

· 仪器设备研制与开发 ·

# 基于 STM32 的语音控制与坐姿检测智能台灯原型系统

袁 博

(南阳理工学院 计算机与信息工程学院, 河南 南阳 473004)



**摘 要:**设计了一种基于 STM32 的语音控制与坐姿检测智能台灯原型系统。系统由主控制器模块、语音识别模块、人体红外感应模块与继电器模块组成。以 STM32 微控制器为主控制器,通过串口控制 WTK6900B-B01 语音识别模块获取并解析语音指令,实现对 LED 灯的语音控制,包括开关、亮度变化及颜色变化等基本功能。通过 HC-SR501 人体红外感应模块检测坐姿,坐姿不正确则点亮报警灯并鸣喇叭提醒。通过 SRD-05VDC-SL-C 继电器模块实现系统元件之间的耦合隔离,提高系统负载能力,完善系统控制功能与安全防护功能。测试结果表明,该原型系统不仅实现了台灯控制方式的便利化与人性化,还具备预防驼背与近视的功能,具有较强的实用性和市场化潜力。

**关键词:**语音控制; 坐姿检测; 智能台灯

**中图分类号:**TP 39

**文献标志码:**A

**文章编号:**1006 - 7167(2019)03 - 0056 - 05

## Intelligent Desk Lamp Prototype System for Voice Control and Sitting Posture Detection Based on STM32

YUAN Bo

(School of Computer and Information Engineering, Nanyang Institute of Technology, Nanyang 473004, Henan, China)

**Abstract:** An intelligent desk lamp prototype system for sitting posture detection based on STM32 is proposed. The system is controlled by voice, and composed of a main controller module, a voice recognition module, a human body infrared sensing module and a relay module. With the STM32 microcontroller as the main controller, the voice instructions are obtained and parsed by WTK6900B-B01 voice recognition module to realize the control functions of LED lamp, which include switch, brightness change and color change. The HC-SR501 infrared sensor module is used to detect user's sitting position. If the sitting posture is incorrect, the alarm lamp will be lit and the horn will be honed. By adopting SRD-05VDC-SL-C relay module, the coupling isolation among different components of system is realized, and system's load capacity, control function and safety protection function are improved. The test results show that the prototype system not only realizes the convenience and humanization of the lamp's control mode, but also has functions of preventing hump back and myopia, and the cost is reasonable, so it has ideal practicability and market potential.

**Key words:** voice control; sitting posture detection; intelligent desk lamp

### 0 引 言

随着生活水平的提高和科学技术的发展,人们对于家用电器的功能与性能要求越来越高。同时,随着学生课业压力与成人工作压力的不断增大,长时间的不良阅读姿势导致的近视与驼背等问题日趋严重。为了使日常阅读体验更加便利化与人性化,同时及时发

收稿日期:2018-06-15

基金项目:国家自然科学基金项目(41371353)

作者简介:袁 博(1982 - ),男,河南南阳人,博士,讲师,主要从事物联网应用研究。

Tel.: 15037773103; E-mail: nylgyb@163.com



现与提醒不健康的阅读姿势,采用同时具备语音控制与坐姿检测功能的家居照明设备是十分必要的。传统的家居照明设备通常不具备语音控制与坐姿检测功能;固定在墙壁与屋顶的声控灯具会限制人们的阅读活动范围<sup>[1-3]</sup>;目前市面上的智能台灯,能够同时实现语音控制与坐姿检测功能的不多,且价格较为昂贵<sup>[4-6]</sup>。因此,设计一种能够同时具备语音控制与坐姿检测功能,且价格适中的便携式智能台灯是必要和有价值的。

本文提出了一种基于 STM32 微控制器的智能台灯原型系统,系统以 STM32 为主控制器,通过串口发送控制指令并传送检测数据,结合 WTK6900B-B01 语音识别模块、HC-SR501 人体红外感应模块和 SRD-05VDC-SL-C 继电器模块,实现了台灯的语音控制与坐姿检测/提醒功能。该原型系统是物联网技术在智能家居领域的一种有益探索与典型应用,经进一步技术改进与细化,具备产品化与市场化的潜力。

## 1 系统硬件设计

### 1.1 系统硬件总体设计

系统硬件主要需要实现以下三方面功能:① 通过对语音指令的存储和解析,实现对台灯的语音控制功能;② 通过红外反射原理检测人体坐姿,实现对不良坐姿的提醒功能;③ 通过主控制器实现对系统各模块的统一控制。

整个系统由微控制器、存储器、系统电源、语音识别、坐姿检测、继电器与 LED 灯等功能模块组成。语音识别模块连接麦克风,用于获取使用者的语音命令。系统上电后,微控制器通过 USART 串行口控制语音识别模块获取并解析语音指令,根据指令解析结果,通过继电器输出脉冲宽度调制(Pulse Width Modulation, PWM)信号,增强负载能力,控制 LED 灯作出相应动作,包括灯的亮灭、亮度调整与颜色变化等。同时,微控制器通过坐姿检测模块的反馈信息判断使用者的坐姿是否正常,当使用者阅读姿势不健康时,利用报警灯闪烁结合语音报警的方式提醒使用者纠正坐姿,预防近视与驼背。系统硬件设计框图如图 1 所示。

### 1.2 主控模块

选用 STM32L053R8 微控制器作为主控芯片,NUCLEO-L053R8 开发板作为主控制电路板,通过串行口和定时器实现语音指令数据的获取与解析,以此实现开/关台灯、亮度调节和颜色改变等功能。NUCLEO-L053R8 是 ST 公司推出的一款针对 STM32L0 系列设计的 cortex-M0 开发板,具有完备的基于浏览器的软件开发环境,编译程序只要烧录到开发板上即可使用<sup>[7-11]</sup>。

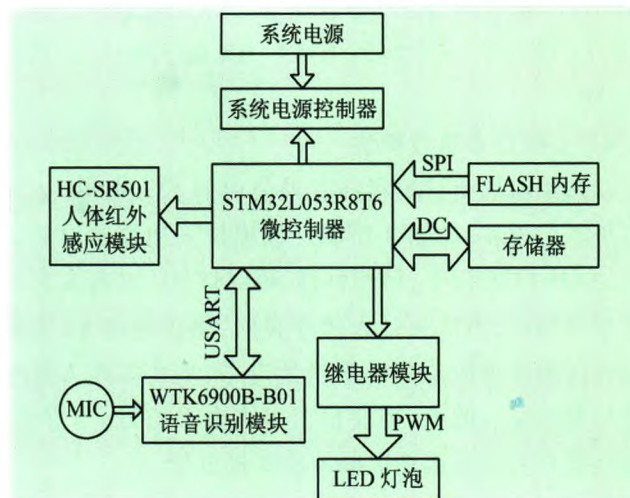


图 1 系统硬件总体设计

STM32L053R8 中的通用定时器 TIM2 是一个 16 位自动重装载计数器,具有 4 个独立通道,可用于实现输入捕获、输出比较、PWM 输出等功能,且具有独立 DMA 功能。通过改变 TIM2 输出 I/O 口的电平来改变定时器的捕获值,实现不同频率的 PWM 输出,就能够实现改变灯光亮度及颜色的功能。

### 1.3 语音识别模块

语音识别模块选用 WTK6900B-B01,如图 2 所示。该模块是由深圳唯创知音电子有限公司推出的一款语音辨识模块,采用 ssop24 封装,方便拆装,操控方便。能够辨认预先存储的语音词条并经过串口输出辨别结果。该模块还具有以下特点:支持多种采样率;通过语音指令操控输出,具有串口输出、IO 输出、扬声器播放 3 种输出模式;通过外挂 SPI Flash 增大内存容量,能够存放多组词条;支持多种语言的辨识,识别准确率高<sup>[12-13]</sup>。

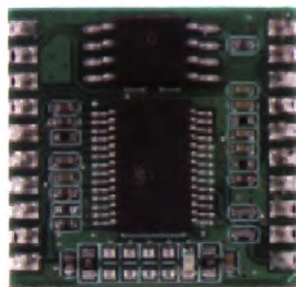


图 2 WTK6900 B-B01 语音识别模块

WTK6900B-B01 在收到语音指令时,会与存储在芯片中的词条进行对比,若语音指令波形与词条波形一致,或波形相似度高于所设阈值,则认为识别正确。此时串口 TX 端会输出相应指令,同时 3 个 IO 口(OUTA、OUTB、OUTC)会输出相对应的电平,再通过串口 RX 端输出到 STM32L053R8 微控制器,进而控制灯光的开关,改变亮度及颜色<sup>[14]</sup>。

WTK6900B-B01 模块串口指令格式采用起始码 + 参数 + 反码格式。例如“打开灯”的语音指令 TX 输出



AA07F8,起始码为 AA 参数 07 反码 F8,参数 + 反码 = FF,TX 输出指令起始码为 AA,RX 输入指令起始码为 BB。

1.4 人体红外感应模块

选用深圳市捷顺科技有限公司的 HC-SR501 人体红外感应模块,如图 3 所示。该模块采用德国原装进口的 LH 1778 探头,敏锐性高、操纵性强。选择高低电平变换输出,当检测到人体存在时,输出高电平,人体离开该模块感应范围时输出低电平,从而实现人体坐姿检测功能。此外,模块输出为高电平信号,与灯泡、蜂鸣器等具有提醒功能的器件对接方便。

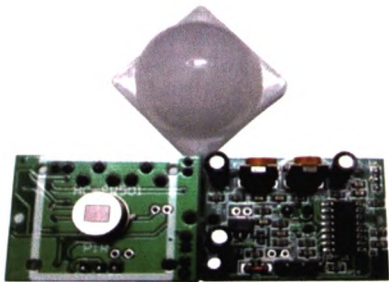


图 3 HC-SR501 人体红外感应模块

HC-SR501 人体红外感应模块采用 A、B 双元探头,探头窗口为长方形,探头位居长方形较长方位的两头。其检测原理为:当人体从左到右或从右到左经过双元探头,红外光谱达到双元的时刻、间距有差值,差值越大其检测越敏锐。但人体从上到下或从下到上经过该模块时,差值较小,甚至检测不到差值导致检测不灵敏。这就要求该检测模块放置应该与人体活动方向平行,且为了增大感应角度范围,该模块采用圆形透镜,四面都能感应,但左右两侧比上下感应范围大、灵敏度强<sup>[15-17]</sup>。该模块感应范围如图 4 所示。

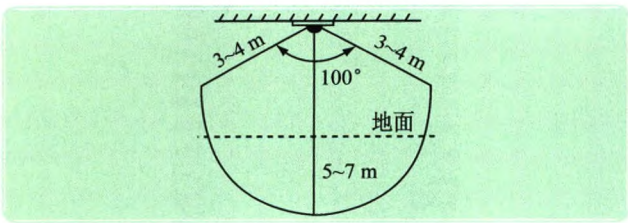


图 4 HC-SR501 感应范围

1.5 继电器模块

选用带光耦隔离的 5 V 继电器模块。此模块可以在噪声较大的环境中使用,并且该模块采用两个外部电源系统供电,确保了继电器开关不会对信号回路发生影响。另外该模块具有高低电平两种驱动模式,可自由切换,操作简单。贴片光耦隔离使得该继电器模块驱动能力强、性能稳定。

1.6 系统硬件电路设计

对于 WTK6900 B-B01 语音识别模块,分别用 13

号引脚 TX 与 14 号引脚 RX 与 STM32L053R8 微控制器的 PA9 和 PA10 引脚连接,20 号引脚接电源正极,电压为 3.3 V,WTK6900 B-B01 与 STM32L053R8 的连接方式如表 1 所示。

表 1 WTK6900B-B01 与 STM32L053R8 连接方式

STM32L053R8	WTK6900B-B01
PA9	RX
PA10	TX

对于 HC-SR501 人体红外感应模块,用 1 号引脚连接电源正极,电压为 3.3 V;2 号引脚连接 STM32L053R8 微控制器的 PB3 引脚,HC-SR501 与 STM32L053R8 的连接方式如表 2 所示。

表 2 HC-SR501 与 STM32L053R8 连接方式

STM32L053R8	HC-SR501
PB3	P2

继电器模块采用双电源供电,外部 VCC 接 3.3 V 电源,VCC2 接 5 V 电源且与 STM32L053R8 微控制器的 PB9 引脚连接,继电器模块中的三极管分别与 PC9、PB8 相连接,继电器模块与 STM32L053R8 的连接方式如表 3 所示。

表 3 继电器模块与 STM32L053R8 连接方式

STM32L053R8	继电器模块
PC9	三极管
PB8	三极管

系统硬件电路如图 5 所示。

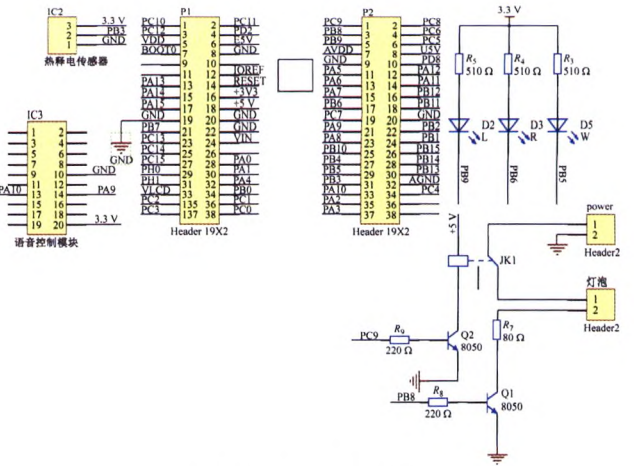


图 5 系统硬件电路

2 系统软件设计

系统主控制程序流程如图 6 所示。首先,对 STM32L053R8 的串口、定时器进行初始化,同时对语音模块进行初始化。语音识别模块通过麦克风收取语音指令,若指令与存储在 SPI Flash 的词条波形相识度高于设定的门槛,该语音指令通过串口通信存储到



STM32 中,在数据传输中断请求结束后,单片机控制灯泡作出相应变化,否则需要再次获取语音指令。

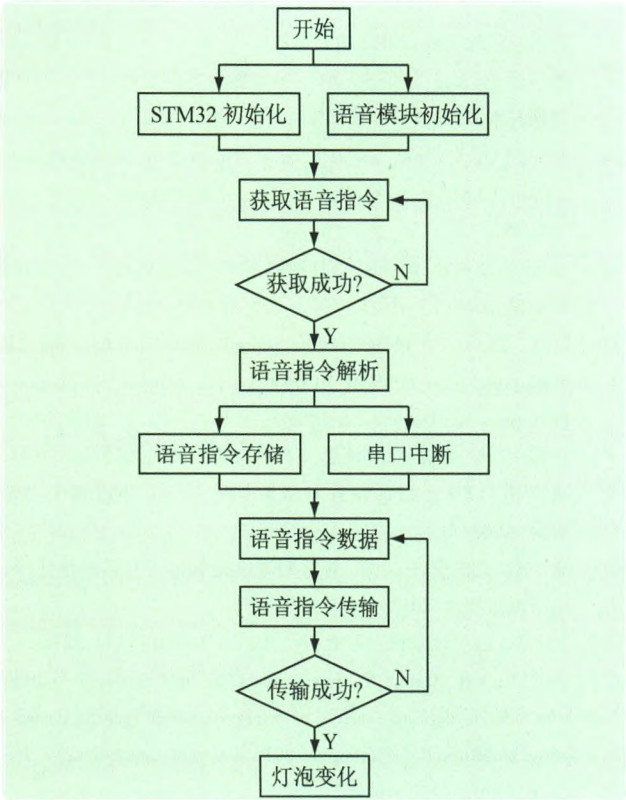


图 6 主控制程序流程

主控制程序主要由定时器中断程序和串口通信程序两部分组成。

定时器中断程序保证在接收语音指令信息时不再接受其他指令请求。当 STM32L053R8 主控模块接收到语音指令请求时,选择工作寄存器,接受语音识别模块的中断请求,若请求中断成功则清除中断标志,从缓存区读取语音指令信息,并将信息存储在寄存器中,结束本次指令请求,若接受中断请求失败则结束本次指令请求,等待下一次中断请求。

串口通信模块完成在语音识别模块和主控模块之间语音指令的收发。首先 STM32L053R8 关闭中断,获取寄存器中的语音指令数据;然后通过串口传输数据,并判断语音指令数据传输是否完成。若数据传输失败,则重新传输语音指令数据,若成功则开中断,结束本次传输。

3 测试与分析

实现的智能台灯原型系统及其调试场景如图 7 所示。

3.1 语音控制 LED 灯功能测试

当测试人发出语音指令“小白”时,唤醒语音识别模块;发出语音指令“开灯”时,LED 灯自动打开;发出语音指令“亮点”时,LED 灯变亮;发出语音指令“暗

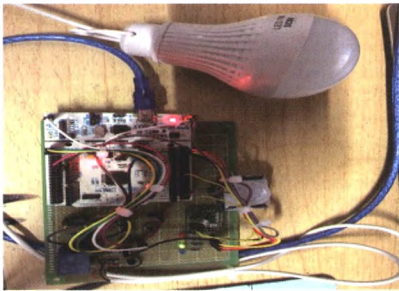


图 7 智能台灯系统原型及调试场景

点”时,LED 灯变暗;发出语音指令“变色”时,灯泡循环改变颜色;发出语音指令“最亮”时,灯泡达到最大亮度;发出语音指令“最暗”时,灯泡达到最小亮度;发出语音指令“关灯”时,灯泡熄灭。具体测试结果如表 4 所示。语音质量识别成功后,串口输出内容与播报内容如表 5 所示。

表 4 语音控制 LED 功能测试

序号	词组	词条	LED 灯变化情况
1	唤醒词	小白	无,语音模块唤醒
2	命令词	开灯	灯泡亮起
3	命令词	关灯	灯泡熄灭
4	命令词	亮点	灯泡变亮
5	命令词	暗点	灯泡变暗
6	命令词	变色	灯泡改变颜色
7	命令词	最亮	灯泡达到最亮
8	命令词	最暗	灯泡达到最暗

表 5 语音识别成功后串口输出与播报内容

序号	词组	词条	串口输出	播报内容
1	唤醒词	小白	无,语音模块唤醒	在
2	命令词	开灯	灯泡亮起	已打开
3	命令词	关灯	灯泡熄灭	已关闭
4	命令词	亮点	灯泡变亮	已调
5	命令词	暗点	灯泡变暗	已调
6	命令词	变色	灯泡变色	已变色
7	命令词	最亮	灯泡最亮	已最亮
8	命令词	最暗	灯泡最暗	已最暗

测试结果表明,语音控制 LED 灯的系统功能正常,测试成功。

3.2 坐姿检测与提醒功能测试

将人体红外感应模块与人体活动方向平行放置。当人体进入模块感应范围时,蓝色提醒 LED 灯亮起,蜂鸣器鸣叫;当人体离开模块感应范围后,蓝色提醒 LED 灯熄灭。测试结果如表 6 所示,表明系统的坐姿检测与提醒功能正常,测试成功。

表 6 坐姿检测与提醒功能测试

人体坐姿与活动范围	继电器模块
坐姿不良,位于感应范围内	报警灯亮起,蜂鸣器鸣叫
坐姿正确,不在感应范围内	报警灯熄灭,蜂鸣器关闭

4 结 语

本文以 STM32 系列微控制器为主控单元,基于语音识别技术与人体红外检测技术,设计实现了一种同时具有语音控制与坐姿检测/提醒功能的智能台灯原型系统。该设计在为使用者提供便利化操控体验的同时,能够在一定程度上预防近视与驼背;同时,允许使用者根据实际照明需求用语音改变灯泡亮度,有助于提高电能有效利用率,具有节能效果,对以智能台灯为代表的智能家居技术的发展进行了有益探索。

在系统功能方面,仍有许多地方值得进一步探索与完善。首先,可以考虑通过加入光照度传感器,增加一个根据当前环境光照强度变化自动调整台灯亮度的新功能,作为语音控制的并行模式供用户自由选择,实现主观(语音)与客观(光照度)相结合的台灯亮度调整模式,进一步改善用户照明体验,节约能源。其次,原型系统中采用的人体红外传感器,由于其特定工作原理,对放置位置有一定需求,有可能造成用户使用不便,且难以保证对不同体型用户的坐姿检测都合理、精准;若在系统中加入测距传感器,同时提供较完善的坐姿矫正算法,则系统的实用性将进一步提高。

参考文献 (References):

[ 1 ] Weiss H, Muschaweck J, Hadrath S, *et al.* Optics designs for an innovative LED lamp family system[J]. Proceedings of SPIE — The International Society for Optical Engineering, 2011, 17 ( 3 ):

817-836.

[ 2 ] 熊志辉,王仁波. 基于 STM32 的智能学习台灯设计[J]. 电子世界,2016(8):160-161.  
[ 3 ] 沈天元. 基于 STC89C52 单片机的智能台灯系统设计[J]. 电子技术与软件工程,2017(19):63.  
[ 4 ] 国 强,辛永田,连梦想,等. 一种智能台灯的设计与开发[J]. 物联网技术,2018,8(1):93-95.  
[ 5 ] Zhang J Q, Xiong F, Gan H B, *et al.* Research on intelligent control system of LED[J]. Applied Mechanics & Materials, 2014, 743: 203-208.  
[ 6 ] 陈大华,章荷珍. 物联网 LED 智能照明产业的崛起[[J]. 中国照明电器,2013(1):11-15.  
[ 7 ] Li X, Zheng L. Design of the control system for full-color LED display based on MSP430 MCU [C]//International Symposium on Photoelectronic Detection & Imaging[ s. l. ]:[ s. n. ], 2013:27-32.  
[ 8 ] 陈超中. 从“护眼台灯”谈起[[J]. 光源与照明,2007(3):40-41.  
[ 9 ] 袁巧霞. LED 台灯的设计与研究[D]. 广州:华南理工大学,2014:12-63.  
[ 10 ] 宋 斌,袁庆庆,杨 娜. 基于 STM32 的智能台灯系统设计[J]. 电子测量技术,2017,40(6):67-71,75.  
[ 11 ] 张 钦. 白炽灯禁售令开启[J]. 法治人生,2012(23):52-53.  
[ 12 ] Amirkhani M, Garcia V. Integrating LED lighting design strategies with side daylighting systems to improve interior lighting design of office buildings[ C ]//Interplay 2015 Doctoral Colloquium [ s. l. ]:[ s. n. ],2015(12):40-46.  
[ 13 ] 金基宇,王虹元,金桂月,等. 基于 ZigBee 的 LED 智能照明系统[J]. 国外电子测量技术,2016,35(10):76-81,86.  
[ 14 ] 何素梅,傅锦良,吴海彬. LED 隧道照明自动调光系统的设计[J]. 电子测量与仪器学报,2015,29(4):622-629.  
[ 15 ] 田立东,周继军,秦会斌. PWM 调光 LED 驱动器设计[J]. 机电工程,2012,29(4):465-468.  
[ 16 ] 刘洛辛,孙建利. 基于能效的 WLAN 室内定位系统模型设计与实现[J]. 仪器仪表学报,2014,35(5):1169-1178.  
[ 17 ] 汪 浩,田 丰,杨 溢,等. 多模智能家居系统设计与实现[J]. 电子测量技术,2014,37(10):20-24.

(上接第 50 页)

[ 8 ] Kumar K, Lu Y H. Cloud computing for mobile users: can offloading computation save Energy? [ J ]. Computer, 2010, 43 (4):51-56.  
[ 9 ] Koutsoupias E, Papadimitriou C. Worst-case equilibria [ C ]// Symposium on Theoretical Aspects of Computer Science. Germany: Springer Berlin Heidelberg, 1999:404-413.  
[ 10 ] Ko R S. Atomic red-black distributed gauss-seidel routing algorithm for wireless sensor networks [ C ]// International Conference on NETWORKING and Network Applications. Hakodate, Japan:IEEE, 2016:17-22.  
[ 11 ] Reny P J. Nash equilibrium in discontinuous games[J]. Economic

Theory, 2016, 61(3):553-569.

[ 12 ] Aumann R, Brandenburger A. Epistemic conditions for nash equilibrium[ M ]. The Language of Game Theory:Putting Epistemics into the Mathematics of Games. Newyork,USA:Nature Press,2016.  
[ 13 ] Narahari Y. Existence of nash equilibrium [ J ]. Game Theory & Mechanism Design, 2012, 15(2):149-168.  
[ 14 ] Carmona G, Podczeck K. Existence of nash equilibrium in games with a measure space of players and discontinuous payoff functions [ J ]. Journal of Economic Theory, 2014, 152(1):130-178.  
[ 15 ] Alberto Bressan, Hongxu Wei. Dynamic stability of the nash equilibrium for a bidding Game[J]. Analysis & Applications, 2016, 14(4):591-614.