

基于 PIC16F726 和 nRF24L01 的 短距离无线传输系统设计

张肖汉, 陈以, 李明伟

(桂林电子科技大学 电子工程与自动化学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 为了满足当前短距离无线通信的市场需求, 采用 PIC16F726 和 nRF24L01 芯片设计短距离无线传输系统, 给出了硬件设计方案和软件设计流程。测试结果表明, 系统实现了双向通信, 性能稳定可靠, 实用性强, 性价比高。

关键词: 短距离无线传输; PIC16F726; nRF24L01; 双向通信

中图分类号: TN919

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)21-0082-03

Design of short-range wireless transmission system based on PIC16F726 and nRF24L01

Zhang Xiaohan, Chen Yi, Li Mingwei

(School of Electronic Engineering and Automation, Guilin University of Electronic Science and Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In order to meet the market demand of short-range wireless communication, using the PIC16F726 and nRF24L01 chip to design short-range wireless transmission system, and this paper also presents the hardware design and software design processes. The test results show that the system has achieved a two-way communication and has got reliable performance, which is strong practical as well as cost-effective.

Key words: short-range wireless transmission; PIC16F726; nRF24L01; two-way communication

21 世纪, 短距离无线通信技术备受瞩目。短距离无线传输具有抗干扰能力强、可靠性高、安全性好、受地理条件限制少、安装灵活等优点^[1], 在电子通信、家电、民用与军工领域均拥有广阔的市场。特别是户外应用场合, 不宜采用有线数据传输方式, 无线通信则以无可比拟的优势占据先机。本文依据商业市场发展需求, 研究和设计了一种基于 PIC 单片机和无线射频收发芯片实现的小成本、低功耗、对等通信且协议简单的短距离无线传输系统。

1 系统设计

由于短距离无线传输对环境、安全性有较高的应用要求, 所以根据实际需求采用 RF 无线射频收发一体芯片技术。相对于目前主流的 IEEE802.11x 无线局域网技术、蓝牙技术等短距离无线通信技术, 此技术具有通信距离远、功耗低、抗干扰能力更强、自主开发程度高、开发成本低、技术更成熟、通信协议可自行定义、灵活度极

高等优点^[2]。结合系统的现实需要, 选用了由 Nordic 公司研制的 nRF24L01 无线射频收发芯片负责无线数据传输。

1.1 设计思路

系统设计主要以单片机为核心, 控制无线通信模块进行发射与接收, 实现短距离无线传输系统的双向对等通信。整个系统的功能模块示意框图如图 1 所示。

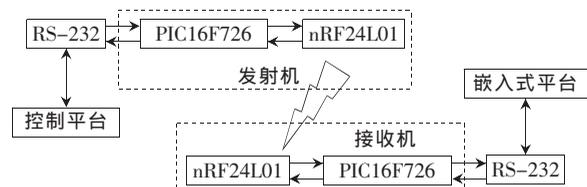


图1 短距离无线传输系统的功能示意框图

系统采用模块化设计思想, 发射机端与接收机端均由 PIC 单片机和 nRF24L01 芯片组成。工作原理是: 发射机端的 PIC 单片机在实时采集数据的同时, 根据控制平台的控制指令完成无线数据信号的发射, 接收机端的

PIC16F726 通过 SPI 接口控制 nRF24L01。nRF24L01 的 SCK 引脚与单片机的 RC0 引脚相连,即 Timer1 的时钟作为 SPI 时钟;nRF24L01 的 MOSI 引脚与单片机的 RC1 引脚连接,nRF24L01 的 MISO 引脚与单片机的 RC2 引脚连接,实现串行数据传输;nRF24L01 的 IRQ 与单片机的 RB0 相连,作为中断控制;nRF24L01 的 CSN 引脚与 RA4 连接,即 Timer0 的时钟作为 SPI 的片选信号;nRF24L01 的 CE 引脚与单片机的 RA3 相连,无线通信模块的工作模式由 PWR-UP、PRIM-RX 寄存器和 CE 决定(在后文的软件实现部分中再做详细描述)。

PIC16F726 单片机采用 5 V (VCC) 电源供电,内含复位电路,16 MHz 的晶振,它决定了单片机的串口传输速率。SPBRG 寄存器决定自由运行的波特率定时器的周期,异步模式下,波特率周期的倍频值由 TXSTA 寄存器的 BRGH 位决定,使用高波特率(BRGH=1)有助于降低波特率误差。在系统中,由软件设置 SPBRG 寄存器的值为 16,SYNC=0 且 BRGH=1,则无线模块和单片机的通信速率为 57 600 b/s,与实际波特率 $F_{osc}/[16(n+1)]$ 的值 58 800 b/s 仅有 2.12% 的误差。单片机与上位机之间采用 RS-232 标准接口,系统采用单电源电平转换芯片 MAX232 连接单片机和控制中心。MAX232 芯片是美信(MAXIM)公司专为 EIA/TIA-232E 以及 V.28/V.24 通信接口设计,内部有两个电荷泵,将 5 V 转换为 +10 V,为 RS-232 驱动器提供工作电压,所以,系统只需要单一的 5 V 电源即可^[5]。系统采用 24LC01B 型号 EEPROM(电可擦可编程只读存储器)满足系统即插即用、多次修改参数的要求。24LC01B 采用 I²C 接口方式,输入电压范围为 2.5~5.5 V,系统采用 3.3 V 电压输入,400 kHz 高频时钟,页写数据只需 2 ms,具有千万次擦写的寿命周期并能够保留数据超过 200 年^[6]。

2 软件设计

软件设计采用 Microchip 的 MPLAB IDE 作为本系统的编程开发工具。正确的设置工作模式对于使用无线射频收发芯片至关重要,对于 nRF24L01 而言,它的工作模式设置主要包括发送、接收、待机和掉电四个状态,这是由 PWR-UP、PRIM-RX、CE 三个引脚共同决定。具体配置如表 1 所示。

表 1 nRF24L01 工作模式配置

引脚电平			工作模式	
PWR-UP	PRIM-RX	CE	工作状态	FIFO 寄存器状态
1	1	1	接收模式	-
1	0	1	发送模式	数据在 TX FIFO 寄存器中
1	0	1→0	发送模式	停留在发送模式,直至数据发送完
1	0	1	待机模式 II	TX FIFO 为空
1	-	0	待机模式 I	无数据传输
0	-	-	掉电模式	-

短距离无线传输系统软件设计主要包括发送数据和接收数据两个部分。在提高系统性能和保证通信效率的前提下,依据发送数据和接收数据的特性,采用查询

和中断两种模式来分别完成数据的发送与接收。系统的发送与接收程序流程图如图 4 所示。

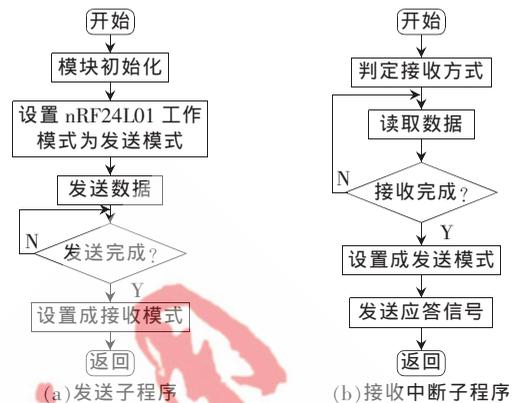


图 4 系统发送与接收程序流程图

3 系统测试

将系统发射机和接收机端分别通过 RS232 与 PC 机连接,通过串口调试助手进行模拟测试。经过多组测试,无误码情况,可实现两者之间的可靠通信。系统测试如图 5 所示。系统使用串口 3 进行发射机数据传输模拟,使用串口 4 对接收机进行模拟。两串口进行通信,其波特率、校验位、数据位与停止位需相互匹配,均定为 57 600 波特率,无校验位、8 位数据位与 1 位停止位。通过串口对采集的数据“test dates:12 24 37……”等进行传输,从图 5 测试的结果可以看出,系统实现了两者之间的无线双向通信。

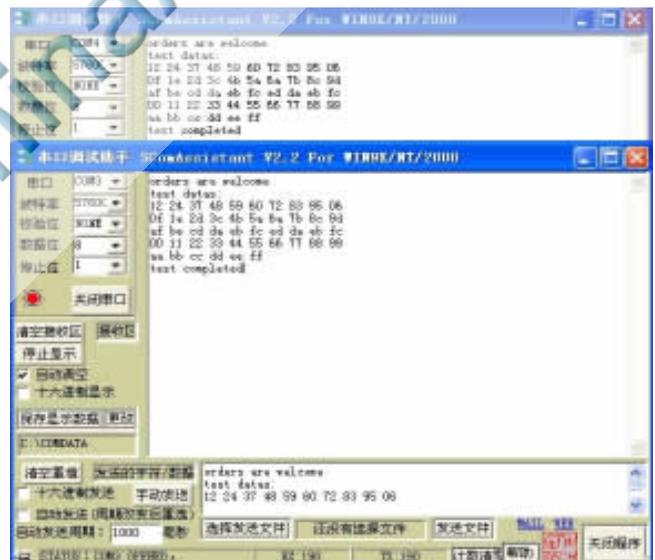


图 5 系统测试

结合高效、节能的政策,本文利用 IT 相关技术,系统达到了设计的任务要求,实现了短距离双向无线传输功能,可应用于各种嵌入式平台。本设计采用的是低价格、低功耗且易于开发的 PIC16F726 和 nRF24L01 芯片进行设计,通用性强,具有广泛的市场基础与较高的推广价值。

参考文献

- [1] 戴佳,戴卫恒.51 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲 [M].北京:电子工业出版社,2006.
- [2] 宋海波.基于 RF 无线射频芯片的通信技术在分布式网络传感器中的应用[D].吉林:吉林大学,2006.
- [3] Nordic. nRF24L01 Product Specification[Z]. Nordic Corporation, 2004.
- [4] PIC16F72X/PIC16LF72X 数据手册[Z]. Microchip Technology Inc.2009.
- [5] MAX232 中文资料[Z]. [2012-06-01] <http://wenku.baidu.com/view/65bf19a1284ac850ad02427d.html>.

- [6] 24LC01B DateSheet[Z]. [2012-06-01] <http://wenku.baidu.com/view/7228502ded630b1c59eeb5c1.html>.

(收稿日期:2012-06-05)

作者简介:

张肖汉,女,1988 年生,硕士研究生,主要研究方向:智能信息处理与嵌入式应用。

陈以,男,1963 年生,硕士研究生导师,教授,主要研究方向:智能控制,计算机应用。

李明伟,男,1987 年生,硕士研究生,主要研究方向:工业智能控制及其应用。

