

文章编号: 1002-2082(2006)01-0012-03

一种基于灰度变换的红外图像增强算法

邱 慧, 于起峰, 张小虎

(国防科技大学 航天与材料工程学院, 湖南 长沙 410073)

摘要: 针对红外图像, 采用双门限分割法进行图像分割, 然后采用分段灰度变换法进行图像增强。根据具体图像, 通过人机交互的方式确定2个阈值, 将图像分割为目标区、过渡区和背景区3部分; 按照每一部分的特点, 设计不同的灰度变换, 对图像进行分段线性增强, 得到感兴趣目标区的最佳视觉效果。通过对16位红外图像进行实验, 得到了满意的结果。实验表明, 该算法灵活便捷, 在增加对比度和去除噪声的同时, 还抑制了背景, 达到了预期的效果。

关键词: 红外图像; 图像分割; 图像增强; 灰度变换

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

An algorithm for infrared image enhancement based on gray scale transform

DI Hui, YU Qi-feng, ZHANG Xiao-hu

(College of Aerospace and Material Engineering, National University
of defense Technology, Changsha 410073, china)

Abstract: An infrared image processing solution is proposed. It uses bi-threshold method to segment image and enhance the image with segmentation gray scale transform method. For a specific image, two thresholds are selected manually to cut the image into three parts (target area, transition area and background area). Based on the characteristic of each part, different gray scale transforms are designed to carry out image linear enhancement to get the best visual effect for the interested area. The satisfactory result is achieved with the experiment on 16 bit infrared images. The experiment shows that the algorithm is flexible and convenient. It can increase the contrast and decrease the noise while suppressing the background.

Key words: infrared image; image dissection; image enhancement; gray scale transform

引言

红外成像系统因其成像器件的灵敏度、分辨率和噪声等固有的特性, 使红外热图像普遍存在目标与背景对比度较差, 边缘模糊, 噪声较大等缺点。因而, 对红外图像进行增强是必要的预处理步骤, 这也是对其进一步研究和分析的前提和基础。一般而言, 图像增强是为了增加对比度和去除噪声, 使处

理后的图像更适合某种特定应用。因此, 图像增强技术是针对具体问题而言的。

在图像中人们感兴趣的是目标, 而对背景不太关注。针对这种情况, 可以采用分段灰度变换方法进行图像增强。通过人机交互的方式确定阈值, 将图像灰度分割成高段、中段和低段3部分, 并对这3部分采用不同的灰度变换。该算法简便快捷, 并且

收稿日期: 2005-01-11; 修回日期: 2005-08-13

基金项目: 国家自然科学基金资助(10472133)

作者简介: 邱慧(1977—), 女, 河北廊坊人, 国防科技大学航天与材料工程学院博士研究生, 主要从事图像复原和图像超分辨率重建的研究。

可以根据具体情况灵活设计,进而得到感兴趣区域的最佳视觉效果。

1 灰度变换算法

灰度变换的基本思想可简单表示为

$$g=T(f) \quad (1)$$

式中, g 和 f 分别为变换后和变换前的灰度值; T 代表某种映射关系。图像变换前灰度 g 的实际范围为 $[f_1, f_2]$, 变换后灰度的要求范围为 $[g_1, g_2]$ 。利用(2)式可将灰度比例拉伸或压缩,使之满足 $[g_1, g_2]$ 的整个范围,从而达到增强对比度的效果。

$$g=T(f)=\frac{g_2-g_1}{f_2-f_1} \cdot (f-f_1)+g_1 \quad (2)$$

灰度变换方法运算简单,可以达到增强对比度去除噪声的效果。但是,该方法对于原图中所有灰度级的变换是相同的。然而在实际情况中,人们更关心图像中的目标,对背景不太关注,希望对目标的灰度级进行增强,对背景的灰度级进行压缩。为达到此目的,首先选取合理阈值分割目标,提取目标灰度级,采用分段灰度变换,即对目标和背景分别采用不同的灰度变换,并对目标所占据的灰度范围进行拉伸,对背景进行压缩。这样,不但能提高目标的对比度,还可以更清楚地显示目标内部的细节变化,并且忽略了人们不关心的背景的部分细节。既使原图灰度级的范围较大,该方法也可以得到满意的效果。

2 试验结果及分析

本章针对 16 位红外图像的增强问题进行研究。图中的深色目标为研究对象,因为目标温度很高,所以它的亮度值很大,与背景有较大差别。

红外图像每个像素值占 16 位 2 个字节,RGB (红绿蓝)颜色信息分解如图1所示。将红外图像按 RGB 彩色模式显示,得到的结果如图2所示。由于红外图像是记录温度信息,图像亮度值大小与温度高低相对应,即亮度大对应温度高,亮度小对应温度低。目标温度和周围空气温度由内及外是连续变化的,表现在图像上是相应的颜色也是连续变化的,如图2中目标中心由多种颜色跳变为深蓝色,而后是深浅不同的绿色,颜色有明显突变,所以这种模式不适合 16 位红外图像。

将红外图像转化为 8 位灰度图像。采用图1给出的方法分解出 RGB 分量信息,并采用(3)式变换方法,即灰度值等于 RGB 的平均值,得到如图3所

示的结果。图像中灰度仍然存在不连续变化,所以这种方法也不适合 16 位红外图像。

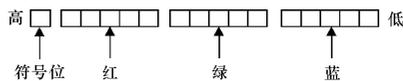


图1 16 位彩色信息分解

Fig. 1 Scheme of 16-bits color information decomposition

$$\text{gray}=(\text{red}+\text{green}+\text{blue})/3 \quad (3)$$



图2 RGB 彩色模式

Fig. 2 RGB color model



图3 简单灰度模式

Fig. 3 Simple gray model

由于红外图像是记录温度信息,亮度与温度对应,其中不含彩色信息,因此可以将其看作是 16 位灰度图像,容许灰度级范围为 $[0, 2^{15}]$ (一般图像不会完全占满容许灰度级范围)。对图像进行全局搜索,找到最大灰度值 \max 和最小灰度值 \min ,那么图像灰度范围为 $[\min, \max]$ 。

通过灰度分段线性变换方法,将 16 位红外图像 f 转化为 8 位灰度图像 g ,即将灰度范围由 $[\min, \max]$ 映射到 $[0, 225]$ 。

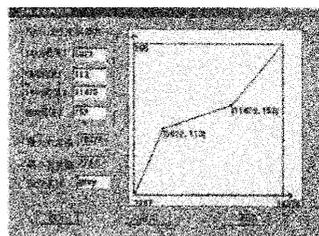


图4 分段线性变换参数设置对话框

Fig. 4 Parameters dialog box of piecewise linear transform

首先选取 2 个合适的阈值对图像进行分割。一

般来说,红外图像中目标的灰度级位于灰度直方图的高端,认为灰度值大于阈值的像素属于目标,其他像素属于背景和过渡区。对目标的灰度级采用拉伸变换,使过渡区的灰度级保持不变,而对背景的灰度级采用压缩变换。通过图4所示人机交互的方

式,在 $[\min, \max]$ 范围内灵活选取双阈值 f_{mid1} 和 f_{mid2} ($f_{mid1} < f_{mid2}$),将红外图像分割成3部分,即灰度级的高端、中端和低端,分别对应目标、过渡区和背景。在 $[0, 255]$ 范围内选择2个阈值 g_{mid1} 和 g_{mid2} ,并对每一部分分别进行(4)式所示的灰度变换。

$$g = \begin{cases} \frac{(f - \min)g_{mid1}}{f_{mid1} - \min} & \min < f < f_{mid1} \\ \frac{(f - f_{mid1})(g_{mid2} - g_{mid1})}{f_{mid2} - f_{mid1}} + g_{mid1} & f_{mid1} < f < f_{mid2} \\ \frac{(f - f_{mid2})(255 - g_{mid2})}{\max - f_{mid2}} + g_{mid2} & f_{mid2} < f < \max \end{cases} \quad (4)$$

选定一组阈值对红外图像进行灰度变换,得到的结果如图5所示。图中灰度连续变化,目标与背景截然分开,并且抑制了杂乱的噪声点。



图5 本文灰度变换法

Fig. 5 Target image obtained by our gray-scale transform method

3 结束语

采用分段灰度变换方法进行图像增强,在增强

了目标对比度的同时压制了背景,获得了最佳的增强效果。该算法简便快捷,并且可以根据具体情况灵活设计。通过人机交互的方式确定阈值,对图像进行分割可以得到最佳的效果,为下一步自适应阈值的选取方法研究奠定了基础。

参考文献:

[1] 于起峰. 基于图像的精密测量与运动测量[M]. 北京:科学技术出版社,2002.
 [2] Castleman K R. 数字图像处理[M]. 北京:电子工业出版社,1999.
 [3] 徐 军. 一种红外图像增强的新方法[J]. 西安电子科技大学学报,2000,27(5):546-549.
 [4] 宫武鹏. 一种基于小波变换的红外图像对比度增强技术[J]. 国防科技大学学报,2000,22(6):117-119.
 [5] 周 斌. 微光像增强器图像传递信噪比的测试研究[J]. 应用光学,2004,25(5):60-61.

中国兵工学会申办第25届国际弹道大会取得成功

中国兵工学会申办工作代表团于2005年11月14日至18日参加了在加拿大温哥华国际会展中心召开的第22届国际弹道大会,并在大会期间召开的国际弹道委员会全体委员会议上,以较高的得票获得了第25届国际弹道大会(International Symposium Ballistics,简称ISB)的举办权。申办代表团由中国科协书记处书记、中国兵工学会副理事长冯长根为团长,南京理工大学校长、中国兵工学会副理事长徐复铭为副团长,中国兵工学会副秘书长、申办工作办公室主任许毅达为领队一行10人。代表团在加期间广泛接触了国际弹道委员会成员,为申办成功做了全面周到的准备,申办的成功将是中国乃至亚洲国家首次举办国际弹道大会。

ISB是以常规武器研究为背景的世界公认的最高水平、最具影响力的学术交流盛会。该会议由国际弹道委员会(International Ballistics Committee,简称IBC)主持每18个月召开一次。双数届固定在北美(主要是美国)举办,单数届由其他国家申办。中国兵工学会于2004年1月正式启动申办工作。申办工作得到了中国科协、国防科工委、总装备部、外交部、北京市政府等各方支持。第25届ISB将于2010年5月在北京国际会议中心举行。

(秦风 供稿)