

# 基于 nRF905 的无线串口通信系统

## A Wireless Series Port Communicate System Based on nRF905

(1.中科院长春光学精密机械与物理研究所;2.中国科学院研究生院)王萍<sup>1,2</sup> 陈长青<sup>1</sup> 龚睿<sup>1,2</sup> 康晓娜<sup>1,2</sup>

WANG PING CHEN CHANGQING GONG RUI KANG XIAONA

**摘要:**本文介绍了一种硬件设计简单、数据传输可靠的无线串口通信系统的设计与实现。文中从基于 nRF905 芯片的无线收发模块的设计开发、系统的硬件结构、数据包处理格式、无线串口通信的软件设计等方面介绍了该系统的实验开发及实现过程。该系统以 nRF905 无线收发模块和 AT89C52 单片机为核心,具有低成本、易扩展、操作简单等优点,可广泛应用于远程控制、无线数据采集等多个领域。

**关键词:**无线;串口通信;nRF905

**中图分类号:**TP273+.5 **文献标识码:**A

**Abstract:**The paper introduces the design and implementation of a wieldy and stable wireless series port system. It also introduces the development and realizing process of the experiments in the aspects of the design of wireless transfer- receive module based on nRF905, the hardware configuration of system, the disposal format of data package, the software design of communication with wireless series port and so on. This system combines nRF905 wireless transfer- receive module with AT89C52, it's provided with very convenient operation, low- cost and easy to extendity, thus it is able to be found to use widely in many fields such as long- range control and wireless data collection.

**Key words:**wireless, series port communicate, nRF905

## 1 引言

网络和通信技术的高速发展,使人们对无线通信的需求越来越高。短程、便捷、廉价的无线通信技术正成为关注的焦点。在传统的测控系统中,通常使用导线传输信号,这种传输方式常常会带来电磁干扰和信号衰减。而引入无线传输方式,就可以克服上述不足,同时也避免了复杂的线路连接,有效的节约了人力物力。即使在相距不是很远的地方,无线通信的应用同样广泛。人们希望通过一个小型的、短距离的无线网络为移动和商业用户提供各种服务。此时,无线串口通信的设计就显得尤为重要。

文中的系统以 AT89C52 单片机为核心,采用挪威 Nordic VLSI 公司推出的 nRF905 单片射频收发器,给出了一种简单方便,工作可靠的无线串口通信系统。

## 2 nRF905 芯片简介

nRF905 单片无线收发器工作于 433/868/915MHz 3 个 ISM (工业、科学和医学)频道,频道之间的转换时间小于 650us。工作电压为 1.9—3.6V,32 引脚 QFN 封装。自动产生前导码和 CRC 校验码,可以很容易通过 SPI 接口进行编程配置。外围器件连接简单,无需外部 SAW 滤波器。

nRF905 有两种工作模式和两种节能模式。两种工作模式分别是 ShockBurst TM 发送模式和 ShockBurst RM 接收模式,两种节能模式分别是掉电和 SPI 编程模式、STANDBY 和 SPI 编程模式。nRF905 的工作模式由 TRX\_CE、TX\_EN、PWR\_UP 三个引脚的设置来决定,详见表 1。

王萍:硕士研究生

基金资助:中科院二期创新项目(C04708Z)

表 1 nRF905 的工作模式

PWR_UP	TRX_CE	TX_EN	工作模式
0	X	X	关机模式
1	0	X	空闲模式
1	1	0	射频接收模式
1	1	1	射频发送模式

## 3 系统硬件结构

### 3.1 nRF905 无线收发模块的设计

nRF905 芯片可以选择多种形式的天线作为无线传输的途径。对于低损耗、小尺寸的无线模块来说,具有 T 型匹配网络的环形天线是一个很好天线的解决方案。本系统采用此种天线解决方案,使用的是差分环形天线。PCB 板上环形天线具有成本低,方向性较好,对人体不敏感,但增益较低的特点。通常应用于带宽较窄的场合,有利于抑制强的干扰。

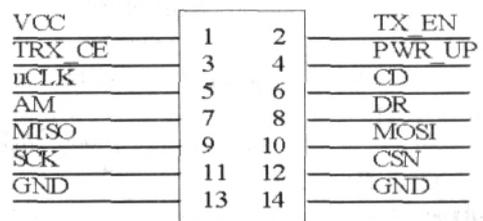


图 1 nRF905 无线收发模块原理框图

nRF905 的外部电路主要有三个部分组成,VC0 的外部电路,天线和接口驱动电路。该模块具有超小体积(33mm×19mm)、性能稳定且不受外界干扰、对电源不敏感、传输距离远(无障碍 200m)等优点。最大发射功率+10dBm,高抗干扰 GFSK 调制、可

跳频、最大数据传输率 50kbps、独特的载波检测输出、地址匹配输出、数据就绪输出。nRF905 无线收发模块的原理框图如图 1 所示。其中管脚 MISO 为 SPI 输出, MOSI 为 SPI 输入, CSN 为 SPI 使能端, 低电平有效。而 CD、AM、DR 三个管脚分别为载波检测输出、地址匹配输出、数据就绪输出。

### 3.2 无线串口通信的硬件设计

本系统通信底板以 AT89C52 单片机为核心, 与设计好的 nRF905 无线收发模块相连接, 串口转换部分采用 MAX232 芯片, 硬件连接简单, 有效的节约了成本。硬件系统由一对 nRF905 无线收发模块及两块通信底板构成, 分别通过 RS232 串口连接到两台需要通信的 PC 机上。发送端的单片机接收到串口发来的数据后, 通过将 TRX\_CE 与 TX\_EN 置 1, 使发送端的 nRF905 模块向外发送数据。接收端通过将 TRX\_CE 置 1, TX\_EN 置 0 来实现接收发送端发来的数据, 再由接收端单片机通过 RS232 串口传递给接收端 PC 机, 从而实现了两台 PC 机之间的无线串口通信。系统采用半双工的通信模式, 可实现两台 PC 机的双向收发。无线串口通信系统整体的通信示意图如图 2 所示。



图 2 无线串口通信系统通信示意图

## 4 数据格式处理及无线串口通信程序设计

### 4.1 数据格式处理

在无线数据传输中, 数据必须进行规定格式的处理才能有效的降低传输过程中的误码率。本系统采用的数据包格式由数据序列号、目标地址、源地址、所发数据长度、数据正文及校验码组成, 发送时的数据包格式如图 3 所示。

序列号	目标地址	源地址	数据长度	数据正文	.....	数据正文	校验码
-----	------	-----	------	------	-------	------	-----

图 3 数据包格式

当接收端收到一个数据包后, 向发送端发送确认信号, 若校验无误, 则开始判断过程之后对该数据包进行处理。在数据包前加数据序列号是为了及时的发现丢包、漏包的现象。

### 4.2 无线串口通信程序设计

本系统主要实现的是串口间无线收发数据的过程, 单片机将地址和数据写完后, 就要控制 nRF905 无线收发模块将接收到的数据发送出去, nRF905 发送模式会自动产生字头和 CRC 校验码, 当发送过程完成后, 数据准备好引脚(即 DR)通知单片机数据发送完毕。下面为 nRF905 发送数据的流程:

(1)当单片机有数据要发送时, 通过 SPI 接口, 按时序把接收机的地址和要发送的数据传送给 nRF905, SPI 接口的速率在通信协议和器件配置时确定;

(2)通过单片机置高 TRX\_CE 和 TX\_EN, 激发 nRF905 的射频发送(ShockBurstTM)模式;

(3)nRF905 的 ShockBurstTM 发送:

a. 射频寄存器自动开启;

b. 数据打包(Du 字头和 CRC 校验码);

c. 发送数据包;

d. 当数据发送完成, 数据准备好引脚被置高;

(4)若单片机置 AUTO\_RETRAN 寄存器为高, 表示需要重发数据, nRF905 不断重发, 直到单片机将 TRX\_CE 置低;

(5)当 TRX\_CE 被置低, nRF905 发送过程完成, 自动进入空闲模式。

AT89C52 单片机控制 nRF905 无线模块发送数据的流程图如图 4 所示。接收数据的过程与发送数据数据类似, 依据射频发送模式的要求来设定 TRX\_CE、PWR\_UP、TX\_EN 及 DR 管脚的电平值。下面给出 nRF905 模块的 SPI 接口初始化程序:

```
#define WC 0x00// 写配置寄存器
#define RC 0x10 // 读配置寄存器
#define WTP 0x20 // 向 TX-Payload 寄存器写入发送有效数据
#define RTP 0x21// 从 TX-Payload 寄存器读取发送有效数据
#define WTA 0x22// 向 TX-Address 寄存器写入发送地址
#define RTA 0x23// 从 TX-Address 寄存器读取发送地址
#define RRP 0x24 // 从 RX-Payload 寄存器读取接收到的有效数据
```

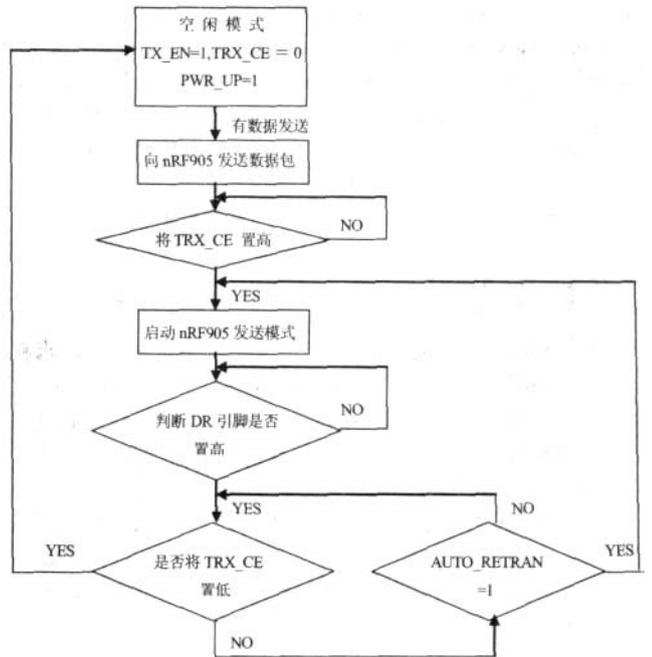


图 4 AT89C52 控制 nRF905 模块发送数据流程图

## 5 结语

本文作者创新点: 采用无线的方式实现串口通信大大减小了线路连接的复杂程度, 从而避免了电线老化、线路间干扰等问题。本系统硬件连接简单, 数据传输稳定, 体积小易操作, 且成本低廉, 经简单扩展可广泛应用于远程控制、无线数据传输等多个领域。

### 参考文献

[1]刘立新, 李国辉, 郝国芳. 基于 nRF2401 的无线自动抄表系统[J]微计算机信息, 2006, 9:158-160

[2]马忠梅, 籍顺心等. 单片机的 C 语言应用程序设计[M]. 北京航空航天大学出版社, 2003, 11

[3]赖诚. 无线通信抗干扰技术[J]. 科技资讯, 2006, 15:11-12

(下转第 245 页)

首先剔除两个子串中公有基因 7 和 2, 得到串 589 和 461, 然后建立剩余基因的对应关系, 即:

A=1364157829

B=8935146217

5 ↔ 4, 8 ↔ 6, 9 ↔ 1

再按照反映射关系修正重复的编码, 就能消除不合法的任务规划。经过这样修正得到的子串为:

A'=938546217

B'=613457829

这样, 子串仍是遍历的, 而且每个子串的次序完全由其父串确定。

### (6) 变异算子

本文采用对换变异, 即对某个染色体随机选择两个交换点, 使交换点处的码值交换, 假设染色体 A 为:

A=1 3 6 4 5 7 8 2 9

交换点

选择在 4, 7 两个点进行交换, 得到染色体 A' 为:

A' = 136857429

### (7) 判断终止条件是否满足

本文选取的终止条件是最佳适应度无明显提高, 用相对差值来进行判断, 如式(3)所示。

$$E(f_i^{k+1}, f_i^k) = \frac{\max(f_i^{k+1}) - \max(f_i^k)}{\max(f_i^k)} < \varepsilon \quad (3)$$

若相对误差小于给定的标准, 则遗传算法结束, 并输出最优解。否则, 继续进行复制、交换、变异。

### 2.4 仿真结果

本文对自重构机器人任务的集中规划进行了相应仿真。群体规模设定为染色体长度的 2 倍, 交换概率为 0.9, 变异概率为 0.03, 初始群体由随机法产生, 实验结果表明:

(1) 当染色体长度 ≤ 15 时, 可以 100% 搜索到穷举法求得的最优解。

(2) 当 15 < 染色体长度 ≤ 60 时, 可以收敛到“最好解”, 多次实验的误差为零。

## 3 结论

本文作者创新点: 建立了多机器人系统模型, 包括机器人系统的任务模型和机器人的模型; 采用基于多机器人系统模型的集中规划方法很好地解决自重构机器人系统全局任务规划的寻优问题, 即多机器人系统中重要的任务优先得到分配机器人的能力得到最大的发挥, 机器人系统的执行任务时的成本最低等。而且, 本文建立的多机器人系统模型还可根据多机器人系统体系结构、感知能力、智能水平的不同, 与自由协商、隐式协作等协作决策方式相结合, 解决机器人系统任务规划的寻优问题。

### 参考文献

[1] Andres Castano, Alberto Behar, and Peter M. Will. The Conro Modules for Reconfigurable Robots. IEEE/ASME TRANSACTIONS ON MECHATRONICS, 2002, 7(4): 403-409

[2] Cao Y, Fukunaga A, Kahng A. Cooperative Mobile Robotics: Antecedents and Directions. Autonomous Robotics, 1997, 4: 323-340

[3] R. Alami, S. Fleury, M. Herd, etc. Multi-Robot Cooperation in The MARTHA Project. IEEE Robotics and Automation 1998, 15(1): 36-47

[4] 张巧荣. 遗传算法在水下机器人路径规划中的应用[J]. 微计

算机信息 2006, 11-2: 240-243

[5] 朱剑英. 智能系统非经典数学方法. 武汉, 华中科技大学出版社, 2001

作者简介: 姚俊武, (1969-), 男(汉), 湖北黄冈人, 副教授, 在读博士生, 研究方向: 自重构机器人智能控制; 王建中, (1963-), 男, 教授, 博士生导师。

Biography: Yao Junwu is a vice-professor, received the B.S. degree in precision instrument from Beijing Institute of Machinery, Beijing in 1991 and the M.S. degree in robotics from Wuhan Institute of Technology, Wuhan, Hubei, in 2002. He is currently working toward the Ph.D. degree in robotics at Beijing Institute of Technology, Beijing. His main research interest is in self-reconfigure robot. Toward this goal, he has studied the utility of modular robots, self-reconfigure robot, probabilistic planning for cooperative teams of robots. Wang Jianzhong is a professor and doctor teacher. (1000812 北京 北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室) 姚俊武 王建中

(435003 湖北黄石 黄石理工学院) 姚俊武

(State Key Laboratory of Explosion Science and Technology, College of Mechatronics, Beijing Institute of Technology, Beijing, 100081) Yao Junwu Wang Jianzhong

(Huangshi Institute of Technology, Hubei, Huangshi, 435003) Yao Junwu

通讯地址: (1000812 北京 北京理工大学爆炸科学与技术国家重点实验室) 姚俊武

(收稿日期: 2007.8.23)(修稿日期: 2007.10.15)

(上接第 282 页)

作者简介: 王萍, 女, 汉族, 1983 中国科学院长春光机所硕士研究生, 进行远程控制和伺服系统研究; 陈长青, 男, 汉族, 1962 中国科学院长春光机所研究员, 从事精密跟踪与伺服控制方向的研究。

Biography: Wang Ping, female, Han, 1983, study in Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, profession is long-range control and a servo system.

(130033 吉林长春 中科院长春光学精密机械与物理研究所)

王萍 陈长青 龚睿 康晓娜

(100039 北京 中国科学院研究生院) 王萍 龚睿 康晓娜

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Wang Ping Chen ChangQing Gong Rui Kang XiaoNa (Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China) Wang Ping Gong Rui Kang XiaoNa

通讯地址: (130033 长春市 经济技术开发区东南湖大路 16 号 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所光电对抗部) 王萍

(收稿日期: 2007.8.13)(修稿日期: 2007.10.16)

## 书 讯

《现场总线技术应用 200 例》  
110 元 / 本 (免邮资) 汇至

《PLC 应用 200 例》  
110 元 / 本 (免邮资) 汇至

地址: 北京海淀区皂君庙 14 号院鑫雅苑 6 号楼 601 室  
微计算机信息杂志收 邮编: 100081  
电话: 010-62132436 010-62192616(T/F)