



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111952883 B

(45) 授权公告日 2022. 03. 29

(21) 申请号 202010863796.9

(22) 申请日 2020.08.25

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111952883 A

(43) 申请公布日 2020.11.17

(73) 专利权人 广东电网有限责任公司  
地址 510600 广东省广州市越秀区东风东  
路757号  
专利权人 广东电网有限责任公司机巡作业  
中心

(72) 发明人 彭炽刚 张英 范亚洲 刘高  
李雄刚 汪勇 廖如超 廖建东  
郭启迪 李国强 陈赞

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 黄忠

(51) Int.Cl.  
H02G 1/02 (2006.01)  
G06V 20/17 (2022.01)  
G01S 17/894 (2020.01)

(56) 对比文件  
CN 108037770 A, 2018.05.15

审查员 吉荔

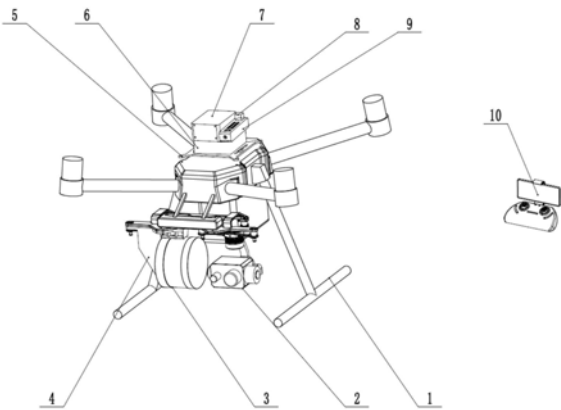
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统及方法,系统包括:飞行器,所述飞行器上设有双光相机、交换机与微型计算机;所述双光相机包括可见光摄像头与红外光摄像头;所述微型计算机,基于卷积神经网络算法,将所述输电线路的场景画面与红外热像图融合生成巡检图像,并基于深度学习训练算法,匹配所述巡检图像中的特征从而识别所述输电线路的导线,生成线路缺陷数据,同时,所述微型计算机用于生成与存储巡检报告,所述巡检报告包含所述线路缺陷数据。通过本发明使得能够自动对巡检图像中的特征进行识别并自动诊断缺陷,极大地提高工作效率。



1. 一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,其特征在于,包括:飞行器,所述飞行器上设有双光相机、交换机与微型计算机;

所述双光相机包括可见光摄像头与红外光摄像头,所述可见光摄像头用于拍摄所述输电线路的场景画面,所述红外光摄像头用于通过感应所述输电线路的红外辐射能量从而获取所述输电线路的红外热像图;

所述微型计算机,基于卷积神经网络算法,将所述输电线路的场景画面与红外热像图融合生成巡检图像,并基于深度学习训练算法,匹配所述巡检图像中的特征从而识别所述输电线路的导线,判断所述导线对应的温度是否超出预设温度阈值,当所述导线对应的温度超出预设温度阈值时,生成线路缺陷数据,同时,所述微型计算机用于生成与存储巡检报告,所述巡检报告包含所述线路缺陷数据;

所述微型计算机包括缺陷管理模块与报告集模块;

其中,所述缺陷管理模块,用于当所述微型计算机生成所述线路缺陷数据后,对所述线路缺陷数据筛选与分类,并将所述线路缺陷数据加入报告集;

所述报告集模块,用于接收所述报告集,并生成巡检报告;

所述交换机,用于将所述双光相机分别与所述微型计算机和所述飞行器建立连接以实现同步数据交互;

所述飞行器上设有用于获取所述飞行器的坐标点的RTK导航定位系统与用于存储机巡数据的数据管理模块;

所述机巡数据包括所述输电线路中的杆塔的坐标点;

所述微型计算机用于当所述导线对应的温度超出预设温度阈值后,基于所述RTK导航定位系统与所述机巡数据,分别获取对应所述飞行器当前坐标点与所述导线对应最近的两端杆塔的坐标点,从而计算所述导线的坐标点。

2. 根据权利要求1所述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,其特征在于,所述飞行器上还设有三维激光雷达、雷达驱动板与RS232通讯模块以及电源模块;

所述雷达驱动板,与所述三维激光雷达连接,用于驱动所述三维激光雷达工作;

所述三维激光雷达,用于探测与获取所述输电线路的点云数据;

所述微型计算机通过所述RS232通讯模块与所述雷达驱动板通讯连接;

所述微型计算机,基于获取的所述输电线路的点云数据,计算所述输电线路的坐标点,同时,基于PID控制算法,通过对比所述输电线路的坐标点与所述飞行器的坐标点计算所述飞行器与所述输电线路之间的相对距离,并控制所述飞行器与所述输电线路之间的相对距离保持在预设距离范围内;

所述电源模块,用于对所述三维激光雷达和所述微型计算机供电。

3. 根据权利要求1所述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,其特征在于,还包括地面监控装置,所述地面监控装置与所述飞行器无线通讯连接,用于控制所述飞行器与获取所述飞行器数据。

4. 根据权利要求3所述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,其特征在于,所述飞行器上设有传输天线;

所述传输天线与所述地面监控装置无线通讯连接,所述无线通讯连接的链路包括用于图像传输的2.4G无线通信链路与用于命令传输的5.8G无线通信链路。

5. 根据权利要求1所述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,其特征在于,所述飞行器设有用于控制所述双光相机三维转动的三轴防抖云台。

6. 根据权利要求4所述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,其特征在于,所述地面监控装置包括遥控器和显示设备;

所述双光相机设有图像流推流处理器,所述图像流推流处理器用于将所述输电线路的场景画面与红外热像图叠加渲染生成渲染图像以实现图像单线传输;

所述遥控器用于控制所述飞行器以及所述双光相机的工作状态;

所述显示设备,用于接收并显示所述渲染图像。

7. 根据权利要求1所述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,其特征在于,所述微型计算机包括数据存储模块;

所述数据存储模块用于存储所述线路缺陷数据、所述巡检报告与所述机巡数据。

8. 一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别方法,应用于权利要求1-7任一项中所述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,其特征在于,包括:

步骤S101:通过地面监控装置控制飞行器飞至待巡检的输电线路作业现场;

步骤S102:通过双光相机进行拍摄所述输电线路,获取包含所述输电线路的场景画面与红外热像图;

步骤S103:通过局域网向微型计算机与所述飞行器传输所述输电线路的场景画面与红外热像图;

步骤S104:通过所述微型计算机基于卷积神经网络算法,将所述输电线路的场景画面与红外热像图融合生成巡检图像;

步骤S105:通过所述微型计算机基于深度学习训练算法,匹配所述巡检图像中的特征从而识别所述输电线路的导线,判断所述导线对应的温度是否超出预设温度阈值,当所述导线对应的温度超出预设温度阈值时,生成线路缺陷数据;

步骤S106:通过所述微型计算机生成与存储巡检报告,所述巡检报告包含所述线路缺陷数据。

9. 根据权利要求8所述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别方法,其特征在于,在所述步骤S101之后,所述步骤S102之前还包括步骤S201:

通过三维激光雷达探测所述输电线路的点云数据,将所述输电线路的点云数据传输至所述微型计算机,通过所述微型计算机计算所述输电线路的坐标点,基于PID控制算法,控制所述飞行器与所述输电线路之间的相对距离保持在预设距离范围内。

## 一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力线路维护技术领域,尤其涉及一种输电线路故障识别系统及方法。

### 背景技术

[0002] 当电力输电线路受到自然灾害和外力破坏的影响时,会造成不同程度的故障,若线路故障发生时没有得到及时处理,将造成短路、火灾、电力中断、通信中断等事故。线路巡检可以有效降低线路故障率,可以及时发现、及时解决输电线路的缺陷。采用飞行器对输电线路进行自主巡检作业已逐渐成为研究热点,飞行器搭载相机可以采集线路图片或视频用作后期故障识别处理,但随之而来的是每次自主巡检后会有大量的正常或带有缺陷的图片,需要人工筛选带有缺陷的图片,给工作人员增加了较重的工作量,同时,工作效率低下且容易出现因为人为疏忽所带来的失误。

[0003] 同时,由于在现有技术中,通过相机拍摄输电线路,并产生照片,由于在自然环境下,其照片内的目标物体较多,难以分辨输电线路的导线,并对其导线进行识别缺陷,这就造成了误差较大,且工作效率较低的后果。

[0004] 另外,现有技术中,传输图像为线路传输方式,其导致图像传输速度比较低,且分别到达地面与飞行器处理模块的时间不同步,使得实时观测巡检图像与缺陷识别无法同步,导致了工作效率低下,给输电线路巡检与检修带来损失。

### 发明内容

[0005] 本发明提供了一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统及方法,通过算法技术融合拍摄的输电线路画面与对应热像图,并识别线路中的导线,判断其导线缺陷,用于解决工作人员工作量较重、工作效率低下以及失误率高的技术问题。

[0006] 由此本发明提供一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,包括:飞行器,所述飞行器上设有双光相机、交换机与微型计算机;

[0007] 所述双光相机包括可见光摄像头与红外光摄像头,所述可见光摄像头用于拍摄所述输电线路的场景画面,所述红外光摄像头用于通过感应所述输电线路的红外辐射能量从而获取所述输电线路的红外热像图;

[0008] 所述微型计算机,基于卷积神经网络算法,将所述输电线路的场景画面与红外热像图融合生成巡检图像,并基于深度学习训练算法,匹配所述巡检图像中的特征从而识别所述输电线路的导线,判断所述导线对应的温度是否超出预设温度阈值,当所述导线对应的温度超出预设温度阈值时,生成线路缺陷数据,同时,所述微型计算机用于生成与存储巡检报告,所述巡检报告包含所述线路缺陷数据;

[0009] 所述交换机,用于将所述双光相机分别与所述微型计算机和所述飞行器建立连接以实现同步数据交互。

[0010] 优选地,所述飞行器上设有用于获取所述飞行器的坐标点的RTK导航定位系统与

用于存储机巡数据的数据管理模块；

[0011] 所述机巡数据包括所述输电线路中的杆塔的坐标点；

[0012] 所述微型计算机用于当所述导线对应的温度超出预设温度阈值后，基于所述RTK导航定位系统与所述机巡数据，分别获取对应所述飞行器当前坐标点与所述导线对应最近的两端杆塔的坐标点，从而计算所述导线的坐标点。

[0013] 优选地，所述飞行器上还设有三维激光雷达、雷达驱动板与RS232通讯模块以及电源模块；

[0014] 所述雷达驱动板，与所述三维激光雷达连接，用于驱动所述三维激光雷达工作；

[0015] 所述三维激光雷达，用于探测与获取所述输电线路的点云数据；

[0016] 所述微型计算机通过所述RS232通讯模块与所述雷达驱动板通讯连接；

[0017] 所述微型计算机，基于获取的所述输电线路的点云数据，计算所述输电线路的坐标点，同时，基于PID控制算法，通过对比所述输电线路的坐标点与所述飞行器的坐标点计算所述飞行器与所述输电线路之间的相对距离，并控制所述飞行器与所述输电线路之间的相对距离保持在预设距离范围内；

[0018] 所述电源模块，用于对所述三维激光雷达和所述微型计算机供电。

[0019] 优选地，还包括地面监控装置，所述地面监控装置与所述飞行器无线通讯连接，用于控制所述飞行器与获取所述飞行器数据。

[0020] 优选地，所述飞行器上设有传输天线；

[0021] 所述传输天线与所述地面监控装置无线通讯连接，所述无线通讯连接的链路包括用于图像传输的2.4G无线通信链路与用于命令传输的5.8G无线通信链路。

[0022] 优选地，所述飞行器设有用于控制所述双光相机三维转动的三轴防抖云台。

[0023] 优选地，所述地面监控装置包括遥控器和显示设备；

[0024] 所述双光相机设有图像流推流处理器，所述图像流推流处理器用于将所述输电线路的场景画面与红外热像图叠加渲染生成渲染图像以实现图像单线传输；

[0025] 所述遥控器用于控制所述飞行器以及所述双光相机的工作状态；

[0026] 所述显示设备，用于接收并显示所述渲染图像。

[0027] 优选地，所述微型计算机包括缺陷管理模块、报告集模块与数据存储模块；

[0028] 其中，所述缺陷管理模块，用于当所述微型计算机生成所述线路缺陷数据后，对所述线路缺陷数据筛选与分类，并将所述线路缺陷数据加入报告集；

[0029] 所述报告集模块，用于接收所述报告集，并生成巡检报告；

[0030] 所述数据存储模块用于存储所述线路缺陷数据、所述巡检报告与所述机巡数据。

[0031] 另一方面，本发明还提供了一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别方法，应用于上述的基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统，包括：

[0032] 步骤S101:通过地面监控装置控制飞行器飞至待巡检的输电线路作业现场；

[0033] 步骤S102:通过双光相机进行拍摄所述输电线路，获取包含所述输电线路的场景画面与红外热像图；

[0034] 步骤S103:通过局域网向微型计算机与所述飞行器传输所述输电线路的场景画面与红外热像图；

[0035] 步骤S104:通过所述微型计算机基于卷积神经网络算法，将所述输电线路的场景

画面与红外热像图融合生成巡检图像；

[0036] 步骤S105:通过所述微型计算机基于深度学习训练算法,匹配所述巡检图像中的特征从而识别所述输电线路的导线,判断所述导线对应的温度是否超出预设温度阈值,当所述导线对应的温度超出预设温度阈值时,生成线路缺陷数据;

[0037] 步骤S106:通过所述微型计算机生成与存储巡检报告,所述巡检报告包含所述线路缺陷数据。

[0038] 优选地,在所述步骤S101之后,所述步骤S102之前还包括步骤S201:

[0039] 通过三维激光雷达探测所述输电线路的点云数据,将所述输电线路的点云数据传输至所述微型计算机,通过所述微型计算机计算所述输电线路的坐标点,基于PID控制算法,控制所述飞行器与所述输电线路之间的相对距离保持在预设距离范围内。

[0040] 从以上技术方案可以看出,本发明具有以下优点:

[0041] 本发明实施例提供了一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统,包括:飞行器,所述飞行器上设有双光相机、交换机与微型计算机;所述双光相机包括可见光摄像头与红外光摄像头,所述可见光摄像头用于拍摄所述输电线路的场景画面,所述红外光摄像头用于通过感应所述输电线路的红外辐射能量从而获取所述输电线路的红外热像图;所述微型计算机,基于卷积神经网络算法,将所述输电线路的场景画面与红外热像图融合生成巡检图像,并基于深度学习训练算法,匹配所述巡检图像中的特征从而识别所述输电线路的导线,判断所述导线对应的温度是否超出预设温度阈值,当所述导线对应的温度超出预设温度阈值时,生成线路缺陷数据,同时,所述微型计算机用于生成与存储巡检报告,所述巡检报告包含所述线路缺陷数据;所述交换机,用于将所述双光相机分别与所述微型计算机和所述飞行器建立连接以实现同步数据交互。

[0042] 本发明实施例基于卷积神经网络算法将双光相机获取输电线路的场景画面与热像图融合生成巡检图像,其可匹配巡检图像中的特征识别输电线路导线,使得无需分别对输电线路的场景画面与热像图进行特征识别与匹配,提高了工作效率,而通过判断导线对应的热像图获取的温度是否超出预设温度阈值(即预设的正常温度阈值),使得可以在飞行巡检过程中,实时识别导线缺陷,无需后续筛选识别,提高了工作效率,降低了工作人员工作量与失误率,同时,可以通过微型计算机实时存储巡检报告,压缩了地面后台存储空间,以及提高了工作效率,达到节省人力和时间成本的目的。

[0043] 同时,本发明实施例在双光相机通过局域网分别连接飞行器与微型计算机,而飞行器与地面监控装置无线连接,使得双光相机拍摄到的巡检图像以广播的方式向飞行器与微型计算机传输,提高了传输速度,能够同步且方便地实时监控巡检过程与识别线路缺陷。

[0044] 本发明提供了一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别方法与上述系统有益效果一致,在此不再赘述。

## 附图说明

[0045] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动性的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0046] 图1为本发明一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统及方法的实施例一的结构示意图；

[0047] 图2为本发明一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统及方法的实施例三的流程圖。

### 具体实施方式

[0048] 为使得本发明的发明目的、特征、优点能够更加的明显和易懂，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，下面所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而非全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本发明保护的范围。

#### [0049] 实施例一

[0050] 本发明实施例一提供的一种基于三维激光雷达的输电线路故障识别系统，参考图1，该系统包括飞行器1与地面监控装置；

[0051] 进一步地，飞行器1上设有双光相机2和电控箱，其中，电控箱包括微型计算机7，飞行器1采用四旋翼飞行器1，飞行器1底部设有第一安装架4，飞行器1顶部设有第二安装架5；

[0052] 其中，双光相机2固定在第一安装架4上，双光相机2包括可见光摄像头与红外光摄像头，双光相机2在工作状态下，其可见光摄像头与红外光摄像头是同时工作的，以便后续直接显示可见光与红外光叠加渲染后的输电线路画面；

[0053] 其中，红外光摄像头用于通过感应输电线路的红外辐射能量从而获取输电线路的红外热像图，可见光摄像头用于拍摄输电线路的场景画面；

[0054] 需要说明的是，红外光摄像头测温过程为：首先把输电线路中的导线辐射功率信号用红外摄像头转化为电信号，在输出电信号时，将红外温度图像输出至成像设备，本实施例中的双光相机2投射到成像设备上的图像是模拟输电线路导线的表面温度和空间位置，即可得到输电线路表面的红外热像图。

[0055] 进一步地，飞行器1还设有交换机，用于提供局域网，双光相机2通过交换机分别与微型计算机7和飞行器1建立局域网连接以实现同步数据交互，使得双光相机2可以广播的方式传输图像数据，飞行器1与微型计算机7可以同时接收图像数据，以提高数据传输速度，能够同步实时监控巡检过程以及处理图像。

[0056] 进一步地，微型计算机7基于卷积神经网络算法，将获取的输电线路的场景画面与红外热像图融合生成巡检图像；

[0057] 需要说明的是，卷积神经网络算法为现有技术，在此不再赘述；

[0058] 可以理解的是，将输电线路的场景画面与红外热像图融合生成巡检图像，有利于匹配导线与相应的温度，同时，只针对一幅巡检图像进行识别缺陷，大大提高了工作效率。

[0059] 进一步地，微型计算机7，基于深度学习训练算法，匹配巡检图像中的特征从而识别输电线路的导线，判断导线对应的温度是否超出预设温度阈值，当所述导线对应的温度超出预设温度阈值时，生成线路缺陷数据；

[0060] 可以理解的是，由于巡检图像中的目标物过多，因此，通过建立深度学习训练模型，更好地识别输电线路的导线，并通过红外热像图中获取的温度，能够判断出导线对应的

温度是否超出预设的正常温度阈值,如果超出,则说明导线存在缺陷;

[0061] 进一步地,微型计算机7内置NVIDIA处理芯片,NVIDIA处理芯片用于封装深度学习训练算法。

[0062] 可以理解的是,在现有技术中,是采用算法系统进行深度学习训练算法,而这种算法系统需要在地面完成,而本实施例通过在微型计算机7中内置NVIDIA处理芯片,可以在飞行器1上直接通过深度学习训练算法实时识别巡检图像线路缺陷,提高了图像处理效率。

[0063] 进一步地,飞行器1上设有用于获取飞行器1的坐标点的RTK导航定位系统与用于存储机巡数据的数据管理模块;

[0064] 其中,机巡数据包括输电线路中的杆塔的坐标点,其杆塔用于连接导线;

[0065] 进一步地,微型计算机7用于当导线对应的温度超出预设温度阈值后,基于RTK导航定位系统与机巡数据,分别获取对应飞行器1当前坐标点与导线对应最近的两端杆塔的坐标点,通过飞行器1当前坐标点与导线对应最近的两端杆塔的坐标点,从而实时计算温度超出预设温度阈值的对应导线的坐标点,进行快速精准定位,便于后续维修。

[0066] 进一步地,地面监控装置与飞行器1无线通讯连接,用于控制飞行器1与获取飞行器数据;

[0067] 进一步地,飞行器1还设有传输天线,其与地面监控装置无线通讯连接,用于实现地面监控装置与飞行器1数据交互;同时,无线通讯连接的链路包括图像传输的2.4G无线通信链路与用于命令传输的5.8G无线通信链路。

[0068] 进一步地,地面监控装置包括遥控器10和显示设备;

[0069] 双光相机2设有图像流推流处理器,图像流推流处理器用于将所述输电线路的场景画面与红外热像图叠加渲染生成渲染图像以实现图像单线传输,以便于快速传输,提高工作效率;

[0070] 遥控器10用于控制飞行器1以及双光相机2的工作状态,以保证飞行器1安全飞行且能够拍摄到清晰的输电线路画面,同时,遥控器10还控制双光相机2执行拍摄工作;

[0071] 显示设备,用于接收并显示渲染图像。

[0072] 进一步地,飞行器1设有用于控制双光相机2三维转动的三轴防抖云台,同时,还可以防止双光相机2在转动过程中发生抖动情况,三轴防抖云台包括X轴、Y轴与Z轴;

[0073] 其中,X轴用于控制双光相机2横向角度转动,Y轴用于控制双光相机2纵向角度转动,Z轴用于控制双光相机2偏向角度转动;

[0074] 其中,三轴防抖云台包括分别设置在X轴、Y轴与Z轴上的云台电机,用于为相应角度转动提供动力;

[0075] 可以理解的是,在飞行器1飞行时,可以调整三轴防抖云台使得双光相机2拍摄输电线路画面。

[0076] 进一步地,电控箱设置在第二安装架5上,电控箱包括雷达驱动板6、三维激光雷达3、RS232通讯模块8以及电源模块9;

[0077] 其中,雷达驱动板6与三维激光雷达3连接,用于驱动三维激光雷达3工作;

[0078] 三维激光雷达3,用于探测与获取输电线路的点云数据,并将输电线路的点云数据传输至微型计算机7中;

[0079] 微型计算机7,基于获取的输电线路的点云数据,计算输电线路的坐标点,同时,基

于PID控制算法,通过对比输电线路的坐标点与飞行器1的坐标点计算述飞行器1与输电线路之间的相对距离,并控制飞行器1与输电线路之间的相对距离保持在预设距离范围内,以实现飞行器1在巡航过程中保持安全距离以及能够让双光相机2拍摄到质量较好的巡检图像。

[0080] 需要说明的是,在本实施例中,预设距离范围为4-5米。

[0081] 进一步地,三维激光雷达3设有若干个激光发射端口,在本实施例中,激光发射端口为16个,可以同时发射16束激光,以用于测量飞行器1与输电线路之间的距离更加准确。

[0082] 其中,三维激光雷达3设有用于激光360度扫描的中心轴,激光发射端口与中心轴相对转动。

[0083] 其中,电源模块9分别与雷达驱动板6和微型计算机7电连接,用于对三维激光雷达3和微型计算机7供电。

[0084] 实施例二

[0085] 本实施例二在实施例一的基础上,进一步地,微型计算机7包括缺陷管理模块、报告集模块与数据存储模块;

[0086] 其中,缺陷管理模块,用于当微型计算机生成线路缺陷数据后,对线路缺陷数据筛选与分类,并将线路缺陷数据加入报告集;

[0087] 具体地,缺陷管理模块对巡检图像中所识别出的线路缺陷数据进行存储和记录位置信息,同时,可按照断股、散股、烧蚀等缺陷情况进行分类和筛选;

[0088] 进一步地,报告集模块,用于接收报告集,查看报告集中的缺陷,生成巡检报告。

[0089] 进一步地,数据管理模块,用于计算巡检图像中输电线路的弧垂值、输电线路相对其下方障碍物之间的相对距离已经对三维激光雷达3扫描范围内的作业环境建模;

[0090] 具体地,RTK定位系统用于确定输电线路的导线坐标与海拔数据,再通过双光相机2结合采集输电线路中杆塔之间的输电导线下垂的曲度图像,可以将导线的坐标、海拔数据以及曲度图像传递给数据管理模块进行拟合计算弧垂值,以判断是否存在缺陷;

[0091] 在本实施例中,三维激光雷达3还可以对周围障碍物进行扫描,从而获得输电线路与障碍物之间的净空距离,而在输电线路下方的障碍物(如树木)对于输电线路的威胁比较大,而通过三维激光雷达3可以实现净空距离测量,并传输至数据管理模块进行判断净空距离是否在合理范围内;

[0092] 另外,三维激光雷达3通过扫描周围障碍物得到的点云数据、IMU惯导数据和RTK数据传输至数据管理模块中,可以进行解算建模,从而判断周围环境是否有对输电线路产生威胁。

[0093] 进一步地,数据存储模块,用于存储机巡数据、线路缺陷数据、正常样本信息、缺陷样本信息和巡检报告。

[0094] 本实施例可实现输电线路缺陷的快速分类、智能识别和自动生成报告,相比于传统的人力处理数据,大大地提高线路运行人员工作效率,大幅降低电网运营成本,并且克服了大量冗杂的数据处理和管理工作量大的困难。

[0095] 实施例三

[0096] 本实施例三是在实施例一或实施例二的基础上,提供了一种基于三维激光雷达3的输电线路故障识别方法,参考图2,包括:

[0097] 步骤S101:通过地面监控装置控制飞行器飞至待巡检的输电线路作业现场;

[0098] 步骤S102:通过双光相机进行拍摄输电线路,获取包含输电线路的场景画面与红外热像图;

[0099] 步骤S103:通过局域网向微型计算机与飞行器传输输电线路的场景画面与红外热像图;

[0100] 步骤S104:通过微型计算机基于卷积神经网络算法,将输电线路的场景画面与红外热像图融合生成巡检图像;

[0101] 步骤S105:通过微型计算机基于深度学习训练算法,匹配巡检图像中的特征从而识别输电线路的导线,判断导线对应的温度是否超出预设温度阈值,当导线对应的温度超出预设温度阈值时,生成线路缺陷数据;

[0102] 步骤S106:通过微型计算机生成与存储巡检报告,巡检报告包含线路缺陷数据。

[0103] 进一步地,在步骤S101之后,步骤S102之前还包括步骤S201:

[0104] 通过三维激光雷达探测输电线路的点云数据,将输电线路的点云数据传输至微型计算机,通过微型计算机计算输电线路的坐标点,基于PID控制算法,控制飞行器与输电线路之间的相对距离保持在预设距离范围内。

[0105] 可以理解的是,所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统 and 模块的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0106] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统,装置和方法,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,例如多个模块或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或模块的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其它的形式。

[0107] 以上所述,以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

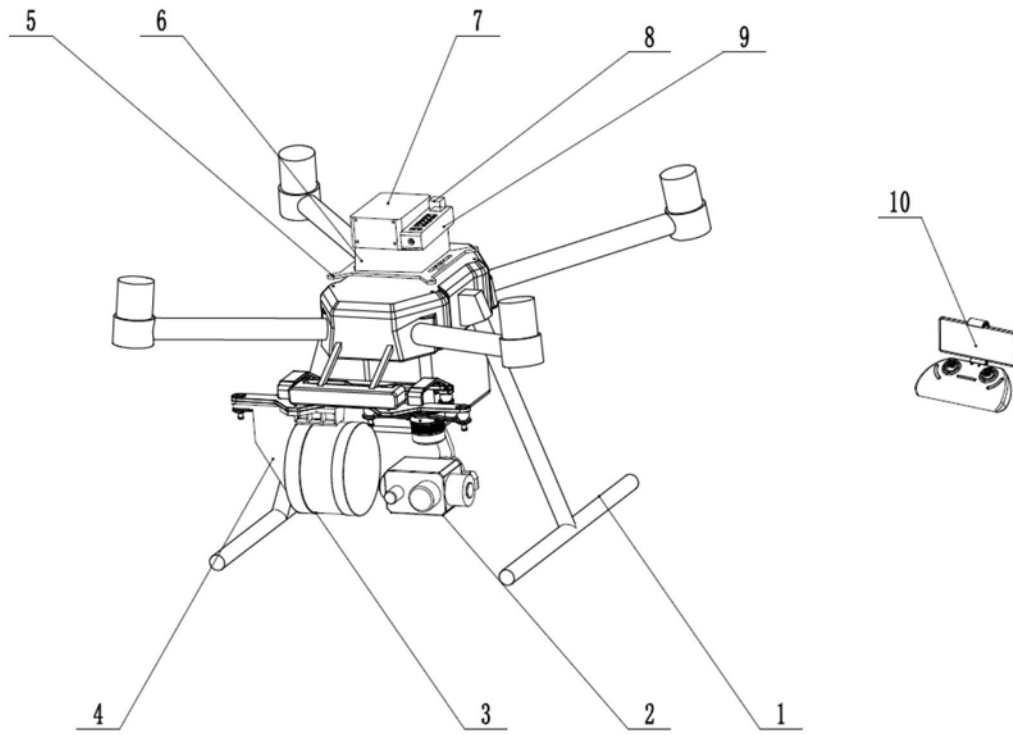


图1

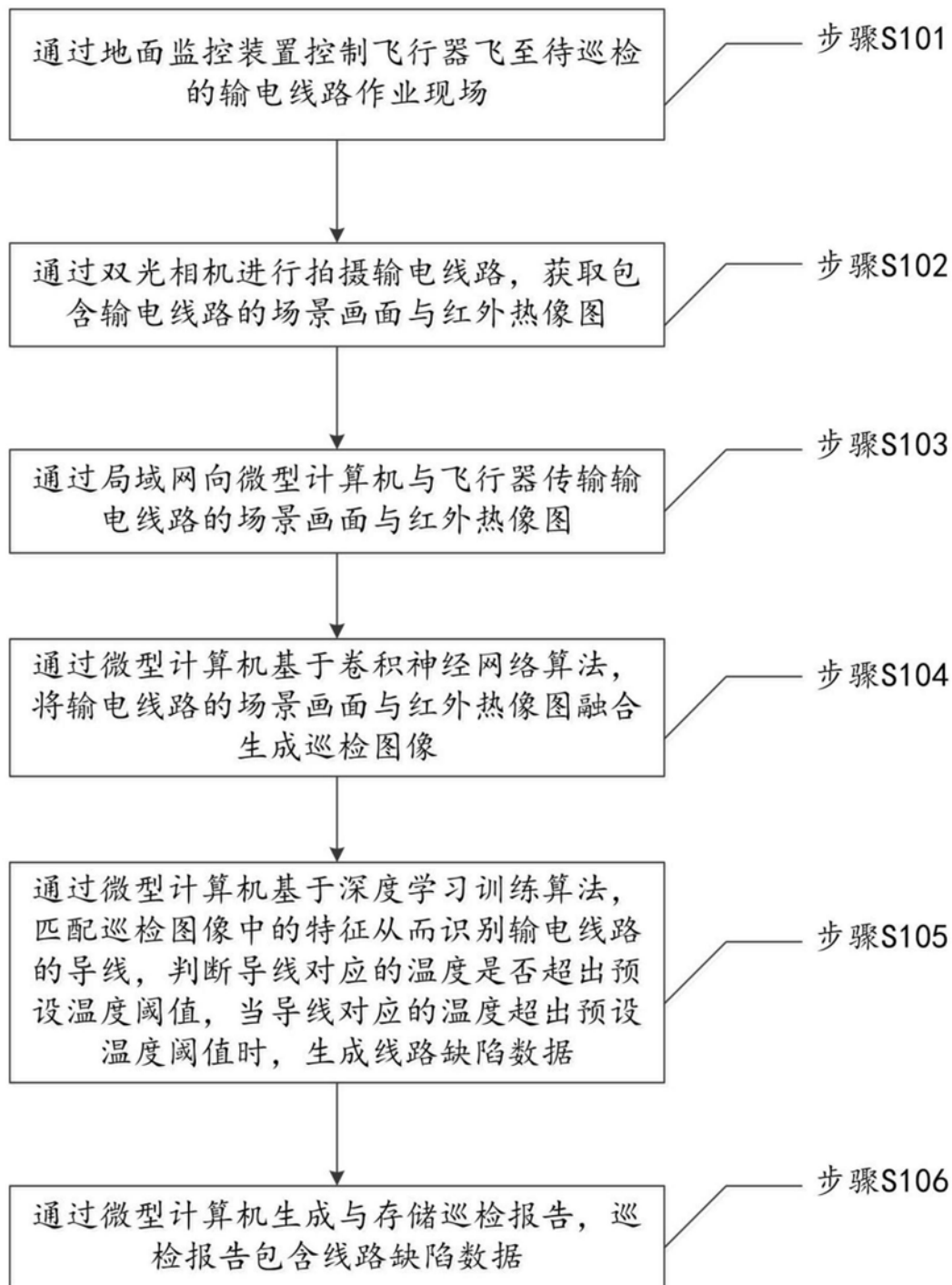


图2