

基于MSP430和CC2500的USB无线数据采集系统

张彭朋, 何娜

(南华大学电气工程学院, 湖南 衡阳 421001)

摘要:设计基于MSP430单片机和CC2500无线收发器的USB无线数据采集系统,通过USB调试端口在IDE或CCE开发环境下编写、下载和调试应用程序,其目标板可作为一个独立的具有或没有外部传感器的系统。介绍基于MSP430和CC2500无线开发工具的系统结构,控制模块的硬件结构,无线收发部分和数据采集传输电路的设计,以及软件开发、Simplici TI协议的引用。

关键词: MSP430; CC2500; USB接口; Simplici TI协议

中图分类号: TN46, TN919.6

文献标识码: A

文章编号: 1674-6236(2010)02-0012-03

USB interfaces wireless data acquisition system based on MSP430 and CC2500

ZHANG Peng-peng, HE Na

(School of Electrical Engineering, University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: A wireless data acquisition system based on USB MSP430 and CC2500 RF transceiver is designed in this paper. The system can write, download, and debug application on IDE or CCE through the USB debugger, its target board can be used as an independent system or without an external sensor. In this paper, the system configuration of wireless development tool based on MSP430 and CC2500 is introduced, and the hardware structure of the control module, design of the wireless transceiver and the data transmission circuit, and the software development, simplici TI protocol are introduced.

Key words: MSP430; CC2500; USB interface; Simplici TI protocol

基于MSP430单片机和CC2500的无线数据采集系统是一个功能齐全的无线开发工具,该系统主要由MSP430F系列微控制器^[1]和CC2500(2.4 GHz)无线收发器组成。系统可在PC机上利用IAR嵌入式工作平台集成开发环境(IDE)或CCE开发环境编写、下载和调试应用程序。用户可以通过设置硬件断点全速运行应用程序,也可单步运行,无需额外消耗硬件资源。系统核心控制器采用MSP430F24X系列单片机,该单片机为16位单片机,集成度高,处理速度快,超低功耗,能极大的节省资源。通过Simplici TI协议,MSP430控制器通过USB接口实现与PC机的通信,调试稳定、简易方便。该数据采集系统消耗硬件资源较少,功耗超低,是一种无线数据采集的节能微型设计方案。

1 系统结构

基于MSP430单片机和CC2500无线收发器的USB无线数据采集系统,主要由主控单元、CC2500无线收发器和USB接口电路构成,图1为系统方框图。该系统可以通过CC2500无线收发器接收外部无线射频信号^[2],MSP430F2274控制数据的接收、处理、传输,将数据打包后通过USB接口传送至PC机,利用PC机上的开发平台处理和分析数据,并显示于系统界面。同时,也可以通过PC

机将控制命令通过USB接口传送给MSP430控制器,实现对外围设备的控制。

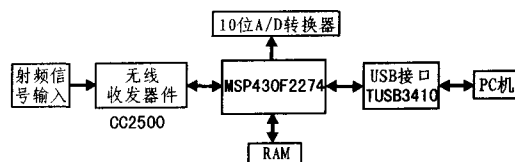


图1 无线数据采集系统结构

2 系统电路设计

2.1 MSP430微控制器电路设计

系统硬件设计采用MSP430F2274微控制器作为主控制器。MSP430单片机是TI公司生产的一种超低功耗的混合信号控制器。该微控制器可用电池供电,而且使用时间长,该器件在少于6 μs的时间内可从低功耗模式迅速唤醒。MSP430单片机内还集成有A/D转换器、硬件乘法器、定时器、比较器等模块。它具有16 MI/s的指令传输速率,200 kS/s的10位SAR型模数转换器,2个内置的运算放大器,具有看门狗定时器,2个16位定时器A3和B3,USCI模块支持UART/LIN、SPI总线、I²C总线以IrDA等5个低功耗模式,低于700 nA待机模式,工作电源电压为1.8~3.6 V,工作温度范围为-40~85 °C。MSP430F2274应用电路如图2所示。

收稿日期:2009-08-17

稿件编号:200908033

作者简介:张彭朋(1984—),男,山东淄博人,硕士研究生。研究方向:集成电路与系统设计。

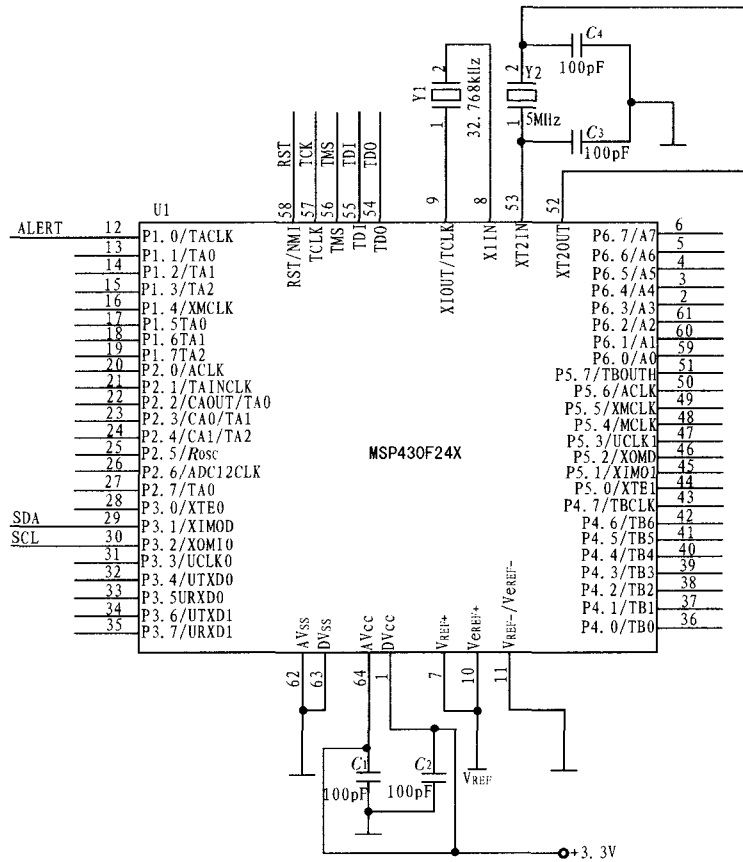


图2 MSP430F2274 应用电路

2.2 CC2500 无线收发电路设计

CC2500 无线收发电路如图 3 所示。采用低成本单芯片的 2.4 GHz 无线收发器 CC2500。电路设定为 2 400~2 483.5 MHz 的 ISM 和 SRD 频率波段。该收发器内部集成了一个数据传输率达 500 kb/s 的高度可配置的调制解调器。可编程控制的输出功率可达 +1 dBm, 支持 2-FSK 和 MSK。CC2500 用作一个低

IF 接收器。接收的 RF 信号通过低噪声放大器(LNA)放大, 再对中间频率(IF)求积分向下转换。在 IF 下, I/Q 信号通过 A/D 转换器被数字化^[4]。自动增益控制(AGC), 细微频率滤波和解调/数据包同步均数字化工作。CC2500 的发送器部分基于 RF 频率的直接合成。频率合成器包含一个完整的芯片 LC VCO 和一个对接收模式下的向下转换混频器产生 I 和 Q 本

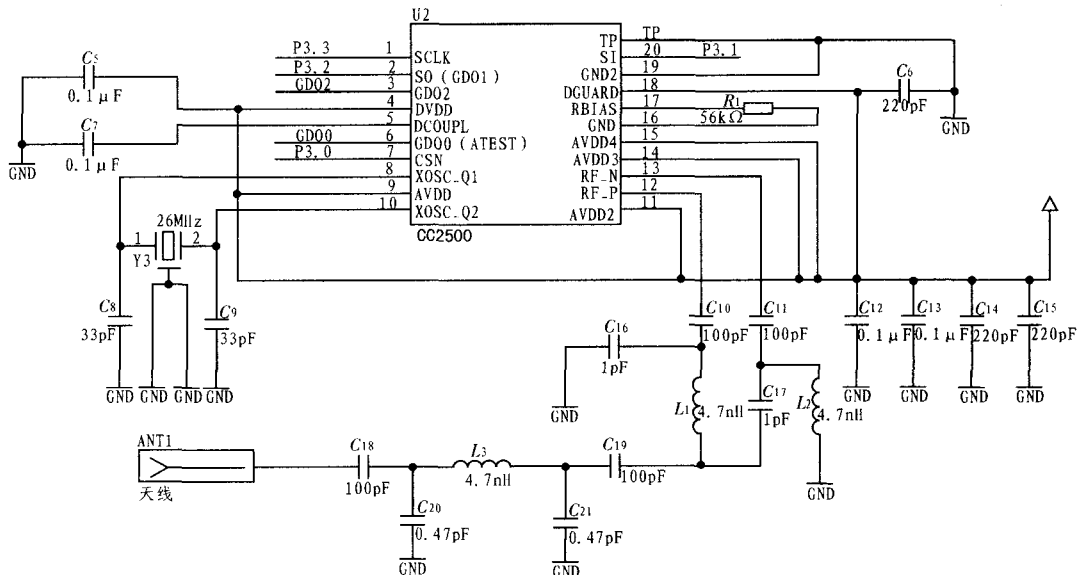


图3 CC2500 无线收发电路

振信号的 90°相移装置。

2.3 USB 传输调试接口电路设计

该系统开发工具通过 MSP430 的 USB 调试端口与 PC 机相连,通过开发平台在 PC 机上对其进行开发。USB 调试接口为该系统设计提供 3.6 V 的标准电压,其通过 SBW 接口相连

接,可作为一个标准的 Flash 仿真工具,射频 USB 调试接口采用返回通道的 MSP430 UART¹⁵端口,这样在调试阶段可以独立应用,允许用户在无流量控制的条件下,以 9 600 b/s 固定速率将串行数据传输到终端窗口。USB 调试接口电路如图 4 所示。

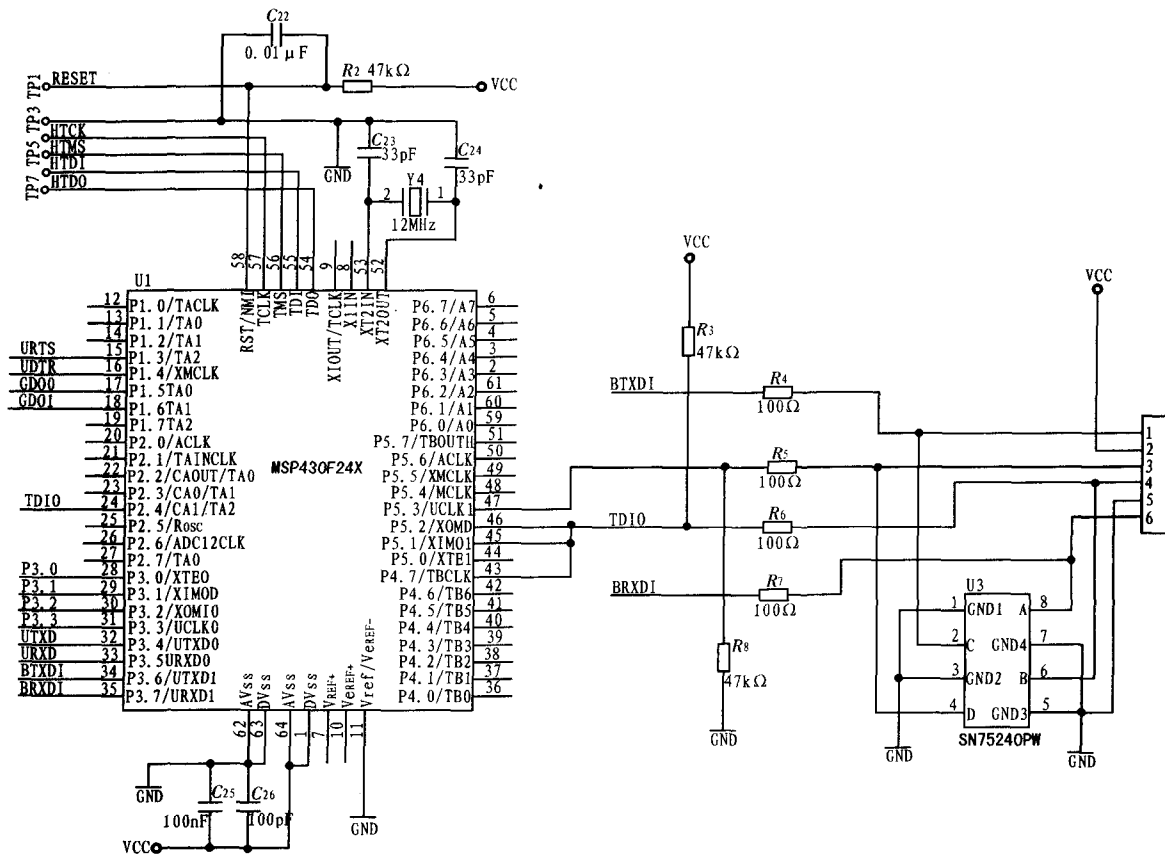


图 4 USB 调试接口电路

3 传输协议

无线数据采集系统包括两种不同的 MSP430 开发软件工具:TI 的 IAR 嵌入式工作平台 KickStart 和 CCE 开发环境¹⁶。“KickStart”是限制版本的嵌入式工作平台,允许 4 KB 的代码汇编。CCE 也是受限制的,但它允许高达 16 KB 的代码汇编。完整版本的 CCE 提供无限代码汇编。其通过 MSP430 的 USB 调试端口与 PC 机相连,通过开发平台在 PC 机上对其进行开发。

系统在应用程序开发上使用 Simplici TI 协议。Simplici TI 网络协议是一个专有的,低功耗射频(RF)协议。其对象是配置简单的小射频网络(小于 100 个节点)。Simplici TI 网络协议是以易于实现、占用最小的微控制器资源为目的而设计的。该协议在 TI 的 MSP430 超低功耗微控制器和各种射频收发器的盒外运行。Simplici TI 网络协议支持各种低功耗设备,包括安全警报(烟雾探测器、玻璃破碎探测器、一氧化碳传感器、光传感器)、自动读表器(煤气表和水表)、家庭自动化(家

电,车库门开启器和环境设备)以及有源 RFID。Simplici TI 协议应用如图 5 所示。

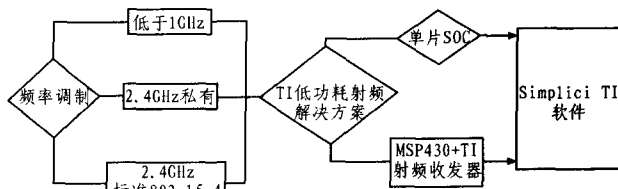


图 5 Simplici TI 协议应用

4 结束语

基于 USB 接口的无线数据采集系统以 MSP430 为控制核心,集成了 CC2500 无线收发器,通过 USB 调试端口与 PC 机相连进行开发,调试稳定,简易方便,消耗硬件资源少,该系统可作为一个独立的开发工具,也可以添加到其他设计中,适用性强。TI 公司提供的 IAR 嵌入式工作平台 KickStart 和 CCE 软件开发环境,资源丰富,易于开发。(下转第 18 页)

3.4 数据的发送与接收

发送数据时,首先按照协议中规定的帧形式构建帧数据。帧数据包括帧头和帧内容。其中帧头包括帧类型、源地址、目的地址、PAN、CLUSTERID 等信息。帧构建好后调用 MAC 层的原语 MCPS-DATA.request,并将接收到的结果通过 MCPS-DATA.confirm 返回。在 Z-Stack 中,数据的发送和接收都必须通过应用层调用。应用层提供的 Flash 发送函数,其程序如下:

```
void SampleApp_SendFlashMessage(uint16 flashTime)
{uint8 buffer[3];
buffer[0]=(uint8)( SampleAppFlashCounter++);
buffer[1]=LO_UINT16(flashTime);
buffer[2]=HI_UINT16(flashTime);
if(AF_DataRequest(&SampleApp_Flash_DstAddr,&SampleApp_
epDesc,//发送的模式和目的网络地址
SAMPLEAPP_FLASH_CLUSTERID,//串 ID
3,//数据长度
buffer,//数据
&SampleApp_TransID,
AF_DISCV_ROUTE,
AF_DEFAULT_RADIUS)==afStatus_SUCCESS)//发送状态
{ }
else
{ }
}
```

为了接收数据,设备必须打开其接收机。上层使用 NLME-SYNC.request 原语初始化设备,打开其接收机,该原语将引起网络层使用 MLME-POLL.request 原语对其父设备进行轮询。ZigBee 协调器或路由器的网络层必须在最大程度上保证任何时间接收机总是处于接收状态。

网络层使用 NLDE-DATA.indication 原语向其高层表明所接收到的数据帧。一旦接收到帧信息,网络层数据实体将会检查帧控制域中安全子域的值。如果该值不为零,则网络层数据实体将该帧传送到安全服务提供单元,并根据所指定的安全标准对其进行安全处理。

接收到 Flash 发送方式的数据后,网络层会根据发送的数据计算小灯闪烁的数据间隔,其源函数程序如下:

```
void SampleApp_MessageMSGCB(afIncomingMSGPacket_t *pkt)
```



(上接第 14 页)

该数据采集系统可广泛应用于微型无线收发、无线传感网络及便携式传感监控领域。

参考文献:

- [1] IT 公司. MSP430x22x2, MSP430x22x4 mixed signal microcontroller[DB/OL].2009.http://www.ti.com.
- [2] IT 公司. CC2500 low-cost low-power 2.4 GHz RF transceiver[DB/OL].2007.http://www.ti.com.

```
{uint16 flashTime;
switch(pkt->clusterId)
{case SAMPLEAPP_PERIODIC_CLUSTERID:
break;
case SAMPLEAPP_FLASH_CLUSTERID:
flashTime=BUILD_UINT16(pkt->cmd.Data[1],pkt->cmd.
Data[2]);
HalLedBlink(HAL_LED_4,4,50,(flashTime/4));
break;
}
}
```

4 结束语

将本文所设计的 ZigBee 无线网络节点应用于军用车载记录仪,用来向基站传送车的速度、油量、水温、行驶路程等数据。经测量,在距离基站 292 m 以内的地方,数据能准确地传送到基站,基本达到了预定设计目标。

ZigBee 网络节点设计简单、开销小、应用范围广,适用于家庭自动化、健康医疗服务、无线自动读表系统、智能小区、无线传感器网络、无线工业控制、智慧型标签等领域。例如在精确农业领域,传统农业使用孤立的、无通信能力的机械设备,主要依靠人力检测作物的生长状况,而采用传感器和 ZigBee 网络后,农业将逐渐转向以信息和软件为中心的生产模式,使用更多的自动化、网络化、智能化和远程控制的设备来耕种。

参考文献:

- [1] 李文仲,段朝玉.ZigBee2007/PRO 协议栈试验与实践[M].北京:北京航空航天大学出版社,2009.
- [2] 宁炳武,刘军民.基于 CC2430 的 Zigbee 网络节点设计[J].电子技术应用,2008(3):95-99.
- [3] 瞿雷,刘盛德,胡咸斌.ZigBee 技术及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [4] REESE R. A implementation of microstrip balun for CC2420 and CC243x[R].2006.
- [5] 林少锋,何一.基于 CC2420 的 ZigBee 无线网络节点设计[J].电子设计工程,2009,17(3):66-68.
- [6] 李文仲,段朝玉.ZigBee2006 无线网络与无线定位实战[M].北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [3] 黄智伟.无线发射与接收电路设计[M].2版.北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [4] 黄智伟.射频电路设计[M].北京:电子工业出版社,2005.
- [5] 黄智伟.无线通信集成电路[M].北京:北京航空航天大学出版社,2005.
- [6] IT 公司. eZ430-RF2500 development tool user's guide[DB/OL].2007.http://www.ti.com.