

基于 MC9S08 QG8 低端微控制器的无线控制器设计

任 勇,傅雪骄,张 超

(重庆大学 通信工程学院 重庆 400044)

摘 要:为改变 ZigBee 无线控制器节点设计中通常需要使用高端微控制器的现状,引入 Freescale 低端微控制器 MC9S08Q G8 配合 MC13192 无线收发器再加上少量外围元器件,实现了一种 ZigBee 无线控制器的精简硬件设计电路。同时描述了器件选择、总体构建思路与硬件设计细节,最后介绍了该无线控制器的一个实例应用。基于低端微控制器的设计也能够完成无线网络要求的一些基本任务,并且满足无线控制应用中的低功耗、低成本、高性能、多功能等要求。

关键词:无线控制;ZigBee;微控制器;MC9S08Q G8;MC13192

中图分类号:TP368, TN929.5

文献标识码:B

文章编号:1004-373X(2009)09-052-04

Design for Wireless Controller Based on MC9S08 QG8 Low-end Micro-controller

REN Yong, FU Xuejiao, ZHANG Chao

(College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing, 400044, China)

Abstract: To change the status of using high-end micro-controller to design wireless controller node, one compact hardware design for the wireless controller has finished by using Freescale low-end micro-controller MC9S08Q G8, wireless transceiver MC13192 and a few peripheral equipment. The thought of device choice, general construction, hardware details, and one application example using this wireless controller are described. In wireless control applications, the design based on low-end micro-controller can also handle some wireless task, and then meet the requirements such as low-power, low-cost, high-performance and so on.

Keywords: wireless control; ZigBee; micro-controller; MC9S08Q G8; MC13192

0 引 言

无线通信是人们现代日常生活的一部分,在办公室、学校或家庭等场所,都在接触无线通信设备,如笔记本电脑、打印机、摄像机、手持设备、照明控制器和家电设备等。这些设备的复杂程度与它们执行的任务类型有关,其中许多家庭自动化的无线应用采用小型微控制器和少量代码执行简单的任务,更加追求低成本、单一性和微型化。在目前众多的无线网络技术中,ZigBee 技术作为一种新兴的无线网络技术,近两年在工业控制、消费电子等领域以及科研开发中得到了众多的关注和使用,而且越来越显示出它的强劲应用势头。ZigBee 是一种低功耗、短距离和低速的无线网络技术^[1],工作在 2.4 GHz 国际免执照的频段,在 IEEE 标准上它和无线局域网、蓝牙同属 802 家族中的无线个人区域网络。

通常的 ZigBee 无线控制器节点是以一个高端微控制器为核心^[2-4],再配合无线收发器构成的。本文将设计一个新型的、低成本的、使用 ZigBee 无线技术的精简型无线控制器,比如用于空调遥控,整个目标应用板上

的元器件极少,走线极少,体积极小。该设计只采用三个电子芯片:一个低端微控制器(MC9S08Q G8)、一个 RF 收发器(MC13192)和一个 16 × 2 的 LCD,其他需要的元器件为电阻和按键之类的无源器件。

1 器件选择

为了实现工业或家电无线控制应用低成本的目标,首要任务是选择合适的微控制器(MCU)和无线收发器^[5]。Freescale 半导体公司(飞思卡尔,前身为 Motorola 半导体部)的各档微控制器在国内嵌入式控制领域获得了越来越多的应用^[6]。它最新推出的 MC9S08Q G 低端微控制器系列,其处理内核、片上外围设备、节电功能和开发工具等,构成了成本、能源、效率敏感的控制应用的理想解决方案。采用 MC9S08Q Gx 微控制器系列,不仅开发的费用可明显减少,最终生产阶段的成本也可大幅下降。在开发阶段,一些高级调试功能,包括 CodeWarrior 全功能工具链和 Processor Expert 工具包等都是免费赠送的。在生产阶段,内部时钟源模块、模拟电路和 E² PROM 模拟则减少了对诸如晶振或谐振器、模拟比较器、串行 E² PROM 等外部器

收稿日期:2008-10-09

件的需求,否则这些外部器件都是印制电路板上必不可少的。

本无线控制器设计的核心器件即选择 Freescale 该系列中的仅有 16 引脚的 MC9S08QG8^[7],它是采用高性能、低功耗的 HCS08 内核的飞思卡尔 8 位微控制器系列中具有很高的集成度的器件,内置 8 KB FLASH 存储器,512 B RAM,SCI/SPI/IIC 接口,8 位模/数定时器模块,A/D 模块等。MC9S08QG8 MCU 集成了通常只有较大、较昂贵的元器件才具有的性能,包括背景调试系统以及可进行实时总线捕捉的内置在线仿真(ICE)功能,具有单线的调试及仿真接口(BDM),还包括一个可编程的 16 位定时器/脉冲宽度调制(PWM)模块(TPM),是同类产品中最灵活、又最经济的模块之一。

另一个主要芯片为无线收发器,同样选择 Freescale 半导体公司的 MC13192^[8],它是 Freescale 公司推出的符合 ZigBee 标准的新型射频芯片。其工作频率是 2.405~2.480 GHz,该频带划分为 16 个信道,每个信道占用 5 MHz 的带宽;采用直接序列扩频的通信技术,数据传输速率为 250 Kb/s。MC13192 具有一个优化的数字核心,有助于降低 MCU 处理功率,缩短执行周期。为了适应低功耗的要求,芯片除了接收、发送和空闲三种工作状态外,还有三种低功耗运行模式:

- 掉电模式 此模式下芯片电流小于 1 μ A;
- 睡眠模式 此模式下电流在 3 μ A 左右;
- 休眠模式 此模式下电流约为 35 μ A。

芯片采用可编程功率输出模式,发送功率为 0~4 dBm,接收灵敏度可以达到 -92 dBm,传输距离为 30~70 m。由于 MC13192 的低功耗特性以及 SPI 通信接口,它与 MC9S08QG8 微处理器配合用于解决电池供电设备的低电压、低功耗应用以及通信控制等,是十分适合的^[9]。

至于其他外围器件则可选用通用的,比如液晶显示器使用 16 \times 2 的字符型 LCD,按键按最终的工艺要求配备,这部分的电路应用是成熟技术。

2 无线控制器的总体构建

基于前述主要器件的选择考虑,本文实现的无线控制器原理框图如图 1 所示。

用来在收发器和微控制器之间交换数据的接口主要为串行外设接口(SPI)。微控制器 MC9S08QG8 通过 SPI 接口(4 线)对 MC13192 的内部寄存器进行读写操作,从而完成对 MC13192 的控制和数据通信。该接口可以读写收发器的配置、状态和控制寄存器。SPI 接口还可以读写位于收发器内部的 RAM,用于通过 RF

发送和接收数据。另一个用于收发器和微控制器间通信的信号是中断请求(IRQ)信号。IRQ 脚由收发器进行处理。当收发器的状态寄存器发生变化时,IRQ 脚会产生下降沿跳变。IRQ 产生后,微控制器要做的第一件事就是读取状态寄存器,确定产生中断的特定事件。

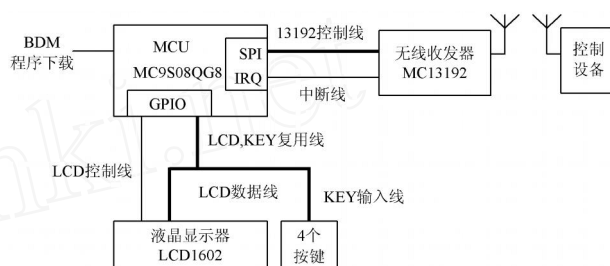


图 1 无线控制器原理框图

微控制器 MC9S08QG8 通过通用 I/O 接口 GPIO 完成与液晶显示器和按键的连接,其中 LCD 数据线和按键输入线设计成多路分时复用的(共 4 线),LCD 的控制线由 MCU 单独提供(共 3 线)。

BDM 程序下载和在线调试仅占用 MCU 的单线 1 线,在设计之初是必须的,但当调试下载完成后,该引线也可当做普通 I/O 使用或备用。

3 硬件电路的具体设计

根据前面器件选择和总体构建的考虑,本文完成的无线控制器具体设计电路如图 2 所示。其中 MC9S08QG8 微控制器(MCU)的大部分管脚具有多重功能,电路设计中,即以 MC9S08QG8 为核心,实现各种控制。

图 2 无线控制器应用原理图分为三部分:MC9S08QG8 MCU 所需的基本连接;MC13192 无线收发器的连接;16 \times 2 LCD 和 4 个按键的连接。

各部分的供电电源为低电压 3 V,可用两节 7 号电池供电。MCU 的时钟电路无需外接晶振,直接使用 MCU 内部自带的时钟;MCU 的 RST 和 BKGD 引脚用于 BDM 接口的连接,完成程序下载后可另作它用,比如 MC13192 的中断信号 IRO 就接至 PTA3/RST/IRQ 复用;图 2 中 MC13192 收发器其他外围电路使用数据手册提供的工作所需的最低硬件要求^[3]。MCU 与 MC13192 的连接按照标准 SPI 方式连接,MCU 为主机,MC13192 为从机,通过 MOSI,MISO,SPCK 信号线可以配置收发器,并发送和接收数据。同时也可以通过 SPI 配置收发器提供的定时器和 GPIO 引脚,将其用于其他的目的。收发器的片选 CE 信号由 MCU 的通用 I/O 口 PTB5 进行选通。收发器要切换运行模式(接收、发送、半休眠、休眠或空闲)还需要另外一个信号,该

信号称为 RXTXEN,由 MCU 的通用 I/O 口 PTB7 进行处理。MCU 与 MC13192 之间的数据传输模式可采用流模式^[10],每次收发一个字(16 b),都通过中断由

MCU 控制处理,这样可以最大限度地保证了数据传输的实时性。

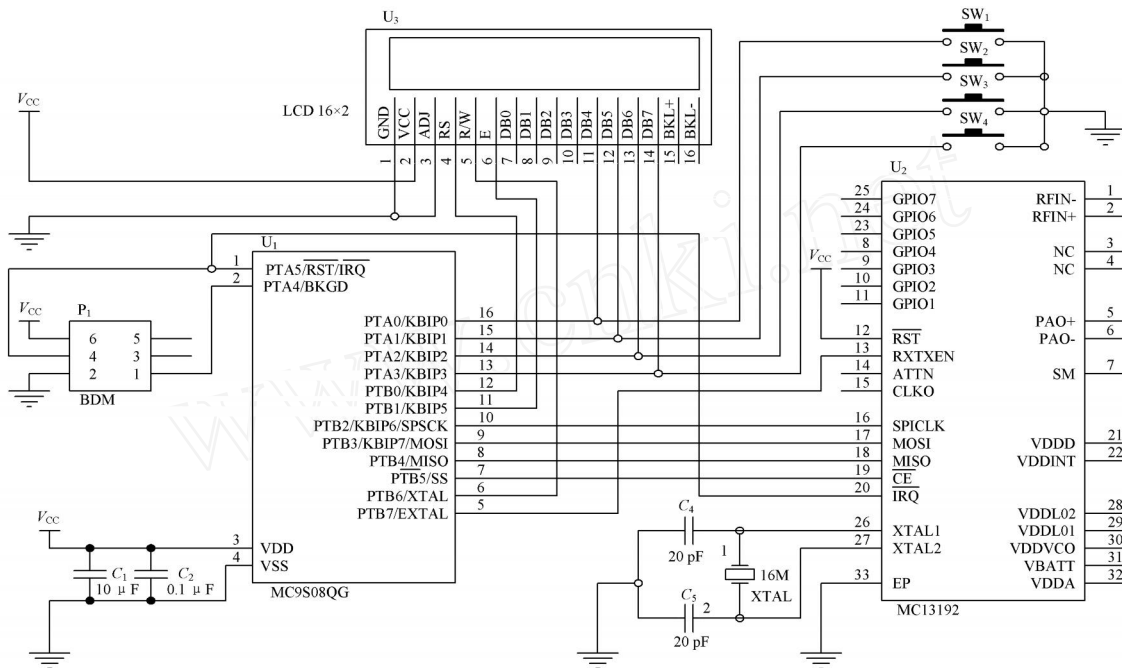


图 2 无线控制器电路图

16 × 2 LCD 的 RS, R/W, E 信号由 MCU 通用 I/O 口 PTB 的三个引脚进行控制^[11],实际上可以将 R/W 直接接低电平,或者软件控制使始终为低点平,因为应用时只需对 LCD 做命令、数据写入;数据线采用 LCD 的 4 线访问形式,即只用 DB4 ~ DB7,由 MCU 的 PTA0 ~ PTA3 提供;背光电源 BKL+, BKL- 不接,以减少功耗。4 个按键也接在 MCU 的 PTA0 ~ PTA3,与 LCD 数据线复用,按键的上拉电阻使用 MCU 内部配置的,无需外接上拉以减省元件。同时当等待处理按键时,MCU 将按键输入直接配置成按键输入中断,也减少了硬件连接和软件复杂度,按键发生时 MCU 自动转去读取按键输入及按键处理,当要进行 LCD 显示时,MCU 又将复用线临时配置成数据输出,配合 LCD 控制信号完成 LCD 的内容显示。

MCU 的 8 KB FLASH 和 512 B 的存储器资源对于一般的无线控制是足够的,另外,设计中还会用到 MCU 的定时器资源,通过定时比较器生成一般无线控制应用中都需要的定时时间,通过软件编程可以方便地实现。

4 无线控制功能示例

以上设计方案适用于多种无线控制应用,如空调、智能风扇等的无线控制。在此方案基础上还可以扩展出更复杂的无线控制应用,因为 MCU 还有少量口线

(比如再增加一个设备开关按键)、MC13192 还有很多接口如它自带的 GPIO、定时器等都是可利用资源;同时此方案其实仍然可以精简,比如不需要显示的无线控制应用,就可省去 LCD 显示器。

以空调的无线控制应用为例,按本文硬件设计原理,使用 LCD 来显示不同的功能菜单,如当前温度、定时设置、温度设置和工作状态报告等。4 个按键可以分别安排为:

SW₁ 为功能菜单或状态报告;SW₂ 为增加数值或功能切换;SW₃ 为减少数值或功能切换;SW₄ 为确认或接受,兼用开关设备。

当应用开始时,空调总是处于关闭状态。必须先按 SW₄ 按键才能打开空调。当强制关闭空调时,SW₁ + SW₄ 按键起作用。空调打开后,LCD 上会显示当前温度和上次设定温度,一旦空调打开,可以分别使用 SW₂ 键和 SW₃ 键来降低或增加温度。这时如果要设置空调的各种工作模式如制冷、制热、除湿、自动、风向、风速、定时时间及温度等,可以按动 SW₁ 切换功能并配合 SW₂ 键、SW₃ 进行操作,每次用按键修改了工作模式、温度、定时时间等设置后,系统会采用一个简单的协议将控制命令通过 MC13192 无线收发器发送到加热/制冷系统。此时可按 SW₄ 键确认以使 LCD 恢复到状态报告及新的设定指示。

如果没有设置定时时间,空调永远不会自动关闭,

需要人工强制关闭。设置定时时间能自动关闭空调,安排定时时间在5~300 min之间。如果设置希望的定时时间,步骤如下:

(1) 打开空调,如果空调处于关闭状态,则不能设置定时时间;

(2) 按SW₁键。调整菜单到定时功能,使在LCD上显示定时设置菜单;

(3) 按SW₂键或SW₃键来减少或增加希望的定时时间;

(4) 按SW₄来接受新的定时时间;

(5) 一旦接受新的定时时间后,LCD上会再次显示工作模式、当前温度、定时时间、剩余时间等相关信息。

对应于设备定时关闭,空调的自动开启功能则需要在本电路基础上增加专门的时钟芯片来获得日期、时间信息基准来实现,具体本文不做讨论。

5 结 语

本文仅使用了一个Freescale MC9S08QG8低端微控制器,再加上很少的一些连接线和硬件资源,已经具有无线通信能力和人机交互功能。这说明ZigBee无线应用并不一定总是需要高性能的微控制器,低端微控制器也能够完成无线网络要求的一些基本任务,从而降低了整个解决方案的成本。同时,本文实现的无线控制器具有功耗低、元器件少、成本低、性能高而功能全的特

点,是嵌入式无线控制应用的一种精简解决方案。

参 考 文 献

- [1] IEEE Standard for Information Technology-802.15.4[S]. The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc,2003.
- [2] 阎连龙,罗俊.基于ZigBee的煤矿监控网络节点设计[J].国外电子元器件,2008(8):57-59.
- [3] 丁键,胡昱希,李韵,等.无线传感器网络节点应用的硬件设计[J].传感器技术,2008(8):37-39.
- [4] 姚引娣.基于ZigBee技术的无线管理系统设计[J].电子技术应用,2007,33(1):27-29.
- [5] 何小庆.单片机和工业无线网络[J].电子产品世界,2008(7):84-86.
- [6] 郭孔辉,靳鹏,张建伟.基于MC9S12DP256的燃料电池电动汽车整车控制器硬件研制[J].电子技术应用,2007,33(6):20-22.
- [7] Freescale Semiconductor. MC9S08QG8 Data Sheet [EB/OL]. Rev. 4,2008,http://www.freescale.com.
- [8] Freescale Semiconductor. MC13192 Data Sheet [EB/OL]. Rev. 3.3,2008,http://www.freescale.com.
- [9] 许森,黄东.基于MC13192的无线传感器网络节点设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2007(3):15-17.
- [10] 蒋建辉,王宜怀.IEEE802.15.4在MC13192上的实现[J].现代电子技术,2006,29(11):21-23.
- [11] 王宜怀,刘晓升.嵌入式系统[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.

作者简介 任勇男,1966年出生,陕西榆林人,讲师,硕士。研究方向为电子信息、图像处理、嵌入式系统。

(上接第51页)

参 考 文 献

- [1] 陈海龙,李宏.基于Matlab的伪随机序列的产生和分析[J].计算机仿真,2005,22(5):98-100.
- [2] 朱近康.扩展频谱通信及其应用[M].合肥:中国科学技术大学出版社,1993.
- [3] 谭中华,郭兵.现代通信技术[M].北京:机械工业出版社,2006.

作者简介 林智慧 女,助教,硕士研究生。研究方向为无线通信。

陈绥阳 男,教授。研究方向为计算机通信。

王元一 男,副教授。研究方向为光通信。

社,2006.

- [4] 王会华,李宝平.m序列发生器的设计与实现[J].北京电子科技学院学报,2007,15(22):58-61.
- [5] 吴先用,邹学玉.一种m序列伪码发生器的产生方法[J].测控技术,2003,22(9):56-57.
- [6] 张卫钢.通信原理与通信技术[M].西安:西安电子科技大学出版社,2006.

《现代电子技术》(半月刊) 欢迎刊登广告 029 - 85393376