



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102801409 B

(45) 授权公告日 2014. 11. 26

(21) 申请号 201110133098. 4

审查员 吴卿

(22) 申请日 2011. 05. 23

(73) 专利权人 烟台瑞和控电信息系统有限公司

地址 264000 山东省烟台市芝罘区青年南路  
烟台电子商务产业园 11 楼

(72) 发明人 郎济东

(74) 专利代理机构 北京瑞恒信达知识产权代理

事务所 (普通合伙) 11382

代理人 曹津燕

(51) Int. Cl.

H03K 17/94 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102006367 A, 2011. 04. 06, 说明书第 3-5  
页、附图 1, 3.

US 6255604 B1, 2001. 07. 03, 全文.

US 2009/0123029 A1, 2009. 05. 14, 全文.

CN 201732353 U, 2011. 02. 02, 全文.

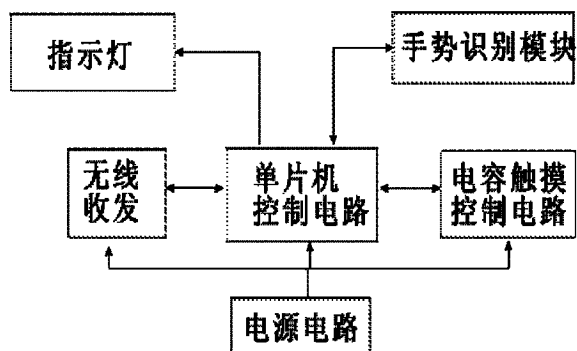
权利要求书1页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于手势识别的智能开关

(57) 摘要

本发明提供一种智能开关,包括电源电路、射频收发电路、电容触摸控制电路、单片机控制电路和手势识别电路;单片机控制电路用于操作判断、模式转换,并根据手势和电容触摸控制电路的判别结果控制开关的导通和关闭;电容触摸电路用于感应手指按压和滑动的动作;手势识别电路用于通过 LED 发射红外光并且根据光电接收传感器接收的红外光顺序和光线强弱来判定手势方向和距离;射频收发电路用于将单片机控制电路根据手势识别结果做出的导通或者关闭指令发给开关驱动器。



1. 一种智能开关,包括电源电路、射频收发电路、电容触摸控制电路、单片机控制电路和手势识别电路;其特征在于:

单片机控制电路用于操作判断、模式转换,并根据手势和电容触摸控制电路的判别结果控制开关的导通和关闭;电容触摸电路用于感应手指按压和滑动的动作;手势识别电路用于通过 LED 发射红外光并且根据光电接收传感器接收的红外光顺序和光线强弱来判定手势方向和距离;射频收发电路用于将单片机控制电路根据手势识别结果做出的导通或者关闭指令发给开关驱动器;

手势识别电路包括光电传感器、LED 驱动器和 A/D 转换器,其中,LED 驱动器以脉冲的形式开启和关闭以发射红外光,光电传感器接收返回来的红外光信号,A/D 转换器将返回的信号数字化;所述 LED 驱动器包括两个或者多个 LED,该两个或者多个 LED 在空间的排列上不属于同一直线;

单片机控制电路监测输入信号时,对手势控制分为接近识别方式和手势识别方式,其中,在接近识别方式中,采用大电流驱动 LED 发光管,提高探测距离,实现对人体的有效探测;在探测到有人存在后,切换到手势识别方式,点亮背景照明 LED;在手势识别模式中,调小 LED 电流,将探测距离缩小为 1-10 厘米;

手势识别电路包括光电二极管和 A/D 转换器集成的传感器集成电路、三个红外 LED,其中 LED 驱动器以脉冲的形式驱动 LED 发出红外线,传感器光电接收返回的红外线经过模数转换后存进寄存器;以及

手势识别电路根据寄存器里数值的大小确定手势到开关的距离,根据合法数据产生的时间确定在横纵坐标上手的运动轨迹。

2. 根据权利要求 1 所述的智能开关,其中,电源电路采用单节电池和太阳能组件双电源供电,通过 DC/DC 进行升压,并采用高噪声抑制的低压差线性稳压器进行二次降压。

3. 根据权利要求 1 所述的智能开关,其中,电容触摸电路采用电容触摸技术的滑条和滚轮;电容触摸电路根据手势识别电路的识别结果,响应触摸控制,以解决电容触摸误触发。

4. 根据权利要求 1 所述的智能开关,其中,所述手势识别电路采用 850nm 波长的多个红外 LED 作为光源,传感器具有光敏二极管;当有物体在多个 LED 前划过时,多个 LED 将按照时间顺序触发传感器。

5. 根据权利要求 1 所述的智能开关,其中,单片机控制电路设定横向摆手时代表对开关的闭合或者断开;当纵向摆手时,代表亮度、电流强度和转速的强弱。

6. 根据权利要求 5 所述的智能开关,其中,电容触摸电路还用于根据触摸输入来操作灯具和家电;布置环境光接收二极管,对红外接收二极管的信号进行补偿,并且根据外界光线的强弱进行灯具亮度的调节和对家电的联动控制。

## 一种基于手势识别的智能开关

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种智能开关设备,更具体地,本发明涉及一种基于手势识别的智能开关。

### 背景技术

[0002] 随着智能开关的不断发展,高性能、高智能和高可用性被普遍认为是当前发展的主要方向,以往传统的采用电力线或者射频模式的交互技术已不能满足当前的需要。在开关面板领域,随着家居智能化、节能化、网络化的推进,和控制电器的多样化,迫切需要一种便于集中控制的产品;同时,电子产品对操作方式的多样化也有了更高的要求,诸如智能手机的触摸、滑动控制,可以极大地改善用户的操作体验。

[0003] 现有的技术方案中,通常使用的机械开关,在操作时需要用手按压才能实现开关灯的操作开关,从而不能实现自动控制,不能实现人机交互。并且,机械开关由于需要操作人员直接控制 220V 高压大电流的电器,使触电容易氧化和损坏,并且存在安全危险。

[0004] 通常的智能开关中,常见的是电力载波开关,其采用电力线来传输信号,开关需要设置调制解调器,由于其工作的 100K 频段(编码器,编码器)会受电力线杂波干扰,使工作十分不稳定,经常导致开关失控。另外,该设备的价格很高,附加设备较多,例如阻波器、滤波器等。使得设备组件较多,相对应的出现问题几率比较高,带来的售后维护就非常麻烦,需要专业人士来安装维护。

[0005] 另一种智能开关是无线开关,其采用射频方式来传输信号,开关经常受蓝牙、WIFI 等无线电波干扰,导致通信阻塞,相互干扰而容易失去控制。该设备大部分为单火线取电,像普通开关一样需要布线,而且,电气设备不能真正关闭,需要通过漏电形成回路,存在一定的安全隐患,并且减少设备寿命,而且只能确保对纯阻性设备(白炽灯)的控制,而对部分电器或者日光灯则无法形成供电回路,使开关不能很好的工作。该设备操作十分繁琐,价格也很高,同样该设备的附加组件也多,诸如接受模块、调制解调器和集中控制器,售后维护也非常麻烦,同样需要专业人士来操作。

### 发明内容

[0006] 为克服现有技术中的上述缺陷,本发明提出一种基于手势识别的智能开关。

[0007] 根据本发明的一个方面,提出了一种智能开关,包括电源电路、射频收发电路、电容触摸控制电路、单片机控制电路和手势识别电路;其特征在于,单片机控制电路用于操作判断、模式转换,并根据手势和电容触摸控制电路的判别结果控制开关的导通和关闭;电容触摸电路用于感应手指按压和滑动的动作;手势识别电路用于通过 LED 发射红外光并且根据光电接收传感器接收的红外光顺序和光线强弱来判定手势方向和距离;射频收发电路用于将单片机控制电路根据手势识别结果做出的导通或者关闭指令发给开关驱动器。

[0008] 本发明的基于手势识别的智能开关,集成了电容触摸控制和手势识别两种控制方式,控制协议的传输通过 2.4G 无线传输协议,摆脱了目前开关需要进行电源布线的浪费和

繁琐。而且由于采用电池和太阳能组件的双电源供电,便于根据所需来安装在最方便的地方,不需要布线,不存在触电等安全隐患,即便在发生火灾水灾等情况。可以方便的实现一对多和多对一的控制,配合相应的控制器还可以方便控制除了灯光以外的家用电器。

#### 附图说明

[0009] 图 1 是 LED 和传感器的光学结构示意图;

[0010] 图 2 是水平晃动手掌时的识别过程示意图;

[0011] 图 3 是垂直晃动手掌时的识别过程示意图;

[0012] 图 4 是手掌与开关之间距离关系的测量示意图;

[0013] 图 5 示出 LED 与传感器的布局图和布局原则;

[0014] 图 6 示出根据本发明的电路的结构框图;

[0015] 图 7 示出根据本发明的手势识别判别电路;

[0016] 图 8 示出根据本发明的电源电路;

[0017] 图 9 示出根据本发明的触摸传感电路;

[0018] 图 10 示出根据本发明的工作流程。

[0019] 如图所示,为了能明确实现本发明的实施例的结构,在图中标注了特定的结构和器件,但这仅为示意需要,并非意图将本发明限定在该特定结构、器件和环境中,根据具体需要,本领域的普通技术人员可以将这些器件和环境进行调整或者修改,所进行的调整或者修改仍然包括在后附的权利要求的范围中。

#### 具体实施方式

[0020] 下面结合附图和具体实施例对本发明提供的一种基于手势识别的智能开关进行详细描述。

[0021] 在以下的描述中,将描述本发明的多个不同的方面,然而,对于本领域内的普通技术人员而言,可以仅仅利用本发明的一些或者全部结构或者流程来实施本发明。为了解释的明确性而言,阐述了特定的数目、配置和顺序,但是很明显,在没有这些特定细节的情况下也可以实施本发明。在其他情况下,为了不混淆本发明,对于一些众所周知的特征将不再进行详细阐述。

[0022] 总的来说,本申请采用 850nm 波长的红外 LED 作为光源,使用具有光敏二极管的集成电路作为传感器。当检测到障碍物存在于 LED 光源的前方时,所发射的红外线将产生反射,反射的红外线光被传感器接收并测量。如果将大于 2 颗的红外 LED 按照一定的规则排列,通过对光学通路上的设计,则能达到这样一种效果:当有物体在 LED 前划过时,红外 LED 将按照时间顺序触发传感器,从而通过此原理可以捕获该运动是水平还是垂直方向的手掌运动,同时根据反射回来的信号强弱来计算手掌与传感器的距离,完成一个三维手势运动趋势的测量,从而实现智能开关的控制。

[0023] 图 1 中示出用于红外发射的 LED 和光电接收传感器的光学结构,此结构分为单窗口和双窗口两种结构。其中,双窗口结构中,红外线发射 LED 和光电接收传感器分别具有独立的向外的窗口,两窗口之间不连通。而单窗口结构中,红外线发射 LED 和光电接收传感器虽然也分别具有独立的向外的窗口,但两窗口之间连通。其中,双窗口的探测距离远,不容

易被干扰。单窗口,距离较近,探测灵敏,但是为了防止干扰,LED 应该做到恒流。其中,红外线发射 LED 发出红外射线,经外部诸如人体或者手掌的障碍物阻挡,发生反射,反射回来的红外线经过光电接收传感器感应接收。

[0024] 图 2 展示的是当水平晃动手掌时的识别过程示意图,如图所示,在图 2A 中,三颗红外线发射 LED 成直角三角形的三个顶点方式布置,两个 LED 水平布置在上方,另外一个和其中一个竖直关系。图 2B 是手从右滑向左时传感器的输出信号,图 2C 是手从左滑向右时传感器的输出信号。从图 2B 可以看出,当水平晃动手掌的时候,垂直分布的 LED2 和 LED3 的反射信号几乎同时被传感器收到,而 LED1 的信号最迟被收到时,从而可以判断出,手的移动方向是从右到左。当 LED1 的信号最先被收到时,而之后,LED2 和 LED3 的反射信号几乎同时被传感器收到,可以确定,手的移动方向是从左到右。

[0025] 图 3 中展示的是当垂直晃动手掌时的识别过程,如图所示,在图 2A 中,三颗红外线发射 LED 成直角三角形的三个顶点方式布置,两个 LED 水平布置在上方,另外一个和其中一个竖直关系。图 3B 是手从上滑向下时传感器的输出信号,图 3C 是手从下滑向上时传感器的输出信号。从图 3B 中可以看出,当垂直晃动手掌时,在一条水平线上的 LED1 和 LED2 的反射信号几乎是同时被传感器收到,而 LED3 的反射信号最迟被收到时,可以判定,手是从上向下运动的。从图 3C 中可以看到,当 LED3 的反射信号最先被收到时,而之后,在一条水平线上的 LED1 和 LED2 的反射信号几乎是同时被传感器收到,可以确定,手的运动方式是从下向上的。

[0026] 图 4 展示的手掌与开关之间距离关系的测量原理,其中图 4A 中,三颗红外线发射 LED 成直角三角形的三个顶点方式布置,两个 LED 水平布置在上方,另外一个和其中一个竖直关系。当手掌与开关距离大于 1CM(此参数与设计的结构有关)时,手离开开关的距离越近,传感器收到的反射信号越强。根据光线在大气中的传播公式,可以推导出,手掌距离开关的大约距离。在图 4 中展示了两种工作模式,接近探测模式和手势识别模式。这两种模式的转换遵循图 10 所示的处理流程,系统空闲时工作在接近模式,当探测到有人靠近时,自动进入到手势感应和触摸感应模式。

[0027] 图 5 展示了 LED 与传感器的布局图和布局原则,只要 LED 数量大于 2 颗,而且在空间的排列上不属于同一直线,光学通路的结构设计,皆可以实现基于三维的手势运动趋势的提取和探测。图 5A 中,三颗红外线发射 LED 成直角三角形的三个顶点方式布置,两个 LED 水平布置在上方,另外一个和其中一个竖直关系,传感器位于水平布置的 LED 之间。图 5B 中,三颗 LED 成等边三角形布置,三颗 LED 分别位于等边三角形的三个顶点,其中两个 LED 水平布置,位于上方,传感器位于水平布置的 LED 之间。图 5C 中,三颗 LED 成等边三角形布置,三颗 LED 分别位于等边三角形的三个顶点,其中两个 LED 水平布置,位于上方,传感器位于等边三角形的中心。可以看出,对于 LED 和传感器的布置,只要符合空间排列上不属于同一直线,传感器可以接收到反射回来红外线,就可以满足所需要布置要求,提取三维的手势运动的趋向和距离。

[0028] 图 6 示出根据本发明的电路结构的原理图,其中,如图 6 所示,该系统包括电源电路、射频收发电路、电容触摸控制电路、单片机控制电路和手势识别判断电路。其中,电源电路用于给单片机控制电路、电容触摸控制电路和射频收发电路供电。单片机控制电路用于操作判断、探测是否有人靠近和开关模式的转换,并根据手势和电容触摸判别结果基于预

定指令控制导通和关闭。电容触摸电路连接单片机控制电路,用于感应手指按压和滑动的动作。手势识别电路和单片机控制电路相连接,用于通过 LED 发射红外光并且根据光电接收传感器接收的红外光顺序和光线强弱来判定手势方向和距离。射频收发电路和单片机控制电路相连接,根据单片机控制电路根据手势识别电路的识别结果,用于将手势识别结果发给开关驱动器。

[0029] 单片机控制电路在监测输入时,对手势控制区分接近识别和手势识别两种方式,在接近识别模式时,采用大电流驱动 LED 发光管,提高探测距离,实现对人体的有效探测;在探测到有人存在后,自动切换到手势识别模式,同时点亮背景照明 LED;在手势识别模式下,LED 电流被调小,将探测距离缩小为 1-10 厘米,配合组合手势。

[0030] 手势识别电路包括光电传感器、LED 驱动器和 A/D 转换器,其中,LED 驱动器以脉冲的形式开启和关闭,光电传感器接收返回来的信号,A/D 转换器将返回的信号数字化。手势识别电路包括光电二极管和 A/D 转换器集成的传感器集成电路、三个红外 LED,其中 LED 驱动器以脉冲的形式驱动 LED 发出红外线,传感器光电接收返回的红外线经过模数转换后存进寄存器。手势识别电路根据寄存器里数值的大小确定手势到开关的距离,根据合法数据产生的时间确定在横纵坐标上手的运动轨迹。

[0031] 其中,射频收发电路,采用低功耗高带宽的 2.4G 方案,采用跳频方式,减小与 WIFI、蓝牙等无线传输的干扰问题。并且采用应答模式确保了数据的无误和准确传输,防止因为无线丢包问题而导致的遥控信号接收不到。

[0032] 图 7 示出手势判别电路,其中,如图 7A 中,核心芯片是 U6 传感器,其内部集成光电传感器、LED 驱动器和 A/D 转换器。U6 驱动 LED 以脉冲的形式开启和关闭,同时通过内部的光电传感器接收返回来的信号,数字化后送给 MCU 控制电路处理。图 7A 为手势识别的判别电路,U6 为内部集成两个光电二极管和 A/D 转换器的传感器,D9、D10、D11 为 850nm 的红外 LED。图 7B 为 U6 的功能框图,其中,传感器的 I2C 接口连接单片机 (MCU),单片机通过此通讯接口读取寄存器中的数值;电路中 LED9、LED10、LED11 连接 LED 驱动器;光电接收二极管探测 LED 反射回来的红外线,同时探测环境光的强度和类型。

[0033] 其中,LED 驱动器以脉冲的形式驱动 LED 发出红外线,当 LED 前有障碍物,并且反射出的光线足够强时,将被传感器光电接收部分接收,经过模数转换后,存进寄存器。在探测反射光线的同时,另外一个光电接收管探测环境光的强度和类型,一方面对红外接收传感器进行补偿,另一方面根据环境的光线将灯光调整到最佳照明状态。

[0034] 作为手势判别时,根据寄存器里数值的大小,可以判多出手到开关的大约距离。同时根据合法数据产生的时间可以判断出在横纵坐标上手的运动轨迹。环境光接收管则根据设置,判断是否打开家电或者灯具。比如当外界光线大于一定值时,自动关闭灯具(节电),同时拉上窗帘。当小于一定值时,如果探测到有人存在,自动开灯。实现灯具的无干预自主运行。

[0035] 图 8 为电源电路。其中,U4 为 DC/DC 升压芯片,将电池电压升到 3.3V,U5 为 LD0,作用是将 3.3V 稳压在 3V,并抑制电源噪声。如图 8 所示,采用单节电池和太阳能电池组件供电,通过 DC/DC 进行升压,鉴于 RF 电路和电容触摸电路对电源的纹波要较高要求,因此采用了高噪声抑制的 LD0 进行二次降压。

[0036] 图 9 为电容触摸电路,采用电容触摸技术的滑条和滚轮设计,可以方便的进行调

光和多个灯具的控制,可以实现精细的无级调光。配合手势识别,对射频和水分具有较强的抗干扰能力。其中 Pad2 为电容传感器,有印制线路板蚀刻而成。手势识别配合电容式触摸方式操作,对于电容式触摸按键失效的解决,电容式触摸按键或者滑条,经常会由于手上的水分、污物,造成不识别,或者误触发。通过与手势识别的配合,当检测不到前方有人存在的情况下,不会对其误触发进行响应。当触摸按键不识别时,可以通过手势接管控制,避免了其控制的电器打不开或者关不了情况出现。

[0037] 图 10 示出系统的工作流程,该流程包括:第一步,系统上电,进行必要的初始化;第二步,MCU 驱动手势判别电路进入,接近监测模式,此模式为了探测是否有人靠近;第三步,当有人靠近时,MCU 进入手势识别状态,并同时启用触摸传感模块,并点亮背景指示灯;第四步,监测输入,触摸传感模块具有最高优先级,如果触摸模块没有响应,或者触摸部分的电容产生了一个不在范围的电容突变,MCU 将处理手势识别模块的输入;第五步,根据输入,进行处理,并将处理后的控制指令通过 RF 射频模块发给驱动器。

[0038] 手势识别中,对操作手势的定义:当横向摆手时,代表对开关的闭合或者断开,对应着受控制的电器断电和上电。当纵向摆手时,代表亮度、电流强度、转速等可调节信号的强弱。

[0039] 本发明通过应用手势识别的操作方式在开关面板上,通过手势识别与触摸技术的结合,对触摸按键或者滑条失效的解决方式,并且在手势识别中,对于操作手势的功能定义,进一步手势识别中,对于手势鉴别的判断方法。在上述的技术方案中,可以清楚的知道将目前先进的电容触摸技术和独特的手势识别结合起来,实现了触摸和非接触两种操作选择。

[0040] 另外,本申请不仅仅添加了触摸识别,还解决了电容识别中的误识别和不识别问题。其中,电容识别有致命的缺点,就是如果触摸表面有水或者油污,将导致触摸传感器电容短路,这是任何算法无法解决的问题,如果小的水膜或者油污还有可能进行校正,但是对大片的污染则无能为力。比如手指有水,当你在触摸表面滑动时,电容会有一个不确定的变化,算法将不会识别此次动作。但是通过手势识别,当电容发生突变时,可以认为是有手指触摸,同时通过手势探测进行确认,如果有手存在,则可以认为是有按键动作,同时将手势的滑动轨迹判定为手指在触摸键上进行了滑动操作。

[0041] 另外,手势识别与接近探测的关系,也是对于手势的算法创新。本申请不仅可以探测到一个三维的动作。但是在实际的应用中,这是远远不够的。如果设置的探测距离很近,将导致不能进行有效的靠近预警,同时所谓的距离检测没有任何意义。如果探测的距离很远,那样将会产生频繁的误触发,导致产品使用障碍。本申请的解决方案区分了接近探测和手势识别两种模式。

[0042] 系统开始或者操作结束后,系统自动进入接近探测模式,此时 LED 红外发射电流被调大,探测距离增加到 50CM 以上。当探测到有人靠近时,将切换到手势控制模式,此时探测距离将减小的 1-10cm,这样可以减少误动作和误触发,同时将组合手势作为有效控制信息,将误触发的几率进一步降低。只有在手势控制模式的手势信息才被无线发送作为控制信息。

[0043] 另外,还有关于环境光传感器的创新,U6 里面集成一个环境光传感器,用来补偿环境光对红外光电管的影响。充分利用此环境光传感器,通过其采集环境的亮度,当亮度达

不到预设值并且探测到有人存在时,自动开启灯具,并调节到合适亮度;当亮度超过预设值时,自动调节到合适值,当探测不到人体时,自动关掉灯具。实现了灯具得到自动开关既起到节电又达到最优的光效,对于办公室的灯光管理非常有效。

[0044] 最后应说明的是,以上实施例仅用以描述本发明的技术方案而不是对本技术方法进行限制,本发明在应用上可以延伸为其他的修改、变化、应用和实施例,并且因此认为所有这样的修改、变化、应用、实施例都在本发明的精神和教导范围内。



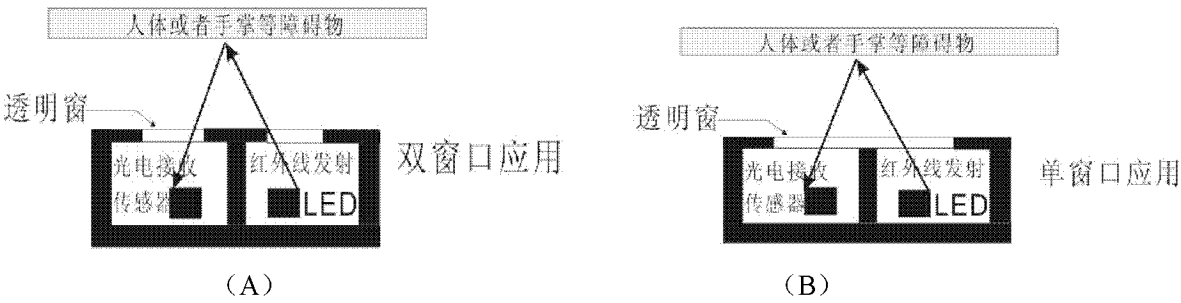


图 1

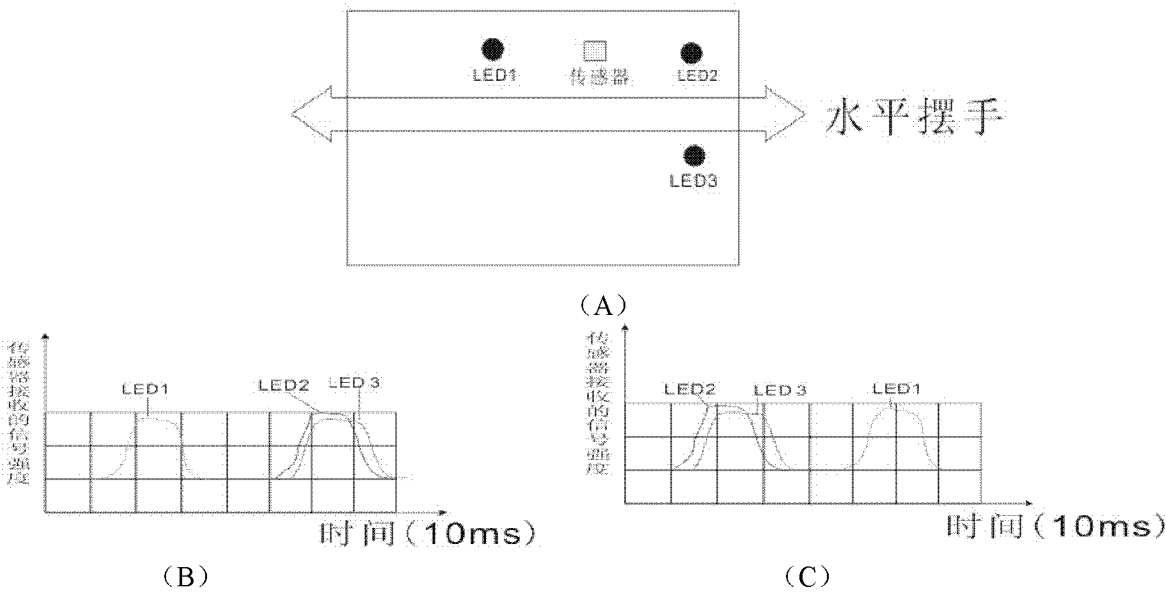


图 2

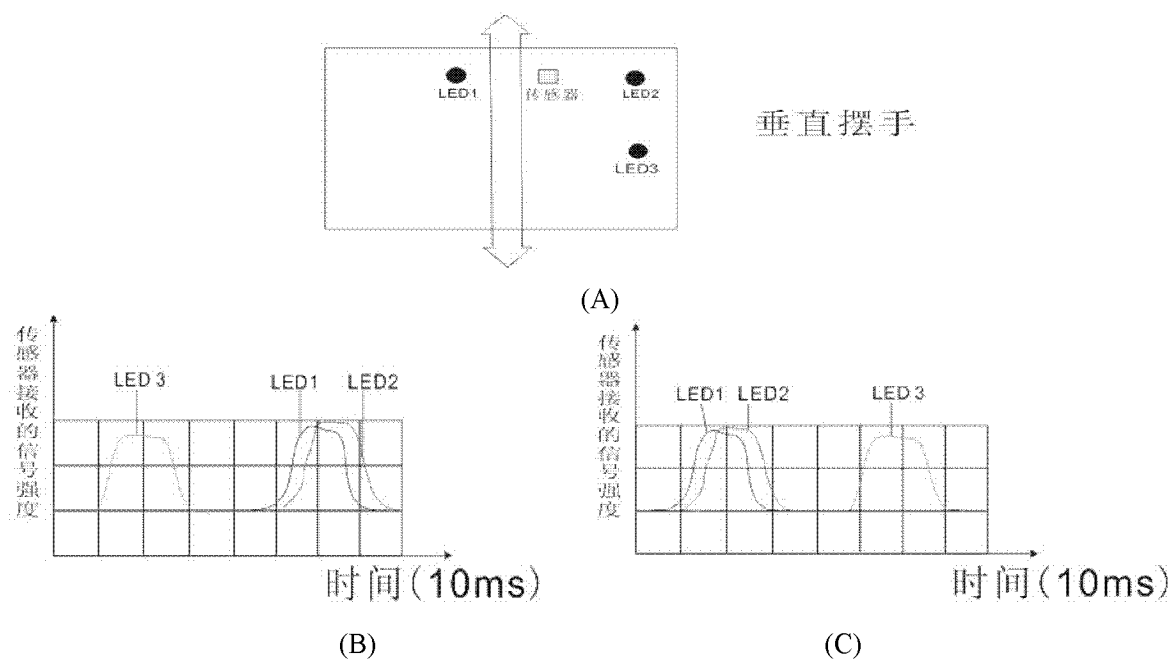


图 3

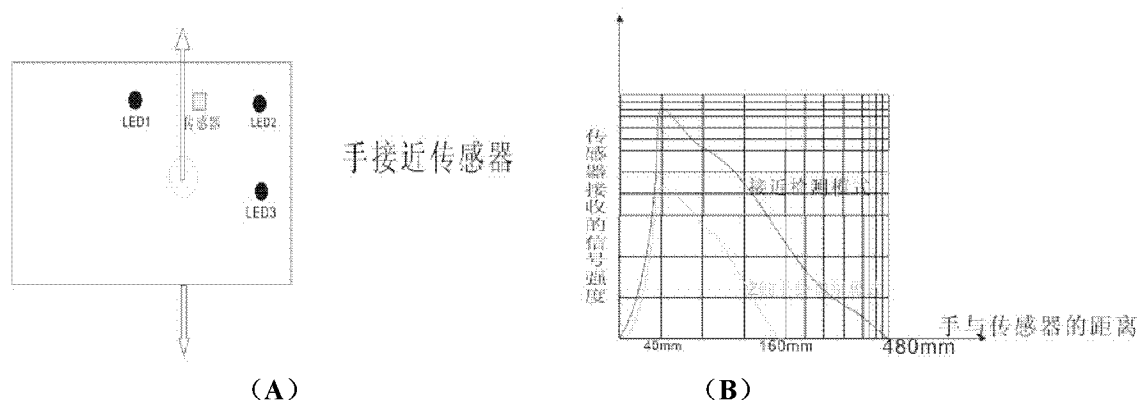


图 4

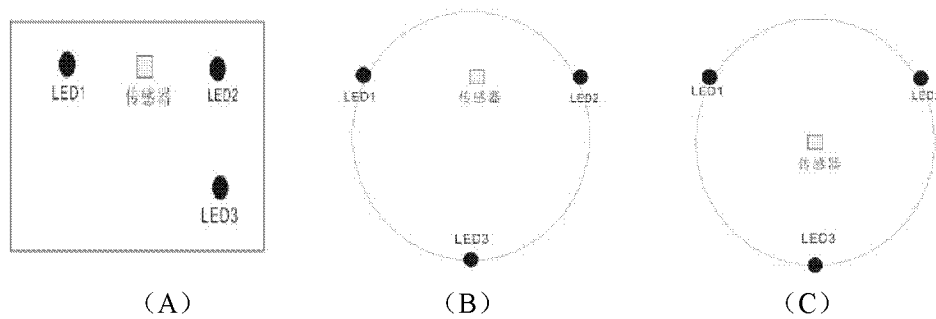


图 5

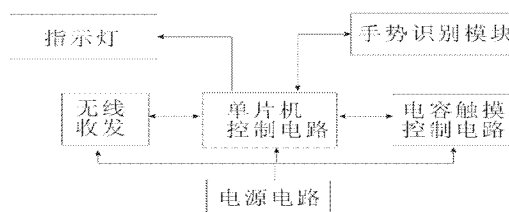
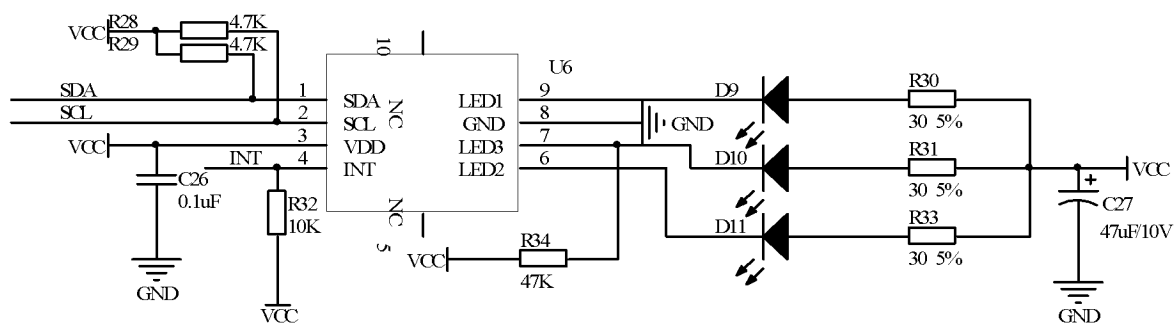
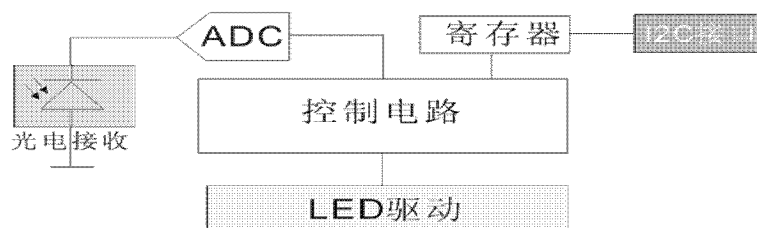


图 6



(A)



(B)

图 7

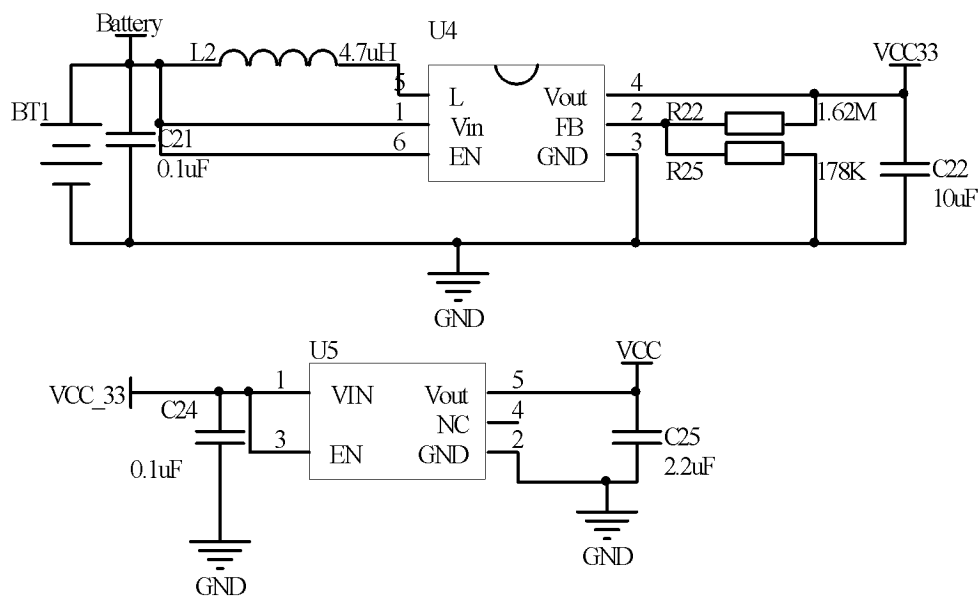


图 8

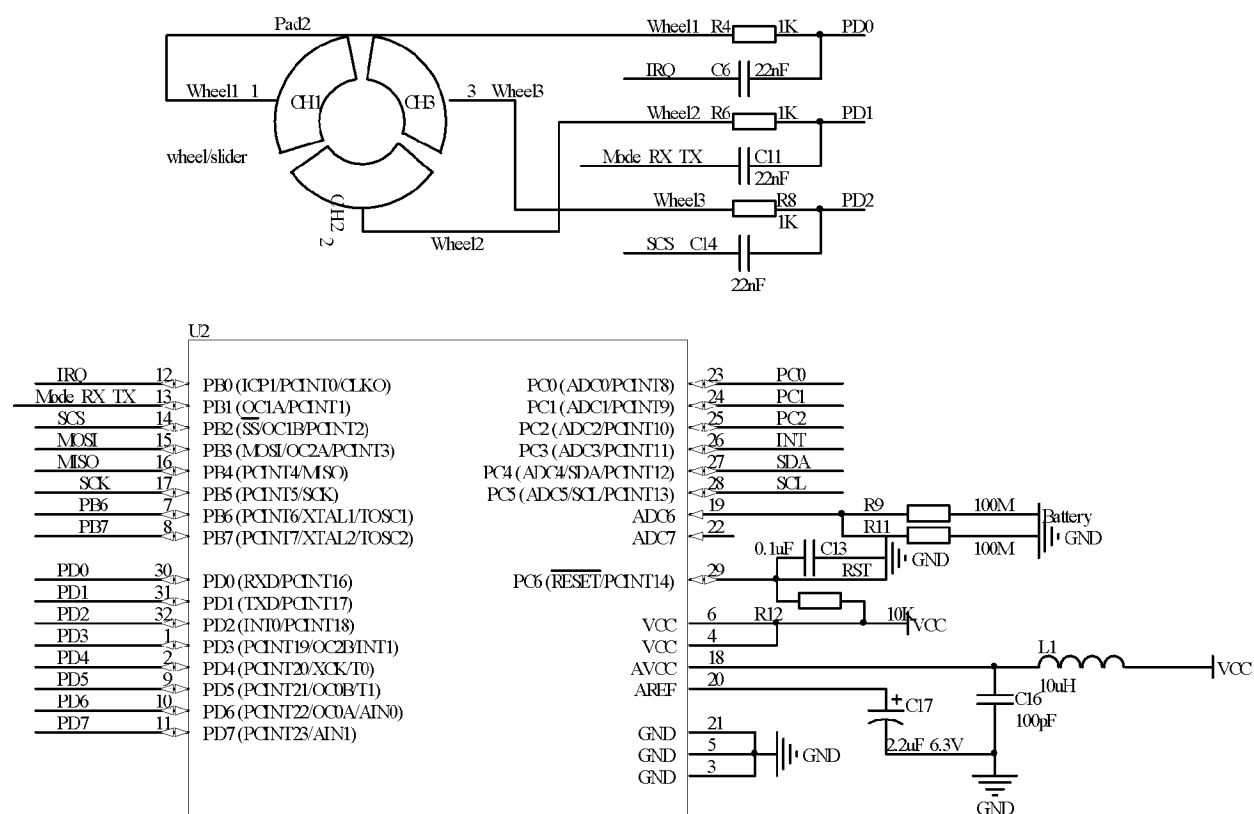


图 9

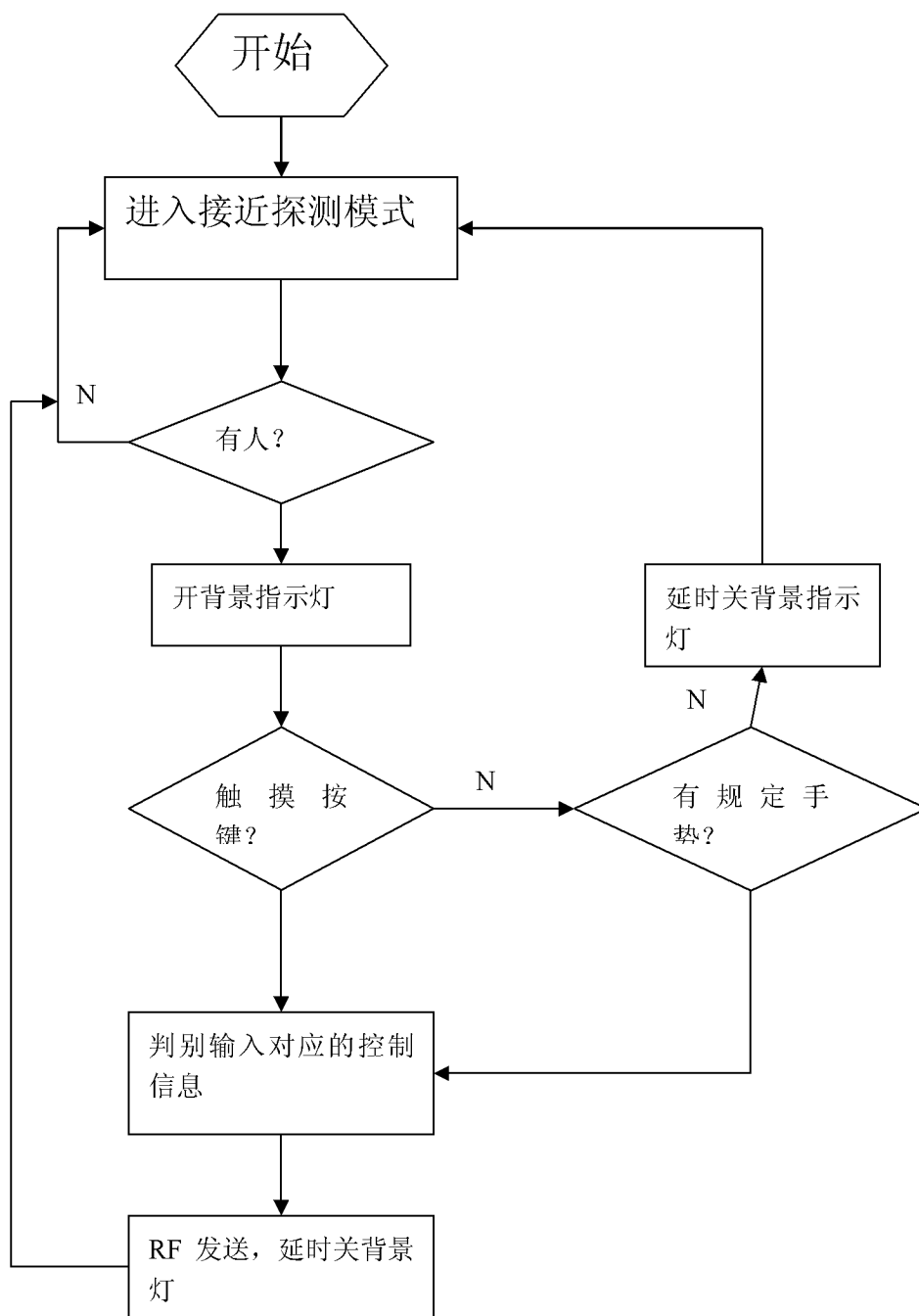


图 10