

基于 ZigBee 网络的无线智能照明系统设计*

李 鑫,毛陆虹,王 巍,荣学娟

(天津大学 微电子与固体电子学系,天津 300072)

摘要: 介绍了 ZigBee 技术,提出了一种基于 ARM9 芯片与 ZigBeeCC2480 芯片控制的、应用于家居中的智能无线照明系统。该系统具有上电自组网的功能,用户可以控制协调器通过路由器向该路由器节点上的任意一个终端设备发送信号,终端设备接收到命令并产生 PWM 信号,实现了对每一盏 LED 的多级调光及情景模式控制功能。阐述了实现该系统的几个关键问题并给出了实验结果。

关键词: ZigBee; ARM; 无线控制系统; PWM

中图分类号: TP18

文献标识码: A

Design of wireless intelligent lighting system based on ZigBee

LI Xin, MAO Lu Hong, WANG Wei, RONG Xue Juan

(Department of Microelectronic and Solid Electronic, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: The paper introduced the ZigBee technology and give a wireless intelligent lighting system used in household controlled by ZigBee CC2480 chip and ARM9 core. The system realized the auto networking function. User can send message to any end device through the router by the coordinator. The end device receives the message and sends PWM signal to achieve the multi-level lighting control and scene mode control of every LED. This paper described several key issues to realize the system and give the result of the research.

Key words: ZigBee; ARM; wireless control system; PWM

目前市场上有多种智能家居情景照明的解决方案,其中利用 ZigBee 技术组网配合 MCU 控制的方案因其成本低、功耗低和易于实现等优点得到广泛应用。本文提出了一种利用 ZigBee 技术组建无线网络配合 ARM9 内核 MCU,利用 TCP/IP 协议进行通信,可以对家居中每一盏 LED 灯进行控制,实现亮度控制与情景转换的智能控制系统。

1 无线 ZigBee 网络

ZigBee 是一种新兴的短距离、低速率无线网络技术,它是一种介于无线标记技术和蓝牙技术之间的技术方案,主要用于近距离无线连接,具有自己的无线电标准,在数千个微小的传感器之间互相协调实现通信。这些传感器只需要很少的能量,以接力的方式通过无线电波将数据从一个传感器传到另一个传感器,因此其通信效率非常高^[1-2]。

ZigBee 采用自组网方式实现组网,这种架构被称为无线基础构架的无线局域网,而且对网络内部的设备数量不加限制,并可随时建立无线通信链路。协调器一直处于监听状态,新添加的 RFD 会被及时发现^[3]。

2 系统规划

整体组网采用树状簇型结构,即以每个房间为 1 个单元,房间内的每盏灯作为一个终端设备,每个房间设置 1 个路由器用以与协调器通信并向房间内每一个终端设备转发数据^[4]。整体结构布局及组网方式如图 1 所示。

在功能设定方面,由于不同的房间所具有的职能不同,所以对每一个房间的终端设备所具有的功能进行分别设置。总体上,要求房间内所有的终端设备可以对 LED 进行开关控制及亮度调节。

为了方便和快速进行调节,在遥控面板上还加入了情景和亮度设定,其中亮度设定为昏暗程度、明亮程度和超明亮程度。情景模式可以设置多种颜色模式。还可

* 基金项目:天津市科技型中小企业技术创新基金资助项目(09ZX-CXGX24100)

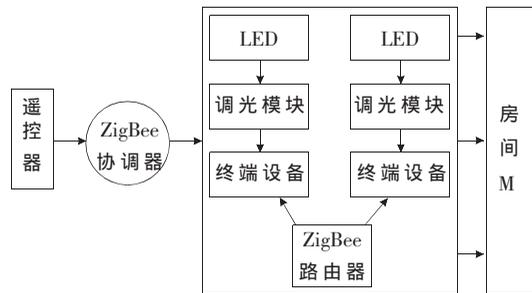


图1 整体结构布局及组网方式

具有以下功能：

(1)智能调光:开灯时,灯光亮度由暗逐渐变亮;关灯时灯光亮度逐渐由明变暗。有利于保护视力及延长灯泡寿命。

(2)延时功能:当按下延时按键后,所有灯光将在一定时间后全部关闭。

(3)全开全关:实现一键控制全部灯光的开关功能。

3 工作流程

系统的总体软件流程图如图2所示。该流程图从电路的整体功能上概括地说明了整套系统所能实现的功能,即通过发送模块发送指令,接收模块收到指令以后对其进行解码,从而控制LED等的情景变化和亮度变化。

4 功能实现

4.1 上电启动

系统上电后,首先进行一系列初始化功能,包括对液晶显示屏、按键、CC2480模块、定时器及UART接口进行初始化。初始化完成后,系统会启动组建网络的功能。对于协调器,首先会发送 StartZBNwk (COORDINATOR, NWKpanID) 函数向 CC2480 中写入指令以启动 ZigBee 协议栈。其中,COORDINATOR 是器件类型,表示此器件作为协调器使用;NWKpanID 是此网络的网络 ID。路由器进行同样的操作,不同的是函数中设备类型参数为 ROUTER^[5]。

协议栈启动后,系统会利用 GetDeviceInfo (DEVICE_SHORT_ADDR) 函数来获取 CC2480 通过 UART 向 ARM 核发送的设备信息。其中,DEVICE_SHORT_ADDR 参数是 CC2480 模块的 16 位短地址。获取地址成功后,系统会将信息显示在液晶屏上,完成上电启动过程。

4.2 组网绑定

上电启动完成后,系统进入组网绑定状态。首先系

统会调用 ZB_APP_REGISTER_REQUEST () 函数对 ZigBee 寄存器写入配置,命令代码为 Cmd 0:0x26、Cmd1:0x0a;然后会调用 ZgBeeAllowBind() 函数发出允许绑定的命令,命令代码为 Cmd 0:0x26、Cmd1:0x02。

允许绑定后,路由器会调用 menuDis() 函数进行绑定。此函数进行的操作如下:首先扫描按键以获取用户输入的所要绑定的协调器的地址,然后调用 ZgBeeZD-OFindIEEE (bindAddr, 0, 2) 函数来寻找网络中的物理地址。其中,bindAddr 就是所要绑定得到的协调器的地址,参数 0 代表获取 1 个地址,参数 2 代表索引个数。

获得地址后,系统调用 ZgBeeBind (1, add) 函数进行绑定并将绑定结果显示在液晶显示屏上,从而完成组网绑定的功能^[6-10]。其中命令代码为 Cmd 0:0x66、Cmd1:0x01。

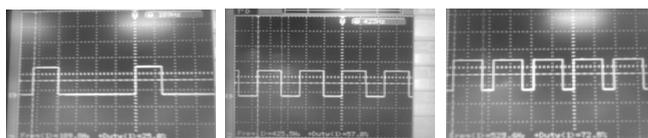
4.3 数据传输及调光

系统完成组网后即可进行数据传输和调光。系统采用 ZgBeeSendData() 函数来进行数据传输,此函数包含的主要参数有目的地址、命令类型和数据,命令代码为 Cmd 0:0x66、Cmd1:0x03。而目的地址与数据均通过键盘扫描用户输入来写入寄存器。

对于调光功能的实现,本文采用 PWM 调制方式,即通过输出不同占空比的方波进行不同情景模式的调光。具体实现方式:采用 while 循环中内嵌 1 个 case 语句实现。while 循环负责检查是否有外部命令到来,每一个 case 分支对应 1 个情景模式,当设备接收到调光命令后,根据命令中的有关情景模式的数据进入到相关的 case 分支中产生相应的 PWM 信号,当检查到外部命令来临时,则跳出该分支进入相应的分支产生新的情景模式。对于 PWM 信号的产生有多种方式,本文利用循环计时的实现方法,即通过利用不同长短的延时来输出 0 和 1 实现不同占空比的方波。基本计算方法如下:单位延时为晶振的 1/12,则系统在进行[(方波周期/单位延时)×占空比]个延时后输出 1,在进行[(方波周期/单位延时)×(1-占空比)]个延时后输出 0,如此进行反复循环即可实现 PWM 功能。

5 实验结果

ZigBee 模块对 LED 的调光控制采用 PWM 调制方式,即通过输出 3 路不同占空比的方波实现对 LED 的 RGB 分量的调节,形成不同颜色的光。在本实验中采用事先设定好情景模式,根据用户按下不同的情景按键输出不同的 PWM 波形来实现 LED 的情景照明。实验结果输出占空比分别为 25%、57%、70%的方波,如图 3 所示。



(a)25%占空比

(b)57%占空比

(c)70%占空比

图3 实验结果

图2 系统流程图



本文针对目前智能家居照明发展趋势,提出了一种基于 ZigBee 和 ARM 处理器的智能家居照明系统设计方案,实现了系统控制和智能调光功能,为以后的研究打下了一定的基础。

参考文献

- [1] 陈强,许乐平.基于 ARM9 和 ZigBee 的智能家居系统的设计[J].武汉科技学院学报,2008,21(6):48-51.
- [2] 李兰英,杨晨.基于 S3C44B0X 的智能家居终端控制系统的设计与实现[J].哈尔滨理工大学学报,2007,12(3).
- [3] 周游,方滨,王普.基于 ZigBee 技术的智能家居无线网络系统[J].电子技术应用,2005,31(9).
- [4] 李文仲,段朝玉.ZigBee 无线网络技术入门与实战[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [5] 酃亮.IEEE802.15.4 标准及其应用 [J]. 电子设计应用,2003(1):22.
- [6] 彭天笑,缪晓红.基于 ZigBee 的 WPAN 构建方案[J].电信工程技术与标准化,2003(8):40-44.
- [7] STANDY T. End-user perspectives on home networking[J]. IEEE Communications Magazine, 2002(4):114-119.
- [8] PARKER A D. IEEE 802.15.4 standard for low-rate wireless personal area network [J]. IEEE Communications Magazine, 2004(5):172-180.
- [9] Chipcon. CC2480 Data Sheet. 2008.
- [10] IEEE. IEEE std 802.15.4 wireless medium access control and physical layer specifications for low-rate wireless personal area networks[R]. 2003.

(收稿日期:2009-11-05)

作者简介:

李鑫,男,1985年生,在读硕士,主要研究方向:嵌入式系统与数字集成电路。

毛陆虹,男,1955年生,博士,教授,主要研究方向:射频识别、硅基光接收机与光集成电路。

王巍,男,1970年生,副教授,主要研究方向:数字信号处理和通信技术。

电子技术应用
APPLICATION OF ELECTRONIC TECHNIQUE
www.chinaAET.com