

基于 MPU-6050 无线遥控电气开关的研究与设计

王银玲 易映萍

(上海理工大学 上海 200093)

摘要: 无线电遥控器是利用无线射频信号对远方的机构进行控制的遥控设备。介绍了一种基于 MPU-6050 无线遥控开关系统的设计方法,并对该系统的组成结构和工作原理进行了详细的说明。为了减少传统无线遥控开关收发过程中编码、解码出现错误,提高无线遥控的精准度,并减少无线遥控开关的功耗,体积等。该系统直接用 MPU-6050 6轴融合后的四元数处理后的数据作为开关的控制信号,以 STM32F103ZET6 为主控芯片,NRF24L01 为无线收发模块,设计了一种基于 MPU-6050 的无线遥控照明电气开关,对整个系统进行了硬件和软件的设计,并通过 keil 进行了硬件仿真,而且对整个系统进行了实验验证。仿真和实验结果表明,该系统实现了控制电气开关的功能,并提高了无线遥控开关的精准度,减小了无线遥控开关的功耗和体积。

关键词: MPU-6050;无线遥控;STM32F103ZET6;NRF24L01;继电器

中图分类号: TN8 **文献标识码:** B **国家标准学科分类代码:** 470.40

Research and design of wireless remote control electric switch based on MPU-6050

Wang Yinling Yi Yingping

(University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: Radio remote control is the use of radio frequency signals for remote control of the remote control equipment. This paper introduces a design method of wireless remote control switch system, and describes the structure and working principle of the system. In order to reduce the traditional wireless remote control switch in the process of coding and decoding errors, improve accuracy of wireless remote control and reduce the power consumption, the volume, and so on. The system directly use mpu-6050's data as the switch control signals, use stm32f103zet6 as main control chip, and use nRF24L01 as wireless transceiver module, the system design a wireless remote control lighting electrical switch based on mpu-6050, including hardware and software design, and the hardware simulation was carried out by keil, and experimental verification of the whole system was carried out. Simulation and experimental results show that the system realizes the function of controlling the electric switch, improve the accuracy of the wireless remote control switch, and reduce the power consumption and volume of the wireless remote control switch.

Keywords: MPU-6050; wireless remote control; STM32F103ZET6; NRF24L01; relay

1 引言

无线通信技术近十几年在信息和通讯领域中有着快速的发展,并且有着集成化,低功耗,易操作的发展趋势。目前,某些只有微控制器和集成射频芯片组成的无线通讯模块不停出现,这种微功率无线数据传输技术^[1]在工厂、家用等场合获得广泛使用^[2]。无线通信技术^[3]是一项很有发展远景的通讯技术,得到了广泛的重视^[4]。该技术采用射频方法^[5]实现非接触双向通信,能够自主辨别目标对象并得到相应的数据,具备操作快捷、精度高等许多优点^[6]。

本文介绍了一种基于 MPU-6050 的无线遥控开关,通过 MPU-6050 Y 轴的数据控制继电器的开关,从而控制家用照明设备的开关,并利用 NRF24L01^[7]无线收发器芯片实现无线遥控的功能,主控 stm32 经由 IIC 读出 MPU-6050 的数据,并通过 NRF24L01^[8]发送出去,并通过另一个 NRF24L01 接收到该数据后,由主控对数据进行简单的处理后,控制继电器的开关,从而控制家用照明设备的开关^[9]。

全文以实际生活中会出现的问题为出发点,正是考虑到实际生活中有时要走到开关处关灯不方便,才想要设计一

款简易的遥控开关,适用于家用,而在之前接触过 MPU-6050,所以想要用其一个轴的数据来控制遥控的开关,后来经过不断试验,发现用 Y 轴的数据是操作最方便的,所以本设计是用 MPU-6050 的 Y 轴的数据来控制继电器开关的。

2 系统结构框图

2.1 基于 MPU-6050 的遥控开关结构

系统结构如图 1 和 2 所示。



图 1 无线通信发送模块结构



图 2 无线通信接收模块结构

无线遥控开关包括两个 stm32 主控 1 和 2、MPU-6050 模块 3、NRF24L01 无线传输 4 和 5、继电器 6。stm32 主控 1 用于将 MPU-6050 模块 3 的一个轴的数据读取出来,并通过 NRF24L01 无线传输 4 将读取到的数据发送出去。stm32 主控 2 用于将 NRF24L01 无线传输 5 接收到的数据进行处理,从而控制继电器的开关,进而控制设备的开关。MPU-6050 模块 3 与 stm32 主控 1 相连接,读出 MPU-6050

模块 3 的一个轴的数据后用于继电器的开关控制。

NRF24L01 模块 4 与 stm32 主控 1 相连接,用于发送 MPU-6050 模块 3 的数据。NRF24L01 模块 5 与 stm32 主控 2 相连接,用于接收 MPU-6050 模块 3 的数据。继电器 6 与 stm32 主控 2 相连接,用于操控电气开关。

2.2 无线通信发送模块原理

无线通信发送模块原理图^[10]如图 3 所示。

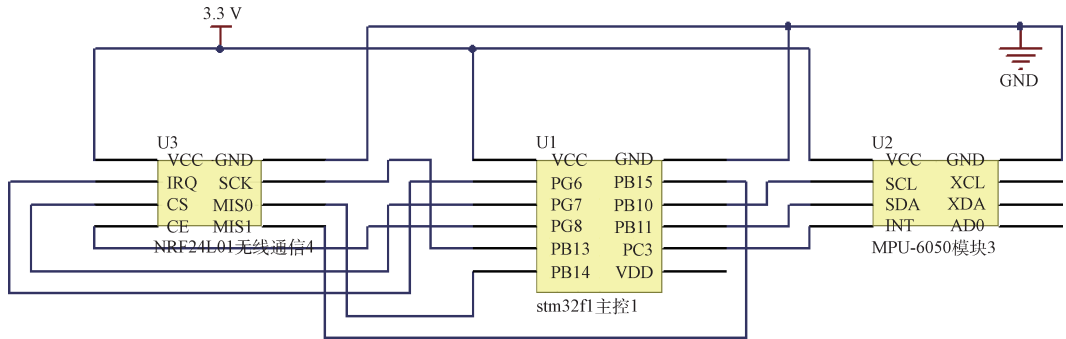


图 3 无线通信发送模块原理

如图 3 所示,stm32 主控 1 与 NRF24L01 无线通信 4 以及 MPU-6050 模块 3 连接的接管线脚图(与编程有关)。

MPU-6050 与主控 stm32 的连接为 SCL-PB10;SDA-PB11;INT-PC3。NRF24L01 与主控 stm32 的连接为 IRQ-PG6;CS-PG7;CE-PG8;SCK-PB13;MISO-PB14;MIS1-

PB15。NRF24L01 以及 MPU-6050 的供电均为 3.3 V。

无线通信发送模块由 MPU-6050 发出控制信号,由 STM32F1 主控 1 给无线射频收发器 NRF24L01 配置为发送模式,将控制指令发送出去。

2.3 无线通信接收模块原理

无线通信接收模块原理如图 4 所示。

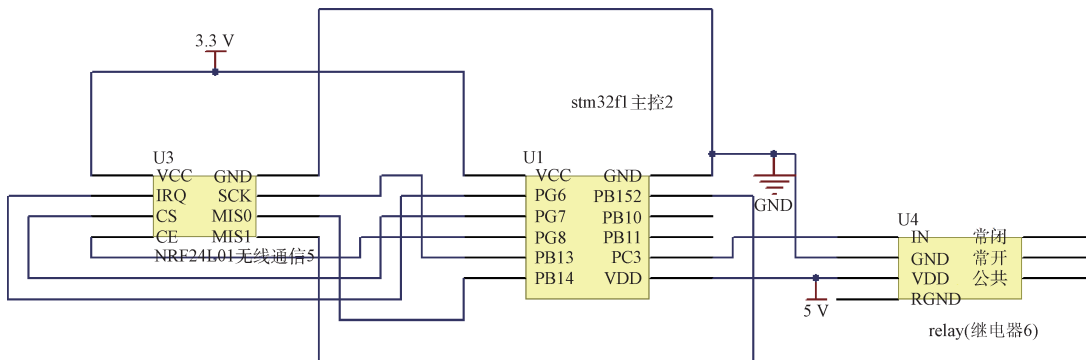


图 4 无线通信接收模块原理

如图 4 所示,stm32 主控 2 与 NRF24L01 以及继电器 6 连接的接管线脚图(与编程有关)。继电器与 stm32 的连接方式为 IN-PC3; NRF24L01 与主控 stm32 的连接为 IRQ-PG6; CS-PG7; CE-PG8; SCK-PB13; MISO-PB14; MISI-PB15。NRF24L01 的供电电压为 3.3 V,继电器为 5 V。

无线通信接收模块由 STM32F1 主控 2 给无线射频收发器 NRF24L01 配置为接收模式^[11],接收到 mpu-6050 的数据,并由主控 2 简单处理后用于控制继电器的开关,进而控制电气设备的开关。

2.4 小结

本系统硬件的关键创新性在于使用 MPU-6050 运动处理组件,使用其 6 轴融合数据,即陀螺仪与三轴加速度值处理后得到一组四元数,再对四元数处理后得到三轴角度值,本文使用其 Y 轴的数据作为控制信号,去控制开关的开通与关断,这样避免了传统的编码解码过程中的错误。

3 遥控系统软件设计

3.1 无线遥控开关发送模块部分软件流程

无线遥控开关发送模块部分软件流程^[12]如图 5 所示。

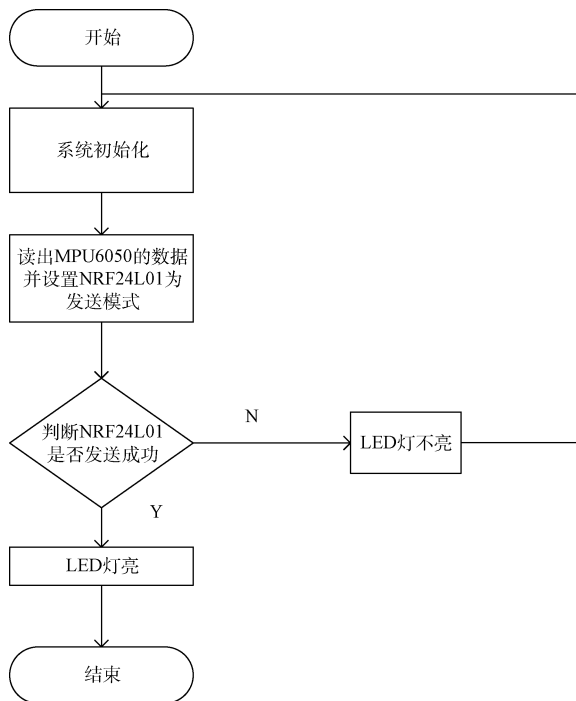


图 5 无线遥控开关发送模块部分软件流程

由图 5 可以看出,在程序中先对程序进行系统初始化,即对 uart^[13],延时函数,IIC,MPU-6050DMP 等进行初始化,对中断及管脚进行配置,然后读取此时 MPU-6050 的 Y 轴的数据并设置 NRF24L01 为发送模式,接着判断 NRF24L01 是否成功发送,若失败则重新加载程序,否则

LED 灯亮,完成一次发送。

3.2 无线遥控开关接收模块部分软件流程

无线遥控开关接收模块部分软件流程^[14]如图 6 所示。

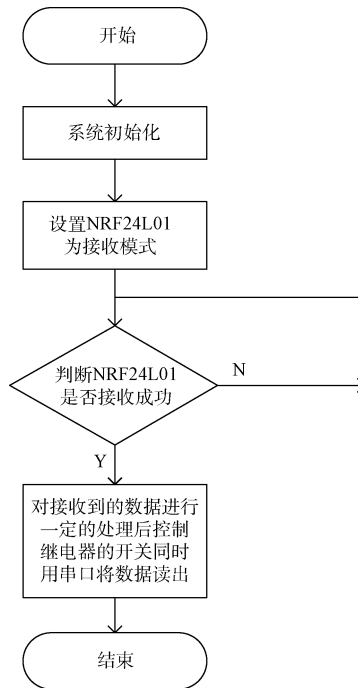


图 6 无线遥控开关接收模块部分软件流程

由图 6 可以看出,在程序中先对程序进行系统初始化,即对 SPI、GPIO 口等进行初始化^[15],然后判断 NRF24L01 是否与主控可靠连接,若未正常连接,则应检查硬件后重复判断,若可靠连接,则配置 NRF24L01 为接收模式,接着对接收到的数据进行一定的处理后去控制继电器的开关,本系统是在发送程序中对数据进行了负数变成正数的处理,若接收到的数据大于 188,则继电器开关打开,若接收到的数据小于 68,则继电器开关关闭,即完成一次无线接收。

3.3 小结

本系统的软件不仅实现了收发功能,而且通过串口将数据读出,导入到 MATLAB 中作图,进而更加利于实验结果的分析。

4 实验结果

由串口读出 MPU-6050 Y 轴的数据并把数据导入 MATLAB 中作出下图,如图 7 所示,并给出了滞回比较曲线。由图 7 可以看出,当 Y 轴数据大于 188 时开关打开,当 Y 轴数据小于 68 时开关关闭。而当 Y 轴数据在 68~188 时开关状态不变。

当接收到的数据大于 188 时,控制继电器的管脚电压输出为高电平,约为 3.3 V,如图 8 所示,继电器接通,进而控制电气开关打开。

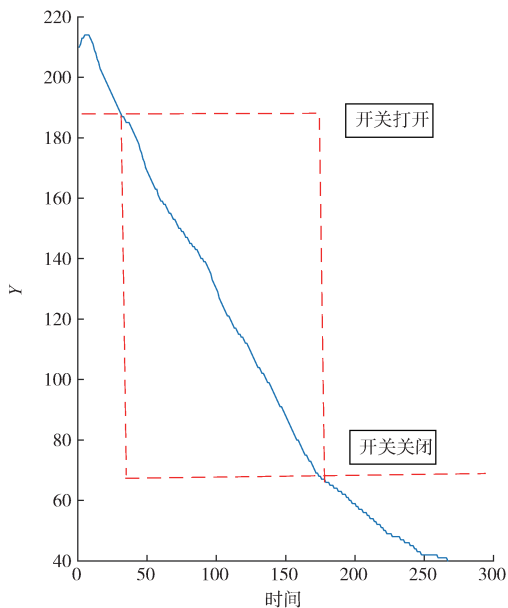


图 7 Y 轴数据曲线

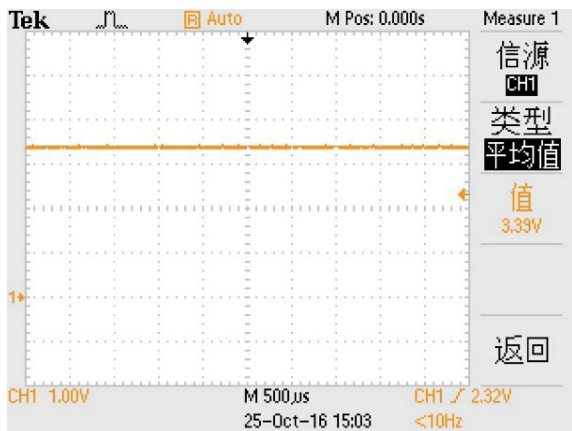


图 8 开关打开示波器输出波形

当接收到的数据小于 68 时,控制继电器的管脚电压输出为低电平,接近 0 V,如图 9 所示,继电器关闭,进而控制电器开关关闭。

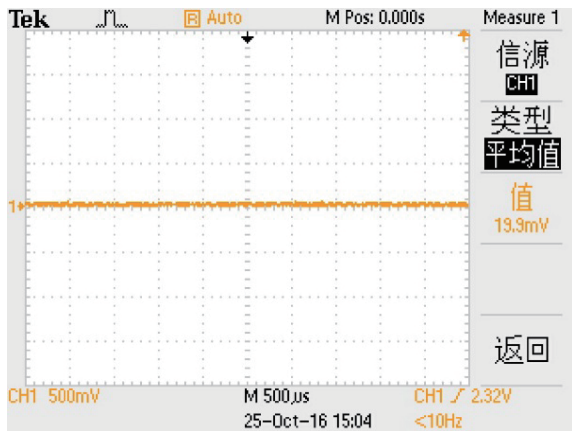


图 9 开关关闭示波器输出波形

综上所述,该系统可以达到预期效果,实现无线遥控控制电气开关的效果。

5 结 论

stm32f103zet6 上带有连接 NRF24L01 的接口,所以没有用到杜邦线,这也增加了硬件连接的可靠性,而 MPU-6050 是通过杜邦线与主控 stm32f103zet6 连接的,虽然硬件连接存在不可靠的风险,但 MPU-6050 上有电源指示灯,所以可以通过观察电源指示灯是否点亮来判断 MPU-6050 是否与主控 stm32 可靠连接。接收模块的继电器也是通过杜邦线与主控 stm32f103zet6 连接的,同样,可以观察电源指示灯来判断继电器是否与主控 stm32 可靠连接。

通过对整个系统的硬件与软件设计,达到了预期的效果,即本系统的可行性,可以通过控制 MPU-6050 控制电气开关,本系统只是可以控制开关的打开或关断,未来可以考虑控制调节照明灯具的亮度等,有待进一步研究,具有推广前景和实用价值。

参考文献

- [1] 张大伟,陈佳品,冯洁,等.面向准危重病人的区域化无线监护系统研制[J].仪器仪表学报,2014,35(14):74-81.
- [2] 李丽,王代华,张志杰.基于射频芯 CC1020 的无线数传系统的设计[J].国外电子测量技术,2008,27(5):71-74.
- [3] SHI W R, JIANG Y S, ZHAO Y. Modeling of a wireless saw temperature sensor and associated antenna[J]. Instrumentation, 2014, 1(1):38-47.
- [4] 宋亚军.分析无线通信技术的发展与前景展望[J].信息通信,2015(4):262.
- [5] 郑红梅,王有杰,陈科,等.塔机群无线远程安全监控系统设计[J].电子测量与仪器学报,2014,28(5):520-526.
- [6] 王宏刚.射频识别系统空中接口协议关键技术研究[D].西安:西安电子科技大学,2012.
- [7] 李长才,肖金球,张少华.基于 nRF24L01 的无线多点温度监测报警系统设计[J].电子测量技术,2016,39(6):94-97.
- [8] 窦慧晶,侯荣全,陈凤菊.基于 BOA 和 nRF24L01 的智能家居系统[J].国外电子测量技术,2015,34(2):67-72.
- [9] 张小环,王猛,郝凯学,等.低成本无源无线发射和接收开关研制[J].实验技术与管理,2015,32(3):110-112.
- [10] 孙江宏,李良玉. Protel 99 电路设计与应用[M].北京:机械工业出版社,2006.
- [11] 曹娜.基于 nRF24L01 的低功耗无线图像传感器节

- 点设计与实现[D]. 天津:天津大学,2014.
- [12] 郭书军. ARM Cortex-M3 系统设计与实现-STM32 基础篇[M]. 北京:电子工业出版社,2014.
- [13] 郭坤. 基于无线自组网技术的数据采集控制器的设计[D]. 青岛:青岛科技大学,2013.
- [14] 欧阳骏,李英芬,王小强. 疯狂 STM32 实战讲学录[M]. 北京:中国水利水电出版社,2013.
- [15] 孟博宇. STM32 自学笔记[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2012.

(上接第 26 页)

参考文献

- [1] 沈自才. 空间辐射环境工程[M]. 北京:中国宇航出版社,2013.
- [2] 黄正峰,申思远,彭小飞,等. 基于时空冗余的容软错误锁存器设计[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(9):1310-1319.
- [3] 李刚,程志峰. 基于 FPGA 的实时电子稳像[J]. 仪器仪表学报,2013,34(S2):8-10.
- [4] 郑晓云,陶淑苹,冯汝鹏,等. SRAM 型 FPGA 抗单粒子翻转技术研究[J]. 电子测量技术,2015,38(1):59-63.
- [5] 薛旭成,吕恒毅,韩诚山,等. 空间电子系统 FPGA 抗单粒子闩锁设计[J]. 电子测量与仪器学报,2014,28(8):865-869.
- [6] 张松,李筠. FPGA 的模块化设计方法[J]. 电子测量与仪器学报,2014,28(5):560-564.
- [7] HANSEN D L, JOBE K, WHITTINGTON J, et al. Correlation of prediction to on-orbit SEU performance for a commercial 0.25 μm CMOS SRAM[J]. IEEE Transactions on Nuclear Science, 2007, 54(6):2525-2533.
- [8] 王跃科. 空间电子仪器单粒子效应防护技术[M]. 北京:国防工业出版社,2010.
- [9] XING K, YANG J, WANG Y, et al. SEU induced dynamic current variation of SRAM-based FPGA: A case study[C]. European Conference on Radiation and ITS Effects on Components and Systems, IEEE, 2011:815-821.
- [10] WILKINSON D C, DAUGHTRIDGE S C, STONE J L, et al. TDRS-1 single event upsets and the effect of the space environment[J]. IEEE Transactions on Nuclear Science, 1992, 38(6):1708-1712.

作者简介

王银玲,硕士研究生,研究方向为电力电子与电力传动。

E-mail:806361216@qq.com

易映萍,硕士、副教授,研究方向为电力电子与电力传动、电机与电器、电力系统及自动化。

E-mail:yyp@usst.edu.cn

作者简介

刘鹏程 1992 年出生,工学硕士生,主要研究方向为空间仪器工程。

E-mail:18641162300@163.com