

基于分块显示的工字型焊件感兴趣区域自适应提取

石端虎^{1,2}, 孙修圣¹, 刚铁², 张文波¹

(1. 徐州工程学院机电工程学院, 江苏 徐州 221008; 2. 哈尔滨工业大学 先进焊接与连接国家重点实验室, 黑龙江 哈尔滨 150001)

摘 要:感兴趣区域的自适应提取对焊接缺陷评价系统运行速度的提高有重要意义。本文针对工字型焊件射线检测图像的特殊性,提出了一种基于图像分块显示的感兴趣区域自动提取新方法,该方法可精确定位感兴趣区域边缘值,从而实现感兴趣区域的自适应提取。此外,与手动提取方法进行了对比。结果表明:本文提出的方法能很好地实现检测图像中感兴趣区域的自适应提取,且提取结果不受腹板高度变化的影响,算法的鲁棒性强;相比于手动法,提取结果更精确,避免了频繁修改程序的操作,后期图像处理的速度显著提高。该算法的实现使整个图像处理及缺陷评价系统成为了一个完整的整体,工程应用前景广阔。

关键词:工字型焊件; X 射线图像; 感兴趣区域; 分块显示; 自适应提取

中图分类号: TG115.28¹

文献标识码: A

文章编号: 1001-3814(2013)05-0158-03

Adaptive Extraction of ROI Based on Blocking Display for I Style Weldment

SHI Duanhu^{1,2}, SUN Xiusheng¹, GANG Tie², ZHANG Wenbo¹

(1. School of Electromechanical Engineering, Xuzhou Institute of Technology, Xuzhou 221008, China; 2. State Key Laboratory of Advanced Welding and Joining, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China)

Abstract: To improve the running speed of evaluation system of weld defects, it is significant to achieve the adaptive extraction of ROI (Regions of Interest). According to the particularity of X-ray detection images for I style weldments, a new method based on blocking display was put forward, which could extract the ROI adaptively. Using this method the marginal value of ROI could be located exactly, and the adaptive extraction of ROI could be obtained. In addition, the comparison between the provided method in this paper and manual method were carried out. The experimental results show that the adaptive extraction of ROI is achieved perfectly by the provided method. The change of sternum height can not influence the accurate of extraction result, besides the algorithm robustness is high. Comparing with the manual method the extraction result is more precise, and it can avoid the frequent operation of modify program, this can greatly enhance the speed of subsequent image processing. The achievement of the above algorithm makes the whole image processing and defects evaluation system become a full integrality, and its foreground of engineering application is extensive.

Key words: I style weldment; X-ray image; ROI; blocking display; adaptive extraction

为了提高射线图像中微小缺陷的分割及定位的速度,需要对检测图像进行感兴趣区域(Regions of Interest 简称 ROI)提取。此外,由于不同腹板高度的工字型焊件检测图像中 ROI 大小不一,为满足准确提取 ROI 的需求,提取算法应具有较好的自适应

性。考虑到工字型激光焊件射线检测图像中含有两条高亮度的焊缝,从整体上提取 ROI 难度较大。

ROI 包含着大量的有用信息,提取出包括焊缝区在内的 ROI 对无损检测人员来说意义重大。ROI 的精确提取对提高评片效率、减轻评片人员视觉疲劳等有重要意义。目前,虽然国内外在 ROI 提取方面已经开展了大量的研究,但大多集中在医学领域和摄影界^[1-4],用于焊件检测方面的研究很少^[5]。作者在文献[6]中提及了一种手动提取工字型焊件射线图像 ROI 的方法,但是针对不同的工字型焊件,当腹板高度变化相差较大时,这种手动提取 ROI 的方法便受到了限制,可能会出现提取区域错误、提取区

收稿日期:2012-10-10

基金项目: 哈尔滨工业大学先进焊接与连接国家重点实验室开放课题(AWPT-M12-05);江苏省高校自然科学基金资助项目(12KJD430003)

作者简介:石端虎(1973-),男,山东曹县人,副教授,工学博士,主要从事焊缝无损检测和焊接材料优化方面的研究;
电话:0516-83105361;E-mail:shidianhu@126.com

域不全等情况,并且需频繁修改程序。因此,本文研究了工字型焊件中焊缝 ROI 的自适应提取问题,以期提高图像处理程序的通用性。

1 ROI 及提取方案确定

为了实现工字型焊件内部缺陷的检测,需将焊件旋转一定的角度,图 1 为其检测示意图。图中标明了射线入射的方向,而且也标出了焊件中心线与射线入射方向的交点 A。

图 2 为工字型激光焊件的射线检测图像,图像的实际尺寸大小为 574×768 (像

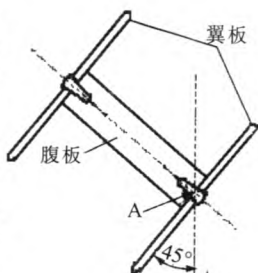


图 1 焊件检测示意图
Fig.1 Schematic diagram of weldment detection

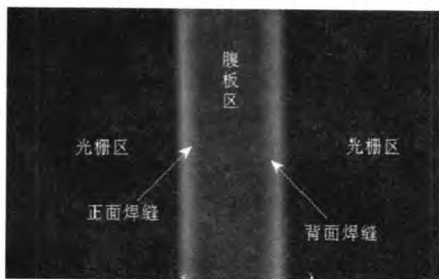


图 2 X 射线检测图像
Fig.2 X-ray detection image

素),图中已标注了各部分的名称。文献[6]中,作者已对射线图像的灰度特征进行了分析,通过分析确定了射线穿透焊件的最薄处和最厚处,并将射线穿透焊件两最薄处之间的区域定为 ROI (包括两条高亮度焊缝及腹板区)。该区域包含着批量微小焊接缺陷的信息。虽然焊缝区和光栅区的灰度差较大,肉眼容易区分,但是想精确地定位 ROI 边缘值,从而达到自适应提取该区域的难度很大。

由于原始图像中包含两道亮度高、灰度值大的焊缝区,将图像作为一个整体来搜寻 X 射线穿透焊件的最薄处(或最厚处),即寻找对应图像矩阵的灰度最大值(或最小值)有很大难度。为了更简洁的实现 ROI 的提取,本文确定采用图像分块显示^[7]的方法来自动提取目标区域。所谓图像的分块显示就是指将原始图像中的两道亮度高、灰度值大的焊缝单独隔开,并分别在两幅图像中显示,这样每幅图像中就只包含一道焊缝,处理起来就方便许多。

图 3 是图像 ROI 提取算法的流程图。首先根据灰度特征分析确定提取的目标区域,然后在原始图

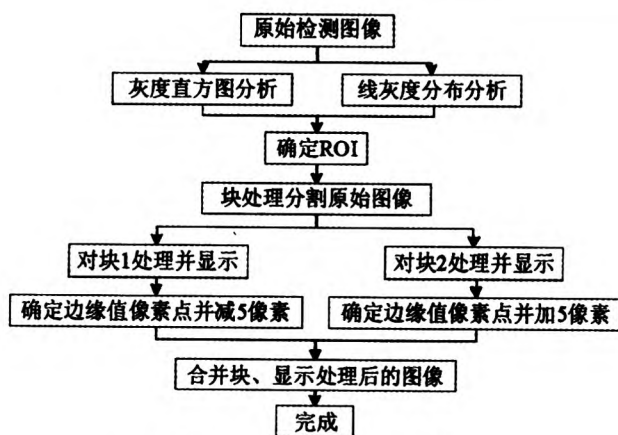


图 3 自适应提取算法流程图
Fig.3 Flowchart of adaptive extraction algorithm

像上获取腹板区的某一列像素点,通过该列像素点将原始检测图像分割成两幅分别包含正面焊缝和背面焊缝的图像。通过图像的行灰度分布,确定分块显示后的图像的最大灰度值,将最大灰度值对应的像素点坐标赋给新的矩阵,依据判据准则找出边缘像素点,最后在原始检测图像的所有行中获取这两个边缘像素点的列区间,并显示图像。

2 边缘判断及搜索

在算法执行的过程中,确定边缘值是一个关键点,同时也是一个难点。根据射线能量的衰减规律,X 射线穿透焊件最薄处对应于检测图像上的亮度最高、灰度值最大的像素点。所以在确定边缘时可通过 MATLAB 编写程序寻找出最大值。在寻找最大值的过程中存在一个这样的问题,这个最大值不一定是一个,而有可能是若干个。在图像的块合并显示的时候,需要的并不是该最大值即所说的灰度值,在程序实现的过程中,涉及到的合并参数是该最大值所对应的图像像素坐标。

max 和 find 是 MATLAB 自带的两个简单函数,可实现对矩阵中非零元素最大值的搜寻与索引。其调用格式如下:

$I_max = \max(\max(I));$

$[row, col] = \text{find}(I == I_max)$

基于此,首先对图 2 中的射线检测图像进行分块处理,然后分别进行灰度最大值搜索。搜索结果为:包含正面焊缝的图像上灰度最大值为 150,且有 11 个像素点对应该最大值,见表 1;包含背面焊缝的图像上灰度最大值为 145,且有 20 个像素点对应该最大值,见表 2。

表 1 正面焊缝图像中灰度值最大像素点的行和列
Tab.1 Line and column of pixel point for maximum gray value in front face weld image

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
行	149	166	167	170	177	178	182	190	197	198	199
列	313	313	313	313	313	313	313	313	314	314	314

表 2 背面焊缝图像中灰度值最大像素点的行和列
Tab.2 Line and column of pixel point for maximum gray value in back surface weld image

序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
行	504	486	487	499	501	504	510	514	515	499
列	481	482	482	482	482	482	482	482	482	483
序号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
行	500	501	503	504	506	508	511	514	515	517
列	483	483	483	483	483	483	483	483	483	483

此后,将两组像素点坐标各自赋到新矩阵中,进行第二次目标值的搜索。正面焊缝搜索到列的最小值为313,背面焊缝搜索到列的最大值为 483,从而可确定感兴趣区域的边缘值。图 4 中,用“*”符号在原始图像上标定出了灰度值最大的点,并精确地标注出了 ROI。

3 提取结果及验证

ROI 的边缘值确定之后,将上述的分块显示方法运用于工字形焊件的射线检测图像就可以把 ROI 从原始图像中自适应的提取出来。图 5(a)是将原始图像分块处理,然后确定焊缝与光栅的边缘值而显示出的正面焊缝图像;图 5(b)同样是将原始图像分块处理,然后确定光栅与焊缝的边缘值而显示出的背面焊缝图像;图 5(c)是根据灰度值最大点提取的 ROI。由于焊件最薄处并非与光栅边缘绝对平行,因此为了防止遗漏缺陷信息,并提高该算法的准确性,

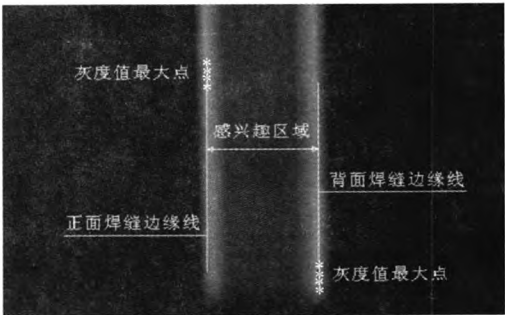


图 4 标注灰度值最大点的检测图像
Fig.4 Detection image of gray value maximum point marked

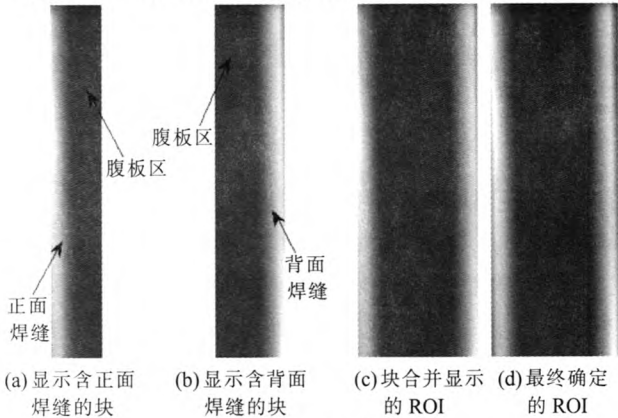


图 5 分块提取的 ROI
Fig.5 ROI of blocking display

在图 5 (c) 的基础上可将边缘值向两侧外各推 5 像素,并以此作为最终确定的 ROI,见图 5(d)。

为了对比自适应提取的效果,作者采用腹板高度不一的检测图像对算法进行了验证,提取结果见图 6。图 7 是文献[6]中提及的手动提取的结果。其中,图 6(a)~(d)分别对应于图 7(a)~(d)。通过对比可以看出,手动提取的 ROI 无关信息多、图像冗余大,不能很好地提高后期图像处理的速度。如手动提取确定的区域较小,则会造成提取的 ROI 的不完

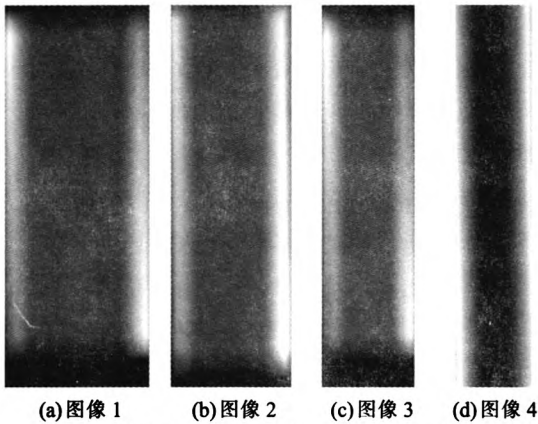


图 6 腹板高度不一图像的 ROI 自适应提取结果
Fig.6 Adaptive extraction results of ROI for images under different height sternum

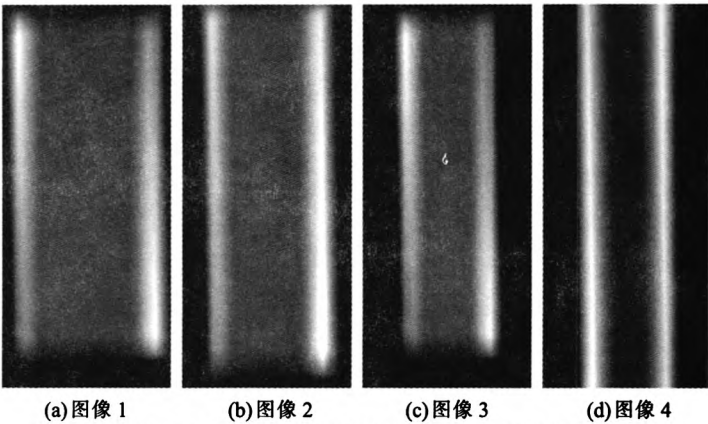


图 7 腹板高度不一的兴趣区域手动提取结果
Fig.7 Manual extraction results of ROI for images under different height sternum (下转第 163 页)

表 2 不同保温时间下钎焊接头的硬度(HV)
Tab.2 Hardness of brazed joints at different
brazing holding time(HV)

保温时间 / min	左近缝区	焊缝	右近缝区
6	168	104.7	148.9
8	130.7	117.1	126.1
10	81.6	75.0	80.0

能是由于 Pb80Sn20 钎料本身硬度较低, 钎焊过程中, 保温时间的延长, 促进复合材料和焊缝发生了互扩散, 相互扩散的元素含量影响了整体的硬度, 导致近缝区硬度随着保温时间的延长硬度逐渐降低。对比 6、8 和 10min 不同保温时间焊缝区的显微硬度, 8min 保温时间焊接接头硬度较好。

3 结论

(1) 表面镀镍对低体积分数 SiCP/A356 复合材料的真空钎焊性有显著影响, 在表面镀镍后焊接性明显改善, 不镀镍的复合材料焊接性很差, 无法焊接在一起。

(2) 保温时间对镀镍后复合材料的焊接接头的硬度有影响, 延长保温时间有助于熔化钎料与母材的相互扩散。但是钎料本身硬度较低, 过长保温时间会

因钎料扩散较充分而导致焊接接头的硬度有所下降。

参考文献:

- [1] 高增, 牛济泰, 李强. SiC_p/Al 复合材料的钎焊性及其钎焊接研究进展[J]. 热加工工艺, 2011, 40(1):143-145.
- [2] 张建云, 郭世刚, 崔霞, 等. SiC_p/Al 复合材料钎焊工艺研究[J]. 热加工工艺, 2012, 41(1):26-28.
- [3] 刘荣佩, 田鹏, 吴新光, 等. SiC_p 增强泡沫铝基复合材料制备工艺及润湿性研究[J]. 稀有金属, 2004, 28(1):21-24.
- [4] 强颖怀, 王晓虹, 冯培忠. SiC_p 增强金属基复合材料的研究进展[J]. 轻金属, 2003, (7):49-51.
- [5] 崔岩. 碳化硅颗粒增强铝基复合材料的航空航天应用[J]. 材料工程, 2002, (6):3-6.
- [6] 张强, 孙东立, 武高辉. 电子封装基片材料研究进展[J]. 材料科学与工艺, 2000, 8(4):66-72.
- [7] 邹家生, 赵其章, 陈铮. SiC 颗粒增强铝基复合材料钎焊技术研究[J]. 轻合金加工技术, 2004, 32(3):48-52.
- [8] 张启运, 庄鸿寿. 钎焊手册 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2008. 450-453.
- [9] 牛济泰, 卢金斌, 穆云超, 等. SiC_p/ZL101 复合材料与可伐合金 4J29 钎焊的分析[J]. 焊接学报, 2010, 31(5):37-40.
- [10] 李丽波, 安茂忠, 武高辉, 等. SiC_p/Al 复合材料表面无钼活化化学镀镍的研究 [J]. 材料科学与工艺, 2006, 14(5):490-494. [11]

(上接第 160 页)整; 而本文提出的算法实现了腹板高度不一的工字型焊件检测图像 ROI 的自适应提取, 提取的效果明显优于手动提取方法, 且提取结果准确, 自适应性强, 对后续缺陷分割、缺陷空间定位速度的改善有着重要意义。

4 结论

(1) 针对工字型焊件射线图像的特殊性(含有两条高亮度的焊缝), 提出了基于图像分块的 ROI 自适应提取算法, 实现了 ROI 的自适应提取, 算法适应性强, 且提取速度快, 每幅图像 ROI 的提取时间约为 0.000902s。

(2) 提出采用 MATLAB 自带的 max 和 find 函数对 ROI 的边缘进行搜寻与索引, 实现了 ROI 的精确定位与提取, 且提取结果不受腹板高度的影响。

(3) ROI 自适应提取的实现可避免因 ROI 大小不同而造成频繁修改程序的操作, 处理速度可显著提高, 工程应用前景广阔。

参考文献:

- [1] Weerasinghe Chaminda, Ji Lilian, Yan Hong. A new method for ROI extraction from motion affected MR images based on suppression of artifacts in the image background [J]. Signal Processing, 2000, 80(5):867-881.
- [2] Xia Yan, Hu Qingmao, Aziz Aamer, et al. A knowledge-driven algorithm for a rapid and automatic extraction of the human cerebral ventricular system from MR neuroimages [J]. NeuroImage, 2004, 21(1):269-282.
- [3] Yang Jinfeng, Shi Yihua. Finger-vein ROI localization and vein ridge enhancement [J]. Pattern Recognition Letters, 2012, 33(12): 1569-1579.
- [4] Baeza I, Verdoy J -A, Villanueva-Oller J, et al. ROI-based procedures for progressive transmission of digital images:A comparison[J]. Mathematical and Computer Modelling, 2009, 50(5-6): 849-859.
- [5] Yuan Tian, Dong Du, Guorui Cai, et al. Automatic defect detection in X-Ray images using image data fusion [J]. Tsinghua Science and Technology, 2006, 11(6):720-724.
- [6] 石端虎, 刚铁, 张华军, 等. 工字形焊件射线图像中微小缺陷的分割及提取[J]. 中国机械工程, 2010, 21(1):59-62.
- [7] 朱亚奇, 刘维亭. 基于 Windows CE 下大像素图像分块显示算法的研究[J]. 科学技术与工程, 2008, 8(15): 4170-4173. [12]