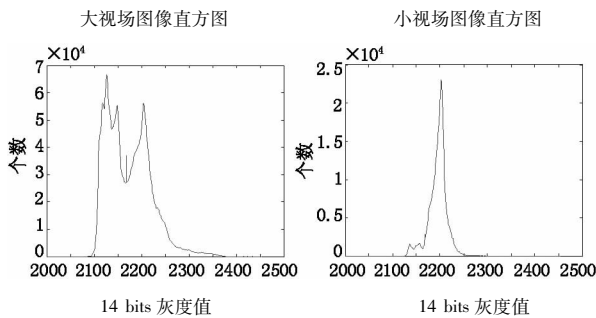


图3 大视场、小视场红外图像的直方图对比

由图3可见,大视场红外图像与一般的红外图像直方图比较,有以下特点:

- (1)大视场红外图像和小视场红外图像的像素分布动态范围都不大,只占很少的灰度级空间;
- (2)大视场红外图像的像素分布相比小视场红外图像较大,这是因为大视场红外图像的信息比较丰富;
- (3)它们的共性是直方图中有明显的峰存在,直方图中的主峰所对应的灰度级往往是图像中占大部分面积的背景;
- (4)小视场红外图像的直方图只有一个明显的主峰,对应着图像的背景。而大视场红外图像直方图,一般多个峰同时存在,这是由于其多背景造

成的。

3 实现方法

3.1 自适应平台直方图增强

平台直方图是对直方图的一种修正,它通过选择一个合适的平台阈值 T ,对统计直方图进行修正,如果某灰度级的直方图值大于平台阈值 T ,将其直方图值置为 T ;如果其直方图值小于平台阈值 T ,就保持不变。即:

$$P_T(k) = \begin{cases} P(k), & P(k) \leq T \\ T, & P(k) > T \end{cases} \quad (1)$$

其中, k 表示图像的灰度级; $P_T(k)$ 是图像的平台直方图; $P(k)$ 是图像的统计直方图; T 为平台阈值^[2]。

在平台增强算法中,平台值选择是一个关键。平台值选得合适与否,将直接影响到对图像的增强效果,选择了不合适的平台值不但不能增强图像,甚至会降低图像质量。此外,一个平台值,对某幅图像或某类图像处理效果较好,而对另一幅图像处理效果较差。因此,在实际的红外图像处理过程中,需要能够依据具体的红外图像,自适应的选择平台值。当平台值很大时,大于直方图中的主峰值(对于图像中的背景),则平台直方图均衡化演化为直方图均衡化。因此,选择的平台值必须小于主峰值,同时为了不削弱目标,平台值必须大于目标的峰值。本文采用随图像变换的自适应平台值,平台值由以下算法确定。

(1)统计原图像的直方图 $P(k)$,取出其中的非零元,构成集合 $\{M(l) | 0 \leq l \leq L\}$, L 为非零元的个数;

(2)对 $M(l)$ 进行3邻域的中值滤波,得到新的集合 $\{N(l) | 0 \leq l \leq L\}$;

(3)找出 $N(l)$ 中的极大值,其集合为 $N'(l)$, $N'(l) \subseteq N(l)$;

(4)求出子集 $N'(l)$ 的中值 $N'(k)$, $N'(k)$ 即为估计的平台值。

3.2 切割大视场图像

对于大视场红外图像,由于其具有多背景、多目标、图像复杂的特点,直接用普通的红外图像直方图增强算法对整幅图像增强,忽略了大视场图像背景之间的差异,使图像中某一背景下的目标被增强,而其他背景下的目标可能会被湮没或变模糊,难以取得理想的效果。鉴于此,针对大视场的红外图像的基本方法是把其切割成几个小幅的图像,对切割后子图像分别进行增强。

然而分成几个小幅图像又引入了新的问题,那

就是处理过程中必须保持各个分图像的空间相关性。为了避免在分图像之间边缘有明显的切割痕迹,保持图像的空间相关性,本文的解决方法是在分割图像的时候要有一定的重叠区,即形成“犬牙交

错”的格局。本文处理的图像大小为 1152×10000 , 把它分成十个子图像, 每个子图像大小为 1152×1090 , 重叠区大小为 1152×100 , 如图 4 所示。



图4 “犬牙交错”切割图像

图 5 是图像切割时没有重叠区的子图像增强后的效果, 可以看到在相邻图像的边缘有一定的切割痕迹, 同时边界的局部区域会产生马赛克现象。图 6 是有重叠区的子图像增强后的效果, 在相邻图像的边缘消除了切割的痕迹, 得到平滑的过渡, 效果比较理想。



图5 切割时没有重叠区的图像增强



图6 切割时有重叠区的图像增强

3.3 实现步骤

对大小为 1152×10000 的大视场红外图像, 文章的具体实现步骤是:

步骤一: 原图像 X 大小是 1152×10000 , 将图像分割成 10 幅子图像 $X_1, X_2, \dots, X_{10}$, 每幅图像大小为 1152×1090 , 这样相邻图像重合部分大小为 1152×100 , 即 $X_i \cap X_{i+1} = 1152 \times 100$ 。

步骤二: 对每幅子图像 $X_1, X_2, \dots, X_{10}$ 分别进行自适应平台直方图增强, 得到处理的子图像增强结果 $Y_1, Y_2, \dots, Y_{10}$ 。

步骤三: 对处理后的子图像 $Y_1, Y_2, \dots, Y_{10}$ 进行图像拼接, 非重合部分直接作为新图像 Y 的相应部分, 重合部分采用图像加权融合的方法处理, 具体处理过程见下文对于重叠区的处理, $Y = Y_1 \cap Y_2 \cap \dots \cap Y_{10}$ 。

3.4 重叠区的处理

由于对 10 幅子图像分别增强, 因此会出现 9 个重叠区, 并且每个重叠区会出现两个增强结果, 我们分别记为 $I_{1k}, I_{2k}, k = 1, 2, \dots, 9$ 。 I_{1k} 和 I_{2k} 均为 1152×100 的矩阵, 分别对应第 k 个重叠区的前一个和后一个增强结果。

重叠区增强结果采用加权融合的方法, 即实际重叠区 $I_k = I_{1k}(1 - W) + I_{2k}W, k = 1, 2, \dots, 9$, 其中 W 是加权系数向量, $W = (w_1, w_2, \dots, w_{99}, w_{100})$ 。向量 W 对应的值取决于与前后两幅子图像的距离, 如果与前一幅子图像近, 那么 w_k 取小值, 如果与后一幅子图像近, 那么 w_k 取大值。例如重叠区大小 1152×100 , 对于第一列的数据则乘以 $w_1 = 1/100$, 第二列的数据则乘以 $w_2 = 2/100, \dots$, 第 n 列的数据则乘以 $w_n = n/100$ 。即:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_{99}, w_{100}) = (1/100, 2/100, \dots, 99/100, 1) \quad (2)$$

这样就消除了重叠区的边界。

图 7 是直接利用自适应平台直方图对整幅图像进行增强的结果, 图 8 是采用本文算法增强的结果, 由图 7 可见效果有一定的改善, 图 8 突出了图像的细节部分 (如楼房的窗户等), 对天空背景的抑制也有良好的效果。



图7 直接对整幅图像增强结果



图8 本文方法图像增强结果

4 结论

对于大视场红外图像, 直接进行增强忽略了背景的差异性, 效果很难理想, 所以, 对大幅的图像进

行切割是基本的出发点。与此同时,还必须兼顾到切割子图像之间的空间相关性,因此在确定增强算法的同时,如何切割和保持空间相关性是处理大视场红外图像的关键。本文提出的算法对大视场红外图像增强起到了良好的效果,不过本文只是针对大视场红外图像增强的一个探讨,提出了增强的基本思想,但还需要很多改进,比如切割图像时应该考虑不同的背景做非均匀切割,还有对于重叠区的图像融合算法的改进等。

参考文献:

- [1] Wang Bingjian, Liu Shangqian, Zhou Huixin, et al. Self-adaptive contrast enhancement algorithm for infrared images based on plateau histogram[J]. Acta Photonica Sinica, 2005, 34(2): 299 – 302. (in Chinese)
王炳健, 刘上乾, 周慧鑫, 等. 基于平台直方图的红外图像自适应增强算法[J]. 光子学报, 2005, 34(2): 299 – 302.
- [2] William B Forsyth, H Garton Lewis Jr. Fusion of human vision system with mid-range IR image processing displays[J]. SPIE, 1991, 1472, 18.
- [3] An Chengbin, Ren Hongliang, Nie Chuanhong, et al. Infrared image enhancement technology for staring infrared imager[J]. Laser & Infrared, 2003, 33(6): 455 – 458. (in Chinese)
安成斌, 任宏亮, 聂传虹, 等. 凝视焦平面热像仪的红外图像增强技术[J]. 激光与红外, 2003, 33(6): 455 – 458.
- [4] Zhao Yaohong, Shi Zelin, Luo Haibo, et al. Self-adaptive histogram equalization enhancement algorithm for infrared image[J]. Opto-Electronic Engineering, 2008, 35(3): 97 – 99. (in Chinese)
赵耀宏, 史泽林, 罗海波, 等. 自适应红外图像直方图均衡增强算法[J]. 光电工程, 2008, 35(3): 97 – 99.
- [5] Stark J Alex. Adaptive image contrast enhancement using generalizations of histogram equalization[J]. IEEE Trans. Image Process, 2000, 9(5): 889 – 896.
- [6] Chen Hong, Chang Qing, Guo Tiantian. Real-time infrared image enhancing algorithm easy to implement[J]. Infrared and Laser Engineering, 2004, 33(3): 283 – 286. (in Chinese)
陈洪, 常青, 郭天天. 一种易于硬件实现的红外图像实时增强算法[J]. 红外与激光工程, 2004, 33(3): 283 – 286.
- [7] Huang Benxiong, Wang Yonghong, Hu Hai. Algorithm of infrared image display based on histogram[J]. Huazhong Univ. of Sci. & Tech.: Nature Science Edition, 2004, 32(11): 39 – 40. (in Chinese)
黄本雄, 王永红, 胡海. 基于直方图的热像显示算法研究[J]. 华中科技大学学报: 自然科学版, 2004, 33(11): 39 – 40.