

基于小波变换和直方图均衡的红外图像增强

尹士畅, 喻松林

(华北光电技术研究所, 北京 100015)

摘要: 基于红外图像低分辨率、低对比度、视觉特性差的特性, 以及传统的利用直方图均衡化进行红外图像增强的方法会丢失图像的细节信息、增强红外图像的噪声的特性, 将小波变换的多尺度、多分辨率的特点和直方图均衡化的方法相结合, 提出一种更好的实现红外图像增强的算法。并将该算法在 Matlab 上进行了仿真验证。

关键词: 红外; 图像增强; 小波变换; 直方图均衡化; 对比度

中图分类号: TP391.41 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1001-5078.2013.02.024

Infrared image enhancement algorithm based on wavelet transform and histogram equalization

YIN Shi-chang, YU Song-lin

(North China Research Institute of Electro-optics, Beijing 100015, China)

Abstract: Infrared image has the characteristics of low resolution, low contrast and bad visual effect, while traditional histogram equalization processing algorithm would lose image details and enhance the image noise when using it to enhance the infrared image. This paper presents a new infrared image enhancement algorithm which combines the histogram equalization algorithm with the wavelet transform algorithm. The Matlab experiment results show that the new algorithm has better image enhancement effect for infrared images.

Key words: infrared; image enhancement; wavelet transform; histogram equalization; contrast

1 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非常重要的作用, 同时越来越多的需求使得人们对红外图像的质量的要求也越来越高。红外图像为灰度图像, 不包含彩色信息, 仅仅可以根据温度信息来转化为灰度信息, 有些图像为了改善其视觉效果会转换为伪彩色图像。然而, 由于目标和背景之间的不间断的热传递和热辐射、红外光线波长比较长等固有的红外特性, 以及红外辐射传输距离远、大气衰减等因素的影响, 造成了红外图像的信噪比低、空间相关性强、对比度低、视觉效果模糊等特点, 给目标侦查和效果评估造成了较大影响。因而, 关于红外图像的增强算法的研究一直是目前国内外的一个热点之一, 红外图像增强算法通过对红外图像进行适当的处理, 以得到适合

人眼观察或者算法识别的图像, 从而在红外图像中正确的识别、检测目标。

2 红外图像特点

由于红外辐射强度是表征物体表面的温度信息的参量, 所以红外图像呈现的是特定空间中的温度分布信息。然而, 由于被测目标和背景长期处在一个相同的环境下, 目标和背景会进行不间断的热传递和热辐射, 从而使得目标和背景的温度非常的接近, 因而使得红外图像的分辨率比较低, 目标和背景比较难于分辨。同时, 热成像系统的探测能力和空间分辨率低于可见光 CCD 阵列, 加上由于红外探测

作者简介: 尹士畅(1987-), 男, 在读研究生, 主要从事红外焦平面的读出电路设计及红外图像处理算法的研究。E-mail: insh0225@yahoo.cn

收稿日期: 2012-10-30; **修订日期:** 2012-11-01

器单元非一致性所呈现出的红外图像的固定图案噪声等都会使得图像的分辨率和清晰度比较低,因此人们往往倾向于用图像增强算法来突出目标的特性,以提高红外图像的分辨率和视觉效果。目前国内针对红外图像增强的算法^[1-5]主要包括直方图均衡化增强技术、灰度变换、图像锐化处理、图像平滑处理以及相关的遗传算法等,但这些方法依旧存在很多问题,比如:算法的计算量大,不宜于实时图像处理、算法的智能型和自适应性差或者容易丢失图像的细节信息等,本文针对红外图像低分辨率低对比度的特点提出了基于小波变换和直方图均衡化的红外图像增强算法。

3 直方图均衡化

直方图均衡化是红外图像处理领域中利用图像直方图对红外图像的对比度进行调整的方法。这种方法通常用来增加图像的局部对比度,尤其是红外图像,其中的目标信息和背景信息的对比度相当接近^[6]。通过这种方法,灰度可以更好地在直方图上分布。这样就可以用于增强局部的对比度而不影响整体的对比度,直方图均衡化的方法通过有效地扩展常用的灰度来实现这种功能。其基本思想是把原始图像的灰度直方图从比较集中的某个灰度区间变成在全部灰度范围内的均匀分布。通俗一点说,直方图均衡化就是对图像进行非线性拉伸,重新分配图像像素值,使一定灰度范围内的像素数量大致相同。直方图均衡化就是把给定图像的直方图分布改变成“均匀”分布直方图分布。一般而言,经过直方图均衡化处理之后,灰度值出现概率较小的像素会被合并,从而导致该图像的部分灰度值被压缩,而灰度值出现概率较大的像素则会被拉伸。因此灰度值的合并必然引起图像细节的丢失,而灰度值拉伸过程中必然会使图像中的噪声被局部的增强。尤其是对于红外图像中背景和目标的灰度值非常接近的情况下,必然使得红外图像中的噪声被放大,细节丢失。

4 小波变换

小波分析是当前应用数学和工程学科中一个迅速发展的新领域,经过长期的探索研究,广泛的应用于各种信息与信号处理、图像处理、和计算机分析中。通过对红外图像的多尺度多分辨率的小波变换,可以提取出红外图像中的各个维度上小波系数。其中低频小波系数表征了图像的轮廓信息,其他的高频小波系数则表征了图像的不同维度上的细节、

边缘以及噪声等信息。用小波变换进行图像处理,一般先将图像进行小波变换,得到不同尺度的小波系数,然后根据不同的目的对小波系数进行相应的处理,然后再对处理后的小波系数进行图像重构从而完成图像的处理。

常规的用小波变换的方法则是对图像进行多尺度小波变换得到小波系数,然后对低频小波系数进行增强,对高频小波系数进行衰减从而达到图像增强的目的。然后由于高频小波系数实际上包含了很多图像的细节信息,包括图片中的轮廓信息等。所以再对高频小波系数进行衰减的过程中虽然实现了图片的增强,但是却丢失了部分的图片细节。尤其是高频小波系数中包含了很多的图像边缘信息,在进行高频小波系数的衰减时也会使得图像边缘变得没有原始图像那么逼真。因此比较少的使用^[7-12]。

5 改善的图像增强算法分析

经过以上分析可以看出,直方图均衡化的方法不但会增强图像中的噪声信号,而且还会造成图像信息的丢失,而常规的运用小波变换进行图像增强的方法则会在高频小波系数衰减过程中丢失细节信息。一种新的图像增强的思路就是,通过改进常规小波变换的红外图像增强算法,对高频小波系数选择性的增强,然后结合直方图均衡化的算法,从而达到更好的实现红外图像增强的效果。具体算法思路为:红外图像中经过小波变换后得到小波系数中的低频信息实际上表征了图像的低频信息,也即图像的整体轮廓。而图像中的高频小波系数则包含了图像的细节信息,包括噪声、细节和边缘信息等。因此通过只对低频小波系数进行直方图均衡化的方法就会很好的改善图像的噪声信息被放大的特性,因为图像的噪声信息已经大部分被包含在高频小波系数中。而对于高频小波系数而言,可以通过类似硬阈值去噪的方法,去除图像中的噪声,并对非噪声的高频小波系数进行增强,从而强化图像中的细节部分。这样就用小波变换的方法很好的弥补了直方图均衡化算法中增强噪声和丢失细节的问题,从而更好的完成了图像的增强。

6 算法效果验证

将文章中提到的各个算法通过在 MATLAB 上仿真验证^[13-15],得到如下的结果,其中图 1 为未经处理的原始红外图像,由于手臂长期处在环境温

度下的原因,手臂的温度和环温比较接近,从而使得得到的图像的对比度比较差,视觉效果不明显。如图2中为经过小波变换后提取出来的图像的低频成分,从中可以看出,该图像和原始图像的对比度差别不大,但是从视觉上来看,图片的连续性较好,噪声较少。图3是经过直方图均衡化处理的图像,经过直方图均衡化之后图像的整体视觉效果变好了,图片中手表和手臂的对比度非常明显,甚至包括表带和手臂的也可以清楚地辨认出来。然而,经过直方图均衡化之后,手臂左下角方向和右下角方向以及手表中央的噪声也变得非常的大,相比较原始图像而言信噪比变差了。图4则是将直方图均衡化和小波变换算法相结合后增强的红外图像,相比较图3而言,对比度的变化不大,但是图像的很多噪声特性得到了改善,尤其是手表中央和手臂的左右下角部分的噪声得到了明显改善,从而很好的验证了该算法的可行性。

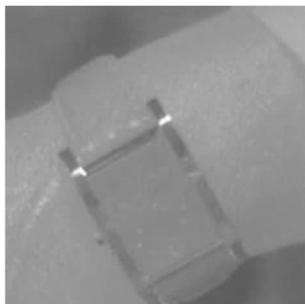


图1 原始红外图像

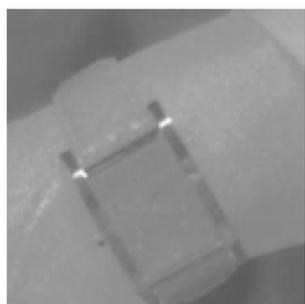


图2 低频红外图像



图3 直方图均衡化

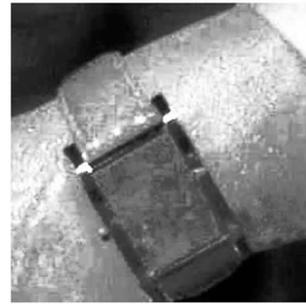


图4 本文增强算法

7 结论

针对直方图均衡化和小波变换在红外图像增强存在的问题,本文所提出的改进算法,通过将两者的优势相结合,弥补单独算法的劣势,从而达到适当提高原始红外图像的对比度,增强了目标和背景的差异性并且保证红外图像的信噪比的效果。

参考文献:

- [1] Lin Zhenxian Song Guoxiang, Xue Wen. Comparison and improvements of several methods wavelet image denoising [J]. Journal of Xidian University, 2004, 31 (4): 625 - 629. (in Chinese)
林湛勋,宋国乡,薛文. 图像的几种小波去噪方法的比较和改进[J]. 西安电子科技大学学报, 2004, 31 (4): 625 - 629.
- [2] Yu Tianhe, Hao Fuchun, Kang Weimin. Summarization on the infrared image enhancement technology [J]. Infrared and Laser Engineering, 2007, (S2): 131 - 137. (in Chinese)
于天河,郝富春,康为民. 红外图像增强技术综述[J]. 红外与激光工程, 2007, (S2): 131 - 137.
- [3] Xie Jiecheng, Zhang Dali, Xu Wenli. Wavelet Image Denoising vigorously [J]. Journal of Image and Graphics, 2002, 7(3): 209 - 218. (in Chinese)
谢杰成,张大力,徐文立. 小波图象去噪综述[J]. 中国图象图形学报, 2002, 7(3): 209 - 218.
- [4] Peng Zhou, Zhao Baojun. Nover scheme for infrared image enhancement based on contourlet transform and fuzzy theory [J]. Laser & Infrared, 2011, 41 (6): 129 - 133.
彭洲,赵保军. 基于 Contourlet 变换和模糊理论的红外图像增强算法 [J]. 激光与红外, 2011, 41 (6): 129 - 133.
- [5] Yong Yang, Wang Jingru, Zhang Qiheng. Enhancement of low Contrast Image Contain Small Targ [J]. Laser & Infrared, 2005, 35(5): 373 - 377. (in Chinese)
雍杨,王敬儒,张启衡. 弱小目标低对比度图像增强算

- 法研究[J]. 激光与红外, 2005, 35(5): 373 - 377.
- [6] An Chengbin, Ren Hongliang, Nei Chuanhong, et al. Infrared Image Enhancement Technology for Staring Infrared Imager[J]. Laser & Infrared, 2003, 33(6): 32 - 33. (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): 32 - 33.
- [7] 宋芳莉. 图像边缘检测中的方法研究[D]. 西安: 西北大学, 2002.
- [8] Luo Jiebo, Chen Changwen, Parker K. J Image enhancement for low bit rate wavelet-based compression[J]. IEEE International Symposium on Circuits and Systems, 1997: 6 - 20.
- [9] Ji Shupeng, Ding Xiaoqing. Study on image enhancing fusion algorithm of visible and infrared image[J]. Laser & Infrared, 2002, 31(6): 518 - 521. (in Chinese)
吉书鹏, 丁晓青. 可见光与红外图像增强融合算法研究[J]. 激光与红外, 2002, 31(6): 518 - 521.
- [10] Wen Peizhi, Shi Zhelin, Yu Haibin. Wavelet Transform-based Detection for Small IR Target in Complex Sea Background[J]. Laser & Infrared, 2003, 33(6): 109 - 114. (in Chinese)
温佩芝, 史泽林, 于海斌. 基于小波变换的复杂海面背景红外小目标检测[J]. 激光与红外, 2003, 33(6): 109 - 114.
- [11] 孙延奎. 小波分析及其应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [12] Turghunjan, et al. A technique of image enhancement based on the dyadic wavelet transform[J]. Journal of Xinjiang Normal University: Natural Science Edition, 2006, 25(4): 6 - 13.
吐尔洪江, 等. 基于二进小波变换的图像增强技术[J]. 新疆师范大学学报: 自然科学版, 2006, 25(4): 6 - 13.
- [13] S Mallat. A Wavelet Tour of Signal Processing[M]. Pittsburgh: Academic Press, 1999.
- [14] 张德丰. MATLAB 小波分析[M]. 机械工业出版社, 2009.
- [15] 葛哲学, 沙威. 小波分析理论与 MATLAB R2007 实现[M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.