



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104199453 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201410505796.6

JP 特开平11-16079 A,1999.01.22,

(22)申请日 2014.09.27

US 6696925 B1,2004.02.24,

(73)专利权人 江苏华宏实业集团有限公司

CN 203950202 U,2014.11.19,

地址 214400 江苏省无锡市江阴市周庄镇澄杨路1128号

李梁堯.变电站智能巡检机器人监控系统设计与实现.《微型电脑应用》.2013,第30卷(第5期),

(72)发明人 孙春兰

审查员 左良军

(74)专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理有限公司 11246

代理人 苏玉峰

(51)Int.Cl.

G05D 1/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 203398879 U,2014.01.15,

CN 101691034 A,2010.04.07,

CN 2704452 Y,2005.06.15,

权利要求书2页 说明书6页 附图1页

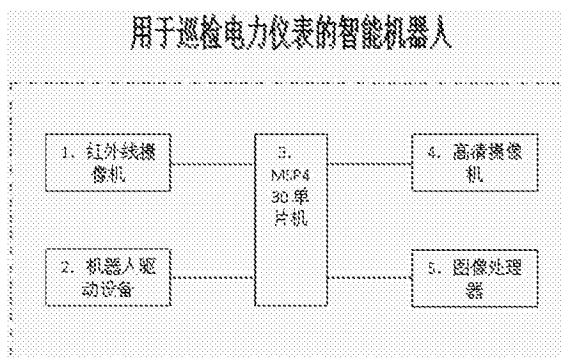
(54)发明名称

用于巡检电力仪表的智能机器人

(57)摘要

本发明涉及一种用于巡检电力仪表的智能机器人,包括红外线摄像机、高清摄像机、图像处理器和MSP430系列单片机,红外线摄像机用于采集带有温度信息的红外图像,检测红外图像中电力仪表区域的器件温度,高清摄像机用于采集电力仪表图像,图像处理器对电力仪表图像进行图像处理,MSP430系列单片机与红外线摄像机和图像处理器分别连接,基于器件温度确定电力仪表是否过热,并基于图像处理结果确定电力仪表的仪表读数。通过本发明,能够检测出电力仪表是否过热,并在过热时及时报警,同时还能够检测出电力仪表的类型,以基于电力仪表类型对应的参数识别算法自适应地读出电力仪表参数。

用于巡检电力仪表的智能机器人



1.一种用于巡检电力仪表的智能机器人,其特征在于,所述智能机器人包括红外线摄像机、高清摄像机、图像处理器和MSP430系列单片机,所述红外线摄像机用于采集带有温度信息的红外图像,检测红外图像中电力仪表区域的器件温度,所述高清摄像机用于采集电力仪表图像,所述图像处理器对所述电力仪表图像进行图像处理,所述MSP430系列单片机与所述红外线摄像机和所述图像处理器分别连接,基于所述器件温度确定电力仪表是否过热,并基于图像处理结果确定电力仪表的仪表读数,所述MSP430系列单片机是德州仪器公司的一个16位的、具有精简指令集的单片机;

所述智能机器人还包括:

机器人驱动设备,位于所述智能机器人的底盘上,用于在所述MSP430系列单片机的控制下,驱动智能机器人开赴前进目标,所述前进目标为各个不同的电力仪表,所述机器人驱动设备包括直流无刷电动机、减速器、电机驱动器和两个电机驱动车轮,所述两个电机驱动车轮为所述智能机器人的两个后轮;

无线通信接口,位于所述智能机器人的外壳前端上,用于接收远端控制平台发送的控制指令,所述控制指令中包括了智能机器人的前进目标的位置,所述前进目标的位置为电力仪表距离所述智能机器人出发点的相对距离,所述无线通信接口还将电力仪表过热报警信号、电力仪表温度正常信号、匹配成功的电力仪表类型和电力仪表参数转发给所述远端控制平台;

存储器,位于所述智能机器人的外壳前端内,保存了电力仪表特征数据库,所述电力仪表特征数据库以电力仪表类型为索引,对应保存了每一种电力仪表类型的图像模板和参数识别算法,所述存储器还存储了设备上限灰度阈值、设备下限灰度阈值和预定温度阈值,所述设备上限灰度阈值和所述设备下限灰度阈值用于将图像中的电力仪表和背景分离;

所述高清摄像机和所述红外线摄像机都位于所述智能机器人的前端上,并都设有防爆外壳;

所述图像处理器位于所述智能机器人的外壳前端内,包括了图像划分单元、模板匹配单元和参数识别单元,所述图像划分单元与所述高清摄像机和所述存储器分别连接,用于将所述电力仪表图像中灰度值在设备上限灰度阈值和设备下限灰度阈值之间的像素识别并组成设备子图像,所述模板匹配单元与所述图像划分单元和所述存储器分别连接,用于将所述设备子图像与所述电力仪表特征数据库中每一种电力仪表类型的图像模板逐一匹配,寻找匹配成功的电力仪表类型,所述参数识别单元与所述图像划分单元、所述模板匹配单元和所述存储器分别连接,基于匹配成功的电力仪表类型,在所述电力仪表特征数据库中寻找与匹配成功的电力仪表类型对应的参数识别算法,并基于寻找到的参数识别算法对所述设备子图像中电力仪表读数进行识别,以输出电力仪表参数;

所述MSP430系列单片机位于所述智能机器人的外壳前端内,与所述机器人驱动设备、所述无线通信接口、所述存储器、所述高清摄像机、所述红外线摄像机和所述图像处理器分别连接,解析所述无线通信接口接收到的控制指令以获得所述前进目标的位置,基于所述前进目标的位置控制所述机器人驱动设备开赴前进目标,在所述机器人驱动设备反馈已驱动与所述前进目标的位置对应的相对距离后,启动所述高清摄像机、所述红外线摄像机和所述图像处理器,进入电力仪表监控模式;

其中,在所述电力仪表监控模式中,所述MSP430系列单片机在所述器件温度大于等于

预定温度阈值时,发出电力仪表过热报警信号,所述MSP430系列单片机在所述器件温度小于预定温度阈值时,发出电力仪表温度正常信号;同时所述MSP430系列单片机输出所述匹配成功的电力仪表类型和所述电力仪表参数;

其中,所述无线通信接口集成了GPRS通信接口、3G通信接口和4G通信接口,所述无线通信接口采用现场可编程门阵列FPGA芯片,该FPGA芯片为ALTERA公司的EP2C5Q208C8N;

所述无线通信接口和所述远端控制平台通过无线通信链路进行双向数据通信,通信的数据都为IP协议封装的数据包。

2.如权利要求1所述的用于巡检电力仪表的智能机器人,其特征在于:

所述高清摄像设备所采集的电力仪表图像的分辨率为1280×720。

3.如权利要求1所述的用于巡检电力仪表的智能机器人,其特征在于:

所述减速器集成在所述直流无刷电动机上。

4.如权利要求1所述的用于巡检电力仪表的智能机器人,其特征在于,所述智能机器人还包括:

两个前轮,所述两个前轮为两个万向轮。

5.如权利要求1所述的用于巡检电力仪表的智能机器人,其特征在于,所述智能机器人还包括:

用户输入设备,与所述存储器连接,用于在用户的控制下,向存储器输入设备上限灰度阈值、设备下限灰度阈值和预定温度阈值。

6.如权利要求5所述的用于巡检电力仪表的智能机器人,其特征在于:

所述用户输入设备为键盘或触摸屏。

## 用于巡检电力仪表的智能机器人

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力监控领域,尤其涉及一种用于巡检电力仪表的智能机器人。

### 背景技术

[0002] 电力仪表为电力参数测量、电能质量监视和分析、电气设备控制提供解决方案的电力测量及控制设备。电力仪表作为一种先进的智能化、数字化的电网前端采集元件,已广泛用于各种控制系统、SCADA系统和能源管理系统、变电站自动化、小区电力监控、工业自动化、智能建筑、智能配电柜。开关柜等设备中。电力仪表是对电力设备的运营进行监控的重要设备,在诸如变电所的重要电力场所,往往存在各种类型的电力仪表,例如电量测量仪表、电能统计仪表、电能质量分析仪表、负荷监视仪表、越限报警仪表等,分别用于提供各种电力参数以供管理者使用和参考。

[0003] 虽然目前的电力场所内的电力仪表已经可以通过联网的方式,从后台监控室直接获取读数与工作状态,但是,电力场所内仍然存在大量无法适用于联网方式的电力仪表,例如油位计等,需要人员定期进行巡视,排除由于设备缺陷造成的安全隐患。但是由于电力场所往往存在高压电,对人员人身安全造成威胁,因此,电力管理部门更愿意采用机器人来实现现场巡检的目的。

[0004] 然而,由于电力仪表的类型不同,以及电力仪表的厂商不同,导致电力仪表的外形不同,包括指针式的电力仪表、数字式的电力仪表、液位显示的电力仪表等,不同的电力仪表,制作模板不同,显示模式也不相同。在丰富电力仪表外形的同时,也给机器人识别读数造成困难,现有技术的机器人一般按照固定模板去识别读数,无法适应现场存在各种模板的电力仪表的情况,同时,现有技术中无法智能化操纵机器人到达目标电力仪表,并提供目标电力仪表的温度过热报警信息。

[0005] 因此,需要一种新的用于巡检电力仪表的机器人,能够在远端控制平台仅仅输入一个目标电力仪表位置的情况下,即能自动到达目标电力仪表前,对各种模板的目标电力仪表识别读数和进行过热报警,提高机器人系统的自动化程度。

### 发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明提供了一种用于巡检电力仪表的智能机器人,增加红外线摄像机用于采集带有温度信息的红外图像,以判断目标仪表是否过热,增加高清摄像机和图像处理器进行目标模板识别和基于目标模板的参数读取,并利用兼容性强的无线通信接口、主控制器和机器人驱动设备的协作,自动控制机器人到达目标仪表前,完成机器人的自动参数读取,并将读取的参数和状态通过无线通信接口进行发送,为远端控制平台提供重要参考数据。

[0007] 根据本发明的一方面,提供了一种用于巡检电力仪表的智能机器人,所述智能机器人包括红外线摄像机、高清摄像机、图像处理器和MSP430系列单片机,所述红外线摄像机用于采集带有温度信息的红外图像,检测红外图像中电力仪表区域的器件温度,所述高清

摄像机用于采集电力仪表图像,所述图像处理器对所述电力仪表图像进行图像处理,所述MSP430系列单片机与所述红外线摄像机和所述图像处理器分别连接,基于所述器件温度确定电力仪表是否过热,并基于图像处理结果确定电力仪表的仪表读数,所述MSP430系列单片机是德州仪器(TI)公司的一个16位的、具有精简指令集的单片机。

[0008] 更具体地,在所述用于巡检电力仪表的智能机器人中,所述智能机器人还包括机器人驱动设备,位于所述智能机器人的底盘上,用于在所述MSP430系列单片机的控制下,驱动智能机器人开赴前进目标,所述前进目标为各个不同的电力仪表,所述机器人驱动设备包括直流无刷电动机、减速器、电机驱动器和两个电机驱动车轮,所述两个电机驱动车轮为所述智能机器人的两个后轮;无线通信接口,位于所述智能机器人的外壳前端上,用于接收远端控制平台发送的控制指令,所述控制指令中包括了智能机器人的前进目标的位置,所述前进目标的位置为电力仪表距离所述智能机器人出发点的相对距离,所述无线通信接口还将电力仪表过热报警信号、电力仪表温度正常信号、匹配成功的电力仪表类型和电力仪表参数转发给所述远端控制平台;存储器,位于所述智能机器人的外壳前端内,保存了电力仪表特征数据库,所述电力仪表特征数据库以电力仪表类型为索引,对应保存了每一种电力仪表类型的图像模板和参数识别算法,所述存储器还存储了设备上限灰度阈值、设备下限灰度阈值和预定温度阈值,所述设备上限灰度阈值和所述设备下限灰度阈值用于将图像中的电力仪表和背景分离;所述高清摄像机和所述红外线摄像机都位于所述智能机器人的前端上,并都设有防爆外壳;所述图像处理器位于所述智能机器人的外壳前端内,包括了图像划分单元、模板匹配单元和参数识别单元,所述图像划分单元与所述高清摄像机和所述存储器分别连接,用于将所述电力仪表图像中灰度值在设备上限灰度阈值和设备下限灰度阈值之间的像素识别并组成设备子图像,所述模板匹配单元与所述图像划分单元和所述存储器分别连接,用于将所述设备子图像与所述电力仪表特征数据库中每一种电力仪表类型的图像模板逐一匹配,寻找匹配成功的电力仪表类型,所述参数识别单元与所述图像划分单元、所述模板匹配单元和所述存储器分别连接,基于匹配成功的电力仪表类型,在所述电力仪表特征数据库中寻找与匹配成功的电力仪表类型对应的参数识别算法,并基于寻找到的参数识别算法对所述设备子图像中电力仪表读数进行识别,以输出电力仪表参数;所述MSP430系列单片机位于所述智能机器人的外壳前端内,与所述机器人驱动设备、所述无线通信接口、所述存储器、所述高清摄像机、所述红外线摄像机和所述图像处理器分别连接,解析所述无线通信接口接收到的控制指令以获得所述前进目标的位置,基于所述前进目标的位置控制所述机器人驱动设备开赴前进目标,在所述机器人驱动设备反馈已驱动与所述前进目标的位置对应的相对距离后,启动所述高清摄像机、所述红外线摄像机和所述图像处理器,进入电力仪表监控模式;其中,在所述电力仪表监控模式中,所述MSP430系列单片机在所述器件温度大于等于预定温度阈值时,发出电力仪表过热报警信号,所述MSP430系列单片机在所述器件温度小于预定温度阈值时,发出电力仪表温度正常信号;同时所述MSP430系列单片机输出所述匹配成功的电力仪表类型和所述电力仪表参数;所述无线通信接口集成了GPRS通信接口、3G通信接口和4G通信接口,所述无线通信接口采用现场可编程门阵列FPGA芯片,该FPGA芯片为ALTERA公司的EP2C5Q208C8N。

[0009] 更具体地,在所述用于巡检电力仪表的智能机器人中,所述无线通信接口和所述远端控制平台通过无线通信链路进行双向数据通信,通信的数据都为IP协议封装的数据

包。

[0010] 更具体地,在所述用于巡检电力仪表的智能机器人中,所述高清摄像设备所采集的电力仪表图像的分辨率为 $1280 \times 720$ 。

[0011] 更具体地,在所述用于巡检电力仪表的智能机器人中,所述减速器集成在所述直流无刷电动机上。

[0012] 更具体地,在所述用于巡检电力仪表的智能机器人中,所述智能机器人还包括:两个前轮,所述两个前轮为两个万向轮。

[0013] 更具体地,在所述用于巡检电力仪表的智能机器人中,所述智能机器人还包括:用户输入设备,与所述存储器连接,用于在用户的控制下,向存储器输入设备上限灰度阈值、设备下限灰度阈值和预定温度阈值。

[0014] 更具体地,在所述用于巡检电力仪表的智能机器人中,所述用户输入设备为键盘或触摸屏。

### 附图说明

[0015] 以下将结合附图对本发明的实施方案进行描述,其中:

[0016] 图1为根据本发明实施方案示出的用于巡检电力仪表的智能机器人的结构方框图。

[0017] 图2为根据本发明实施方案示出的用于巡检电力仪表的智能机器人的图像处理器的结构方框图。

### 具体实施方式

[0018] 下面将参照附图对本发明的用于巡检电力仪表的智能机器人的实施方案进行详细说明。

[0019] 机器人(Robot)是自动执行工作的机器装置。他既可以接受人类指挥,又可以运行预先编排的程序,也可以根据以人工智能技术制定的原则纲领行动。他的任务是协助或取代人类工作的工作,例如生产业、建筑业,或是危险的工作,例如电力场所。

[0020] 机器人一般由执行机构、驱动装置、检测装置和控制系统等组成。

[0021] 执行机构,即机器人本体,其臂部一般采用空间开链连杆机构,其中的运动副(转动副或移动副)常称为关节,关节个数通常即为机器人的自由度。驱动装置,是驱使执行机构运动的机构,按照控制系统发出的指令信号,借助于动力元件使机器人进行动作。检测装置,是实时检测机器人的运动及工作情况,根据需要反馈给控制系统,与设定信息进行比较后,对执行机构进行调整,以保证机器人的动作符合预定的要求。

[0022] 控制系统,一种是集中式控制,即机器人的全部控制由一台微型计算机完成,另一种是分散(级)式控制,即采用多台微机来分担机器人的控制,如当采用上、下两级微机共同完成机器人的控制时,主机常用于负责系统的管理、通讯、运动学和动力学计算,并向下级微机发送指令信息;作为下级从机,各关节分别对应一个CPU,进行插补运算和伺服控制处理,实现给定的运动,并向主机反馈信息。根据作业任务要求的不同,机器人的控制方式又可分为点位控制、连续轨迹控制和力(力矩)控制。

[0023] 本发明的用于巡检电力仪表的智能机器人,能够准确地控制所述机器人达到目标

电力仪表前,根据红外线摄像机的检测结果判定目标电力仪表的表面温度,通过高清摄像机和图像处理器自动读取各种不同模板制作而成的电力仪表参数,减少远端控制平台的控制数据的发送,提高整个机器人系统的智能化程度。

[0024] 图1为根据本发明实施方案示出的用于巡检电力仪表的智能机器人的结构方框图,所述智能机器人包括红外线摄像机1、机器人驱动设备2、高清摄像机4、图像处理器5和MSP430系列单片机3,所述红外线摄像机1用于采集带有温度信息的红外图像,检测红外图像中电力仪表区域的器件温度,所述高清摄像机4用于采集电力仪表图像,所述图像处理器5对所述电力仪表图像进行图像处理,所述MSP430系列单片机3与所述红外线摄像机1、所述机器人驱动设备2、所述高清摄像机4和所述图像处理器5分别连接,基于所述器件温度确定电力仪表是否过热,并基于图像处理结果确定电力仪表的仪表读数,所述MSP430系列单片机3是德州仪器(TI)公司的一个16位的、具有精简指令集的单片机。

[0025] 接着,对本发明的用于巡检电力仪表的智能机器人进行更具体的说明。

[0026] 所述机器人驱动设备2位于所述智能机器人的底盘上,用于在所述MSP430系列单片机3的控制下,驱动智能机器人开赴前进目标,所述前进目标为各个不同的电力仪表,所述机器人驱动设备2包括直流无刷电动机、减速器、电机驱动器和两个电机驱动车轮,所述两个电机驱动车轮为所述智能机器人的两个后轮。

[0027] 在所述智能机器人还包括,无线通信接口,位于所述智能机器人的外壳前端上,用于接收远端控制平台发送的控制指令,所述控制指令中包括了智能机器人的前进目标的位置,所述前进目标的位置为电力仪表距离所述智能机器人出发点的相对距离,所述无线通信接口还将电力仪表过热报警信号、电力仪表温度正常信号、匹配成功的电力仪表类型和电力仪表参数转发给所述远端控制平台。

[0028] 在所述智能机器人还包括,存储器,位于所述智能机器人的外壳前端内,保存了电力仪表特征数据库,所述电力仪表特征数据库以电力仪表类型为索引,对应保存了每一种电力仪表类型的图像模板和参数识别算法,所述存储器还存储了设备上限灰度阈值、设备下限灰度阈值和预定温度阈值,所述设备上限灰度阈值和所述设备下限灰度阈值用于将图像中的电力仪表和背景分离。

[0029] 所述高清摄像机4和所述红外线摄像机1都位于所述智能机器人的前端上,并都设有防爆外壳。

[0030] 参照图2,所述图像处理器5位于所述智能机器人的外壳前端内,包括了图像划分单元51、模板匹配单元52和参数识别单元53,所述图像划分单元51与所述高清摄像机4和所述存储器分别连接,用于将所述电力仪表图像中灰度值在设备上限灰度阈值和设备下限灰度阈值之间的像素识别并组成设备子图像,所述模板匹配单元52与所述图像划分单元51和所述存储器分别连接,用于将所述设备子图像与所述电力仪表特征数据库中每一种电力仪表类型的图像模板逐一匹配,寻找匹配成功的电力仪表类型,所述参数识别单元53与所述图像划分单元51、所述模板匹配单元52和所述存储器分别连接,基于匹配成功的电力仪表类型,在所述电力仪表特征数据库中寻找与匹配成功的电力仪表类型对应的参数识别算法,并基于寻找到的参数识别算法对所述设备子图像中电力仪表读数进行识别,以输出电力仪表参数。

[0031] 所述MSP430系列单片机3位于所述智能机器人的外壳前端内,与所述机器人驱动

设备2、所述无线通信接口、所述存储器、所述高清摄像机4、所述红外线摄像机1和所述图像处理5分别连接,解析所述无线通信接口接收到的控制指令以获得所述前进目标的位置,基于所述前进目标的位置控制所述机器人驱动设备2开赴前进目标,在所述机器人驱动设备2反馈已驱动与所述前进目标的位置对应的相对距离后,启动所述高清摄像机4、所述红外线摄像机1和所述图像处理5,进入电力仪表监控模式。

[0032] 其中,在所述电力仪表监控模式中,所述MSP430系列单片机3在所述器件温度大于等于预定温度阈值时,发出电力仪表过热报警信号,所述MSP430系列单片机3在所述器件温度小于预定温度阈值时,发出电力仪表温度正常信号;同时所述MSP430系列单片机3输出所述匹配成功的电力仪表类型和所述电力仪表参数。

[0033] 所述无线通信接口集成了GPRS通信接口、3G通信接口和4G通信接口,所述无线通信接口采用现场可编程门阵列FPGA芯片,该FPGA芯片为ALTERA公司的EP2C5Q208C8N。

[0034] 其中,在所述用于巡检电力仪表的智能机器人中,所述无线通信接口和所述远端控制平台通过无线通信链路进行双向数据通信,通信的数据都为IP协议封装的数据包,所述高清摄像设备4所采集的电力仪表图像的分辨率为 $1280 \times 720$ ,可以将所述减速器集成在所述直流无刷电动机上,所述智能机器人还可以包括两个前轮,所述两个前轮为两个万向轮,所述智能机器人还可以包括用户输入设备,与所述存储器连接,用于在用户的控制下,向存储器输入设备上限灰度阈值、设备下限灰度阈值和预定温度阈值,以及所述用户输入设备可选用为键盘或触摸屏。

[0035] 另外,电力场所使用的电力仪表具有精确的电力参数测量、电能质量参数监视和分析、电能量统计、越限报警、最值记录和事件顺序记录等功能。通过I/O模块实现对现场设备状态的监视、远程控制和报警输出。电力仪表提供标准的通讯接口,并可选择双通讯网络冗余,同时还提供电能脉冲输出和 $4 \sim 20\text{mA}$ 模拟量输出等功能。

[0036] 在电力仪表中,电力装置应用功能模块化设计,用户自定义的定值系统,可以驱动模拟量和逻辑量定值报警。大屏幕的液晶显示界面让用户轻松获取电力参数。强大的功能配置给用户构建电力监控、电能质量监视和分析解决方案提供灵活的选择。智能电力仪表可作为仪表单独使用,取代大量传统的模拟仪表,亦可作为电力监控系统的前端设备,实现远程数据采集与控制。

[0037] 另外,万向轮就是所谓的活动脚轮,他的结构允许水平360度旋转。脚轮是个统称,包括活动脚轮和固定脚轮。固定脚轮没有旋转结构,不能水平转动只能垂直转动。这两种脚轮一般都是搭配用的,比如手推车的结构是前边两个固定轮,后边靠近推动扶手的是两个活动万向轮。制造万向轮的材料有多种,最普遍的材料是:尼龙,聚氨酯,橡胶,铸铁等材料。广泛应用于矿山、机械设备、电子设备、医疗设备、工程装修等各种领域。

[0038] 采用本发明的用于巡检电力仪表的智能机器人,针对现有用于电力场所巡检的机器人系统无法自动到达目的电力仪表并无法对多种不同模板的电力仪表自动识别读数的技术问题,采用基于图像处理的识别技术,先识别出电力仪表的模板,在基于识别模板寻找相应的参数读取算法,从而自适应地读取所有电力仪表的当前值,同时,兼容性强的无线通信接口、过热检测报警机制的启用以及主控制器和无线通信接口之间的控制优化,都极大地提高了机器人的自动化程度,减少人为操作。

[0039] 可以理解的是,虽然本发明已以较佳实施例披露如上,然而上述实施例并非用以



限定本发明。对于任何熟悉本领域的技术人员而言,在不脱离本发明技术方案范围情况下,都可利用上述揭示的技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰,或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

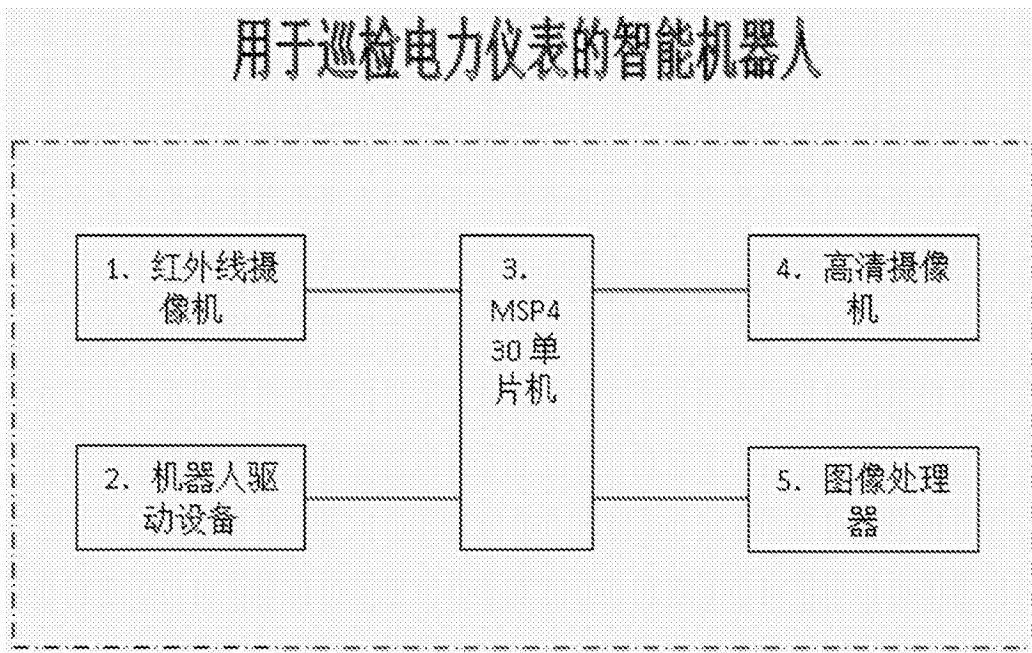


图1

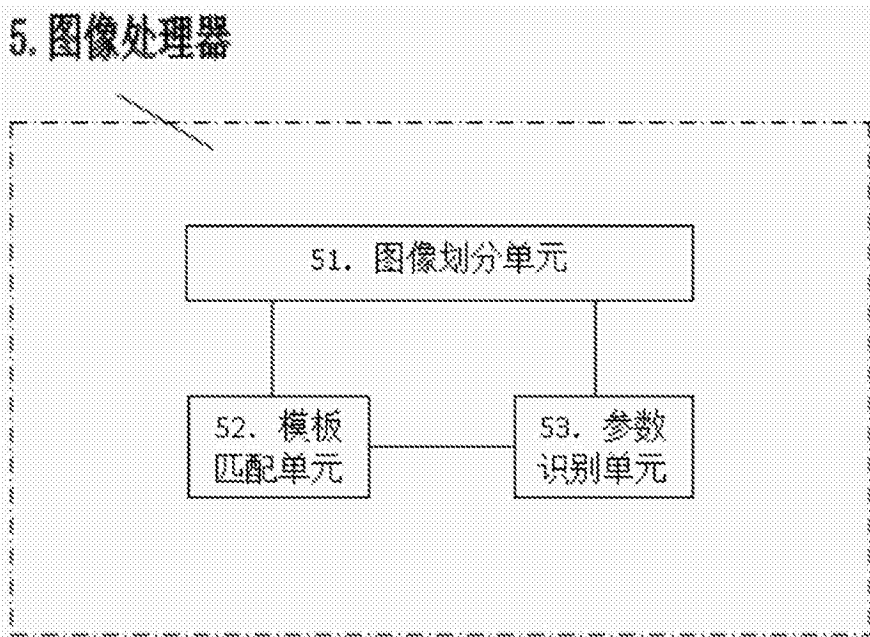


图2