



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115908407 A

(43) 申请公布日 2023. 04. 04

(21) 申请号 202310010814.2

G06T 7/13 (2017.01)

(22) 申请日 2023.01.05

G06V 20/62 (2022.01)

G06V 10/82 (2022.01)

(71) 申请人 佰聆数据股份有限公司

G06N 3/0464 (2023.01)

地址 510700 广东省广州市高新技术产业
开发区科学城科学大道162号创意大
厦B3栋1301单元

G06N 3/084 (2023.01)

G01J 5/48 (2006.01)

G01R 31/00 (2006.01)

(72) 发明人 姜磊 杨泽 杨钊 左子凯
卢亚楠

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限
公司 44202

专利代理师 孙朝锐

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 7/12 (2017.01)

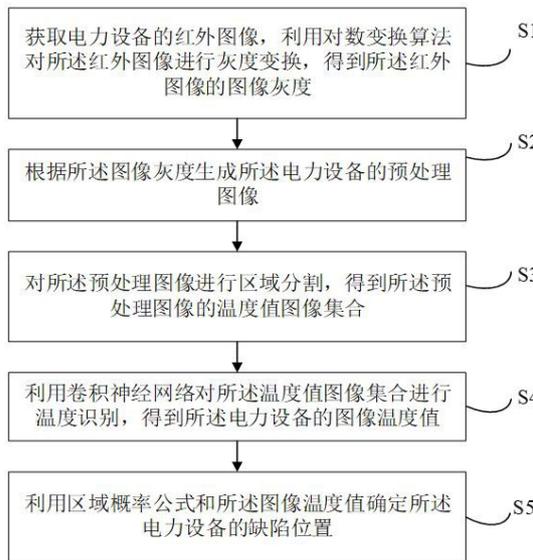
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测
方法及装置

(57) 摘要

本发明涉及人工智能技术,揭露了一种基于
红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法
及装置,包括:获取电力设备的红外图像,利用对数变
换算法对所述红外图像进行灰度变换,得到所述
红外图像的图像灰度;根据所述图像灰度生成所
述电力设备的预处理图像;对所述预处理图像
进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值
图像集合;利用卷积神经网络对所述温度值
图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的
图像温度值;利用区域概率公式和所述图像
温度值确定所述电力设备的缺陷位置。本发
明还提出一种基于红外图像温度值的电力
设备缺陷检测装置。本发明可以提高电力
设备缺陷检测的准确度。



1. 一种基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所述方法包括:
获取电力设备的红外图像,利用对数变换算法对所述红外图像进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度;

根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像;

对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合;

利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的图像温度值;

利用区域概率公式和所述图像温度值确定所述电力设备的缺陷位置,其中,所述区域概率公式为:

$$E_f = -\frac{1}{\ln g} \sum_{h=1}^g \frac{Y_{hf}}{\sum_{h=1}^g Y_{hf}} \ln \frac{Y_{hf}}{\sum_{h=1}^g Y_{hf}}$$

其中, E_f 是所述电力设备的某一区域是缺陷位置的可能性, h 是所述图像温度值对应的像素点的行标识, f 是所述图像温度值对应的像素点的列标识, g 是行标识总数, Y_{hf} 是所述图像温度值。

2. 如权利要求1所述的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所述对所述红外图像进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度,包括:

根据所述红外图像确定所述红外图像的图像像素点,利用对数变换算法对所述图像像素点进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度,其中,所述对数变换算法为:

$$s = \text{clog}(1 + r)$$

其中, s 是所述红外图像的图像灰度, c 是变换常数, $\log()$ 是对数函数, r 是所述图像像素点的灰度级。

3. 如权利要求1所述的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所述根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像,包括:

利用伽马矫正算法和所述图像灰度对所述红外图像进行伽马矫正,得到矫正红外图像,其中,所述伽马矫正算法为:

$$L_G(x, y) = A \times L(x, y)^\gamma$$

其中, $L_G(x, y)$ 是所述矫正红外图像, A 是常数, γ 是矫正参数, $L(x, y)$ 是所述图像灰度对应的图像, x 是横坐标标识, y 是纵坐标标识;

对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像。

4. 如权利要求3所述的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所述对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像,包括:

生成所述矫正红外图像的图像直方图,对所述图像直方图进行自适应处理,得到所述图像直方图的波谷右侧阈值;

根据波谷右侧阈值对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像。

5. 如权利要求1所述的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所

述对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,包括:

确定所述预处理图像的图像轮廓,利用像素累加定位法和所述图像轮廓确定所述预处理图像的温度值区域;

对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合。

6.如权利要求5所述的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所述对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,包括:

根据预设的垂直积分算法对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,其中,所述预设的垂直积分算法为:

$$V_b = \sum_{d=0}^N f(b, d), 0 \leq b \leq k$$

其中, V_b 是所述预处理图像**b**列的垂直投影积分结果, N 是所述温度值区域的高度, b 是所述预处理图像的像素点的横向标识, d 是所述预处理图像的像素点的纵向标识, k 是所述温度值区域的长度, $f(b, d)$ 是所述预处理图像的像素点**(b, d)**处的灰度值。

7.如权利要求1所述的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所述利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,包括:

对预设的卷积神经网络进行参数初始化,得到初始卷积神经网络;

获取所述初始卷积神经网络的训练集和测试集,利用所述训练集对所述初始卷积神经网络进行训练,得到中级卷积神经网络;

利用所述测试集对所述中级卷积神经网络进行效果验证,确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络;

利用所述终极卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的图像温度值。

8.如权利要求7所述的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所述利用所述训练集对所述初始卷积神经网络进行训练,得到中级卷积神经网络,包括:

根据所述训练集和所述初始卷积神经网络确定所述训练集的预测值,利用所述预测值和所述训练集的真实值生成所述初始卷积神经网络的损失函数,其中,所述损失函数为

$$L_{\text{loss}} = \frac{1}{2} \sum_{e=1}^m \frac{(\bar{z}_e - z_e)^2}{m}$$

其中, L_{loss} 是所述损失函数, \bar{z}_e 是第**e**个所述训练集中的元素的预测值, z_e 是第**e**个所述训练集中的元素的真实值, m 是所述训练集中的元素总数, e 是所述训练集中的元素标识;

利用梯度下降法和所述损失函数对所述初始卷积神经网络进行参数更新,得到中级卷积神经网络。

9.如权利要求7至8中任一项所述的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,其特征在于,所述利用所述测试集对所述中级卷积神经网络进行效果验证,确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络,包括:

利用所述中级卷积神经网络生成所述测试集的测试结果,利用所述测试结果和预设的测试标签生成所述中级卷积神经网络的效果参数,其中,所述效果参数包括:准确率、召回率和 F_1 分数;

利用预设的效果阈值和所述效果参数确定所述中级卷积神经网络的验证结果,确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络。

10. 一种基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测装置,其特征在于,所述装置包括:

灰度变换模块,用于获取电力设备的红外图像,利用对数变换算法对所述红外图像进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度;

图像预处理模块,用于根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像;

区域分割模块,用于对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合;

温度识别模块,用于利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的图像温度值;

缺陷定位模块,用于利用区域概率公式和所述图像温度值确定所述电力设备的缺陷位置。

基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及人工智能技术领域,尤其涉及一种基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法及装置。

背景技术

[0002] 电力设备承载着高负荷的电力转送,其设备绝缘在电力转送过程中不仅受到电、热的直接影响,还会因使用时间不良环境等多种因素性能逐渐弱化,甚至是出现缺陷,一旦发生故障,将直接导致变电站无法正常工作。随着社会的不断发展,生活用电和工业用电量日益增长,变力设备的负荷在不断增大,高负荷不可避免的带来了设备的发热,由此设备热缺陷导致的故障也在不断增加,要缓解高负荷的问题必须及时有效地发现设备的热缺陷,并第一时间采取解决措施,从而防止高负荷下因设备发导致更大的电力故障,给修复带来巨大难度。

[0003] 现有的技术,只能确定电力设备整体发生故障,并不能精确到电力设备的各个组件,如果能及时发现电力系统的局部区域发生的故障,能降低损失。因此如何提升电力设备缺陷检测准确性,成为了亟待解决的问题。

发明内容

[0004] 本发明提供一种基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法及装置,其主要目的在于解决电力设备缺陷检测时准确性较低的问题。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供的一种基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,包括:

获取电力设备的红外图像,利用对数变换算法对所述红外图像进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度;

根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像;

对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合;

利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的图像温度值;

利用区域概率公式和所述图像温度值确定所述电力设备的缺陷位置。

[0006] 可选地,所述对所述红外图像进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度,包括:

根据所述红外图像确定所述红外图像的图像像素点,利用对数变换算法对所述图像像素点进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度,其中,所述对数变换算法为:

$$s = c \log (1 + r)$$

其中, s 是所述红外图像的图像灰度, c 是变换常数, $\log ()$ 是对数函数, r 是所述图像像素点的灰度级。

[0007] 可选地,所述根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像,包括:

利用伽马矫正算法和所述图像灰度对所述红外图像进行伽马矫正,得到矫正红外图像,其中,所述伽马矫正算法为:

$$L_G(x, y) = A \times L(x, y)^\gamma$$

其中, $L_G(x, y)$ 是所述矫正红外图像, A 是常数, γ 是矫正参数, $L(x, y)$ 是所述图像灰度对应的图像, x 是横坐标标识, y 是纵坐标标识;

对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像。

[0008] 可选地,所述对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像,包括:

生成所述矫正红外图像的图像直方图,对所述图像直方图进行自适应处理,得到所述图像直方图的波谷右侧阈值;

根据波谷右侧阈值对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像。

[0009] 可选地,所述对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,包括:

确定所述预处理图像的图像轮廓,利用像素累加定位法和所述图像轮廓确定所述预处理图像的温度值区域;

对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合。

[0010] 可选地,所述对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,包括:

根据预设的垂直积分算法对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,其中,所述预设的垂直积分算法为:

$$V_b = \sum_{d=0}^N f(b, d), 0 \leq b \leq k$$

其中, V_b 是所述预处理图像**b**列的垂直投影积分结果, N 是所述温度值区域的高度, b 是所述预处理图像的像素点的横向标识, d 是所述预处理图像的像素点的纵向标识, k 是所述温度值区域的长度, $f(b, d)$ 是所述预处理图像的像素点**(b, d)**处的灰度值。

[0011] 可选地,所述利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,包括:

对预设的卷积神经网络进行参数初始化,得到初始卷积神经网络;

获取所述初始卷积神经网络的训练集和测试集,利用所述训练集对所述初始卷积神经网络进行训练,得到中级卷积神经网络;

利用所述测试集对所述中级卷积神经网络进行效果验证,确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络;

利用所述终极卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的图像温度值。

[0012] 可选地,所述利用所述训练集对所述初始卷积神经网络进行训练,得到中级卷积神经网络,包括:

根据所述训练集和所述初始卷积神经网络确定所述训练集的预测值,利用所述预

测值和所述训练集的真实值生成所述初始卷积神经网络的损失函数,其中,所述损失函数为

$$L_{\text{loss}} = \frac{1}{2} \sum_{e=1}^m \frac{(\bar{z}_e - z_e)^2}{m}$$

其中, L_{loss} 是所述损失函数, \bar{z}_e 是第 e 个所述训练集中的元素的预测值, z_e 是第 e 个所述训练集中的元素的真实值, m 是所述训练集中的元素总数, e 是所述训练集中的元素标识;

利用梯度下降法和所述损失函数对所述初始卷积神经网络进行参数更新,得到中级卷积神经网络。

[0013] 可选地,所述利用所述测试集对所述中级卷积神经网络进行效果验证,确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络,包括:

利用所述中级卷积神经网络生成所述测试集的测试结果,利用所述测试结果和预设的测试标签生成所述中级卷积神经网络的效果参数,其中,所述效果参数包括:准确率、召回率和 F_1 分数;

利用预设的效果阈值和所述效果参数确定所述中级卷积神经网络的验证结果,确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络。

[0014] 为了解决上述问题,本发明还提供一种基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测装置,所述装置包括:

灰度变换模块,用于获取电力设备的红外图像,利用对数变换算法对所述红外图像进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度;

图像预处理模块,用于根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像;

区域分割模块,用于对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合;

温度识别模块,用于利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的图像温度值;

缺陷定位模块,用于利用区域概率公式和所述图像温度值确定所述电力设备的缺陷位置。

[0015] 本发明实施例通过对获取的红外图像进行灰度转化和预处理,对所述红外图像进行了图像增强,提高了所述红外图像的图片清晰度,消除了复杂背景带来的误差,对生成的预处理图像进行区域分割,划定了所述预处理图像的温度区域,便于精确的进行温度值的提取,利用卷积神经网络进行温度识别,提升了温度识别的效率和准确度,利用区域概率公式进行电力设备的缺陷定位,对生成的图像温度值中的各个温度值所对应的区域进行求和计算,避免了异常数据和波动数据对检测结果的影响,因此本发明提出基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法及装置,可以解决电力设备缺陷检测准确性较低的问题。

附图说明

[0016] 图1为本发明一实施例提供的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法的流程示意图;

图2为本发明一实施例提供的生成电力设备的预处理图像的流程示意图；

图3为本发明一实施例提供的温度值图像集合的温度识别的流程示意图；

图4为本发明一实施例提供的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测装置的功能模块图；

本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例，参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0017] 应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0018] 本申请实施例提供一种基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法。所述基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法的执行主体包括但不限于服务端、终端等能够被配置为执行本申请实施例提供的该方法的电子设备中的至少一种。换言之，所述基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法可以由安装在终端设备或服务端设备的软件或硬件来执行。所述服务端包括但不限于：单台服务器、服务器集群、云端服务器或云端服务器集群等。所述服务器可以是独立的服务器，也可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、内容分发网络(Content Delivery Network, CDN)、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。

[0019] 参照图1所示，为本发明一实施例提供的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法的流程示意图。在本实施例中，所述基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法包括：

S1、获取电力设备的红外图像，利用对数变换算法对所述红外图像进行灰度变换，得到所述红外图像的图像灰度。

[0020] 在本发明实施例中，所述电力设备可以是声成像电力设备，所述声成像电力设备是指基于声成像技术生成的电力设备，其中，所述声成像技术是指基于传声器阵列测量技术，通过测量一定空间内的声波到达各传声器的信号相位差异，依据相控阵原理确定声源的位置，测量声源的幅值，并以图像的方式显示声源在空间的分布。

[0021] 详细地，获取电力设备的红外图像是为了确定所述电力设备的设备温度，根据所述设备温度和预设的温度阈值对所述电力设备进行故障判断。

[0022] 进一步地，因为当所述电力设备的电动机、开关、电缆、连接器和其他电气元件松动、磨损或磨损时，它们通常会产生比正常情况更多的热量。同样，磨损的轴承、未对准的皮带或未润滑的部件也比正常温度更高，可以根据所述红外图像确定所述电力系统中的过热点，以便在发生灾难性故障或意外停机之前采取措施，降低了维修成本，确保高效以及安全的生产。

[0023] 详细地，电力设备的红外图像可以利用红外探测器的光敏元件进行监测，所述电力设备的热分布场与所述红外图像相对应，红外探测器将物体发出的不可见红外能量转变为可见的热图像。

[0024] 进一步地，由于所述电力设备的红外图像通常包含一些复杂背景，并且由于采集设备的不同，通常会包含时间、设备型号水印和边框，直接对红外图像进行识别会影响准确率，因此需要进行图像预处理，所述预处理包含对数变换、伽马变换和二值化处理。

[0025] 在本发明实施例中，所述对所述红外图像进行灰度变换，得到所述红外图像的图

像灰度,包括:

根据所述红外图像确定所述红外图像的图像像素点,利用对数变换算法对所述图像像素点进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度,其中,所述对数变换算法为:

$$s = \text{clog}(1 + r)$$

其中, s 是所述红外图像的图像灰度, c 是变换常数, $\log()$ 是对数函数, r 是所述图像像素点的灰度级。

[0026] 详细地,所述灰度变换是指根据某种目标条件按一定变换关系逐点改变所述红外图像中每一个像素灰度值的方法,目的是为了改善所述红外图像的画质,使所述红外图像的显示效果更加清晰。

[0027] 详细地,所述图像灰度是指所述红外图像中每一个像素灰度值形成的集合。

[0028] S2、根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像。

[0029] 在本发明实施例中,根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像是指对所述红外图像进行进一步的图像增强,使所述红外图像对比度扩展,所述红外图像更加清晰,特征更加明显。

[0030] 在本发明实施例中,所述根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像,包括:

利用伽马矫正算法和所述图像灰度对所述红外图像进行伽马矫正,得到矫正红外图像,其中,所述伽马矫正算法为:

$$L_G(x, y) = A \times L(x, y)^\gamma$$

其中, $L_G(x, y)$ 是所述矫正红外图像, A 是常数, γ 是矫正参数, $L(x, y)$ 是所述图像灰度对应的图像, x 是横坐标标识, y 是纵坐标标识;

对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像。

[0031] 进一步地,所述矫正参数 $\gamma > 1$ 时,会拉伸图像中灰度级较高的区域,压缩灰度级较低的部分;当所述矫正参数 $\gamma < 1$ 时,会拉伸图像中灰度级较低的区域,压缩灰度级较高的部分;当所述矫正参数 $\gamma = 1$ 时,该灰度变换是线性的,此时通过线性方式改变原图像。

[0032] 详细地,所述常数 A 和所述矫正参数 γ 可以根据所述红外图像的特点确定,所述常数 A 可取0.85,所述矫正参数 γ 可取0.45。

[0033] 详细地,参图2所示,所述对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像,包括:

S21、生成所述矫正红外图像的图像直方图,对所述图像直方图进行自适应处理,得到所述图像直方图的波谷右侧阈值;

S22、根据波谷右侧阈值对所述矫正红外图像进行二值化处理,得到所述电力设备的预处理图像。

[0034] 详细地,所述常见的二值化处理方法包括最大类间方差法和最大熵阈值法,但是由于最大类间方差法与最大熵阈值法在温度值部分都存在椒盐噪声点,且受背景的影响温度值不能很好地分离出来,二值化效果不好。基于红外图像和可见光图像在图像色彩组成上存在差异,可以采用自适应阈值的二值化处理。

[0035] 详细地,所述图像直方图反映了所述矫正红外图像的灰度分布规律,它描述每个灰度级具有的像元个数。

[0036] 进一步地,电力设备的红外图像预处理以后,能够有效去除背景信息,突出温度值区域。

[0037] S3、对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合。

[0038] 在本发明实施例中,所述区域分割包括:温度值区域定位与温度值字符分割两部分。

[0039] 在本发明实施例中,所述对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,包括:

确定所述预处理图像的图像轮廓,利用像素累加定位法和所述图像轮廓确定所述预处理图像的温度值区域;

对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合。

[0040] 详细地,所述确定所述预处理图像的图像轮廓可以通过确定所述预处理图像的矩形框的长边后,再按列进行像素积累,确定所述矩形框的短边,根据所述长边和所述短边建立坐标系,确定所述与处理图像的点坐标,从而生成所述预处理图像的图像轮廓。

[0041] 进一步地,由于二值化后的红外图像的测温图谱矩形框保留完整,亦即,所述预处理图像的测温图谱矩形框保留完整,采用像素累加法定位矩形框,以矩形框的长边为方向,对整体图像按列累加连续的像素,筛选出连续像素等于矩形框长度的列,同时以矩形框短边为参考,定位出矩形框四角的像素坐标。

[0042] 详细地,所述对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,包括:

根据预设的垂直积分算法对所述温度值区域进行字符分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合,其中,所述预设的垂直积分算法为:

$$V_b = \sum_{d=0}^N f(b, d), 0 \leq b \leq k$$

其中, V_b 是所述预处理图像**b**列的垂直投影积分结果, N 是所述温度值区域的高度, b 是所述预处理图像的像素点的横向标识, d 是所述预处理图像的像素点的纵向标识, k 是所述温度值区域的长度, $f(b, d)$ 是所述预处理图像的像素点**(b, d)**处的灰度值。

[0043] 详细地,像素累积值在连接处有突变,表明该区域共有两个字符,进而根据此特点确定字符的个数和位置,实现温度值的分割。

[0044] S4、利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的图像温度值。

[0045] 在本发明实施例中,参图3所示,所述利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,包括:

S31、对预设的卷积神经网络进行参数初始化,得到初始卷积神经网络;

S32、获取所述初始卷积神经网络的训练集和测试集,利用所述训练集对所述初始卷积神经网络进行训练,得到中级卷积神经网络;

S33、利用所述测试集对所述中级卷积神经网络进行效果验证，确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络；

S34、利用所述终极卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别，得到所述电力设备的图像温度值。

[0046] 详细地，所述参数初始化是指确定所述预设的卷积神经网络的结构参数，其中，所述预设的卷积神经网络的结构包括：输入层、第一卷积层、第一池化层、第二卷积层、第二池化层、全连接层、输出层，其中所述输入层、所述全连接层和所述输出层要确定的参数为神经元数，其中，所述输入层的神经元数可以设置为16*16，所述全连接层的神经元数可以设置为100，所述输出层的神经元数可以设置为9，所述第一卷积层和所述第二卷积层需要确定的参数为特征数，神经元数、卷积核大小、步长，所述第一池化层和所述第二池化层需要确定的参数为特征数，神经元数、卷积核大小、步长。

[0047] 详细地，所述训练集是用来训练卷积神经网络的，利用所述训练集对所述卷积神经网络进行参数的调试，通过参数调试后确定所述输入层的神经元数可以设置为16*16，所述全连接层的神经元数可以设置为192，所述输出层的神经元数可以设置为11；所述测试集是用来验证卷积神经网络的效果的。

[0048] 详细地，所述效果验证是用来调整超参数的，参数可以分为普通参数和超参数，其中，所述超参数是一个变化的参数，例如：网络层数、网络节点数、迭代次数、学习率等等。

[0049] 详细地，所述利用所述训练集对所述初始卷积神经网络进行训练，得到中级卷积神经网络，包括：

根据所述训练集和所述初始卷积神经网络确定所述训练集的预测值，利用所述预测值和所述训练集的真实值生成所述初始卷积神经网络的损失函数，其中，所述损失函数为

$$L_{\text{loss}} = \frac{1}{2} \sum_{e=1}^m \frac{(\bar{z}_e - z_e)^2}{m}$$

其中， L_{loss} 是所述损失函数， \bar{z}_e 是第 e 个所述训练集中的元素的预测值， z_e 是第 e 个所述训练集中的元素的真实值， m 是所述训练集中的元素总数， e 是所述训练集中的元素标识；

利用梯度下降法和所述损失函数对所述初始卷积神经网络进行参数更新，得到中级卷积神经网络。

[0050] 详细地，所述梯度下降法是一种常用的一阶优化方法，是求解无约束优化问题最简单、最经典的方法之一，要使用所述梯度下降法找到所述损失函数的局部极小值，必须向所述损失函数上当前点对应梯度（或者是近似梯度）的反方向的规定步长距离点进行迭代搜索。

[0051] 详细地，所述利用所述测试集对所述中级卷积神经网络进行效果验证，确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络，包括：

利用所述中级卷积神经网络生成所述测试集的测试结果，利用所述测试结果和预设的测试标签生成所述中级卷积神经网络的效果参数，其中，所述效果参数包括：准确率、召回率和 F_1 分数；

利用预设的效果阈值和所述效果参数确定所述中级卷积神经网络的验证结果,确定通过所述效果验证的中级卷积神经网络为终极卷积神经网络。

[0052] 详细地,所述准确率指分类正确的样本占总样本个数的比例,是一个用于评估所述卷积神经网络的模型指标,亦即,所述卷积神经网络模型预测正确数量所占总量的比例,准确率是分类问题中最简单也是最直观的评价指标,但存在明显的缺陷,比如当样本分布不均,负样本占99%时分类器把所有样本都预测为负样本,这样分类器都能有99%的准确率,显然是不准确的,当不同类别的样本比例非常不均衡时占比大的类别往往成为影响准确率的最主要因素。

[0053] 详细地,所述召回率是指分类正确的正样本个数占真正的正样本个数的比例;所述 F_1 分数是一种统计量,也是精确率和召回率的加权调和平均,常用于评价卷积神经网络模型的好坏。

[0054] 详细地,所述预设的效果阈值可以根据经验主义设定,也可以实际情况决定,或者是大数据分析确定。

[0055] S5、利用区域概率公式和所述图像温度值确定所述电力设备的缺陷位置。

[0056] 在本发明实施例中,所述区域概率公式用来确定所述电力设备的某一处存在缺陷的概率。

[0057] 在本发明实施例中,所述利用区域概率公式和所述图像温度值确定所述电力设备的缺陷位置,包括:

$$E_f = -\frac{1}{\ln g} \sum_{h=1}^g \frac{Y_{hf}}{\sum_{h=1}^g Y_{hf}} \ln \frac{Y_{hf}}{\sum_{h=1}^g Y_{hf}}$$

其中, E_f 是所述电力设备的某一区域是缺陷位置的可能性, h 是所述图像温度值对应的像素点的行标识, f 是所述图像温度值对应的像素点的列标识, g 是所述行标识总数, Y_{hf} 是所述图像温度值。

[0058] 详细地,所述区域概率公式中的 $\frac{Y_{hf}}{\sum_{h=1}^g Y_{hf}}$ 是确定所述电力设备的图像温度值的某一区域占整个所述电力设备的图像温度值的比例,通过不断确定所述图像温度值中的正常数据和异常数据,从而减少所述电力设备的缺陷不确定性,例如:一开始电力设备有50%的概率存在故障,确定所述电力设备的温度正常值为不超过60℃,那么所述图像温度值中>60℃的点和≤60℃的点占比相同,假设将所述图像温度值分为四等分,确定出第一份中≤60℃的点少于>60℃,那么所述电力设备存在故障的概率将大于50%。

[0059] 进一步地,设置一个电力设备的故障阈值,根据所述故障阈值和所述电力设备的某一区域是缺陷位置的可能性进行比较,确定出所述电力设备的缺陷位置。

[0060] 本发明实施例通过对获取的红外图像进行灰度转化和预处理,对所述红外图像进行了图像增强,提高了所述红外图像的图片清晰度,消除了复杂背景带来的误差,对生成的预处理图像进行区域分割,划定了所述预处理图像的温度区域,便于精确的进行温度值的提取,利用卷积神经网络进行温度识别,提升了温度识别的效率和准确度,利用区域概率公式进行电力设备的缺陷定位,对生成的图像温度值中的各个温度值所对应的区域进行求和

计算,避免了异常数据和波动数据对检测结果的影响,因此本发明提出基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测方法,可以解决电力设备缺陷检测准确性较低的问题。

[0061] 如图4所示,是本发明一实施例提供的基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测装置的功能模块图。

[0062] 本发明所述基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测装置100可以安装于电子设备中。根据实现的功能,所述基于红外图像温度值的电力设备缺陷检测装置100可以包括灰度变换模块101、图像预处理模块102、区域分割模块103、温度识别模块104及缺陷定位模块105。本发明所述模块也可以称之为单元,是指一种能够被电子设备处理器所执行,并且能够完成固定功能的一系列计算机程序段,其存储在电子设备的存储器中。

[0063] 在本实施例中,关于各模块/单元的功能如下:

所述灰度变换模块101,用于获取电力设备的红外图像,利用对数变换算法对所述红外图像进行灰度变换,得到所述红外图像的图像灰度;

所述图像预处理模块102,用于根据所述图像灰度生成所述电力设备的预处理图像;

所述区域分割模块103,用于对所述预处理图像进行区域分割,得到所述预处理图像的温度值图像集合;

所述温度识别模块104,用于利用卷积神经网络对所述温度值图像集合进行温度识别,得到所述电力设备的图像温度值;

所述缺陷定位模块105,用于利用区域概率公式和所述图像温度值确定所述电力设备的缺陷位置。

[0064] 在本发明所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的方法和装置,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述模块的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式。

[0065] 所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

[0066] 另外,在本发明各个实施例中的各功能模块可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用硬件加软件功能模块的形式实现。

[0067] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其他的具体形式实现本发明。

[0068] 因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化涵括在本发明内。不应将权利要求中的任何附关联图标记视为限制所涉及的权利要求。

[0069] 本申请实施例可以基于人工智能技术对相关的数据进行获取和处理。其中,人工智能(Artificial Intelligence, AI)是利用数字计算机或者数字计算机控制的机器模拟、延伸和扩展人的智能,感知环境、获取知识并使用知识获得最佳结果的理论、方法、技术及

应用装置。

[0070] 此外,显然“包括”一词不排除其他单元或步骤,单数不排除复数。装置权利要求中陈述的多个单元或装置也可以由一个单元或装置通过软件或者硬件来实现。第一、第二等词语用来表示名称,而并不表示任何特定的顺序。

[0071] 最后应说明的是,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非限制,尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本发明的技术方案进行修改或等同替换,而不脱离本发明技术方案的精神和范围。

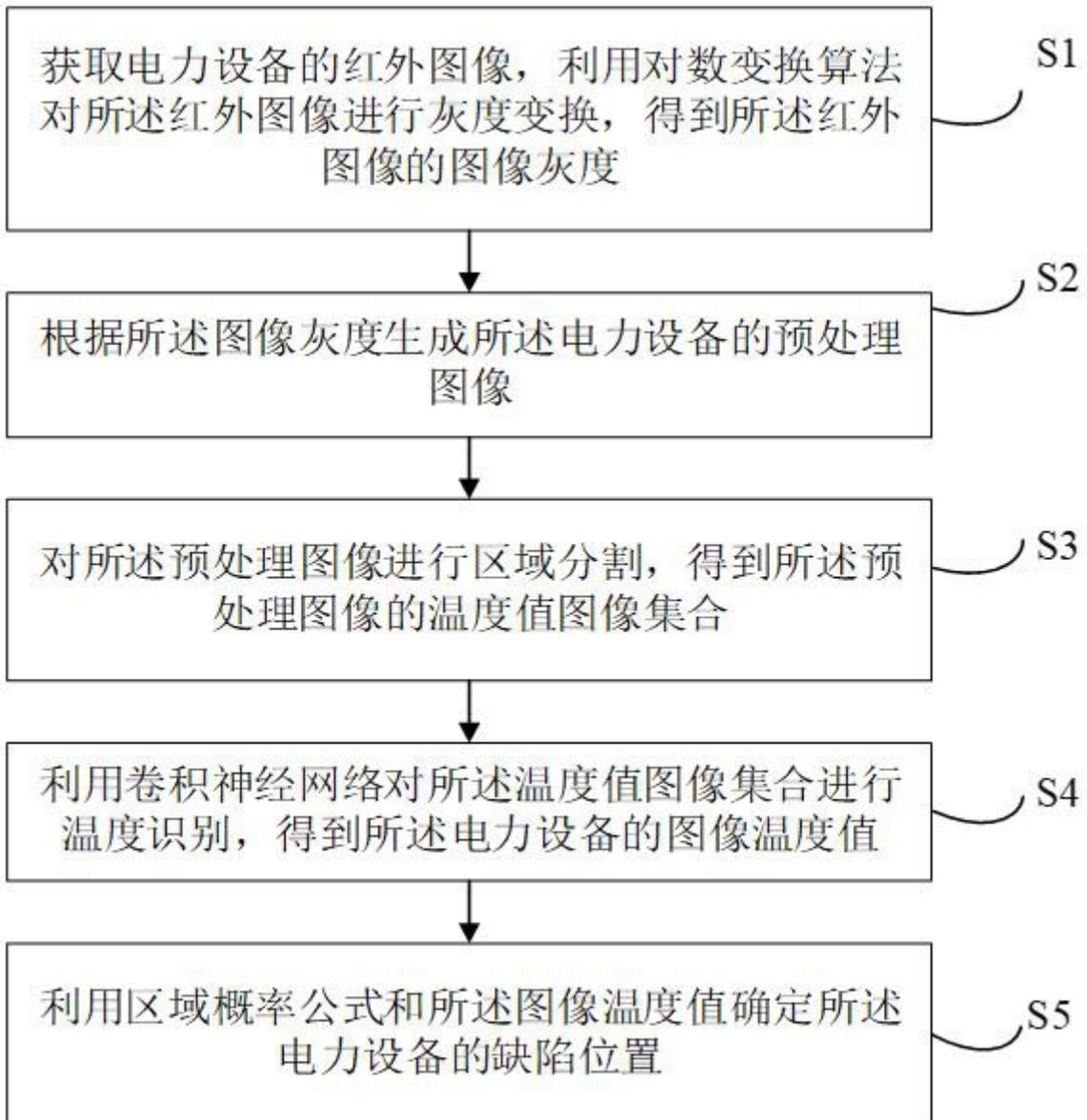


图1

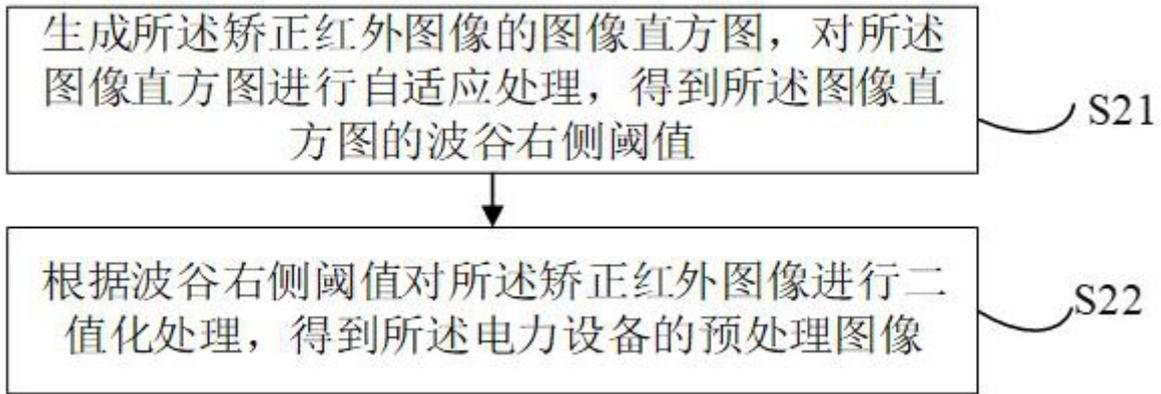


图2

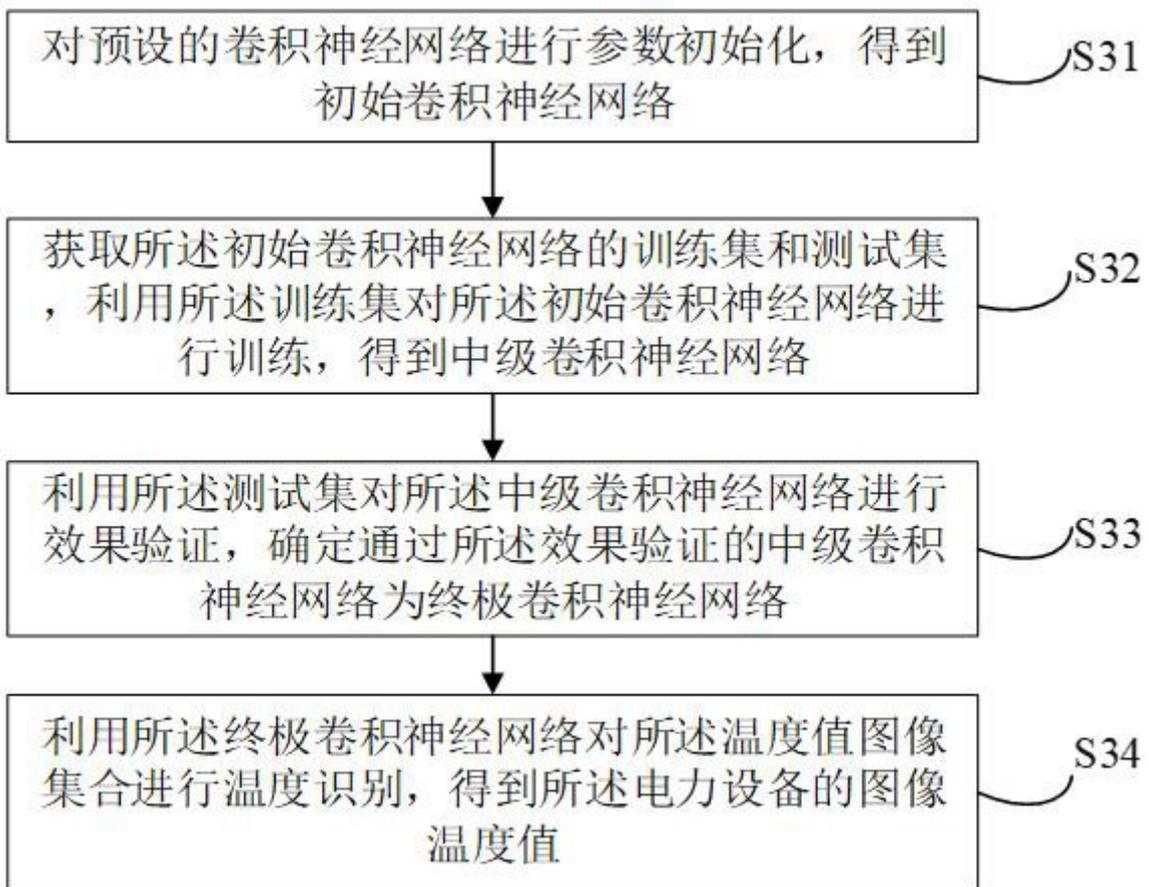


图3



图4