

智能路灯控制系统硬件设计

李俊林

河南工业贸易职业学院信息工程学院, 河南 郑州 451191

摘要: 文章设计了一种智能路灯控制系统, 使用晶体管通过感应环境亮度, 以关闭和开启路灯, 并通过 LDR 传感器输出亮度。采用 LDR 传感器的备份使用 RTC 来激活基于时间的路灯。如果路灯被损坏, 系统会通过 GSM 模块自动向电力部门发送警报信息。当电力发生故障时, 交流电自动切换到充电的电池。该智能路灯系统可以自动检测其周围的任何运动, 采用 PIR 感应街道上物体的任何移动, 采用 LDR 传感器用于感应亮度, 使路灯根据环境亮度的变化而开启或关闭, 从而减少电能浪费。

关键词: 智能路灯控制系统; PIR; LDR; 系统框架; 硬件设计

0 引言

如今, 考虑到气候的变化, 人口的增加, 气体的排放和不断消耗的自然资源, 减少电力的消耗是个非常重要的工程^[1-3]。工业或城市中的路灯系统越来越多, 这些系统都是为了管理和减少能源消耗, 以保护能源。街道照明是电力消耗的主要部分, 由于管理的问题, 经常发现路灯在白天是开启的, 浪费了宝贵的电力, 同时也减少了灯具的使用寿命。智能控制路灯系统的目的是减少电力资源的浪费, 还可以降低人力成本。城市路灯消耗了大量的电力, 而通过使用智能路灯控制系统, 可以有效减少电力消耗。

1 系统概况

路灯是城市的重要组成部分, 为道路和公共区域提供了夜间视线, 但其耗电量较大。为了解决这一问题, 达到节能减排的目的, 需要采用路灯控制系统。同时, 通过采用 Arduino, 一旦路灯出现故障, 可以及时向电力部门发出警报信息, 以便及时处理故障^[4-5]。LDR 传感元件是作为路灯的重要组成部分, 可以区分步行者和机动车的运动。LDR 可以识别周围的日光区域, 在白天控制路灯关闭, 从而减少了人工开关路灯的问题。通过 PIR 传感器识别任何物体的移动, 从而命令微控制器控制路灯以 100% 的强度发光, 而在街道上没有任何移动的情况下, 则命令微控制器以其最大强度的 1/4 发光。要想实现以上功能, 需要通过 Arduino 来调节所有的命令^[6]。

2 整体框架设计

控制系统整体框架如图 1 所示。

3 硬件设计

3.1 Arduino

Arduino 是一块可编程的电路板, 包含可重复编程的闪存 ATmega328 控制器, 并内置了振荡器, 可以使用 Arduino IDE 将程序写入并输入 Arduino 控制器。同时, 该电路

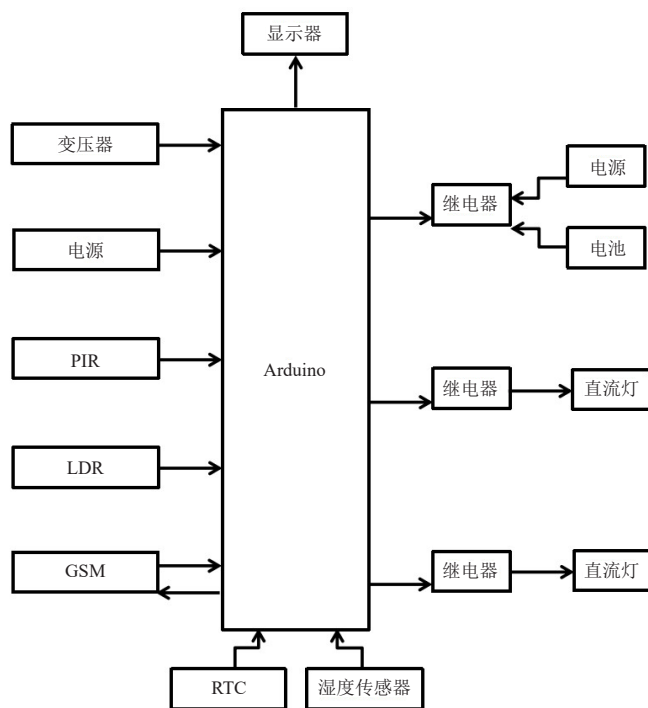


图 1 系统框架图

板包括 14 个输入和数字引脚, 编号为 0 ~ 13, 其中有 6 个脉宽调制 (PWM) 引脚用 (~) 符号表示。PWM 引脚用于调节项目中使用的传感器的电压。该电路板提供了 6 个模拟输入引脚, 编号为 A0 ~ A5, 用于读取传感器的值。其电源通过 USB 提供, 电压为 5 V 或通过适配器提供, 电压范围在 7 ~ 20 V 之间。

3.2 LDR

LDR 的电阻值取决于照射到它身上的光强度, 传感器所提供的电阻值随着光强度的变化而变化, 电阻值随着光强度的增加和减少分别减少和增加, 即电阻与光照强度成反比。因此, 可以将该传感器面向太阳, 通过来自太阳的光强度计算出昼夜。除了实现自动开关路灯, 使用这种 LDR 传感器的可靠性和成本效益高, 作为一种无源传感器, 不需要电源, 节省了电力。

3.3 PIR

PIR 传感器用于检测来自温暖物体的红外波动, 是一个无源设备, 由晶体材料组成, 当检测到人或某些动物发射的红外线并转换成电信号输出。当一些晶体受热时, 其两端将会产生数量相等而符号相反的电荷, 晶体自发极化所产生的束缚电荷被来自空气中附着在晶体表面的自由电子所中和, 导致其自发极化电矩不能表现出来。当 PIR 传感器感知物体的运动、温度的变化时, 晶体结构中的正负电荷重心相对移位, 自发极化发生变化, 晶体表面会产生电荷耗尽, 电荷耗尽的状况正比于极化程度。为了只对人体的红外辐射敏感, 在其辐射照面通常覆盖有特殊的菲涅耳镜片, 使环境干扰受到明显的抑制。

3.4 湿度传感器

湿度传感器主要用来测量设备的湿度值。湿度值一般由温度、压力、质量、电阻率等进行计算。该系统采用 DHT11 电容式湿度传感器, 其工作电压为 3.5 ~ 5.5 V, 工作电流为 0.3 mA。根据不同的湿度数值水平, 灯光就会相应地发挥作用。

3.5 RTC

实时时钟 (RTC) 记录、管理路灯开启与关闭的时间。RTC 有一个内置的 3 V 锂电池, 因此即使在断电时也能提供准确的时间, 可以作为自动路灯的一个备份功能。

3.6 GSM

GSM 模块主要用于系统的移动通信。SIM900 集成 SIMCOM 公司的工业级双频 GSM/GPRS 模块, SIM900 模块用于通知电力部门路灯的损坏情况。任何网络 SIM 卡都可以用在 GSM 调制解调器上进行通信。与 GSM 和 Arduino 互动的命令是 AT 命令。该模块的工作电压为 12 V。在串行通信中, Arduino 的 RX 和 TX 可以与 GSM 的 TX 和 RX 一起使用。

3.7 太阳能电池

太阳能电池是根据光伏效应的原理制造的, 主要用于将太阳光转换成电能, 具有一定的环保性。太阳能电池产生的是直流电源。太阳能电池板在白天为电池充电, 从而为路灯提供电能。

4 系统工作方式

光强度随时间长短的变化如表 1 所示。

案例一: 当时间是高峰期 (18:00 ~ 22:00) 时, 路灯为白光, 以 100% 的效率发光。

案例二: 当高峰期过后 (22:00 ~ 次日 6:00), 并且没有检测到任何运动的物体的情况下, 白灯将以 40% 的效率发光。

案例三: 当环境处于雾气状态时 (22:00 ~ 次日

表 1 光强度随时间长短的变化

测试案例	工作说明
高峰时段 (18:00 ~ 22:00)	白灯, 将以 100% 的效率发光
高峰期后 (22:00 ~ 次日 6:00) (如果没有运动状态的物体)	白灯, 将以 40% 的效率发光
雾气中的情况 (22:00 ~ 次日 6:00)	黄灯, 将以 100% 的效率发光
雾气中的情况 (22:00 ~ 次日 6:00) (如果没有运动状态的物体)	黄灯, 将以 40% 的效率发光
如果灯被损坏 (在任何时候)	通过 GSM 模块发送警报信息

6:00), 黄灯会以 100% 的效率发光。

案例四: 在高峰期 (22:00 ~ 次日 6:00) 后, 而且没有探测到任何物体的情况下, 黄灯会以 40% 的效率发光。

案例五: 如果路灯在任何时间内被损坏, 系统将通过 GSM 模块发送一个警报信息至电力部门, 以便及时维修。

5 结论

文章阐述了设计的路灯管理框架结构和硬件系统, 提出路灯电路的过程控制。在框架结构中, 控制器可以使用 Arduino 板卡发送、识别、执行命令, 使电路可以按照实际系统的指示完成相关工作。LDR、PIR、RTC 等传感器的使用, 可以实现路灯控制的自动化和智能化, 满足路灯在不同环境中的使用。在实际的应用中, 将路灯的照明情况分为 5 个方面, 根据不同的光强度、是否存在移动的物体等条件, 将发出不同类型的光、不同强度的光。此外, 路灯控制系统可以利用定时器控制路灯的开、关时间, 并且当路灯存在照明故障时, 会通过 GSM 模块告知电力部门, 省去了人为排查的时间。

参考文献:

- [1] 刘雯, 陈存哲, 苗享天, 等. 基于 nRF51-DK 的智慧路灯系统设计[J]. 物联网技术, 2019, 9(12): 71-73.
- [2] 毛游琴. 城市智能照明单灯节能控制系统的设计与应用[J]. 光源与照明, 2020(8): 25-26.
- [3] 张云翔. 基于 ZigBee 智慧城市路灯控制系统的设计[D]. 长沙: 长沙理工大学, 2020.
- [4] 刘欢. 基于无线传感网络的城市路灯智能控制系统设计与实现[D]. 成都: 电子科技大学, 2019.
- [5] 冯恒振, 石云波, 秦丽, 等. 基于热释电红外传感器的动作检测系统设计[J]. 压电与声光, 2017, 39(4): 610-613.
- [6] 程婷婷. 智慧路灯远程监控管理软件开发[D]. 杭州: 杭州电子科技大学, 2018.

作者简介: 李俊林, 硕士, 副教授, 研究方向为计算机应用、人工智能。