

基于双模板极值滤波器的传像 光纤束中的盲元消除

安博文 陈桂林

(中国科学院上海技术物理研究所, 上海 200083)

摘要 利用传像光纤束传输图像,受目前加工工艺限制,不可避免地出现断丝,断丝引起的盲元必然造成信息丢失。传统的中值滤波、均值滤波无法有效消除盲元。提出一种基于极值的双模板滤波器,有效地解决了盲元问题,并在定位光纤中心位置时得到运用。

关键词 传像光纤束 盲元 双模板极值滤波器

中图分类号: TN911.73 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2007)09-1555-03

The Elimination of Blind Pixels in Fiber Bundle Based on Double-module Extremum Filter

AN Bo-wen, CHEN Gui-lin

(Shanghai Institute of Technical Physics, CAS, Shanghai 200083)

Abstract There are broken fibers which cause blind pixels in image-carrying fiber bundles due to limitations of manufacture technology. However, Mean filters and mid-value filters can not solve this problem. An algorithm based on double-module extremum is proposed in this paper, and it is effective to solve the problem. This algorithm is also effective in locating the barycenter of Fiber.

Keywords image-carrying fiber bundles, blind pixels, double-module extremum filter

1 引言

近年来传像光纤束的研制及应用有长足进展,在工业检测、光谱仪器、医疗设备、导弹告警接收器等方面都有应用。将光纤集成束,可以用来传递图像,这种光纤束被称作相关光纤束,构成光纤束的光纤两个端面排列情况完全相同时,图像投射到相关光纤束的一个端面时,就会在另外端面出现同样的图像。胃肠内视镜就是利用传像光纤束传送图像信息。

当光纤束的前后排列顺序发生变换时,不仅传送了图像信息,还会带来空间位置变换等其他好处^[1]。北京理工大学利用特殊排列光纤检测2维平面的温度:前端为 32×32 的正方形排列,后端为

1024×1 的线列。无独有偶^[2],英国爱丁堡 Heriot Watt University,也利用这种特殊设计,通过光纤束完成空间维数的变换,应用于高光谱设备中,该光纤束前端为 14×14 的面阵排列,而后端为 196×1 的1维线阵排列。

借用上述特殊排列设计方法,在探索获取超长线阵(超过6000元)探测器新途径时,我们设计的传像光纤束前端为 6000×10 ,后端为 200×300 。由于该光纤束中光纤数目特别巨大,现有加工工艺不可避免出现断丝,会引起盲元,如图1所示,四根断丝引起的盲元清晰可见,这对传输图像不利,造成信息丢失,因此必须用某种算法消除盲元,克服工艺上的不足。从图中还可以看出,光纤包层部分亮度比较低,光芯部位亮度最高,而盲元对应的像素最暗。

基金项目:国家高技术研究发展计划(863计划)基金项目(2003AA005029)

收稿日期:2006-03-23;改回日期:2006-07-06

第一作者简介:安博文(1969~),男,中国科学院上海技术物理研究所博士研究生。研究方向为遥感图像处理。E-mail: anbowen@

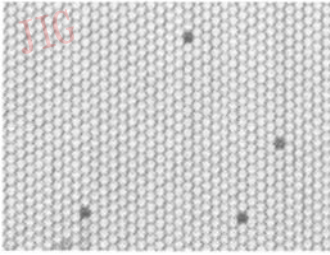


图 1 光纤束中的断丝

Fig.1 The brokenfiber in bundles

2 双模板滤波器

2.1 滤波器工作算法原理

常见中值、均值滤波滤除孤立点噪声时效果明显,中值滤波在保持图像细节方面较均值滤波好,改进的自适应中值滤波^[3]进一步加强对图像细节的保护。然而上述滤波器都是针对单个像素而设计的,若具有某种特征的像素点连在一起,中值滤波和均值滤波几乎无能为力;当噪声像素的个数超过滤波器模板中像素总数一半时,中值滤波完全丧失除噪功能,通过增大滤波器的模板虽然能在有些场合能解决问题,但不能有效地消除盲元,并且运算速度会急剧变慢。针对这一特点,需要一个能处理多个噪声像素集中在一起的滤波器,让这些连在一起的噪声点同时得到处理。

基于课题遇到的实际问题,本文提出双模板滤波极值器算法,该滤波器由两级模板构成,大模板中的元素不是单个像素,是由多个像素构成的小模板,通过小模板对具有某种特征的像素集合点进行批处理。滤波器的大模板为 $[N \times N]$,模板中元素为 N^2 个小模板,小模板结构为 $[n \times n]$ 。

设计滤波器时, N 和 n 的取值至关重要,直接决定滤波效果。无论是中值滤波还是均值滤波,为运

算方便,一般情况下,滤波器模板均为方形,而光纤为圆形结构,为消除断丝引起的盲元,理想情况下该方形(模板)应为光纤外圆的内切正方形,根据这一认识,小模板的大小应略小于光芯对应的亮像素区域。大模板尺寸确定的原则为:当模板中心元素对应光纤中心较亮部分时,边缘像素位置覆盖邻近光纤包层对应的像素,因此大模板的尺寸应大于一根光纤对应的像素,但在水平或垂直方向不能达到两根光纤的尺寸。

根据上面原则,本课题滤波器中的 N 和 n 都为3,则大模板为

$$\begin{bmatrix} [] & [] & [] \\ [] & [] & [] \\ [] & [] & [] \end{bmatrix}$$

大模板中的元素为

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

2.2 滤波性能比较

利用该滤波器遍历图像,对图像进行卷积运算时,分别对9个小模板中的像素求亮度和,然后按照从大到小排序。如果当前小模板中像素亮度和为最小值,并且与倒数第二的亮度差大于某一阈值,说明该模板对应于盲元。找出了盲元后,然后根据邻域相关的特点对其进行填充,填充时可按照上下邻域或左右邻域进行,考虑到本课题光纤束的特殊设计,采用左右邻域填充方式,即取左右邻域的加权值填充盲元位置。图2显示的是利用该滤波器滤除盲元的效果图,从图中可以看出,盲元部分得到有效滤除,而图像中细节基本不变,这是中值滤波、均值滤波无法达到的效果,图2(c)为采用 3×3 模板的中值滤波器滤波得到的结果,不仅盲元基本不能消除,而且图像细节丢失十分严重。从图中可以看出,双模板滤波器最大优点在于有效地滤除盲元,对于非盲元位置,几乎不影响图像,不会使图像模糊。



(a) 原始图像

(b) 本算法滤波效果

(c) 标准中值滤波效果

图 2 盲元消除效果图

Fig.2 The result of blind pixel-erasing

为更清楚对比两种滤波器效果,给出相应直方图(图 3)。从直方图形状以及平均值、标准偏差数

据可以看出,本算法的结果明显优于中值滤波,对原始图像影响较小。

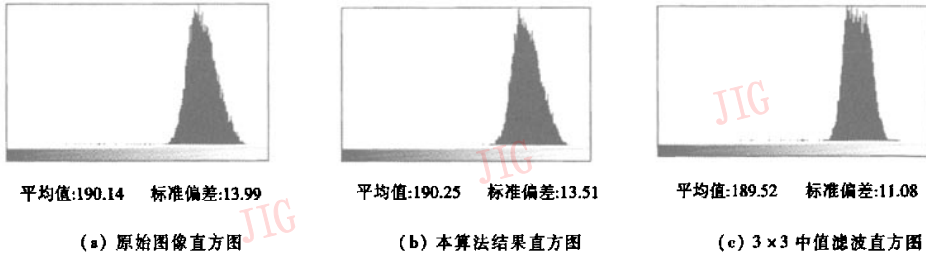


图 3 原始图像及滤波结果直方图

Fig. 3 The origin image and the result of filter

需要说明的是,利用该算法对盲元消除时设置了一个阈值,在对 9 个小模板亮度求和排序后,利用该阈值消除图像中背景对算法的影响,因为实际成像时,光纤束没有充满整个成像区域,图 4 中左侧黑边即为背景。

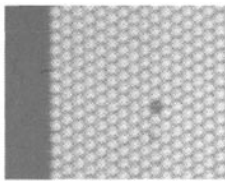


图 4 光纤束与背景

Fig. 4 Fiber bundles and background

3 工程中的其他应用

在课题研究中,需要精确定位每根光纤的中心位置,该算法很好地完成了这个任务,其原理与盲元消除类似。

从传光特性看,光纤射出的光束虽然以充满数值孔径角的形式发散,但是其光线在整个数值孔径角内的分布是非均匀的,中心处最密,越靠近最大孔径角处光线越疏,即光能的分布呈高斯函数型,从视觉效果看,光纤中心区域亮度较边缘强。利用这个特点,用双模板滤波器遍历图像,检测当前模板是否为滤波器中最亮的小模板,同时与排在第二亮的小模板进行比较,根据设定的阈值判断当前模块是否为光芯位置。借助图像腐蚀、重心算法等图像处理技术,最终理想地定位了每根光纤的中心位置,有关技术这里不讨论,图 5 为利用该算法得出的光纤中

心定位最终结果。

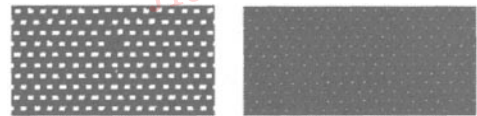


图 5 光纤中心位置定位图

Fig. 5 The center of each fiber

4 结论

针对课题实际问题,提出的双模板极值滤波器算法,理想地消除了断丝引起的盲元,并在在定位光纤的中心位置时发挥作用。设计该滤波器时,模板大小决定滤波效果好坏,因此需要根据实际问题,合理取值。

参考文献 (References)

- 1 Wang Qi, Chang Jian-xin. A method of 1-dimensional opt-electronic high-speed detecting on 2-dimensional temperature field [J]. Proceedings of SPIE, 2002, 3558: 105 ~ 109.
- 2 David William. A snapshot foveal hyperspectral imager Imaging Spectrometry VIII [J]. Proceedings of SPIE, 2002, 4816: 407 ~ 414.
- 3 Rafael C Gonzalez. Digital Image Processing (Second Edition) [M]. Prentice Hall, 2005: 210 ~ 215.
- 4 Yang Shu-ying. Image Process Based on VC++ [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2004: 87 ~ 96. [杨淑莹. VC++ 图像处理程序设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 87 ~ 96.]
- 5 He Bin, Ma Tian-xu, Wang Yun-jian. Digital Image Processing Based on Visual C++ [M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2003: 203 ~ 206. [何斌, 马天序, 王运坚. Visual C++ 数字图像处理 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003: 203 ~ 206.]