



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 119295471 B

(45) 授权公告日 2025. 02. 25

(21) 申请号 202411834417.8

G06V 10/54 (2022.01)

(22) 申请日 2024.12.13

G06V 10/762 (2022.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 119295471 A

(56) 对比文件

CN 114723758 A, 2022.07.08

CN 114820418 A, 2022.07.29

(43) 申请公布日 2025.01.10

审查员 何榕

(73) 专利权人 西安捷高电子科技有限公司

地址 710065 陕西省西安市高新区西部大道170号丰泽科技园6号楼F座

(72) 发明人 朱少伟 田建红

(74) 专利代理机构 河南银隆律师事务所 41186

专利代理师 姜桂红

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G06T 7/13 (2017.01)

G06V 10/50 (2022.01)

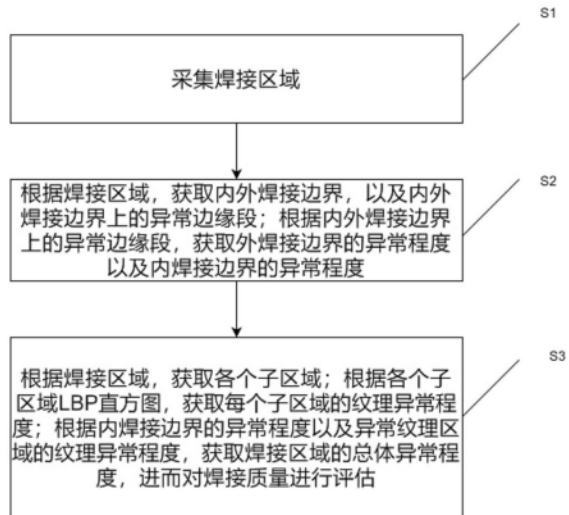
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

基于机器视觉的电池焊接检测方法及系统

(57) 摘要

本发明涉及图像处理技术领域,尤其涉及基于机器视觉的电池焊接检测方法及系统。方法包括步骤:采集焊接区域,根据焊接区域,获取内外焊接边界,以及内外焊接边界上的异常边缘段;根据内外焊接边界上的异常边缘段,获取外焊接边界的异常程度以及内焊接边界的异常程度,根据焊接区域,获取各个子区域;根据各个子区域LBP直方图,获取每个子区域的纹理异常程度;根据内焊接边界的异常程度以及异常纹理区域的纹理异常程度,获取焊接区域的总体异常程度,进而对焊接质量进行评估,本发明提高了焊接质量检测的准确性。



1. 基于机器视觉的电池焊接检测方法,其特征在于,包括步骤:

采集焊接灰度图像,使用霍夫圆检测算法对焊接灰度图像进行检测,得到多个同心圆以及圆心,将距离圆心最远的同心圆记为最远外接圆,将其对应的区域记为焊接区域;将距离圆心最近的同心圆记为最近外接圆;对焊接区域进行边缘检测,得到若干个边缘,将与最远外接圆距离最小的边缘记为外焊接边界,将与最近外接圆距离最小的边缘记为内焊接边界;获取外焊接边界上的异常边缘段;获取外焊接边界的异常程度

$$Y = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^I d_i^{1 - \frac{1}{C-1} \sum_{k=1}^{C-1} |r_k - r_{k+1}|}, Y \text{ 代表外焊接边界的异常程度; } d_i \text{ 代表外焊接边界上第 } i \text{ 个异常边缘段的长度; } I \text{ 代表外焊接边界上异常边缘段的数量; } C \text{ 代表外焊接边界上像素点的数量; } r_k \text{ 代表外焊接边界上第 } k \text{ 个像素点到圆心的距离; } r_{k+1} \text{ 代表外焊接边界上第 } k+1 \text{ 个像素点到圆心的距离; 获取内焊接边界上的异常边缘段,得到内焊接边界的异常程度;}$$

根据焊接区域,获取各个子区域;获取各子区域的纹理异常程度;将所述纹理异常程度大于或等于纹理异常程度阈值的子区域记为异常纹理区域;

获取焊接区域的总体异常程度 $S = Y_{max} \times \frac{\sum_{u=1}^t D_u}{t}$; Y_{max} 代表外焊接边界的异常程度与内焊接边界的异常程度中的最大值; t 代表异常纹理区域的数量; D_u 代表第 u 个异常纹理区域的纹理异常程度;基于所述总体异常程度对焊接质量进行评估。

2. 根据权利要求1所述的基于机器视觉的电池焊接检测方法,其特征在于,所述获取外焊接边界上的异常边缘段,包括:

获取第一聚类簇以及第二聚类簇;

以第一聚类簇为例,将所有第一聚类簇中的像素点映射到外焊接边界上,得到多个边缘段,统计每个边缘段的长度,根据每个边缘段的长度,使用k-means均值聚类算法将边缘段聚为两个类别,将类内平均值最小的类别中的边缘段舍弃,将类内平均值最大的类别中的边缘段记为异常边缘段;根据第二聚类簇,获取若干个异常边缘段;得到外焊接边界上的异常边缘段。

3. 根据权利要求2所述的基于机器视觉的电池焊接检测方法,其特征在于,所述获取第一聚类簇以及第二聚类簇,包括:

统计外焊接边界上每个像素点到圆心的距离,根据外焊接边界上每个像素点到圆心的距离,使用均值漂移聚类算法,对外焊接边界上将每个像素点进行聚类,得到若干个聚类簇,计算每个聚类簇的中心点的值和最远外接圆的半径的差值绝对值,将差值小于差值阈值的聚类簇记为标记聚类簇,将除过标记聚类簇之外的每个聚类簇记为其余聚类簇;获取每个其余聚类簇的中心点的值与标记聚类簇的中心点的值的差值,记为第一差值,将第一差值为正数时对应的若干个其余聚类簇记为第一聚类簇,将第一差值为负数时对应的若干个其余聚类簇记为第二聚类簇。

4. 根据权利要求1所述的基于机器视觉的电池焊接检测方法,其特征在于,所述根据焊接区域,获取各个子区域,包括:

在焊接区域的圆心处每隔 N 度发射一条射线,并与内焊接边界与外焊接边界相交,将内

焊接边界与外焊接边界之间的圆环区域,划分为多个子区域。

5. 根据权利要求1所述的基于机器视觉的电池焊接检测方法,其特征在于,所述获取每个子区域的纹理异常程度,包括:

获取每个子区域的LBP直方图的两个峰值;

$$W_h = \frac{1}{2} \sum_{a=1}^2 \frac{F_{h,a} - H_a}{F_{a,max} - F_{a,min}} + \frac{1}{3} \sum_{l=1}^3 \frac{Q_{h,l} - P_l}{Q_{l,max} - Q_{l,min}} \times \text{norm}(\sigma_h - \theta);$$

式中, W_h 代表第h个子区域的纹理异常程度; $F_{h,a}$ 以及 $Q_{h,l}$ 代表第h个子区域的LBP直方图的第a个峰值对应的横坐标以及第l个四分位数; H_a 以及 P_l 代表所有子区域的LBP直方图的第a个峰值对应的横坐标的均值以及第l个四分位数的均值; $F_{a,max}$ 以及 $F_{a,min}$ 代表所有子区域的LBP直方图中的第a个峰值对应的横坐标的最大值以及最小值; $Q_{l,max}$ 以及 $Q_{l,min}$ 代表所有子区域的LBP直方图中的第l个四分位数的最大值以及最小值; σ_h 代表第h个子区域的LBP直方图中所有纵坐标数据值的标准差; θ 代表所有子区域的LBP直方图中所有纵坐标数据值的标准差的均值。

6. 根据权利要求5所述的基于机器视觉的电池焊接检测方法,其特征在于,所述获取每个子区域的LBP直方图的两个峰值,包括:

获取每个子区域中的每个像素点的LBP值,对于任意子区域中的每个像素点的LBP值,以LBP值为横坐标,像素点数量为纵坐标,构建该子区域的LBP直方图,获取该子区域的LBP直方图中第一大以及第二大的两个峰值,记为该子区域的LBP直方图的两个峰值。

7. 根据权利要求1所述的基于机器视觉的电池焊接检测方法,其特征在于,所述基于所述总体异常程度对焊接质量进行评估,包括:

预设超参数m,若焊接区域的总体异常程度大于或等于超参数m,认为焊接质量合格;反之,焊接质量不合格。

8. 基于机器视觉的电池焊接检测系统,其特征在于,包括:处理器和存储器,所述存储器存储有计算机程序指令,当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现根据权利要求1-7任一项所述的基于机器视觉的电池焊接检测方法。

基于机器视觉的电池焊接检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及图像处理技术领域,尤其涉及基于机器视觉的电池焊接检测方法及系统。

背景技术

[0002] 电池焊接检测是确保电池组装质量的关键步骤,特别是在新能源汽车行业中,电池的安全性和性能直接关系到车辆的安全和续航能力。焊接缺陷,如漏焊、断焊、焊接不均匀等,可能导致电池性能下降、泄漏电解液甚至引发安全事故。因此,采用高效准确的检测技术对电池焊接质量进行监控至关重要,机器视觉技术通过模拟人类视觉系统来检测和分析物体。在电池焊接检测中,机器视觉系统可以自动捕捉焊接图像,并通过图像处理算法分析焊接质量。这种技术可以大幅度提高检测速度和一致性,减少人为误差,并能够处理复杂的焊接图案和微小的缺陷。

[0003] 目前公开号为CN116109663A的专利申请文件公开了一种基于多阈值分割的胃部CT影像分割方法,对胃部CT图像的灰度图像进行分割得到胃部非淋巴组织区域,采集区域周围的特征像素点,以特征像素点或者待分析像素点为中心构建设定尺寸的窗口,根据窗口内像素点与其邻域像素点的灰度值获得像素点的特征值参数;根据特征值参数以及像素点的灰度值,得到特征像素点或者待分析像素点的淋巴特征值;根据特征像素点和待分析像素点的淋巴特征值得到特征像素点与待分析像素点之间的关联程度;根据关联程度确定待分析像素点的淋巴置信度;将淋巴置信度作为修正系数对待分析像素点进行分割得到胃部区域。

[0004] 在电池焊接检测中,使用传统的阈值分割算法无法准确的识别焊接缺陷和异常,具体来说,阈值分割算法高度依赖于阈值的选择,由于背景和缺陷的灰度值可能相近,自动选择合适的阈值变得困难,可能需要手动调整,这增加了算法的复杂性和不确定性。最终导致对于焊接缺陷异常的检测不准确,并影响了对于焊接质量的判定。

发明内容

[0005] 为了解决阈值分割算法高度依赖于阈值的选择,由于背景和缺陷的灰度值可能相近,自动选择合适的阈值变得困难的技术问题,本发明提供基于机器视觉的电池焊接检测方法及系统。

[0006] 第一方面,本发明提供基于机器视觉的电池焊接检测方法,采用如下的技术方案:

[0007] 基于机器视觉的电池焊接检测方法,包括步骤:

[0008] 根据焊接区域,获取内外焊接边界,获取外焊接边界上的异常边缘段;获取外焊接

边界的异常程度 $Y = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^I d_i^{1 - \frac{1}{C-1} \sum_{k=1}^{C-1} |r_k - r_{k+1}|}$, Y 代表外焊接边界的异常程度;

d_i 代表外焊接边界上第*i*个异常边缘段的长度; I 代表外焊接边界上异常边缘段的数量; C 代

表外焊接边界上像素点的数量; r_k 代表外焊接边界上第k个像素点到圆心的距离; r_{k+1} 代表外焊接边界上第k+1个像素点到圆心的距离;获取内焊接边界的异常程度;

[0009] 根据焊接区域,获取各个子区域;获取每个子区域的纹理异常程度;将所述纹理异常程度大于或等于纹理异常程度阈值的子区域记为异常纹理区域,得到每个异常纹理区域的纹理异常程度;

[0010] 获取焊接区域的总体异常程度 $S = Y_{max} \times \frac{\sum_{u=1}^t D_u}{t}$; Y_{max} 代表外焊接边界的异常程度与内焊接边界的异常程度中的最大值;t代表异常纹理区域的数量; D_u 代表第u个异常纹理区域的纹理异常程度;基于所述总体异常程度对焊接质量进行评估。

[0011] 本发明的创新性在于使用霍夫圆检测算法获取大体的焊接区域,然后使用Canny边缘检测算法获取详细准确的内外焊接边界,根据大体的焊接区域与内外焊接边界比较,得到异常边缘段,并获取内外焊接边界的异常程度;进一步地,使用局部二值模式得到焊接部位的纹理特征,获取每个子区域的纹理异常程度,避免了焊接环境中的光照条件的影响以及背景的影响,使得纹理特征提取的更准确,最后结合内外焊接边界的异常程度和每个子区域的纹理异常程度,获取焊接部位的总体异常程度,考虑了焊接边缘的异常与焊接内部的异常,对于焊接质量的评判更可靠。

[0012] 优选的,所述获取内外焊接边界,包括:

[0013] 使用canny边缘检测算法对焊接区域进行检测,得到焊接区域中的所有边缘,将所有边缘中与最远外接圆距离最小的边缘记为外焊接边界,将所有边缘中与最近外接圆距离最小的边缘记为内焊接边界。

[0014] 获取内外焊接边界,便于后续获取内外焊接边界上的异常边缘段。

[0015] 优选的,所述获取外焊接边界上的异常边缘段,包括:

[0016] 获取第一聚类簇以及第二聚类簇;

[0017] 以第一聚类簇为例,将所有第一聚类簇中的像素点映射到外焊接边界上,得到多个边缘段,统计每个边缘段的长度,根据每个边缘段的长度,使用k-means均值聚类算法将边缘段聚为两个类别,将类内平均值最小的类别中的边缘段舍弃,将类内平均值最大的类别中的边缘段记为异常边缘段;根据第二聚类簇,获取若干个异常边缘段;得到外焊接边界上的异常边缘段。

[0018] 优选的,所述获取第一聚类簇以及第二聚类簇,包括:

[0019] 统计外焊接边界上每个像素点到圆心的距离,根据外焊接边界上每个像素点到圆心的距离,使用均值漂移聚类算法,对外焊接边界上将每个像素点进行聚类,得到若干个聚类簇,计算每个聚类簇的中心点的值和最远外接圆的半径的差值绝对值,将差值小于差值阈值的聚类簇记为标记聚类簇,将除过标记聚类簇之外的每个聚类簇记为其余聚类簇;获取每个其余聚类簇的中心点的值与标记聚类簇的中心点的值的差值,记为第一差值,将第一差值为正数时对应的若干个其余聚类簇记为第一聚类簇,将第一差值为负数时对应的若干个其余聚类簇记为第二聚类簇。

[0020] 优选的,所述根据焊接区域,获取各个子区域,包括:

[0021] 在焊接区域的圆心处每隔N度发射一条射线,并与内焊接边界与外焊接边界相交,将内焊接边界与外焊接边界之间的圆环区域,划分为多个子区域。

[0022] 优选的,所述获取每个子区域的纹理异常程度,包括:

$$[0023] \quad W_h = \frac{1}{2} \sum_{a=1}^2 \frac{F_{h,a} - H_a}{F_{a,max} - F_{a,min}} + \frac{1}{3} \sum_{l=1}^3 \frac{Q_{h,l} - P_l}{Q_{l,max} - Q_{l,min}} \times \text{norm}(\sigma_h - \theta);$$

[0024] 式中, W_h 代表第h个子区域的纹理异常程度; $F_{h,a}$ 以及 $Q_{h,l}$ 代表第h个子区域的LBP直方图的第a个峰值对应的横坐标以及第l个四分位数; H_a 以及 P_l 代表所有子区域的LBP直方图的第a个峰值对应的横坐标的均值以及第l个四分位数的均值; $F_{a,max}$ 以及 $F_{a,min}$ 代表所有子区域的LBP直方图中的第a个峰值对应的横坐标的最大值以及最小值; $Q_{l,max}$ 以及 $Q_{l,min}$ 代表所有子区域的LBP直方图中的第l个四分位数的最大值以及最小值; σ_h 代表第h个子区域的LBP直方图中所有纵坐标数据值的标准差; θ 代表所有子区域的LBP直方图中所有纵坐标数据值的标准差的均值。

[0025] 根据每个子区域的纹理异常程度可以衡量焊接区域中的异常程度。

[0026] 优选的,所述第h个子区域的LBP直方图的第a个峰值的获取包括:

[0027] 获取每个子区域中的每个像素点的LBP值,对于任意子区域中的每个像素点的LBP值,以LBP值为横坐标,像素点数量为纵坐标,构建该子区域的LBP直方图,获取该子区域的LBP直方图中第一大以及第二大的两个峰值,记为该子区域的LBP直方图的两个峰值。

[0028] 便于后续获取每个子区域的纹理异常程度。

[0029] 优选的,所述基于所述总体异常程度对焊接质量进行评估,包括:

[0030] 预设超参数m,若焊接区域的总体异常程度大于或等于超参数m,认为焊接质量合格;反之,焊接质量不合格。

[0031] 对焊接质量的评估更加准确。

[0032] 第二方面,本发明提供基于机器视觉的电池焊接检测系统,采用如下的技术方案:

[0033] 基于机器视觉的电池焊接检测系统,包括:处理器和存储器,所述存储器存储有计算机程序指令,当所述计算机程序指令被所述处理器执行时实现上述基于机器视觉的电池焊接检测方法。

[0034] 通过采用上述技术方案,将上述的基于机器视觉的电池焊接检测方法生成计算机程序,并存储于存储器中,以被处理器加载并执行,从而根据存储器及处理器制作终端设备,方便使用。

[0035] 本发明具有以下技术效果:本发明的目的在于使用霍夫圆检测算法获取大体的焊接区域,接着使用Canny边缘检测算法获取内外焊接边界,根据大体的焊接区域与内外焊接边界比较,得到异常边缘段,并获取内外焊接边界的异常程度;进一步地,使用局部二值模式得到焊接部位的纹理特征,获取每个子区域的纹理异常程度,避免了焊接环境中的光照条件的影响以及背景的影响,使得纹理特征提取的更准确,最后结合内外焊接边界的异常程度和每个子区域的纹理异常程度,获取焊接部位的总体异常程度,考虑了焊接边缘的异常与焊接内部的异常,对于焊接质量的评判更可靠。

附图说明

[0036] 通过参考附图阅读下文的详细描述,本发明示例性实施方式的上述以及其他目

的、特征和优点将变得易于理解。在附图中,以示例性而非限制性的方式示出了本发明的若干实施方式,并且相同或对应的标号表示相同或对应的部分。

[0037] 图1是本发明实施例基于机器视觉的电池焊接检测方法中方法流程图。

具体实施方式

[0038] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0039] 应当理解,当本发明的权利要求、说明书及附图使用术语“第一”、“第二”等时,其仅是用于区别不同对象,而不是用于描述特定顺序。本发明的说明书和权利要求书中使用的术语“包括”和“包含”指示所描述特征、整体、步骤、操作、元素和/或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、整体、步骤、操作、元素、组件和/或其集合的存在或添加。

[0040] 本发明实施例公开基于机器视觉的电池焊接检测方法,参照图1,包括步骤S1-步骤S3:

[0041] S1:采集焊接区域。

[0042] 在本发明实施例中,使用高清相机对准焊接区域进行拍摄,得到焊接RGB图像,并对其进行灰度化处理,得到焊接灰度图像;使用霍夫圆检测算法对焊接灰度图像中的圆形进行检测,获取多个同心圆以及圆心,将距离圆心最远的同心圆记为最远外接圆,将其所对应的区域记为焊接区域;将距离圆心最近的同心圆记为最近外接圆。

[0043] S2:根据焊接区域,获取内外焊接边界,以及内外焊接边界上的异常边缘段;根据内外焊接边界上的异常边缘段,获取外焊接边界的异常程度以及内焊接边界的异常程度。

[0044] 需要说明的是,在电池焊接检测中,使用传统的边缘检测或阈值分割算法无法准确的识别焊接缺陷和异常,具体来说,传统的边缘检测可能无法准确地定位焊接边缘及异常纹理,并且阈值分割算法高度依赖于阈值的选择,由于背景和缺陷的灰度值可能相近,自动选择合适的阈值变得困难,可能需要手动调整,这增加了算法的复杂性和不确定性。最终导致对于焊接缺陷异常的检测不准确,并影响了对于焊接质量的判定。

[0045] 步骤S2包括步骤S20-步骤S21,具体如下:

[0046] S20:根据焊接区域,获取内外焊接边界,以及内外焊接边界上的异常边缘段。

[0047] 需要说明的是,在焊接过程中由于操作失误等情况常会出现漏焊、虚焊以及偏移的情况,导致焊接部位的边界并不像理想的情况为标准的圆形,可能出现边缘的异常,例如边缘上某一块的向外突出或者向内凹陷,因此本发明根据使用canny边缘检测算法对焊接区域进行检测,得到焊接区域中的所有边缘,在根据各边缘与最近外接圆和最远外接圆的距离,获取内外焊接边界,以及内外焊接边界上的异常边缘段,也就是内外焊接边界上向外突出或者向内凹陷产生的异常边缘。

[0048] 在本发明实施例中,使用canny边缘检测算法对焊接区域进行检测,得到焊接区域中的所有边缘,将所有边缘中与最远外接圆距离最小的边缘记为外焊接边界,将所有边缘中与最近外接圆距离最小的边缘记为内焊接边界;

[0049] 获取外焊接边界上的异常边缘段:统计外焊接边界上每个像素点到圆心的距离,

根据外焊接边界上每个像素点到圆心的距离,使用均值漂移聚类算法,对外焊接边界上将每个像素点进行聚类,得到若干个聚类簇,计算每个聚类簇的中心点的值和最远外接圆的半径的差值绝对值,将差值小于差值阈值的聚类簇记为标记聚类簇,将除过标记聚类簇之外的每个聚类簇记为其余聚类簇;获取每个其余聚类簇的中心点的值与标记聚类簇的中心点的值的差值,记为第一差值,将第一差值为正数时对应的若干个其余聚类簇记为第一聚类簇,将第一差值为负数时对应的若干个其余聚类簇记为第二聚类簇;

[0050] 以第一聚类簇为例,将所有第一聚类簇中的像素点映射到外焊接边界上,得到多个边缘段,统计每个边缘段的长度,根据每个边缘段的长度,使用k-means均值聚类算法将边缘段聚为两个类别,将类内平均值最小的类别中的边缘段舍弃,将类内平均值最大的类别中的边缘段记为异常边缘段。同理,根据第二聚类簇,获取若干个异常边缘段;至此,得到外焊接边界上的异常边缘段。

[0051] 根据获取外焊接边界上的异常边缘段的方法,获取内焊接边界上的异常边缘段。

[0052] S21:根据内外焊接边界上的异常边缘段,获取外焊接边界的异常程度以及内焊接边界的异常程度。

[0053] 需要说明的是,已知获取了外焊接边界上的异常边缘段,若外焊接边界上的所有异常边缘段的长度之和越长并且外焊接边界上所有相邻像素点到圆心的距离的差值的均值越大时,说明焊接区域外边缘上向外突出或者向内凹陷的缺陷越大,说明外焊接边界的异常程度越大,具体实施方式如下。

[0054] 在本发明实施例中,获取外焊接边界的异常程度:

$$[0055] \quad Y = \frac{1}{C} \sum_{i=1}^I d_i \left(1 - \frac{1}{C-1} \sum_{k=1}^{C-1} |r_k - r_{k+1}| \right);$$

[0056] 式中, Y 代表外焊接边界的异常程度; d_i 代表外焊接边界上第*i*个异常边缘段的长度; I 代表外焊接边界上异常边缘段的数量; C 代表外焊接边界上像素点的数量; $\frac{1}{C} \sum_{i=1}^I d_i$ 代表外焊接边界上所有异常边缘段占外焊接边界的比例,当外焊接边界上的异常边缘段数量越多,每个异常边缘段的长度越长时,即 $\frac{1}{C} \sum_{i=1}^I d_i$ 的值越大,则外焊接边界的异常程度越大,焊接质量越差; r_k 代表外焊接边界上第*k*个像素点到圆心的距离; r_{k+1} 代表外焊接边界上第*k+1*个像素点到圆心的距离; $\frac{1}{C-1} \sum_{k=1}^{C-1} |r_k - r_{k+1}|$ 的值越大,说明外焊接边界上所有相邻像素点到圆心的距离的差值的均值越大,说明边界越粗糙,越不平滑,出现各种缺陷的可能性越大,因此对 $\frac{1}{C} \sum_{i=1}^I d_i$ 的增大程度越大,外焊接边界的异常程度 Y 越大,焊接质量越差。

[0057] 同理,根据内焊接边界上的异常边缘段,获取内焊接边界的异常程度。

[0058] S3:根据焊接区域,获取各个子区域;根据各个子区域LBP直方图,获取每个子区域的纹理异常程度;根据内焊接边界的异常程度以及异常纹理区域的纹理异常程度,获取焊接区域的总体异常程度,进而对焊接质量进行评估。

[0059] 步骤S3包括步骤S30-步骤S31,具体如下:

[0060] S30:根据焊接区域,获取各个子区域;根据各个子区域LBP直方图,获取每个子区域的纹理异常程度。

[0061] 需要说明的是,局部二值模式能够捕捉图像中局部区域的纹理信息,并且对光照变化和噪声具有较好的鲁棒性,因此,局部二值模式可以用来提取焊缝(内外焊接边界之间的区域)的纹理特征,这些特征可以用于识别焊缝的异常情况,因此本发明首先将焊缝区域划分为各个子区域,对于任意一个子区域来说,获取该子区域中每个像素点的LBP值,构建该子区域的LBP直方图,当该子区域的LBP直方图的峰值对应的横坐标与所有区域的LBP直方图的峰值对应的横坐标的均值的差值越大、该子区域的LBP直方图的四分位数与所有子区域的LBP直方图的四分位数的均值的差值越大、该子区域的LBP直方图中所有纵坐标数据值的标准差都与所有子区域的平均值相差较大时,该子区域的纹理异常程度越大。

[0062] 在本发明实施例中,在焊接区域的圆心处每隔N度发射一条射线,并与内焊接边界与外焊接边界相交,将内焊接边界与外焊接边界之间的圆环区域,划分为多个子区域,获取每个子区域中的每个像素点的LBP值,对于任意子区域中的每个像素点的LBP值,以LBP值为横坐标,像素点数量为纵坐标,构建该子区域的LBP直方图,并获取该子区域的LBP直方图中第一大以及第二大的两个峰值,记为该子区域的LBP直方图的两个峰值;

[0063] 获取每个子区域的纹理异常程度:

$$[0064] \quad W_h = \frac{1}{2} \sum_{a=1}^2 \frac{F_{h,a} - H_a}{F_{a,max} - F_{a,min}} + \frac{1}{3} \sum_{l=1}^3 \frac{Q_{h,l} - P_l}{Q_{l,max} - Q_{l,min}} \times \text{norm}(\sigma_h - \theta)$$

[0065] 式中, W_h 代表第h个子区域的纹理异常程度; $F_{h,a}$ 代表第h个子区域的LBP直方图的第a个峰值对应的横坐标; H_a 代表所有子区域的LBP直方图的第a个峰值对应的横坐标的均值; $F_{a,max}$ 代表所有子区域的LBP直方图中的第a个峰值对应的横坐标的最大值; $F_{a,min}$ 代表所有子区域的LBP直方图中的第a个峰值对应的横坐标的最小值; $Q_{h,l}$ 代表第h个子区域的LBP直方图的第l个四分位数; P_l 代表所有子区域的LBP直方图的第l个四分位数的均值; $Q_{l,max}$ 代表所有子区域的LBP直方图中的第l个四分位数的最大值; $Q_{l,min}$ 代表所有子区域的LBP直方图中的第l个四分位数的最小值; σ_h 代表第h个子区域的LBP直方图中所有纵坐标数据值的标准差; θ 代表所有子区域的LBP直方图中所有纵坐标数据值的标准差的均值;当第h个子区域的LBP直方图的峰值对应的横坐标、第h个子区域的LBP直方图的四分位数及第h个子区域的LBP直方图中所有纵坐标数据值的标准差都与所有子区域的平均值相差较大时,第h个子区域的纹理异常程度越大。

[0066] 预设纹理异常程度阈值T,若任意子区域的纹理异常程度大于或等于纹理异常程度阈值T,该子区域为异常纹理区域,在本发明实施例中,预设纹理异常阈值T=0.5,在其他实施例中,实施人员可根据具体实施方式预设T的值。

[0067] S31:根据内焊接边界的异常程度以及异常纹理区域的纹理异常程度,获取焊接区域的总体异常程度,进而对焊接质量进行评估。

[0068] 需要说明的是,若外焊接边界的异常程度与内焊接边界的异常程度中的最大值越

大,并且异常纹理区域的纹理异常程度越大时,焊接区域的总体异常程度越大,最后根据焊接区域的总体异常程度,对焊接质量进行评估。

[0069] 在本发明实施例中,获取焊接区域的总体异常程度:

$$[0070] \quad S = Y_{max} \times \frac{\sum_{u=1}^t D_u}{t};$$

[0071] 式中, S 代表焊接区域的总体异常程度; Y_{max} 代表外焊接边界的异常程度与内焊接边界的异常程度中的最大值; t 代表异常纹理区域的数量; D_u 代表第 u 个异常纹理区域的纹理异常程度;当 S 的值越大时,焊接区域的总体异常程度越大。

[0072] 预设超参数 m ,若焊接区域的总体异常程度大于或等于超参数 m ,认为焊接质量合格;反之,焊接质量不合格。

[0073] 本发明实施例还公开基于机器视觉的电池焊接检测系统,包括处理器和存储器,存储器存储有计算机程序指令,当计算机程序指令被处理器执行时实现根据本发明的基于机器视觉的电池焊接检测方法。

[0074] 上述系统还包括通信总线和通信接口等本领域技术人员熟知的其他组件,其设置和功能为本领域中已知,因此在此不再赘述。

[0075] 在本发明中,前述的存储器可以是任何包含或存储程序的有形介质,该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。例如,计算机可读存储介质可以是任何适当的磁存储介质或者磁光存储介质,比如,阻变式存储器、动态随机存取存储器、静态随机存取存储器、增强动态随机存取存储器、高带宽内存、混合存储立方等等,或者可以用于存储所需信息并且可以由应用程序、模块或两者访问的任何其他介质。任何这样的计算机存储介质可以是设备的一部分或可访问或可连接到设备。

[0076] 虽然本说明书已经示出和描述了本发明的多个实施例,但对于本领域技术人员显而易见的是,这样的实施例只是以示例的方式提供的。本领域技术人员会在不偏离本发明思想和精神的情况下想到许多更改、改变和替代的方式。应当理解的是在实践本发明的过程中,可以采用对本文所描述的本发明实施例的各种替代方案。

[0077] 以上均为本发明的较佳实施例,并非依此限制本发明的保护范围,故:凡依本发明的结构、形状、原理所做的等效变化,均应涵盖于本发明的保护范围之内。

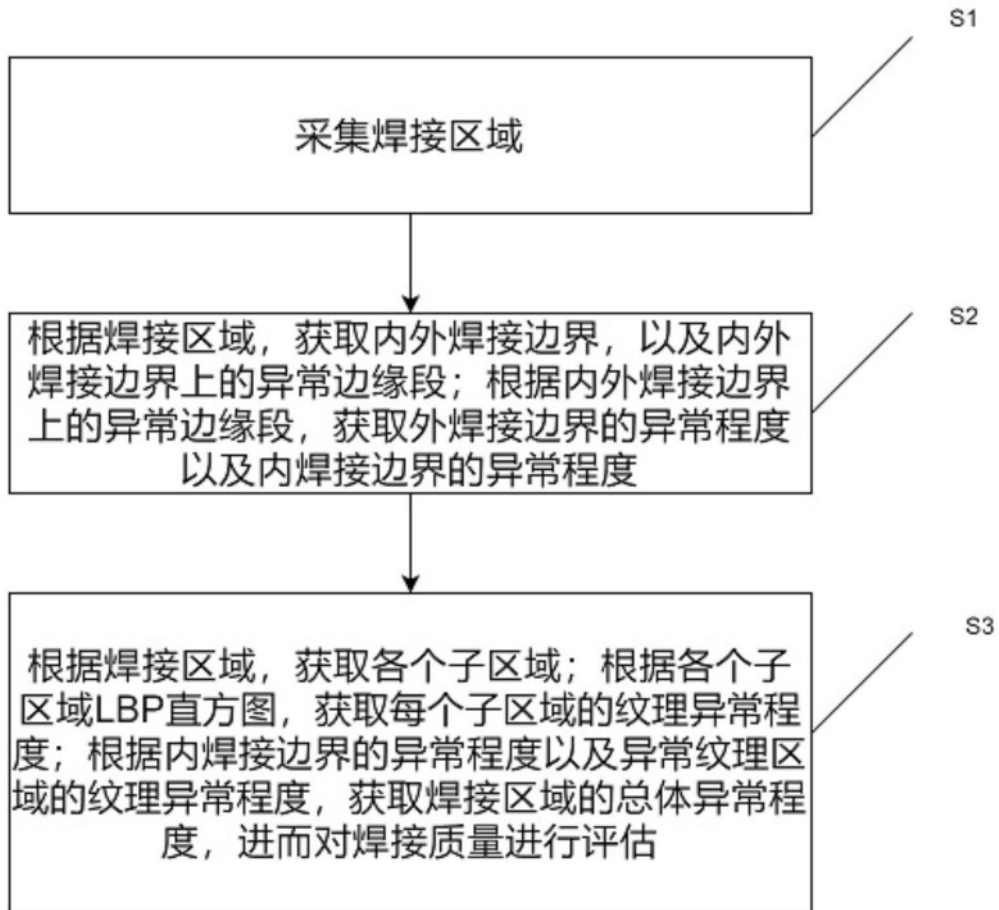


图1