

焊缝表面缺陷图像识别

吴双

河北大学 研究方向:无损检测、安全评价 河北保定 071000

【摘要】全球化发展形势下,数字化工厂技术是生产制造未来的发展趋势,使得制造过程更加智能化、数字化。焊接作为制造生产中一道重要工艺,焊缝检测是检验焊缝质量的主要手段,而在外观评定过程中,受主观因素影响较大,人工检测效率低下,所以通过计算机技术对焊缝表面缺陷进行识别。根据焊缝缺陷图像的特点,对图像进行空域内去噪、增强处理,提高图像质量;根据图像缺陷与背景灰度重叠,选用数学形态学处理方式提取缺陷的边缘信息;根据图像缺陷特征量提取结果,设计神经网络模型并使用神经网络进行试验;实验结果表明,图像增强处理和缺陷提取是成功的,可以增加特征量来提高准确率。焊缝表面缺陷的识别提高外观评定效率。

【关键词】焊缝图像;外观检测;图像处理;神经网络识别

引言

数字化工厂是计算机技术和数字仿真技术与机械制造技术有机结合的产物,数字化为制造技术的发展提升到一个新的平台,使得制造技术和人工操作之间更有关联性。

现代化的智能网络以及系统集成技术为数字化工厂的建立提供了前提和基础,通过应用计算机和数据库技术可以用计算机将数据进行收集整理分析,从而极大地减少制造过程中繁琐重复简单的人工处理,整合工艺流程,使得工艺制造过程更加自动化。

机械制造过程中焊接后需要对焊接部位的外观进行检测,初步对焊件进行筛选。焊缝表面外观检测需要检测人员具备专业知识和检验经验,而且焊件数量大,检测繁琐工作量大,所以运用计算机对焊缝图像进行识别。焊缝外表面识别流程主要是对图像进行降噪处理、图像增强处理来改善图像质量,然后排除背景干扰,提取有效缺陷,对缺陷进行二值化处理并提取缺陷的特征,根据缺陷特征和BP神经网络识别缺陷。

1 焊缝图像预处理

通过计算机对焊缝图像进行外表面检测就对焊缝图像的清晰度有一定的要求,焊缝图像采集过程中,由于检测设备、技术水平、操作流程的差异,造成焊缝图像的清晰度低、对比度低、信噪比差、辨识度低,会使得图像在识别过程中产生客观因素影响。所以需要图像进行去噪、增强处理。

1.1 图像去噪处理

噪声处理一般是通过滤波来增强图像处理,同时去

除噪声颗粒。经过一系列的操作对比,其中二维中值滤波能够较好的去除椒盐噪声,平滑效果优于均值滤波,在抑制噪声的同时还能够保持图像的边缘清晰。

焊缝图像中值滤波前后对比如图1所示:

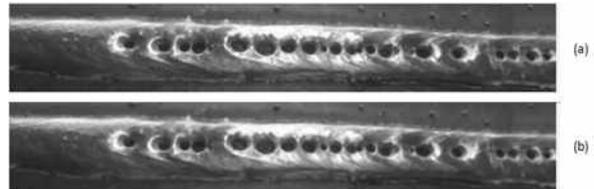


图1 (a)中值滤波前的图像 (b)中值滤波后的图像

对比图1(a)(b)可以看出中值滤波前后图像的区别并不明显。

1.2 图像增强处理

图像增强是为了提高图像的对比度和图像质量,增加图像中缺陷和周围背景的差异,优化缺陷提取,使图像更加清晰,便于人和计算机对图像进一步的分析 and 处理。图像增强一般通过图像的某些特征进行突出或增强,一般包括灰度变换法和直方图法。

灰度变换需要首先找到图像的灰度直方图,然后根据图像所对应的灰度区间,选取合适的灰度变换区间。灰度增强可以使图像整体变暗或变亮,可以根据需要调节选取最佳区间。

直方图增强是以概率论作为基础,灰度直方图是将图像中每种灰度出现的次数进行集合,反应的是每种灰度出现的频率。根据灰度出现的概率来确定灰度值,从而改变灰度的动态调整范围来提升图像的对比度。

灰度线性变换和直方图均衡化对比图2所示:

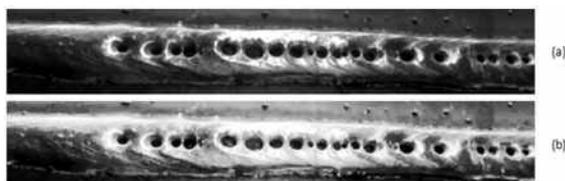


图2 (a) 灰度线性变换图像 (b) 直方图均衡化

图2(a)是经过自适应灰度线性变换后的图像,可以看出图像整体的亮度有所减少,但是图像的背景与缺陷之间的对比度有所提高,使得图像的视觉效果更好,所以经过灰度线性变换后的图像效果不错;图2(b)是经过直方图均衡化后的图像,图像的整体亮度有明显的提高,缺陷与背景的对比如提高较明显,缺陷的边缘轮廓细节显示得更加清晰。

1.3 小结

图像预处理将焊缝图像中的颗粒性噪声滤去,增强图像中的缺陷与背景的对比如,提高图像的辨识度。图像中细节部分信息会造成丢失,但是图像更加清晰,后续图像特征提取效果更好。

2 焊缝图像分割

2.1 焊缝灰度图像二值化处理

图像二值化处理就是将原来图像的不同灰度级转化成只有黑白两种像素的图像,目的就是这两种灰度将缺陷和周为背景分离出来。将焊缝图像进行二值化处理所得到的图像如图3所示:



图3 二值化处理后的图像

经过二值化处理后的图像,图像灰度只有黑白两种,焊缝图像的背景与焊缝缺陷分离开来,但是焊缝图像中缺陷的细节部分不能被完全表示出来,会丢失部分信息,所以可能使得焊缝图像在缺陷检测中出现误差。但是将图像转化为二值图像后可以便于计算机的识别,为后续图像处理提供基础。

2.2 焊缝缺陷的提取

焊缝缺陷部分的提取是缺陷识别的基础,这是一个关键又很困难的部分,缺陷的提取直接影响缺陷特征的提取,会很大程度上改变图像检测的误差。

图4、图5、图6分别是经过Roberts算子、Sobel算子、Canny算子检测后得到的图像:

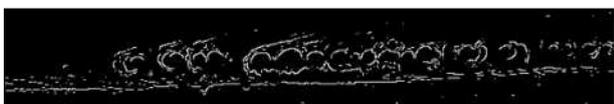


图4 Roberts 算子处理后的图像

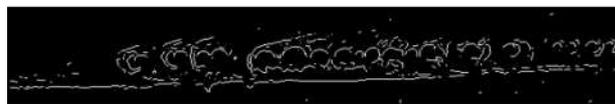


图5 Sobel 算子检测后的图像



图6 经 Canny 算子检测后的图像

数学形态学是基于一整套运算来表示图像中的特征,并通过图像特征对图像进行操作。数学形态学处理图像具有的优点:处理后的图像边缘部分更加完整,噪声所产生的影响更加少,边缘轮廓较光滑,图像连续性好,间断点少。

在焊缝图像中,受图像采集中光照、拍摄角度、焊缝表面光滑度等的影响,在焊缝图像转化为灰度图像后,图像中缺陷的灰度与焊缝背景的灰度有所重合,可能会造成边缘检测后依然还有焊缝背景存在,这就对后期缺陷识别造成很大的困难。而形态学处理不会受到焊缝背景的影响,但是在膨胀腐蚀运算后会丢失小缺陷的信息,这会使后期识别的检测正确率产生误差。

通过形态学处理后的图像如图7所示:

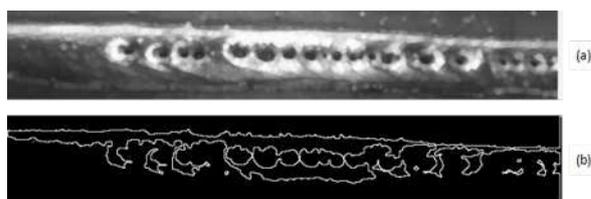


图7 (a) 形态学处理后的图像 (b) 处理后的二值图像

图7(a)是经过膨胀腐蚀操作得到的图像,清晰度降低,但是图像缺陷特征被保留下来;图7(b)是二值化后的图像,缺陷的边缘轮廓清晰完整。

2.3 小结

从图像来看,分割处理并没有完全的将缺陷和背景分离,只是大体上将缺陷的轮廓信息保留下来,缺陷的特征信息部分被放大,例如周长,面积等,这样就会使得后期图像特征量的提取产生误差。

3 缺陷识别

3.1 焊缝缺陷提取

焊缝图像中缺陷的识别就是根据缺陷的相关特征进行比对来识别,缺陷的几何形状特征是识别过程中常使用的基本特征。对图像的特征进行提取需要对图像整体进行检测,这可能就需要很大的计算量,在采集信息过程中,图像特征的准确采集会直接影响到缺陷的识别。

所以需要在图像预处理良好的基础上, 加快图像特征提取的速率, 提高图像的采集信息准确率, 使得图像最终的辨识度提高。

焊缝图像中可能含有多的缺陷, 每一个缺陷都要对应一个连通区域, 所以需要在图像中对每一个缺陷进行标记来区别不同的连通区域, 这样就可以区别不同的缺陷。本文对二值化后的图像进行标记, 采用8连通区域标记。

3.2 BP神经网络识别

神经网络是由大量神经元(处理单元)广泛连接而成的网络, 不仅可以通过从外部环境中学习并获取知识, 而且其内部神经元具有存储知识的能力。神经网络可以在外界环境的刺激作用下调整网络自由参数, 并以新的方式来响应外部环境。能够从环境中学习并在学习中提高自身性能是神经网络最有意义的性质。

本文神经网络模型主要是两层中间层, 输入层为特征量, 焊缝缺陷形状特征参数为5个, 各层次神经元之间相互连接, 各层次内的神经元之间没有连接。神经网络模型如图8所示:

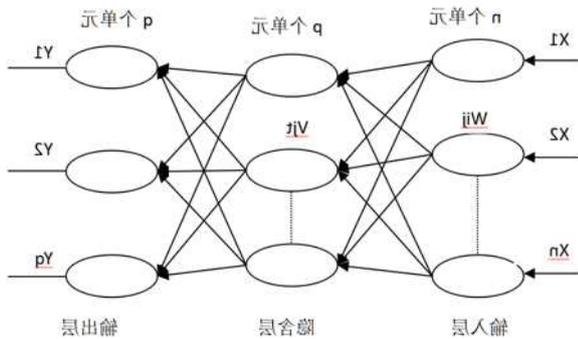


图8 神经网络模型

神经网络识别就是给定一组标准的缺陷及其特征量, 并确定出缺陷输出所对应的结果, 将缺陷特征量与输出结果一一对应, 放入神经网络中对神经网络进行训练直到神经网络达到所要求的准确率, 这时神经网络训练完成, 再将待检测的图像特征量放入训练完成的神经网络, 经过神经网络识别得到最终的检测结果。对于基

于神经网络的识别方法而言, 其核心是利用图像的特征进行训练识别。BP神经网络的图形分割方法的基本思想是通过训练, 以确定节点间的连接和权值。再用训练好的神经网络对新输入的图像数据进行分割。实验表明: 相对于其它图像分割方法, 该算法能有效地分割图像, 提高分割速度。

4 结语

焊接是现代加工制造生产中的一道重要工艺, 焊缝外观检查是保障焊接质量的重要手段。为了提高焊缝外观检查的效率和精度, 采用人工神经网络图像识别技术对焊缝外观缺陷识别进行研究具有很好的现实意义。本文主要是对图像进行降噪处理、图像增强处理来改善图像质量, 排除背景干扰, 提取有效缺陷, 对缺陷进行二值化处理并提取缺陷的特征, 根据缺陷特征和BP神经网络识别缺陷。从而实现焊接外观缺陷图像识别, 达到提高焊缝外观检查效率和精度的目的。

在缺陷提取中边缘检测在缺陷提取上有局限性, 数学形态学处理的边缘轮廓更加清晰, 但是提取会将图像中的小缺陷忽略, 直接造成缺陷检测的精准度, 后续可以增加形态学处理缺陷的提取方面的研究。

【参考文献】

- [1] 张国军, 黄刚. 数字化工厂技术的应用现状与趋势 [J]. 航空制造技术, 2013,(8):34-37.
- [2] 邵中华. X射线焊缝数字图像的缺陷提取技术研究 [D]. 太原: 中北大学, 2011.
- [3] 杨丹, 赵海滨, 龙哲等. MATLAB 图像处理详解. 北京: 清华大学出版社, 2013:238-239.
- [4] 麻春辉, 宋素珍, 杜瑶等. 基于数学形态学的焊缝缺陷提取算法 [J]. 数字技术与应用, 2015,12(9):106-107.
- [5] 董辉. 基于神经网络的图像识别系统的研究及实现 [D]. 西南农业大学, 2005.
- [6] 苏静, 杨武俊. 基于BP神经网络图像分割算法研究 [J]. 中国联合网络通信有限公司运城分公司; 运城学院公共计算机教学部, 2015.