

基于机器视觉的钢轨对接焊高精度检测方法探究

屈展

中国铁路物资华东集团有限公司 200071

【摘要】想要提升闪光对接焊设备焊接过程的焊接精确度，那么就需要推行基于机器视觉的钢轨对接焊高精度检测技术，该项技术主要是以线激光器以及黑白面阵CMOS工业相机为主要的检测硬件，线激光器所发出的激光会分别投入到轨顶面和轨侧面的位置，利用工业相机，收集相关的图像资料，提取相关的数据特征，结合其多元化的特征去识别多种模式，保障其得到的钢轨顶部以及侧面高度差足够的适宜，开展可靠性较强或者重复性的实验活动，验证该技术应用的优势，使得其可以更好地达到工程实际检测要求标准。该项操作技术和以往所推行的手工操作技术进行对比，其技术的精确度较高，同时其所受到的外部干扰性因素较为微弱，能够更好地满足工况环境条件，即便其处于一种恶劣的环境条件下，仍旧能够得到较好的检测效果。

【关键词】机器视觉；钢轨对接焊；高精度检测方法

引言：

当前，我国铁路行业的发展速度极快，只有掌握更为精准的核心技术，才可以使得铁路更为长远且稳定化的发展。近些年来，高铁钢轨焊接的数量不断的递增，闪光对接焊的比例数值也在持续性的升高。利用闪光对接焊设备，把两根钢轨的两侧顶端位置和钢轨的轨底端位置连接在一起，保证二者的夹紧状态，工作人员利用手去触摸，同时依据标准尺的形式，精确地判断二者之间所存在的高度差，结合实际的结果，去调整钢轨的具体位置点。这种作业方式会存在着一些弊端性的问题，人员手动操作会受到环境因素的影响及干扰，对焊接合格率不够稳定，其对于工作人员的经验要求相对来说会比较高。所以，应当找出更符合其精确度要求的检测方式，解决其上述所存在的各类问题，保障焊接前中精确度要求达标，同时满足现场的生产需求。本文主要利用机器视觉的钢轨对接焊高精度检测技术，快速的检测高度差，使得其误差可以始终处于可接受的范围内，同时提升其检测算法的通用性。

1检测系统设计

钢轨的顶端平面为H型，其主要分成三个部分，分别为轨底、轨头以及轨腰，具体的端面焊接图如图1所示。要借助电极钳口将钢轨的轨底和轨头夹到一起，等到焊接断面受到顶锻力的影响，就会保持紧贴的状态。图2为系统总体方案的设计图，将其检测装置放在钢轨上部位置，操作控制系统、处理系统以及成像装置共同组建成一个完整的检测系统，激光会垂直投射在和轨道轴线保持平行的轨顶平面处，相机轴线和轨顶面平线激光线保持垂直的状态。在相机收集整合图像之后，将其数据内容及时的上报给客户端，客户端利用相应的检测软件进行数据的分析，之后进行结果的推算，把结果数据供给相关的工作人员。最后，使用设备控制装置调整焊接的具体位置，让其能使其能够构成一种负反馈的闭环，一直到其得到最终的测量结果，让其结果能够始终处于焊接的精度要求范围当中。

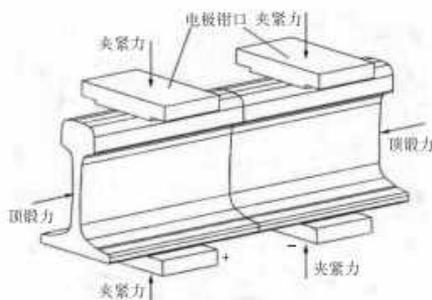


图1 焊接示意

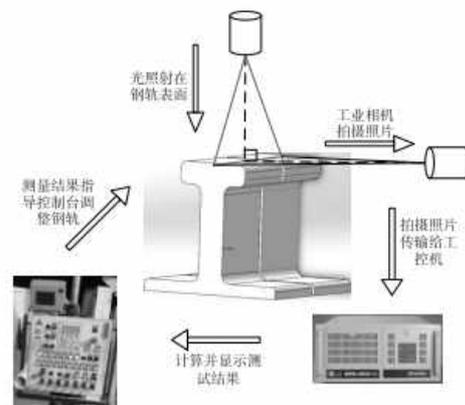


图2 系统总体方案

2检测算法设计

2.1 检测原理及数学模型

在开展检测系统特征定位及计算工作时，通常需要建立一个坐标系，经由其坐标原点，依照图像的宽度方向划分成为x轴和y轴。工业相机采集的图像在进行前期处理之后，能够观察到焊缝的位置节点会形成较为明显的激光线突出或者断开性的问题。所以，在进行作业的过程中，必须要保障焊缝处位置精确的定位程度，这样才能避免其受到外界因素的干扰和影响，同时标注出能够代表左右钢轨的特征线，使用像素点灰度值突出定位焊接位置，之后要逐个点去推断并观察像素点灰度数值，分析其是否产生了0-255的突变现象，同时还需要找出a1、a2、b1、b2、c1、c2、d1、d2的位置点，将这些点的坐标一一的记录下来，之后要结合这些不同点位的坐标推算出线段a1a2、b1b2、c1c2、d1d2不同线段所对应的中点a、b、c、d的坐标，最终要把dc和ab这两条线连接在一起，使得其交于l和r两点位置，之后使用al和dr去表示特征线的位置点，利用公式计算点r和l在y轴的方向像素差值。

2.2 图像预处理

通过开展图像预处理工作来将工业相机收集图像设计所受到的各类干扰性因素排除开，这会让其所需要的数据信息更加的精确且清晰，同时可以从根源上提升总体特征线定位的精确程度，避免周围环境对其后续所开展的设计以及定位等工作形成不良的影响，能够较好地达到并满足特征线的定位及计算要求标准。图像在进行灰度化处理作业时期，需要利用工业相机，收集图像资料，由其图像转变成为灰度的图像，这样不但可以降低信息的工作处理量，同时还可以给后续图像后处理工作形成提供便捷化的条件。在完成图像灰度化处理任务之后，这些像素均由不同的灰度值表现表示。如果将其时段的图像信息当做数据分析的参考依据，那么其特征线的定位工作以及识别工作量都会比较大，且这两项工作的流程也会较为繁琐，实际工作的执行力度较差，精确度较低。所以，需要实时的进行图像二值化的处理，增设适宜的阈值T，若其超过该值，那么就需把像素的灰度值调整并设置为255。若其低于阈值T，就应当将其调整为0，在二值化处理之后，其具体的效果图如3所示。

$$g(x,y) = \begin{cases} 255, & f(x,y) > T \\ 0, & f(x,y) < T \end{cases}$$

图3 公示图

外部环境光线以及钢轨表面经反射会对其工作形成干扰和影响，同时其所收集及整合到的图像信息也会存在一定的噪声杂点，其噪声点会和特征线的灰度值贴近。所以，图像的二值化处理也不能保证其干扰性因素完整的去除状态，甚至还会使得特征定位某些程度上处于一种失效的状况，会对其后续的计算工作行程不便。要在这种状况下进行滤波降噪消除噪音的处理，在处理之后，其效果图如图4所示。



图4 滤波降噪处理

2.3 导轨焊接位置定位

工业相机所收集整理到的数据信息在进行图像预处理之后，需要对其内容进行分析。特征线如果处在焊缝处断裂，那么其左右两侧的特征线之间就会形成断开的间隙。若左右特征线并不存在断开的现象，那么其焊缝处的线宽数值就会呈现出较为明显的凸起现象，结合焊缝处特征线线断开的状况，需要在图像宽度的方向上，逐点进行扫描。在扫描各列的过程中，需要统计并累计好灰度值为255的像素点，如果在扫描某一列，其中灰度数值为255的像素点数量为T1=0，那么就可以认为特征线是在该节点处呈现出断裂的现象，要将该列数完整的纪录下来，继续开展后续的扫描工作。在扫描到某一列255灰度像素点累计数量T1不等于0时，那么就可以认为特征线焊缝处的断裂已经结束，要把这一数据记录下来，同时利用断开位置的中心进行计算，

2.4 特征线识别与定位

在完成特征线图像预处理任务之后，需要针对其白色的位置线段进行处理，借助相应的算法，明确导轨焊缝的位置，在其位置点进行标记及绘制，把特征线划分成为左右两段的特征线，之后进行识别和定位。通过观察和分析能够了解到，在左右特征线当中的两侧端口位置处线宽数值会比较小，同时会产生一些少量的特征线中断以及不连续的现象，特征线钢轨焊接的位置点变形问题会比较严重，需要尽可能的减小识别以及定位特征线的计算量，防止其受到干扰区域的影响减小算法的难度。以左侧特征线为例，收集和其数列当中全部像素的灰度数值，调整好其图像和左边之间的距离，判断该列中像素点的灰度数值，识别并定位左侧的特征线，当其像素点的灰度值为255时，就需要把这个像素点记录下来，由其当做左侧特征线的下边缘点。

2.5 计算特征线高度差

对图5进行分析，在该图中，线段ab和线段dc左右特征线，且其延伸线段ab和线段dc处于两个点r和l，让其和焊接的中心线相交。结合图5的内容，构建数学模型，把其g设置为40，h设置为100。此外，增设a、b、c、d四个点，这四个点的坐标分别为(Xa, Ya)、(Xb, Yb)、(Xc, Yc)、(Xd, Yd)，利用这四个点精确的求出点l和点r的横坐标，之后使用算式计算出钢轨焊缝处两端轨顶面和轨侧面实际高度差值。

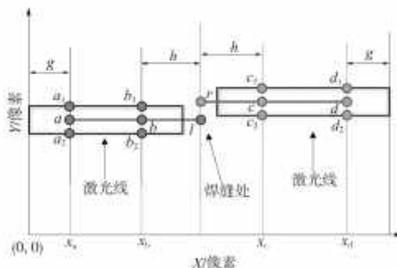


图5 特征线识别、定位示意

3 机器视觉检测的方法

3.1 基于图像处理算法的检测

机器的使用过程中，合理的使用视觉检测方法能够满足其整体的要求，在目前的对接焊过程中，使用机器视觉的检查方法能够保

证焊接质量。具体的操作过程中，可以使用机器方式来完成相关技术的提高，简单来说，在实际的开展过程中使用图形处理来完成采集后的图形研究，并且更好的获取图形当中的相关信息。对于图像处理来说，其主要包括图像的预处理，各种缺陷的提取和缺陷的分类等，更好的满足其实际的处理过程中，而在此过程中都有着相对于的算法来完成检测。对于钢轨的图形处理来说，可以使用局部的非线性图形处理方式来完成具体的图形研究，更好的建设包括光照在内的干扰情况，并且使用这种方法能够减少噪声的干扰。对于钢轨的各种缺陷应当进行实际的分类，让其都能够满足具体的使用需求。从根本入手来完成相关问题的实际处理，合理使用各种缺陷的计算方法来满足钢轨的补充要求，满足光照条件，了解相关的视觉系统实时性，综合的使用各种仿真数据来实现具体要求。

3.2 基于机器视觉系统的检测

机器视觉系统主要是由光源、光学系统和图像捕捉系统、图形处理系统等多个系统组成，目前我国还是在机器视觉系统检测的初级阶段。需要构建更好的系统检测平台。整体的开展上可以使用各种全新的设备来完成具体的工作，确保能够检测出各种钢轨的缺陷图像。因此在实际工作的开展上，合理的使用各种计算方式掌握铁轨的具体运算方法，全面的让其能够符合实际的发展需求，针对相关的监测工作来说，应当完成各种包括非钢轨监测的装置，有效的避免各种误差问题，同时要解决各种技术的复杂性特点，可以采用各种全新的技术来完成相关的焊接工作存在的问题，使其不会出现有关的误差。

4 钢轨检测的研究热点和发展趋势

目前我国的轨道交通发展速度较快，所以在实际的工作开展上，建设是一方面，同时也需要完成相关的维修和处理。而在轨道交通的发展过程中，对钢轨进行实际的监测和维护，能够提升钢轨的整体速度和精度，更好的提升其实际的建设效果。同时在各种监测过程中还是存在较多的问题，这些都直接影响了实际的使用效果，所以在当前的钢轨缺陷监测处理上，应当更好的使用各种维修技术，传统的技术还是停留在初级阶段，这些监测方式在实际的使用上还是会出现各种质量问题，所以完成技术的全面提高对其发展来说有着重要的意义，目前的监测相对来说还是处于初级阶段，所以在实际的监测效果上也无法满足具体的要求，因此完成对其内部的处理，让其能够符合具体的要求，保证对钢轨监测效果进行进一步的提升。

结语：

借助图像处理以及机器视觉技术，研发出一种全新的钢轨焊机检测方式，利用其检测技术，优化钢轨焊缝的侧面及正面高度差，调整其高度差检测特征线，掌握好该特征线的正确识别方式。要结合图像预处理后的特征线，处理其突变及断开等方面的问题，找准特征性突变的重心位置，这样可以更好地服务特征线高度差信息工作。如果出现合格率不稳定或者手动检测效率较低等方面的问题，就需要依据其具体化的定位方式简化计算流程，防止其产生参考点误差的问题，将其测量精确度控制在0.03毫米，这样可以进一步提高焊接的合格率，利用算法构建 WinForms 界面软件，提取并分析特征线数据信息，拓展使用场景的范围，提高检测精确的深度，让其检测结果能够更好地满足实际的做功需求。

【参考文献】

- [1]基于卷积神经网络的车牌字符识别[J]. 董峻妃, 郑伯川, 杨泽静. 计算机应用. 2017 (07)
- [2]基于机器视觉的钢轨表面检测光学模型的研究[J]. 吴禄慎, 张丛, 万超, 史皓良. 铁道标准设计. 2017 (05)
- [3]基于图像的非接触式人体参数测量方法[J]. 邹昆, 马黎, 李蓉, 徐晨. 计算机工程与设计. 2017 (02)
- [4]基于几何特征的钢轨磨耗检测系统的研究[J]. 鞠标, 朱洪涛, 徐翔萍, 王志勇. 铁道标准设计. 2016 (12)
- [5]基于颜色定位和边缘检测的车牌定位方法[J]. 吴雷, 汪小飞, 李艳. 电脑知识与技术. 2016 (32)
- [6]自适应阈值图像二值化及形态学处理的 FPGA 实现[J]. 陈鑫元, 李筠, 杨海马, 宋佳, 邵璐先. 电子测量技术. 2016 (07)
- [7]一种煤矿井下监控视频图像预处理方法[J]. 徐辉, 贺耀宜. 工矿自动化. 2016 (01)
- [8]基于机器视觉的轴承滚动体缺陷检测算法研究[J]. 崔明, 顾启民, 黄震. 组合机床与自动化加工技术. 2015 (11)
- [9]苹果采摘机器人夜间图像降噪算法[J]. 贾伟宽, 赵德安, 阮承治, 沈甜, 陈玉, 姬伟. 农业工程学报. 2015 (10)
- [10]改进中值滤波方法的图像预处理技术[J]. 王红君, 施楠, 赵辉, 岳有军. 计算机系统应用. 2015 (05)