

基于 MSP430 的无线数据传输模块设计

汪华章

(西南民族大学电气信息工程学院, 四川成都 610041)

摘要: 针对当前各行业对无线数据传输的需求情况, 设计了基于 MSP430F12x^[1] 系列单片机与 CC1100 无线数据传输芯片结合的无线数据传输模块; 利用无线芯片内部集成的 CRC 校验与阈值判定保证了数据传输的可靠性; 通过对 MSP430 单片机的串口的扩展, 使得该模块的通用性更强. 经实验证明该模块设计稳定可靠、数据传输速率高、功耗低、通用性强.

关键词: MSP430; 低功耗; 无线数据传输; 传输速率

中图分类号: TP393

文献标识码: A

无线传感器网络是当今国内外研究的一大热点, 很多大学和研究机构都开展了相关的研究, 它在军事和民用领域都具有广阔的应用前景^[1-3]. 在军事领域, 通过无线传感器网络, 隐蔽地分布在战场上的传感器可将获取的信息发回指挥部; 在民用领域, 无线传感器网络可在环境监测、医疗保健、空间探索、灾害预测和其它商业领域得到广泛应用. 而无线传感网络的核心则是无线数据的传输, 因此, 可靠、稳定和通用性强的无线数据传输模块可以降低开发难度, 为工程设计带来极大的便利, 缩短开发周期. 本设计通过对芯片的特殊选择和软件设计实现对功耗的特殊要求, 在稳定性上和数据传输率上也具有相当优异的性能.

1 模块组成及原理

该无线模块由一块 MSP430F1232 和 CC1100 无线芯片以及 RS232 芯片组成. MSP430 单片机控制 CC1100 无线芯片的初始化及数据发送和接收. CC1100 在整个系统中作为数据发送和接收的载体, 并且起着 CRC 校验和阈值判定的作用. RS232 芯片则是对串口通信的电平进行转换, 从而建立与 PC 机的通信, 以使用户在后期系统开发中做调试用. 由于 MSP430 系列芯片是业界公认的微功耗控制器^[2], 以及 CC1100 的超低功耗, 因此该系统整体功耗非常低, 对功耗很敏感的无线数据传输项目是个很好的解决方案.

2 硬件电路设计

2.1 系统的框图

系统的框图如图 1.

2.2 MSP430F1232 简介

主控芯片 MSP430F1232 单片机主要完成无线芯片的初始化, 无线芯片数据传输的控制, 以及数据的转发和传输协议的控制.

MSP430F1232 是 Texas Instruments (德州仪器) 公司推出的高集成度、高精度的单芯片系统, 是目前工业界中具有最低功耗的 16 位 RISC 混合信号处理器^[3]. 具有极低的工作电压, 在 1.8 ~ 3.6 V 之间均可正常工作; 极小的功耗, 在活动模式时, 工作电流仅需 350 μ A, 在休眠模式下只需要 0.5 μ A. MSP430F1232 具有丰富的外设,

收稿日期: 2009-04-28

作者简介: 汪华章(1976-), 男, 西南民族大学电气信息工程学院讲师, 博士.

片内具有3个时钟信号,包括1个高频时钟,1个低频时钟和1个DCO.灵活的时钟选择使得系统可以在最合理的时钟下进行工作,大大降低了系统的功耗,方便了系统的设计.MSP430还有着丰富的外围接口,包括标准串口,SPI接口,方便连接多种设备.MSP30F1232内部具有256B的RAM和8kB的FLASH,充足的存储空间^[4],可以保证程序的正常运行,方便协议的设计与实现.

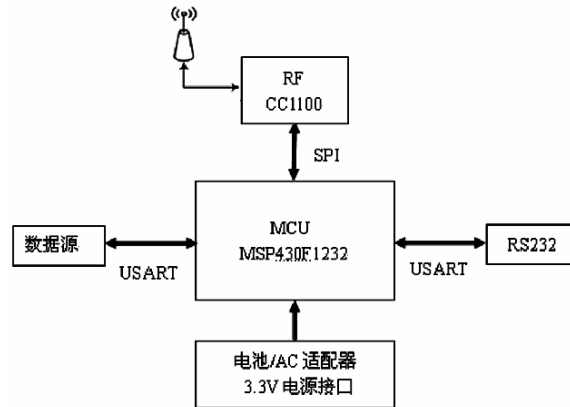


图1 无线传输模块系统框图

本系统采用了2个时钟,一个为3.6864 MHz的高频时钟,用于活动状态下的信息高速处理,以及串口波特率的时钟源.另一个为32 768 Hz的低频时钟,用于内部定时器的时钟源,并且同时提供给实时时钟模块作为基准时钟.当系统处于活动状态时,采用高频时钟作为主时钟,可以缩短消息处理时间,减小数据包的延时.单片机处理完消息后转入低功耗状态,高步时钟关闭,此时低频时钟仍旧工作,并且提供给定时器作为定时时钟源,以保证不会因为进入低功耗而且定时器停止.采用两个时钟协调工作可以使单片机的功耗降得更低,使单片机在绝大部分时间内均处于低功耗模式下,大大降低了单片机以及系统的功耗.

2.3 射频模块

射频芯片采用了Texas Instruments(德州仪器)公司的CC1100射频芯片.它采用了Chipcon公司的SmartRF04技术和0.18 μm CMOS工艺,是一款多通道的RF收发器.CC1100可以工作在915 MHz、868 MHz、433 MHz、315 MHz四个波段.CC1100工作电压范围宽,在1.8 ~ 3.6 V之间均可正常工作,完全可以采用电池供电.功耗极低,发送模式时,仅需20mA(视发射功率而定),接收状态时仅需15mA,同时有很高的接收灵敏度(-110dBm/112kb/s).输出功率多级可调,可以选择多种调试方式,并且具有许多有用的功能:数据的自动组包与拆包、独立的发送/接收FIFO、空闲信道评估功能、自动唤醒功能、RSSI功能、自动的前向纠错(FEC)、CRC校验、交织以及白化功能.这些功能非常适用于无线数据传输.

射频芯片与单片机采用了SPI接口连接,所有操作均通过SPI接口进行.系统工作在433 MHz的频率上,采用MSK调制方式,数据速率为250 kb/s,信道间隔为200kHz.采用自动组拆包功能进行数据的发送和接收,节省了单片机的操作.

2.4 电平转换模块

为了有利于对无线模块的测试以及在后续开发中的调试,并扩展系统的功能,需要实现单片机和PC机的通信.RS-232逻辑状态定义的正负电压范围与TTL高低电平表示逻辑状态的规定不同.因此为了能够使计算机接口与终端的TTL器件相连,必须在RS-232与TTL电路之间进行电平和逻辑关系变换.MAX232是MAXIM公司生产的,包含两路驱动器和接收器的RS-232转换芯片.芯片内部有一个电压转换器,可以把输入+5V电压转换为RS-232接口所需要的 $\pm 12\text{V}$ 电压.

3 软件设计

CC1100在上电后由MSP430通过SPI接口控制进行初始化和设置传输频率、传输速率、传输带宽、调制

方式, 然后 CC1100 进入空闲状态. 在此过程中单片机一直处于主机模式, 而 CC1100 芯片一直处于从机模式. CC1100 被定期唤醒, 以检测是否有无线数据传入, 如没有则继续维持休眠模式, 假如检测到前导码则开始准备接收数据, 接收完后转入休眠模式. 当 CC1100 的 SPI 口有数据输入时, 无线芯片进入发送模式, 以转发单片机传输过来的数据, 转发完毕后同样进入休眠模式, 以降低功耗. 状态图如图 2.

在主机端单片机上电复位后首先初始化定时器, SPI 接口和 CC1100 无线芯片. 然后进入 LMP4 超低功耗休眠模式. 当串口中断标志置位时, 表明串口有数据输入, 单片机接收串口数据再将其打包, 通过 SPI 接口转发给 CC1100 无线芯片发送. 当无线芯片接收完一个数据包后会在单片机的 I/O 口产生一个脉冲, 因此单片机进入相应的中断函数, 通过 SPI 接口接收 CC1100 的数据, 然后在将接收到的数据通过串口转发给主设备或者 PC 机. 主机状态图如图 3.

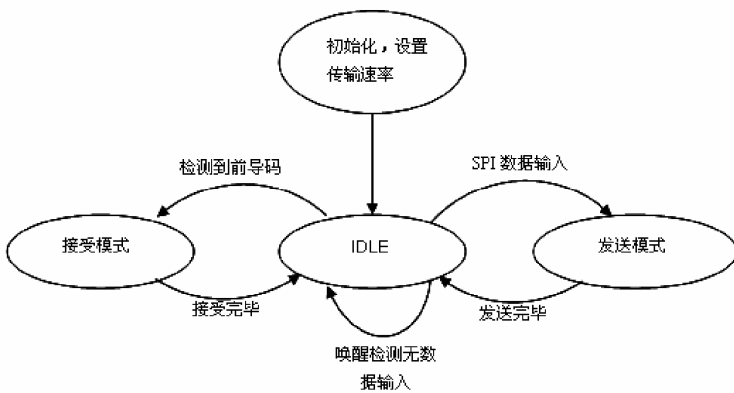


图 2 无线芯片的状态转换图

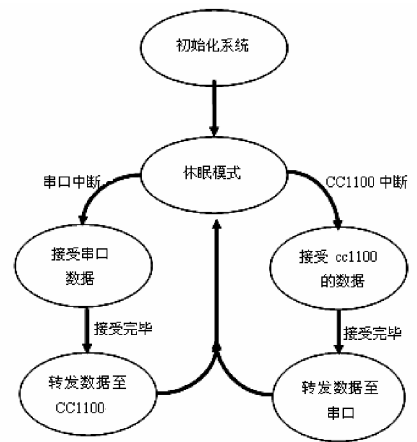


图 3 主程序状态图

4 无线信道设置

在本设计中由 MSP430 通过 SPI 口对 CC1100 的相应寄存器进行设置, 从而实现对无线信道进行设置.

4.1 信道带宽的设置

通过对 CC1100 寄存器 MDMCFG4^[5]的 CHANBW_E 和 CHANBW_M 位的设置, 从而实现对传输带宽的设置. 计算公式如(1)

$$BW_{channel} = \frac{f_{xosc}}{8 * (4 + CHANBW_M) * 2^{CHANBW_E}} \tag{1}$$

4.2 传输速率的设置

通过对 CC1100 寄存器 MDMCFG3 的 DRATE_E 和 DRATE_M 位进行设置, 从而实现对传输速率的设置. 计算公式如(2)

$$R_{DATA} = \frac{(256 + DRATE_M) * 2^{DRATE_E}}{2^{28}} * f_{xosc} \tag{2}$$

4.3 信道空间的设置

通过对 CC1100 寄存器 MDMCFG0 的 CHANSPC_M、CHANSPC_E 和 CHAN 位进行设置, 从而实现对信道空间的设置. 计算公式如(3)

$$\Delta f_{CHANNEL} = \frac{f_{xosc}}{2^{18}} * (256 + CHANSPC_M) * 2^{CHANSPC_E} * CHAN \tag{3}$$

5 低功耗设计

由于该模块主要针对无线传感网络,而现阶段很多相应的设计都有低功耗要求.因此我们选择了业界公认的超低功耗单片机 MSP430 系列和 Chipcon 公司的超低功耗无线芯片.在单片机端提供两个晶振分别供全速模式和休眠模式使用,保证了速度的需求和功耗的要求.而在软件设计上两个主要的芯片在空闲时都处于休眠模式,只在接收或者转发数据时全速运行,从而既满足了传输速度的需求又大大降低了模块功耗,为一些嵌入式设备提供了良好的无线数据解决方案.

结束

通过测试,该模块在空旷地带有效传输距离为 200m 左右,在-110dbm, 1.2kbps 下误码率仅为 1%.而在 MSK 调试下最大传输速率可达 500kbps.完全能满足一般无线数据采集系统的传输要求,即使多路数据采集中规模数据采集都能胜任.尤其是本无线数据传输模块的低功耗设计和模块的稳定性为许多功耗要求高和稳定性要求较高的系统提供了解决方案.

参考文献:

- [1] 魏小龙. MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2002.
- [2] 沈建华, 杨艳琴, 翟晓曙. MSP430系列16位超低功耗单片机实践与系统设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
- [3] 胡大可. MSP430系列单片机C语言程序设计与开发[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.

Wireless data transmission module design based on MSP430

WANG Hua-zhang

(Institute of Electronics and Information Engineering, Southwest University for Nationalities, Chengdu 610041, P. R. C.)

Abstract: The design of the wireless data transmission module is based on the CC1100 wireless data transmission chip and MSP430F12x Series MCU, in view of the industry on the demand for wireless data transmission. The CRC and Threshold determination which is integrated within the wireless chip ensure the reliability of data transmissions. The expansion of MSP430 serial port makes the module versatile in the future design. The experiment proves that the module design is stable and reliable, with high-speed data transmission, low power consumption and high versatile.

Key words: MSP430; low power consumption; wireless data transmission; transmission rate