

# 红外图像增强系统的设计与实现

刘冬梅<sup>1,2,3</sup>, 尹传历<sup>1</sup>, 张涛<sup>1</sup>, 李嘉全<sup>1</sup>

(1. 中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033;

2. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 3. 长春奥普光电技术股份有限公司, 吉林 长春 130033)

**【摘要】**针对直方图均衡化算法无法有效抑制噪声的缺点,提出了一种新的自适应红外图像增强算法。首先统计红外图像直方图,估计出平台阈值,然后对统计直方图进行修正,最后校正图像中所有像素灰度值并进行输出。结合实际应用,搭建了高速红外图像增强处理平台。基于该平台用真实图像验证了提出的算法,实验结果表明,本系统在提高对比度的同时,有效地抑制了噪声的干扰,获得了较好的增强效果,算法运行时间小于20 ms,能够满足工程项目的实时性要求。

**【关键词】**自适应;红外图像增强;噪声抑制;对比度;平台阈值;统计直方图

**【中图分类号】** TP391

**【文献标识码】** A

## Design and Realization of Infrared Image Enhancement System

LIU Dongmei<sup>1,2,3</sup>, YIN Chuanli<sup>1</sup>, ZHANG Tao<sup>1</sup>, LI Jiaquan<sup>1</sup>

(1. Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China;

2. Graduate School of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China; 3. Changchun UP Optotech Co., Ltd., Changchun 130033, China)

**【Abstract】** According to the disadvantage of the large noises of histogram equalization algorithm, a new adaptive image enhancement algorithm is presented. Firstly, the statistical histogram of the infrared image is proposed. Then, the threshold of plateaus equalization is calculated and the statistical histogram is modified. Finally, the bright value of the pixels of the image is changed. An embedded high speed image enhancement processing system is designed according to the need of the practical application. Experimental results with real images show that the system can improve the contrast of the infrared image, limit the noises of the enhancement image, and effectively enhance the infrared image. The running time of the program is shorter than 20 ms, so it can meet the real-time requirements in the project.

**【Key words】** adaptive; infrared image enhancement; noise suppress; contrast; threshold of plateaus; statistical histogram

## 0 引言

随着红外技术的发展,红外成像技术在科学研究领域和军事领域都发挥着极为重要的作用<sup>[1-2]</sup>。然而,由于场景中的目标与背景的温差较小,红外图像一般具有低反差和图像信噪比低的缺点。为了能够从红外图像中正确地识别出目标,必须对红外图像进行增强处理,以得到适合人眼观察或机器识别的图像,从红外图像中正确地识别、检测出目标。

近几年,随着图像增强技术进一步完善以及高速、高性能处理器的出现,红外图像实时处理的研究得到了迅速发展<sup>[3-4]</sup>。传统的实时红外图像增强方法中最常用的是直方图均衡<sup>[5]</sup>和灰度变换<sup>[6]</sup>。直方图均衡化方法将图像原直方图的分布映射为近似均匀的分布,可以达到增强降质图像的对比度的目的。但是该算法在对目标增强的同时也增强了背景,导致背景和噪声占用的灰度级偏多,目标的灰度级偏少,反而降低了目标的对比度,不能有效地突出目标的细节。直接灰度变换方法虽然

能在一定程度上实现对对比度增强,但是确定变换函数比较困难,且通用性差。

为了增强红外图像增强系统的通用性,笔者在原有嵌入式高速图像处理平台<sup>[7-9]</sup>基础上提出了一种自适应红外图像增强算法,在该平台上采集实际图像验证了算法的有效性。

## 1 自适应红外图像增强算法

笔者设计了一种平台阈值自适应选择的图像增强方法。其中,实现该算法的关键是平台阈值的选择。目前已有的算法基本上是凭经验进行平台阈值的选择。为了使算法具有更强的通用性,本文算法根据图像的直方图,自适应地选择平台阈值,实现自适应平台直方图均衡化,具体做法如下:

1) 在灰度范围内,遍历整幅图像,得到图像中各灰度级出现的次数 $n_k$ ,其中, $k=0, 1, \dots, 255$ ;

2) 设 $p_r(r_k)$ 为处理后第 $r_k$ 灰度级的像素个数,即

$$p_r(r_k) = n_k / n \quad (1)$$

基金项目:国家“863”计划项目(2008AA121803)

式中:  $n$  为图像中像素总数。

3) 构成集合  $S$ , 去除  $p_r(r_k)$  中小于一定阈值  $T_z$  的单元, 即

$$S = \{if(p_r(r_k) > T_z)\} \quad (2)$$

4) 找出  $S$  中局部最大值  $f_i(r_k)$ ,  $f_i(\cdot)$  表示第  $i$  个局部最大值, 用  $m$  表示局部最大值的个数;

5) 求出自适应估计的平台阈值  $T$ , 公式如下

$$T = \frac{\sum_{i=1}^m r_k \times f_i(r_k)}{\sum_{i=1}^m r_k} \quad (3)$$

6) 通过平台阈值  $T$ , 对统计直方图进行如下修正: 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  $T$ , 则保持不变。公式如下

$$p'_r(r_k) = \begin{cases} p_r(r_k), & p_r(r_k) < T \\ T, & p_r(r_k) \geq T \end{cases} \quad (4)$$

7) 计算校正后的图像中像素的灰度值  $z(x, y)$ , 公式如下

$$z(x, y) = 255 \times \sum_{j=0}^k p'_r(r_j) \quad (5)$$

## 2 实验结果与分析

为了验证本文的嵌入式红外图像增强系统的有效性, 在楼上对实时拍摄的场景进行处理, 实验所用图像如图 1 所示。从图中可以看出, 直方图均衡化算法在增强图像的同时也增强了噪声, 而本文算法较好地抑制了噪声, 取得了令人满意的清晰化效果, 同时算法计算时间小于 20 ms, 能够满足工程中对实时性的要求。

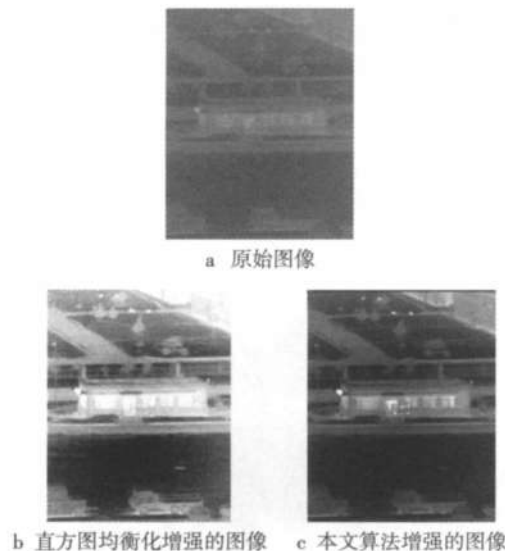


图 1 原图像和增强后图像

## 3 小结

结合工程实际的需要, 对嵌入式红外图像增强系统进行设计。首先设计了嵌入式红外图像增强处理平台, 并在此基础上提出了一种自适应红外图像增强算法, 基于该平台用真实图像验证了笔者提出的算法。实验结果表明, 本系统在提高对比度的同时, 有效抑制了噪声的干扰, 获得了较好的增强效果, 算法运行时间少, 能够满足工程项目的实时性要求。下一步工作计划将深入研究多尺度 Retinex 图像增强算法, 有效地增强图像中的细节, 从而获得更加清晰、更高质量的图像。

### 参考文献:

- [1] 张长江, 付梦印, 金梅. 一种抗噪的红外图像对比度增强方法[J]. 红外与激光工程, 2004, 33(1): 50-54.
- [2] 许永锋, 张书铃. 红外图像自适应增强的模糊粒子群优化算法[J]. 计算机工程与应用, 2008, 44(27): 175-177.
- [3] BAI L, LI X, CHEN Q, et al. The hardware design of real-time infrared image enhancement system[EB/OL].[2011-07-20]. [http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs\\_all.jsp?arnumber=1281039](http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=1281039).
- [4] WANG B, LIU S, LI Q, et al. A real-time contrast enhancement algorithm for infrared images based on plateau histogram[J]. Infrared Physics & Technology, 2006, 48(1): 77-82.
- [5] 尹传历. 基于双目立体视觉的三维测量技术研究[J]. 长春: 中科院长春光机所, 2008.
- [6] MENOTTI D, NAJMAN L. Multi-histogram equalization methods for contrast enhancement and brightness preserving[J]. IEEE Trans. Consumer Electronics, 2007, 53(3): 1186-1194.
- [7] 尹传历, 张葆, 戴明, 等. 嵌入式雾天降质图像对比度增强系统的设计与实现[J]. 电视技术, 2009, 33(12): 90-92.
- [8] 张怀柱, 尹传历, 宋建中, 等. 基于 DSP 的嵌入式显微图像处理系统的设计[J]. 电子技术应用, 2008, 34(2): 30-33.
- [9] 尹传历, 刘冬梅, 宋建中. 一种嵌入式实时跟踪系统的设计与实现[J]. 电视技术, 2008, 32(1): 85-87.

### 作者简介:

刘冬梅(1980-), 女, 博士生, 主要从事数字图像处理与嵌入式系统的研究;

尹传历(1979-), 博士, 助理研究员, 主要从事航空数字图像处理与嵌入式系统的研究;

张涛(1964-), 研究员, 主要从事医学图像处理及控制工程研究;

李嘉全(1981-), 博士, 助理研究员, 主要从事机载光电平台伺服控制、振动主动控制等方面的研究。

责任编辑: 任健男

收稿日期: 2011-02-08