

LED 屏无线通信的设计与实现

孙本大 吴宗佳 朱 会
(91550 部队 94 分队,大连 116023)

摘 要 针对采用芯片 nRF905 的 LED 屏无线通信,分别给出了上位机和下位机的系统框图。分析了系统的功耗,比较了无线模块和串口通信的通信速率。验证了系统的可行性,设计了串口通信协议。为保证数据质量,设计了数据通信协议。针对串口数据的 nRF905 分包转发,设计了无线芯片通信协议。例举了状态机的五种状态,介绍了状态间的转换条件,巧妙地编程设计了通信数据的定时器检查。论述了基于状态机的嵌入式单片机软件编程。

关键词 芯片 nRF905 单片机 Atmega16A 可行性分析 状态机

中图法分类号 TN919. 72; **文献标志码** A

 现行市场上的 LED 屏,采用异步串口、TCP/IP 接口等有线和 GPRS 无线进行通信。对于装修计划中的 LED 屏,即使提前布线或预留线缆空间,在线缆损坏或调试 LED 屏还是有诸多不利条件。技术成熟的 GPRS 无线模块,价格昂贵,不适用于大众场合。针对普遍使用的串口通信控制的 LED 屏,本文介绍了采用 nRF905 芯片为核心的硬件电路。论述了无线通信系统中的功耗估计、速率适配、串口与无线的通信协议设计和嵌入式单片机的软件设计,实现单片机控制串口的无线通信。

1 硬件设计

1.1 硬件总体框图

 硬件框图如图 1 和图 2 所示。图 1 为上位机框图,电路板上的单片机收到计算机发来的控制数据通过无线模块转发。图 2 为下位机框图,单片机将无线模块收到的数据通过串口发给 LED 屏的电路控制板。LED 屏回复数据的传输方向正好相反。

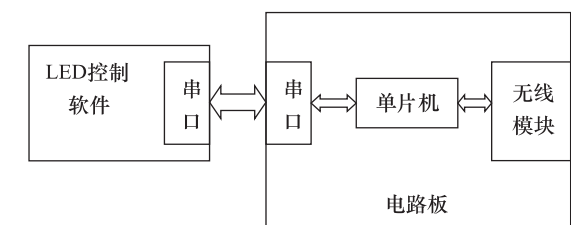


图 1 上位机框图

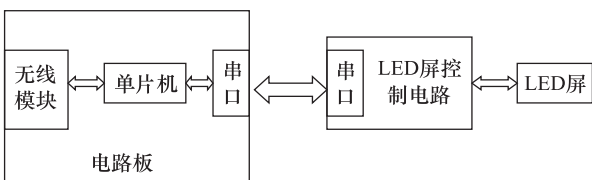


图 2 下位机框图

 采用 ProtelDXP 绘制电路原理图和双面 PCB 板,使用 JTAG mk II 在 AVR Studio4 下编写基于单片机的嵌入式软件,采用 GCC 编译器进行编译连接^[1]。

1.2 电路设计

1.2.1 单片机 Atmega16A

 采用芯片 LM1117 将 DC 9 V 稳压到 3.3 V,对单片机 Atmega16A、芯片 nRF905、芯片 Max3232 进行供电。串口通信采用芯片 Max3232 进行逻辑电平的转换。

 系统采用高性能、低功耗的 8 位 AVR 微处理器

Atmega16A 单片机^[2]。该单片机具有 16K 字节的系统内可编程 Flash, 512 字节的 EEPROM 和 1K 字节的 SRAM, 供嵌入式软件使用; 在线调试的 JTAG 端口, 丰富了系统的调试手段; 独立的定时器和可编程的串口, 加强了系统的功能。单片机 Atmega16A 上的 SPI 接口, 保证了无线芯片 nRF905 的无缝连接。

1.2.2 无线芯片 nRF905

NORDIC 公司的无线芯片 nRF905 采用高效的 GFSK 调制, 使用开放的 ISM 频段, 工作速率可达 50K bps, 收发模式切换时间短, 功耗低, 内置硬件 CRC 校验和点对多点的通信地址控制, 这些优点特别适合工业控制场合^[3]。

1.3 可行性分析

1.3.1 通信速率

nRF905 无线收发芯片的最高工作速率 50 kb/s。PC 机端的控制软件可以设置串口的工作速率, 典型波特率设置为 9 600 b/s 或 115 200 b/s。串口的波特率的每个字节加上起始位、停止位和奇偶校验位, 经计算, 串口工作速率小于无线芯片的工作速率, 因此, 可以采用无线芯片 nRF905 转发串口数据进行通信。

1.3.2 功耗估计

A) 单片机 ATmega16A 的耗散功率

条件: 温度, 25℃; 单片机工作晶振: 1 MHz; 工作电压, 3.3 V;

激活模式: 功率 $P = 0.6 \times 3.3 = 1.95 \text{ mW}$;

空闲模式: 功率 $P = 0.2 \times 3.3 = 0.66 \text{ mW}$ 。

B) 芯片 Max232 的耗散功率

工作电压 $V = 3.3 \text{ V}$;

最大工作电流 $I = 1 \text{ mA}$;

典型工作电流 $I = 0.3 \text{ mA}$;

则最大功耗 $P = V \times I = 3.3 \text{ mW}$;

典型功耗 $P = V \times I = 0.99 \text{ mW}$ 。

C) 无线模块的功率计算

发送模式的功耗: $P = 30 \text{ mA} \times 3.3 \text{ V} = 99 \text{ mW}$;

接收模式的功耗: $P = 12.2 \text{ mA} \times 3.3 \text{ V} \approx$

41 mW。

D) 稳压芯片 LM1117 的耗散功率

输入电压 $V_{in} = 9 \text{ V}$;

输出电压 $V_{out} = 3.3 \text{ V}$;

系统工作电流 $I = (0.6 + 1 + 30) = 31.6 \text{ mA}$;

则功耗 $P = (V_{in} - V_{out}) \times I = 180.12 \text{ mW}$ 。

E) 总功率的计算

系统最大功耗

$P = 180.12 + 1.95 + 3.3 + 99 = 284.37 \text{ mW}$;

经功耗估计, 系统功耗较小, 因此可以使用 DC 9V 电池供电。设计系统的供电方式为电池和外部 DC 9 V 电源, 通过跳线切换。

2 软件设计

2.1 通信协议

2.1.1 串口通信协议

设计串口通信协议: 1 位起始位, 8 位数据位, “空格”校验位, 1 位停止位。

2.1.2 数据通信协议

设计串口发送数据的通信协议: 串口发送数据的第一个字节和第二个字节是 0xF6、0x5A, 作为包头, 第三个字节和第四个字节为数据长度的一半, 数据最后的两个字节为校验字节。LED 屏控制卡回复数据为四个字节, 第一个字节和第二个字节为发送数据的前两个字节, 后两个字节为发送数据的最后两个字。

2.1.3 无线收发数据协议

无线通信的数据采取分包发送的机制。无线通信协议设计: 第一个字节为包头 0xF6, 第二个字节为数据的长度, 此字节的首位置 1, 此包数据为最后一包, 此字节的首位置 0, 此包数据非最后一包。由于无线芯片一包最大发送或接收字节数 32 字节, 所以最大数据包长度为 30 个字节。大于 30 个字节的数据, 分包发送。

2.2 芯片 nRF905 工作原理

2.2.1 芯片 nRF905 的管脚

管脚功能如表 1 所示。

表 1 nRF905 的管脚及功能

管脚	名称	管脚功能	说明
1	VCC	电源	DC +3.3 V-3.6 V
2	TX_EN	数字输入	TX_EN = 1 发送模式, TX_EN = 0 接收模式
3	TRX_CE	数字输入	使能芯片发送或接收
4	PWR_UP	数字输入	芯片上电
5	uCLK	时钟输出	该管脚废弃不用,向后兼容
6	CD	数字输出	载波检测
7	AM	数字输出	地址匹配
8	DR	数字输出	接收或发送数据完成
9	MISO	SPI 接口	SPI 输出
10	MOSI	SPI 接口	SPI 输入
11	SCK	SPI 时钟	SPI 时钟
12	CSN	SPI 使能	SPI 使能
13	GND	地	接地
14	GND	地	接地

2.2.2 芯片 nRF905 的工作模式

芯片 nRF905 共有四种工作模式:活动模式有 ShockBurst RX(接收模式)和 ShockBurst TX(发送模式);节电模式有掉电模式和 SPI 编程模式或 STANDBY(空闲模式)和 SPI 编程模式。芯片 nRF905 的工作模式由 TX_EN、TRX_CE、PWR_UP 的设置来设定,如表 2 所示。

表 2 nRF905 工作模式

PWR_UP	TRX_CE	TX_EN	工作模式
0	X	X	掉电模式和 SPI 编程模式
1	0	X	STANDBY(空闲模式)和 SPI 编程模式
1	1	0	ShockBurst RX(接收模式)
1	1	1	ShockBurst TX(发送模式)

2.3 基于状态机的嵌入式软件设计

2.3.1 系统初始化

系统初始化主要包括:端口、串口、SPI 总线、无线芯片、定时器和链表。状态机的初始化包括:初始状态、各个状态的初始条件等。根据数据发送和接收的流程,设计状态机的五种状态。

(1) 待机状态 ST_STAND_BY;

- (2) 串口接收状态(PC 端) ST_UART_RECV;
- (3) 无线接收状态(LED 屏端)ST_WAVE_RECV;
- (4) 串口等待状态(LED 屏端) ST_UART_WAIT;
- (5) 无线等待状态(PC 端)ST_WAVE_WAIT;

2.3.2 状态机的状态触发与转换

上位机在中断中接收 PC 机发送的控制数据,存储在循环链表中,通过无线芯片分包发送;上位机查询无线芯片接收回复数据,通过串口发给 PC 机上的控制软件;上位机状态触发与转换关系^[4,5],如图 3 所示。

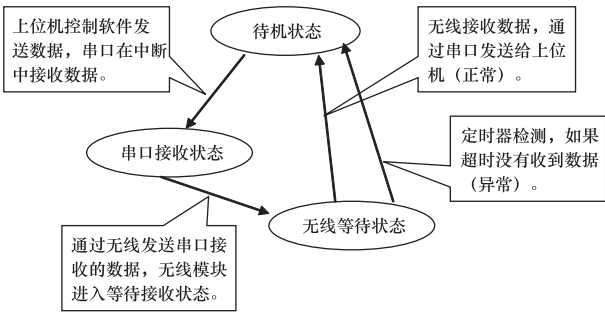


图 3 上位机状态触发与转换关系

下位机查询接收无线模块发送的数据,通过串口转发给 LED 屏控制卡;LED 屏控制卡的回复数据,下位机在中断中接收,通过无线发送;下位机状态触发与转换关系如图 4 所示。图 3 和图 4 共同完成一次数据应答。

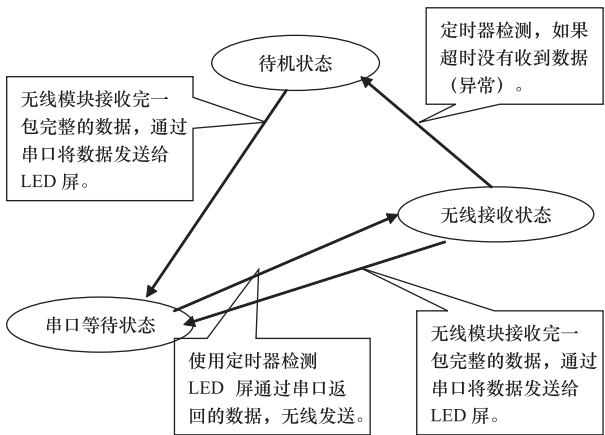


图 4 下位机状态触发与转换关系

2.3.3 定时器的数据收发检测

- 1) 串口接收数据完成的检测
- 串口的数据接收是在中断中完成的,因此在中断中对定时器置数,中断外面减数。波特率为 9 600 b/s 时,中断间隔小于 1 ms。设置定时器的时长 1.5 ms,如果超过此时长,则意味着串口数据接收完成。
- 2) 无线发送接收数据的检测
- 嵌入式程序中多处用到无线收发数据的定时器检测,根据应用场合,选择定时器的时长。

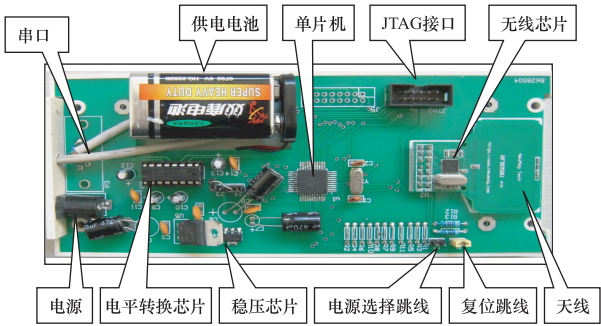


图 5 电路板布局

3 结束语

系统电路板布局如图 5 所示。本文对采用芯片 nRF905 进行 LED 屏的无线通信进行了论证,从通信速率和功耗两个方面分析了技术可行性,设计了串口通信协议、数据包协议和无线通信协议、论述了基于状态机的嵌入式软件设计,实现了系统预想功能。

参 考 文 献

1 马 潮. AVR 单片机嵌入式系统原理与应用实践. 北京:北京航空航天大学出版社, 2007

2 Single chip 433/868/915 MHz Transceiver nRF905 Product specification. Nordic Semiconductor. 2006

3 张腊明,佟 宇. 状态机技术在数据通讯协议栈中的编程应用. 现代电子技术,2008;3:146—148

4 陈小琴,蒋存波,金 红. 状态机原理在控制程序设计中的应用. 制造业自动化,2007;29(10):57—60

5 管庶安. 单片机程序的状态机模型. 武汉工业学院学报, 2004;23(2):1—2

The LED Screen on nRF905 Design and Implementation of Wireless Communications

SUN Ben-da, WU Zong-jia, ZHU Hui
(PLA 91550 Unit 94,Dalian 116023,P. R. China)

[Abstract] The use of chips for wireless communications nRF905 the LED screens is given respectively PC and slave system block diagram of the system's power consumption, compared the wireless communication module and the serial communication speed, verify the feasibility of the system. Serial communication protocol is designed in order to ensure data quality. Data communication protocol is designed for serial data transmitted nRF905 subcontracting, design a wireless chip communication protocol. Examples of the state machine of the five states, is described the transition conditions between states, ingeniously designed the communication data programmed timer checks, discussed the state machine-based embedded microcontroller software programming.

[Key words] chip nRF905 microcontroller Atmega16A Feasibility Analysis state machine