

基于 MSP430 和 NRF2401 的 WSN 节点设计

刘志平

(河南理工大学电气学院 焦作 454000)

摘要:本文主要介绍了无线传感器网络节点的分析 and 设计。系统选用了低功耗的 MSP430 系列单片机作为控制器,同时选用了低功耗的射频通信芯片 NRF2401。软件部分设计了一种突发通信模式,利用 NRF2401 提供的 Shock Burst 通信模式进行数据通信。同时系统程序部分充分利用 MSP430 系列单片机提供的低功耗模式以降低系统的总功耗,此外本文就各模块芯片的通信协议以及对应的程序也进行了具体的分析。

关键词:无线传感器网络节点;MSP430;NRF2401

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A

Design of wireless sensor network node based on MSP430 & NRF2401

Liu Ziping

(School of Electrical Engineering, Henan Polytechnic University, Jiao Zuo, China)

Abstract: The main purpose of this paper is to introduce the analysis and design of a node in wireless sensor network. This system is composed of the low-power MCU of MSP430 & NRF2401 used for RF communication. The software is the Shockburst mode of communication provided by the NRF2401, which is chosen to complete the communications in the system. At the same time, the sleeping modes provided by the MCU are fully utilized to reduce the system's power consumption. In addition, the communication protocol and the program of the chips are also analyzed.

Keywords: wireless sensor network node; MSP430; NRF2401

0 引言

无线传感器网络 WSN(wireless sensor network)是一种自组织网络,它由大量低成本、资源有限的传感节点设备组成,节点间协同工作实现某一特定任务。由于无线传感网络所具有的易扩展、自组织、分布式结构和实时性的特点,无线传感网络的应用已经由军事领域扩展到其他许多领域,例如环境监测、气候监测、目标追踪、工业自动化等方面,此外还为未来的远程医疗和空间探索提供了很大的应用空间^[1-2]。

无线传感器网络体系结构如图 1 所示,通常包括传感器节点、汇聚节点(sinknode)、外部网络 and 用户界面^[3-4]。大量传感器节点随机部署在感知区域(Sensorfield)内部或附近,能够通过自组织方式构成网络,传感器节点将采集到的数据沿着其他传感器节点逐跳进行传输,在传输过程中所采集的数据可能被多个节点处理,经过多跳路由后

到汇聚节点,再由汇聚节点通过外部网络把数据传送到处理中心进行集中处理。

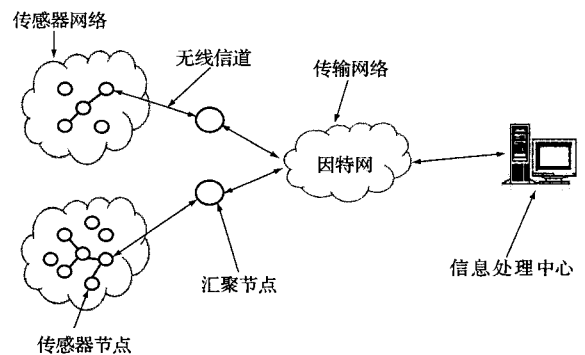


图 1 典型的无线传感器网络拓扑图

1 系统硬件设计

无线传感器网络终端节点的硬件一般包括数据处理

作者简介: 刘志平,研究生,助教,主要研究方向为通信与信息系统。

单元、无线传输单元、传感采集单元和电源供应单元。如图2所示,传感采集单元可以根据应用背景选择相应的测量物理量的传感器,电源供应单元部分由于系统大部分处于低功耗模式,可以采用7号电池解决。下面着重介绍数据处理单元、无线传输单元。

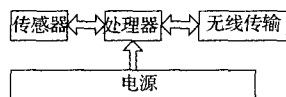


图2 无线传感器网络节点组成

1.1 数据处理单元

MSP430^[5-9]是具有超低功耗特点的16位单片机,本方案选用MSP430F148,其功耗电流已经达到了 μA 级。16位CPU和高效的RISC指令系统,无外扩的数据地址总线,在8MHz时可达125ns的指令周期,具有16个快速响应中断,能及时处理各种紧急事件。丰富的片内外围功能模块:12位的A/D转换器ADC12内包括采样/保持

功能的ADC内核、转换存储逻辑、内部参考电平发生器、多种时钟源、采样及转换时序电路。有8个外通道,4个内通道,高达200kbps的采样速率,多种采样方式。两路USART通信串口,可用于UART和SPI模式;片内有精密硬件乘法器、两个16位定时器,6个并行口PI~P6,48条I/O口线,其具有64KB的闪存,用于存储采集数据。

1.2 无线传输单元

本系统采用2.4GHz无线单片收发芯片nRF2401^[7],它具有体积小、功耗低,外设少的特点,非常适合于无线传输应用系统。

nRF2401可以由SPI接口与微处理器连接,通过这个接口完成设置和收发数据工作。许多单片机都集成了SPI控制器,例如MSP430,可以非常方便地通过软件设置最多40bit地址,只有收到本机地址时才会输出数据(提供一个中断指示),并且支持点对多点的操作,编程很方便。

nRF2401与单片机采用SPI接口连接,原理图如图3所示。SPI总线接口技术是一种高速、高效率的串行接口技术,主要用于扩展外设和进行数据交换。

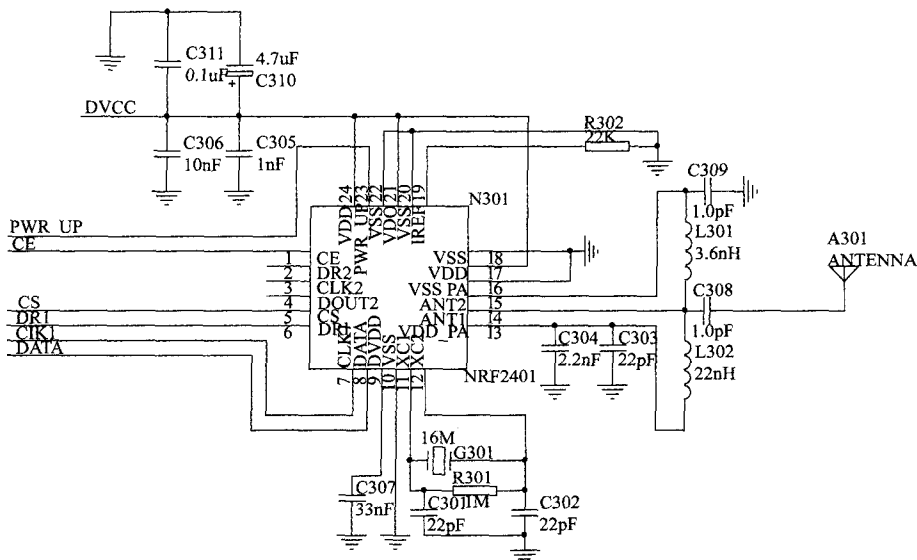


图3 nRF2401与MCU接口原理图

2 软件设计

软件开发以IAR Workbench V3.1为平台,采用C语言编写,软件编程的基本思路是:先对SPI、nRF2401控制端口初始化;使能SPI、UART端口,使能ADC,对nRF2401芯片初始化;开启接收机后,就可以运行任务程序了,以实现接收或发送数据,对nRF2401操作流程如下:

nRF2401有4种工作模式:收发模式、配置模式、空闲模式和关机模式。nRF2401的工作模式由PWR_UP、CE、TX_EN和CS三个引脚决定。对nRF2401的操作主

要是配置其工作方式和读写数据,所有配置命令字和数据都是通过同步串行口的CLK和DATA两个引脚完成的。要将nRF2401设置于ShockBurstTM方式,首先使PWR_UP引脚为高电平,CE引脚为低电平。配置字从最高位开始,依次送入nRF2401,CLK下降沿锁定数据。配置命令字发送完后,在CS的下降沿按新配置字的设置开始工作。使用nRF2401进行发送数据时,采用以下的步骤:1)CE置高,使nRF2401开始工作;2)逐位写入接收机的地址;3)逐位写入要传送的数据;4)CE置低,激发nRF2401进行ShockBurstTM发射。nRF2401的ShockBurstTM发射过程是:给射频前端供电,射频数据打包(加字头、

CRC 校验码),高速发射数据包,发射完成,nRF2401 进入空闲状态。nRF2401 的接口模块引脚包括 CE、DR1、CLK1 和 DATA(接收通道 1),接收端依照以下流程进行数的接收:1)配置本机地址和即将接收的数据包大小;2)进入接收状态,CE 置高;3)200 μ s 后,nRF2401 进入监视状态,等待数据包的到来;4)当接收到正确的数据包时,nRF2401 自动除去字头、地址和 CRC;5)nRF2401 通过把 DR1(可用作中断信号)置高来通知微控制器;6)微控制器把数据从 nRF2401 逐位移出;7)所有数据移完,nRF2401 把 DR1 置低,此时如果 CE 为高,则等待下一个数据包,如果 CE 为低,开始其他工作流程。

程序中用到的部分代码如下:

```
/* invariable */
unsigned char Comm_ok_flag; /* 主从机连接 OK 标志 */
unsigned char DR1_flag; /* DR1 为高标志 */
unsigned char Nrf_on_flag; /* 2401 开关标志 */
unsigned char Shake_hand_flag; //握手成功标志
unsigned char Config_word[W_CFGWORD]; /* 存储配置字 15 字节 */
unsigned char Shock_word[W_SHOCKWORD]; /* 存储一帧协议数据 30 字节 */
unsigned char Rxddata_buffer[W_PAYLOAD]; /* 存储接收数据按协议 26 字节 */
unsigned char Txdata_buffer[N_DATA]; /* 存储发送数据暂定 10 字节 */
unsigned char Order; /* 提取数据帧功能码 */
unsigned char Frq_set_value; /* 频道设置数据 */
/* function */
void Buildspiword(void);
void Spinrf2401(void);
void Shockburst(void);
void Receiveshock(void);
void Dospiclk(void);
void Nrf2401_on(void);
void Nrf2401_off(void);
void Set_config(void);
void Set_standby(void);
void Set_tx(void);
void Set_rx(void);
void Clr_Payload(void);
```

```
void Soft_delay_01ms(int iUs);
void Set_address(void);
void Clr_shock_word(void);
```

考虑到点对多点通信的可靠性,数据在底层无线传输中需要增加必要的协议规范。设计中对有效数据进行打包,格式为:前导码、地址、有效数据载荷、校验码。

3 结束语

基于 MSP430 和 NRF2401 的无线传感器网络节点设计在实验中表现出比较好的效果,可以实现监测区域内信号的采集传输与处理。但是由于射频芯片本身的原因,传输距离会受到障碍物的影响和设置频率而有变化,这些问题都有待更深入的研究。随着无线网络技术的成熟无线传感器网络的应用必将广泛深入环境监测、目标追踪、工业自动化等各领域。

参考文献

- [1] AKYILDIZ I F, WEILIAN S, SANKARASUBRAMANIAM Y, et al. A survey on sensor networks [J]. Communications Magazine, IEEE. 2002, 40 (8): 102-114.
- [2] PERRIGA, STANKOVIC J W D. Security in wireless sensor networks [J]. Communication of th ACM. 2004, 47(6): 53-57.
- [3] 孙利民, 李建中, 陈渝. 无线传感器网络[M]. 清华大学出版社, 2005.
- [4] HOLGERKARL A. 无线传感器网络协议与体系结构[M]. 电子工业出版社, 2007.
- [5] 沈建华, 杨艳琴, 翟晓曙. MSP430 系列 16 位超低功耗单片机原理与应用[M]. 清华大学出版社, 2004.
- [6] 胡大可. MSP430 系列 FLASH 型超低功耗 16 位单片机[M]. 北京航空航天大学出版社, 2002.
- [7] nRF240x Configurator User Guide. Nordic VLSI document, Nordic Cooperation.
- [8] JIANG Y, LIU J, LI J. Intelligent battery monitor based on MSP430 microcontroller unit [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument. 2008, 29 (5): 1040-1043.
- [9] 谢兴红, 林凡强, 吴雄英. MSP430 单片机基础与实践 [M]. 北京航空航天大学出版社, 2008.