

基于小型操作系统 RTX51-Tiny 设计实现的无线终端

岳洋¹ 曹颖²

(1. 大连交通大学软件学院 大连 116052; 2. 通化师范学院 通化 134002)

摘要: 为了使分布在不同位置的现场控制器联系在一起,达到更广区域的监视和控制,本文介绍了一种使用小型多任务实时操作系统 RTX51-Tiny 开发的无线控制终端,通信模块使用了 nRF401 芯片,它与微控制器相连的部分只是简单的串口,此模块用来与下位机无线通信实现数据交换。本文描述了硬件部分和软件部的设计过程,给出了硬件电路图、软件程序框图、部分串口通信程序。此系统具有测点多、便于扩展、抗干扰性强等优点,并通过试验取得了良好效果,为构建高性能的实时数据平台起到了借鉴作用。

关键词: 单片机; 无线通信; RTX51-Tiny; LCD

中图分类号: TP216.1 **文献标识码:** B

Design and implementation of a wireless terminal based on RTX51-Tiny

Yue Yang¹ Cao Ying²

(1. Software Institute, Dalian Jiaotong University, Dalian 116052; 2. Tonghua Normal University, Tonghua 134002)

Abstract: To connect control equipment located at different places for remote monitoring and control, this paper mainly describes a wireless terminal design based on RTX51-Tiny, which is a miniature, multitasking and real-time operating system. The nRF401 based wireless communication module is developed, and it offers the microcontroller a simple serial port interface. This module is used to realize wireless communication between slave computer and single chip computer to with data exchanged. Both hardware and software design are discussed. The hardware circuit, communication protocol, program flowchart and part serial communication program are also given. It has many advantages such as abundant measuring points, easy to expand, and high interference immunity; and its effect is testified by experiments, which will set a good example for developing a real-time data platform with high performance.

Keywords: SCM; radio-communication; RTX51-Tiny; LCD

0 引言

如今,无线通信技术已经在我们的生活和工作当中得到越来越广泛的应用,从8位单片机到32位的ARM芯片,嵌入式系统已经开始一统天下,而无线通信技术,更是给嵌入式系统插上了隐形的翅膀,使它应用到更广阔的领域。本文所设计的无线终端,在软件上采用 RTX51-Tiny 操作系统,通过任务模块化的方式实现;在硬件上使用华邦公司的 W77E58 单片机,通过 Nordic 公司的无线收发模块 nRF401 实现与下位机的信息传递,采用 128×64 点阵的 LCD 和 3 个按键负责显示和控制,并配有 RS485 总线可接收 PC 机下传的数据。

1 硬件设计

该终端控制器完成与下位机(下层数据采集控制器)和上位机(PC机)通信,控制器使用华邦公司的双串口 W77E58 高性能单片机,它支持运行 RTX51-Tiny,其中串

口 0 通过 RS485 总线与 PC 主控机相连;串口 1 与无线通信芯片 nRF401 相连实现与下层控制芯片的无线收发数据。如图 1 所示, nRF401 芯片采用 FSK(数字调频)调制解调技术,抗干扰能力强。使用一块芯片与单片机的串口相连就可以完成数据的收发工作,通讯距离 0~300 m 左右,外围电路简单,通过控制芯片引脚,就可以在发送和接收模式间进行切换,不用进行内部初始化。本套系统的显示部分使用以东芝公司 T6963C 为控制芯片的 128×64 点阵液晶,使用直接访问片外 RAM 方式就可以对 LCD 进行操作,引脚 P20 可以指明 W77E58 发送的 8 位数据是作为 LCD 的数据还是指令。配有 3 个按键电路,可以进行数据移位、修改数据和发送数据,实现对下位机的控制。下位机使用 AT89S52 和 nRF401 组成控制终端负责现场控制和数据采集,并与中间控制器无线通信。

为了有高稳定性的通信性能,通信部分的硬件设计是十分重要的,应严格遵守 Nordic 公司的技术文档,尽量选择要求的参数和器件,另外针对干扰较大的工控环境,在

硬件电路设计及 PCB 制板时须注意以下几点:

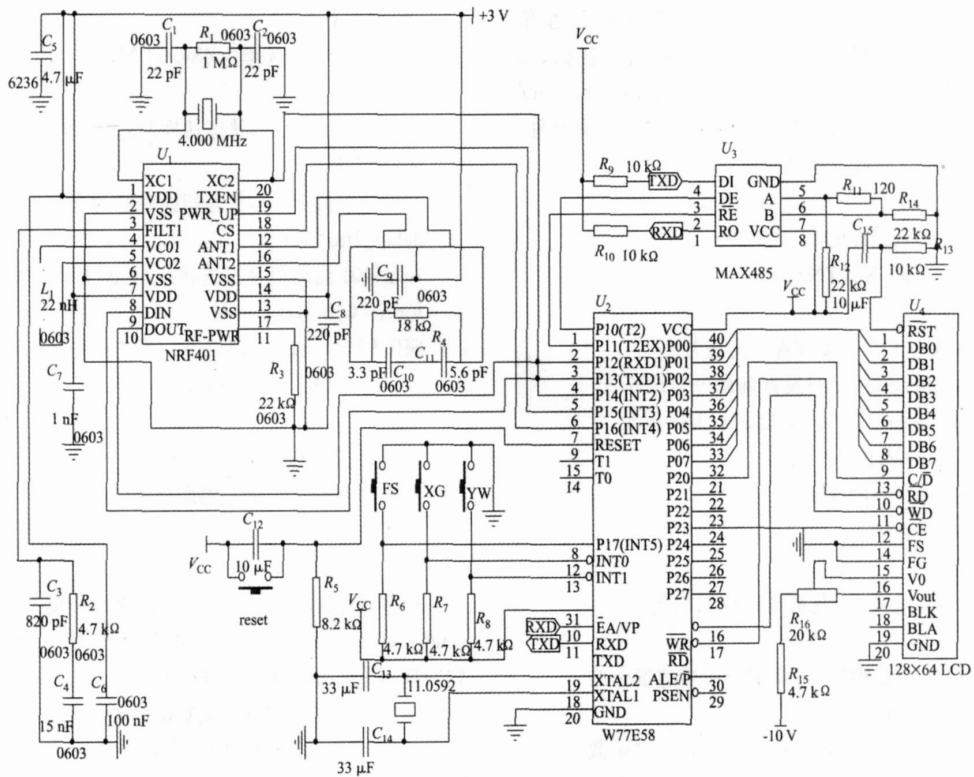


图 1 无线控制终端硬件电路

(1) 为将数字电路对高频通信的影响降到最低。数字电路与高频通信电路分别使用独立的电源, nRF401 的接入端应加去藕电容, 并尽量靠近 nRF401。

(2) PCB 上空余的地方应尽量多布置些过孔。滤波电容应尽量靠近相应的引脚布置, 这样滤波效果会更好。外围器件尽量少, 最好选择 STM 封装的贴片件。

(3) 外接压控振荡器 VCO 电感应选用高 Q 值的 22 nH VCO 电感, 要求 Q 值 > 45 @ 433 MHz, 精度为 2%, 才能保证通信距离。在 PCB 上, 压控振荡器的电感尽量靠近 VCO1 和 VCO2 引脚, 并相对这 2 个引脚呈对称布置。

(4) 建议使用螺旋天线, 其尺寸大小和接收/发送能力介于单鞭天线和 PCB 环形天线之间。

2 软件设计

2.1 总体构想

软件设计部分采取任务模块化方式, 完成初始化设备, 按键查询并处理, 无线通信, 数据显示几部分功能。RTX5-Tiny 小型操作系统采用的是时间片轮转调度方式, 为每个任务规定了每次执行的最长时间片 (默认值是 50 000 个机器周期, 默认的报时信号周期为 10 000 个机器周期), 然后执行下个任务, 执行完全部任务后, 再回到第 1

个任务执行, 如此循环下去。针对所需完成的功能, 设计安排了 4 个任务: 任务 0、任务 key、任务 query、任务 display。图 2 为系统软件框图。

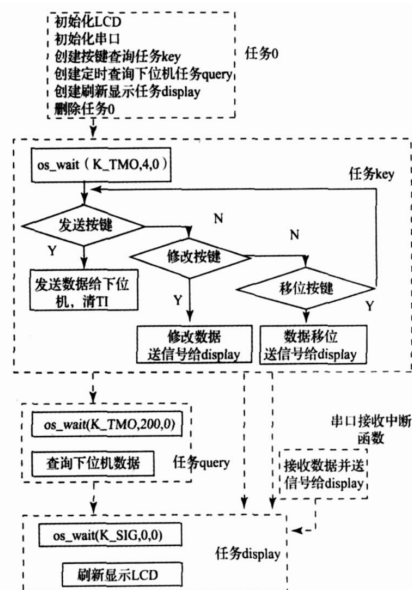


图 2 系统的软件框图

任务 0 负责完成初始化液晶屏, 初始化串口, 创建任务 key、任务 query、任务 display。RTX51-Tiny 没有主函数, 但必须有一个任务 0, 不能运行在资源较少的 51 型单片机, 须使用 52 增强型单片机, 在 keil c 环境下, 应加入头文件 RTX51TINY.h, 并应在 Target e 选项中, 对 operating 选择 RTX-51-Tiny。下面代码列出了主要包含的头文件, 对任务名称以及位变量进行的定义, 以及任务 0 所对应的代码:

```
# include < reg51. h>
# include < RTX51TINY. h>
...
# define key 1 // 按键查询为任务 1
# define query 2 // 定时发查询命令为任务 2
# define display 3 // LCD 显示为任务 3
sbit TXEN= P1A4;
sbit PWR_UP= P1A5;
sbit CS= P1A6;
...
job0( ) _task_ 0{ //任务 0 完成初始化
...
init_lcd( ); // 在购买 led 屏时会附带这部分的
// 汇编和 c 代码
init_serial(); // 在任务 0 调用初始化串口函数
// 使用 C/T1 作为串口 0、1 的波特率发生器
// 为得到准确 baudrate 使用 11. 059 2 MHz,
// baudrate= 9 600 b/s
os_create_task ( key); // 创建任务 key
os_create_task ( query); // 创建任务 query
os_create_task ( display); // 创建任务 display
os_delete_task ( 0); // 删除任务 0
}
```

在任务 key 中, 利用 RTX51-Tiny 的时间片轮转调度方式, 可以在每 4 个报时信号周期进行按键查询, 若有按键被按下转去执行相应程序, 这样既利用了操作系统提供的资源, 又简化了程序设计。

任务 query 中, 每 200 个报时信号周期会发查询指令对下位机的寄存器进行查询。这部分代码调用了内核提供的 os_wait 函数(RTX51-Tiny 内核完全集成在 KEIL C51 编译器中), 函数 os_wait 原形为: char os_wait (unsigned char event_sel, unsigned char ticks, dummy), 其中参数 event_sel, 指定等待的 3 种事件, 可以为超时(K_TMO)、信号(K_SIG)、时间间隔(K_IVL)中的 1 种, 本系统使用了前 2 种。参数 ticks, 指定等待的报时信号周期个数。os_wait 函数先中止所在的当前任务, 并等待其中的一种事件, 等待期间可以执行其他任务, 当等待事件条件满足时, 马上从刚才中止处继续执行。下面是任务 query

部分的代码:

```
job3( ) _task_ query{
while(1){
CS= 1; // 频段选择为 434. 33 MHz
TXEN= 1;
// 对应引脚 P1. 4, 状态切换时须为高电平
PWR_UP= 1;
// 对应引脚 P1. 5, 状态切换时须为高电平
delay_1ms(3);
// nrf401 由待机至发送状态, 上面引脚须保持 3 ms
for(i= 0; i< 4; i+ ){
SBUF= query_comd[i]; // 发查询命令
while(! TL1); // 等待发送完毕
TL1= 0; }
os_wait(K_TMO, 200, 0);
// 每 200 个报时信号周期查询 1 次
}
}
```

任务 display 等待其他任务或串口中断程序调用 os_send_signal (display) 函数发送 K_SIG 信号, K_SIG 信号到来后, 任务 display 便刷新 LCD 显示, 若未到则显示时间。串口中断函数部分完成对串口 0 和串口 1 的接收部分进行处理, 串口 0 对指定的寄存器进行直接修改后并通过串口 1 发到下位机, 串口 1 收到数据后, 在中断函数中调用函数 os_send_signal (display), 给任务 display 送 K_SIG 信号, 这里使用中断函数可以达到更好的实时性。

2.2 采用 RTX51-Tiny 进行软件设计的主要特点和难点

特点: 采用 RTX51-Tiny 可以使任务模块化, 各任务间通过信号机制来完成信息传递, 这样在设计中, 不但减轻不少工作量, 而且使程序更清晰, 方便以后维护。RTX51-Tiny 在实时性方面有很好的表现, 更有利于对实时数据的采集、处理、显示。

难点: 由于采用 RTX51-Tiny, 编译后的代码长度会有所增加, 为使其能有更好的实时性, 在保证功能稳定的前提下, 要尽量优化代码, 控制代码长度。无线通信受到外界干扰的因素比较多, 在调试过程中的工作量较大。

3 结 论

该系统使用 RTX51-Tiny 结合中断函数处理, 非常适合进行多任务处理和实时性要求较高的场合。硬件方面使用液晶显示和按键设置功能, 可以提供较好的人机交互界面, 通过无线通信可以实现与现场控制器的数据信息交换, 并将数据送回 PC, 是通用的无线传输方案, 可应用于工业数据采集系统、无线标签、安全防火系统、水文气象监控等领域。

(下转第 180 页)

表4 跷跷板压线定位测试

次数	水平态 B 端定位误差/mm	水平态 A 端定位误差/mm	自由态 B 端定位误差/mm	自由态 A 端定位误差/mm
1	23	24	25	24
2	21	22	24	26
3	24	23	25	25

分析: 绝大部分定位都是小车前进方向的前头 2 个探头全部压上定为线方才恰好停车, 在极少数情况下(跷跷板上寻迹线弯度较大时), 小车前方探头还未接触定位线甚至刚开始起跑就会停车, 观察现象分析原因, 当寻迹线弯度较大, 小车不能有效纠正过大偏差时, 导致前方 2 探头有可能先后同时检测到黑色寻迹线, 以致小车停车。

检测结果表明本设计成功地实现了题目的要求, 具有较好的使用价值。

参 考 文 献

- [1] 全国大学生电子设计竞赛组委会. 全国大学生电子设计竞赛获奖作品汇编[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2006.

- [2] 吴少军, 刘光斌. 单片机实用低功耗设计[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2005.
- [3] 周航慈. 单片机应用程序设计[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006.
- [4] 高吉祥. 全国大学生电子设计竞赛培训教程[M]. 模拟电子线路设计, 2007.
- [5] 黄正瑾. 电子设计竞赛赛题解析[M]. 南京: 东南大学出版社, 2003.
- [6] 何立民. 单片机应用程序设计技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [7] 童诗白, 华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [8] 李朝青. 单片机原理及接口技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [9] 娄凤伟, 郑绳榷, 刘丰. 组合式电子互感器的理论和实验研究[J]. 仪器仪表学报, 2006, 27(1): 1489-1492.

作 者 简 介



陈世夏, 男, 1957 年 8 月出生, 副教授, 现从事电子技术教学
E-mail: chensx57@163.com

(上接第 172 页)

参 考 文 献

- [1] Keil μ Vision2help[OL]. <http://www.keil.com>.
- [2] 徐爱钧, 彭秀华. Keil Cx51 V7.0 单片机高级语言编程与 μ Vision2 应用与实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004: 623-690.
- [3] 贝克. 嵌入式系统模拟设计/嵌入式系统译丛[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005: 34-75.
- [4] 李琳罗, 凯华. 基于单片机微弱信号测量[J]. 电子测量技术, 2003(5): 49-50.
- [5] 李鸿明, 侯春萍. 用嵌入式系统研制无线音箱[J]. 电子测量技术, 2006(2): 38-40.
- [6] 黄战华, 申智敏, 魏凯. 通过串口发送彩信在无线远程监控嵌入式系统中的应用[J]. 电子测量技术, 2007(8): 87-89.
- [7] 唐康华, 何晓峰, 吴美平. 面向嵌入式应用领域的 GPS 接收机设计[J]. 仪器仪表学报, 2007(8): 1497-1151.
- [8] 苏亚, 杜晨红, 孙以材. 智能压力传感器无线数据采集系统[J]. 电子测量技术, 2007(7): 54-58.
- [9] 杨善林, 付超, 马溪骏. 基于 NANDFlash 控制结构复用的嵌入式存储系统研究[J]. 仪器仪表学报, 2006,

27(8): 845-852.

作 者 简 介



岳洋, 男, 1976 年出生, 硕士, 主要研究方向为交通信息与控制、嵌入式系统。
E-mail: haizhix@163.com



曹颖, 女, 1980 年出生, 主要研究方向为数学建模方法与研究。