

文章编号:1007-2780(2013)06-0901-05

无线射频技术在旋转 LED 显示系统设计应用

黄 刚

(太原工业学院 电子工程系, 山西 太原 030008, E-mail: huangdong0122@163.com)

摘 要: 在旋转 LED 显示系统中, 为了使显示的信息画面能实时、快速地更新, 文章以 STM32 为主控 CPU, 利用霍尔传感器和编码器, 实现 LED 显示信息的准确定位; 通过旋转 LED 软件控制平台, 录入要更新的画面信息, 应用无线射频技术, 准确可靠地将更新的显示信息传输到旋转 LED 显示系统中。设计方法经实际制作测试, 取得了良好的效果。

关 键 词: 旋转 LED; 显示画面; 无线射频

中图分类号: TN919

文献标识码: A

DOI: 10.3788/YJYXS20132806.0901

Application and Design of Radio Frequency Technology in Rotating LED Display System

HUANG Gang

(Electronic Engineering Department, Taiyuan Institute of Technology,
Taiyuan 030008, China, E-mail: huangdong0122@163.com)

Abstract: In the rotating LED display system, in order to display the information of picture in real-time and update fast, the paper takes the STM32 as the main control CPU, using the Holzer sensor and encoder, the accurate position of LED display information is realized. The picture information can be input and updated through rotating LED software control platform. The displayed information can also be updated and transmitted to the rotating LED display system accurately and reliably. Through the actual production test, the design achieved good results.

Key words: rotating LED; display screen; radio frequency

1 引 言

射频技术 RF(Radio Frequency)是利用射频方式完成非接触双向通信, 与其他无线技术相比, 无线射频技术能够进行快速、实时, 频繁地数据交互, 可以适用于要求传输数据安全和数据流量大的场合。

针对无线射频技术传输数据快、传输数据量大等优点, 论文提出将无线射频技术应用于旋转

LED 显示屏中, 结合计算机软件技术及旋转 LED 显示屏构成新型智能旋转 LED 显示屏。其主要优点有: 通过一系列 LED 旋转使得可视范围达到 360° , 大大减少了 LED 数量; 与传统的通过编写程序来改变显示屏显示内容的方式不同, 可以通过射频技术无线发送显示信息, 克服了传统 LED 显示屏程序固化的缺点, 即使在显示屏高速旋转过程中, 也可以快速、准确地改变要显示的图像信息, 提高了信息显示的效率、灵活度和实时性^[1]。

收稿日期: 2013-04-18; 修订日期: 2013-07-18

作者简介: 黄刚(1975—), 男, 山西运城人, 硕士, 副教授, 主要研究方向为测试与控制。

2 系统总体设计

图 1 为新型智能旋转 LED 显示屏示意图。上位机软件将用户输入信息进行字模转化后,通过 RS-232 串口传输发送到射频通信模块,射频通信模块进行 FSK 调制产生 2.4 GHz 的射频信号,通过天线将数据发出,再经 LED 显示控制模块在 LED 显示屏上完成信息的实时显示。

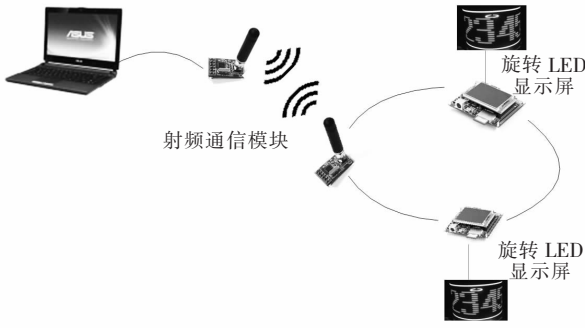


图 1 新型智能旋转 LED 显示屏示意图
Fig. 1 Schematic diagram of new intelligent rotating LED display

图 2 给出了基于无线射频技术的旋转 LED 系统^[2]总体设计框图。该系统主要包括计算机软件控制平台、射频通信模块和旋转 LED 显示控制模块。射频通信模块以及旋转 LED 显示控制模块采用低成本、低功耗,具有高速数据处理能力和强大编码器接口 STM32F103C8T6 作为主控芯片。射频芯片选用挪威 Nordic 公司的 NRF2401,它工作于 2.4 GHz 的自由频段,能够在全中国无线市场畅通无阻。系统工作过程为:计算机软件控制平台实现对显示内容的更新、字模提取、保存,并通过无线射频技术完成显示内容信息的发送和

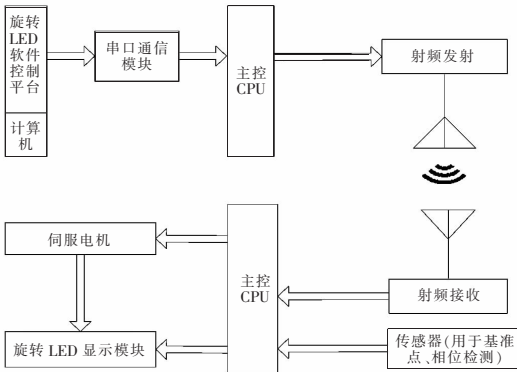


图 2 智能旋转 LED 系统框图
Fig. 2 Block diagram of intelligent rotating LED system

接收。使得显示内容正确地显示在旋转 LED 显示屏上。该系统经实际研制制作测试,取得了良好的效果。

3 旋转 LED 显示控制电路的设计与实现

根据“眼睛的视觉暂留效应”由一系列 LED 构成的旋转 LED 显示屏,通过 CPU 编程把每一列的数据按顺序送给 LED 点阵从而控制 LED 的点亮状态,使电机每旋转一定角度 LED 状态改变一次,旋转到任何一个位置,都将有一个惟一确定的对应状态,如果使 LED 旋转速度足够快,再经合适的多圈加固,一系列 LED 便可以形成一幅完整稳定的图案。

系统的旋转 LED 控制电路设计中采用了霍尔传感器与增量式光电编码器分别检测基准位置和旋转 LED 的旋转角度。因此,通过硬件检测脉冲计数可准确确定每个状态的具体位置。即使在 LED 高速旋转的过程中,图像显示的位置也与转速无关,任何一圈转速变高、变低,只要能精确检测到编码器在工作过程中产生的脉冲数目,就能确定状态的显示位置,从而解决了旋转角度的扰动,达到了图像画面显示均匀的目的^[3]。旋转 LED 显示控制电路如图 3 所示。

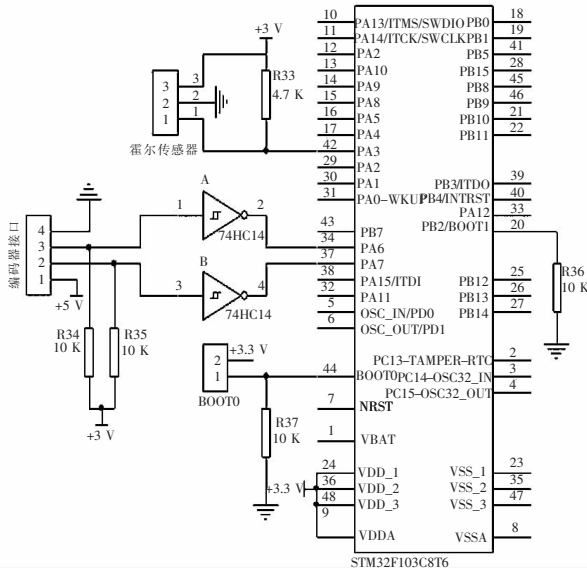


图 3 旋转 LED 显示控制电路图
Fig. 3 Control circuit diagram of rotating LED display

4 射频通信模块硬件电路设计

4.1 无线射频芯片

无线射频通信模块由无线收发芯片和微控制

器组成。本系统中的无线通信模块采用 NRF2401 为收发芯片,STM32F103C8T6 单片机为微控制器。NRF2401 是业界体积最小、功耗最少、外围元件最少的低成本射频系统级芯片。内置频率合成器、功率放大器、晶体振荡器和调制器等功能模块,输出功率和通信频道可通过程序进行配置。芯片能耗非常低,以 5 dBm 的功率发射时,工作电流只有 10.5 mA,接收时工作电流只有 18 mA,具有多种低功率工作模式,适用于多种无线通信的场合,节能设计更方便。只需少量外围元件便可组成射频收发电路,NRF2401 没有复杂的通信协议,它完全对用户透明,同种产品之间可以自由通信^[4-5]。

4.2 无线射频通信硬件电路设计

在无线射频通信模块中,单片机通过 PWM_UP、CE 和 CS 三端设置 NRF2401 的工作模式,在配置模式时单片机通过 CLK1 和 DATA 端向 NRF401 发送配置字,发送数据时通过 CLK1 和 DATA 端向 NRF2401 发送地址和数据。接收数据时通过 CLK1 和 DATA 端从 nRF2401 读取数据,DR1 是 nRF2401 通知单片机已经接收到数据并且可以读取的状态信号。CLK2、DOUT 和 DR2 端为通道 2 保留使用,NRF2401 可以同时接收两路信号^[6-7]。STM32 与 NRF2401 构成的无线射频通信模块硬件电路如图 4 所示。

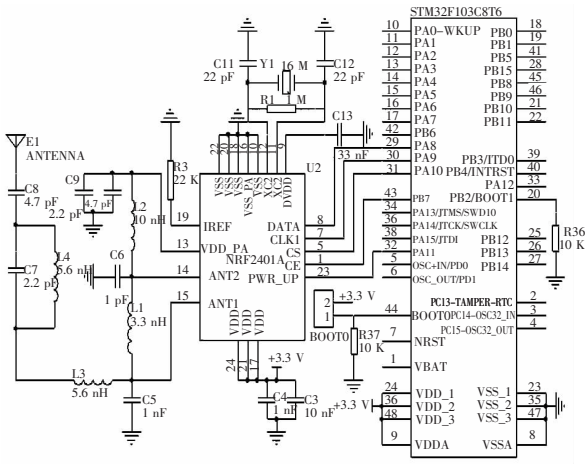


图 4 无线收发硬件电路图

Fig. 4 Wireless transceiver hardware circuit diagram

5 系统软件设计

系统的工作流程图如图 5 所示。在实际的应

用中,通过软件控制平台,输入到文本框内的显示信息可立即生成字模,并通过串口发送到射频通信模块的主控 CPU,再经无线收发芯片 NRF2401 实现数据的短距离通信,即可更新 LED 显示屏上的显示信息。因此,在整个过程中,无需下载程序就可实现一定信息的传输,快速更新显示信息同时增强了显示屏的灵活性和实时性。

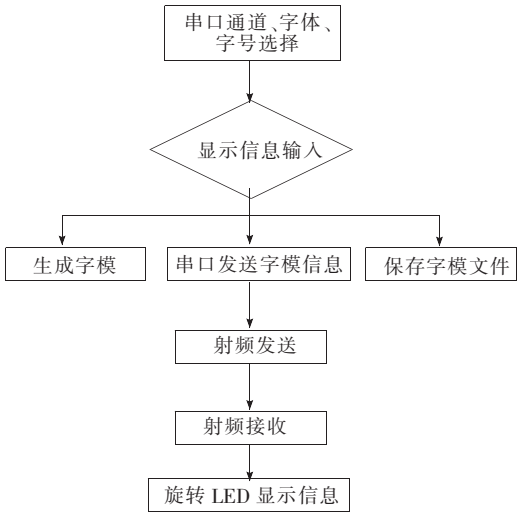


图 5 智能旋转 LED 工作流程图

Fig. 5 Work flow chart of intelligent rotating LED system

5.1 软件控制平台与射频通信模块数据传输软件设计

在系统中通过串口完成软件控制平台与射频通信模块主控 CPU 的通信。为了提高通信的效率和可靠性,射频通信模块的主控 CPU 通过串口中断接收图像的字符类型的数据,每接收到 8 个字符后就将其转换成一个十六进制的数据,当收到 4 个十六进制数据后,对一列 32 个点的图像数据进行复原,多列数据接收到后,对整个字符数据进行复原并存在数组中。串口通信之前,在 STM32 单片机的程序中完成串口的初始化,波特率、数据格式、输入缓冲区的设置^[8-9]。以下为通过串口中断接收数据并转换为十六进制数据的程序:

```
led[i] = USART_Receive Data(USART2);
//单片机串口中断接收软件控制平台发送的数据
i++; //记录接收字符数据的个数
if(8==i)
//若接收到 8 个字符数据就转换为 16 进制数
```

```

{
    for(j=0;j<8;j++)
    {
        j1<<=1;
        if(led[j]-'0')j1+=1;
        //把字符转换为十六进制数
    }
}

```

5.2 射频通信模块软件设计

在 STM32 单片机中开辟了用来存储字模信息的缓冲区,接收到数据之后,要通过与之相连的 nNRF2401 发送出去。因此,首先要对 NRF2401 进行初始化,包括对射频模块的收发模式,收发信道频率,传输的数据速率,地址,CRC 校验,芯片发射功率,晶振频率进行配置。在此设计中,使用通道 1(Channel 1)在 Shock Burst TM 模式下进行数据传输,数据速率 250 kbit/s,收发信道频率 2 402 MHz,晶振频率 16 MHz,芯片发射功率 5 dBm。NRF2401 发送数据、接收数据程序如下:

/* NRF2401 发送数据程序

while(1==flag_0) Delay(1);

//当接收显示信息的字模后通过 NRF2401 发送数据

for(i=0;i<160;i++)

//将 160 列字模信息以列的形式发送出去

```

{
    temp_buf[0]=i;
    temp_buf[1]=~led_H[0][i];
    //第 i 列第 1 段
    temp_buf[2]=~led_H[1][i];
    //第 i 列第 2 段
    temp_buf[3]=~led_H[2][i];
    //第 i 列第 3 段
    temp_buf[4]=~led_H[3][i];
    //第 i 列第 4 段
    while(NRF24L01_TxPacket(temp_buf)!=TX_OK)Delay(2);
    //检测信息是否发送完毕
}
*/

```

/* NRF2401 接收数据程序:

for(i=0;i<160;i++)

```

{
    while(NRF24L01_RxPacket

```

```

(temp_buf)!=0);
//接收模块的 NRF2401 接收到数据
if(temp_buf[0]==i)
{
    led_H[0][i]=temp_buf[1];
    //第 i 列第 1 段
    led_H[1][i]=temp_buf[2];
    //第 i 列第 2 段
    led_H[2][i]=temp_buf[3];
    //第 i 列第 3 段
    led_H[3][i]=temp_buf[4];
    //第 i 列第 4 段
}
}
*/

```

6 旋转 LED 软件控制平台实现

旋转 LED 软件控制平台是在 LABVIEW8.6 中编写的,该平台主要由前面板和程序面板两部分构成。包括汉字输入、字体设置、字模输出、汉字显示、串口通信模块。前面板是用户化图像界面,软件控制平台操作界面如图 6 所示,在实际的

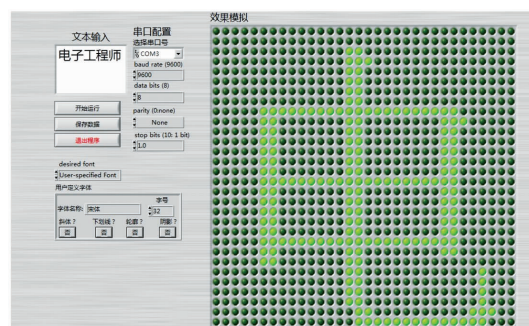


图 6 旋转 LED 软件控制平台操作界面图

Fig. 6 Software operation interface diagram of rotating LED

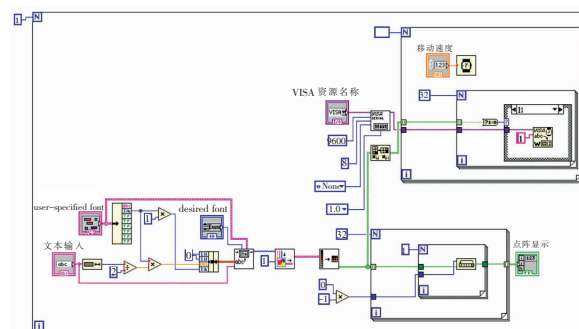


图 7 软件后台程序设计框图

Fig. 7 Design diagram of software backstage

应用中,在文本输入框内输入的信息在点击开始运行后,由LED控件组成的矩阵就可以模拟真实的LED显示元件显示所输入的汉字并生成字模,然后通过串口发送到无线射频发送模块的主控STM32。图7为软件后台程序设计框图,图中采用LABVIEW8.6软件中功能强大函数可以完成数组拆分、点阵显示等功能。

图8所示为旋转屏实际效果图。系统的测试与运行表明,采用无线射频技术进行显示信息的

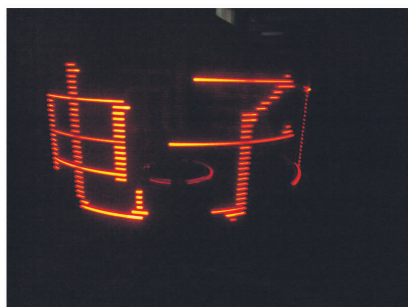


图8 旋转屏实际效果图

Fig.8 Rotating screen practical effect diagram

传递,改变了通过下载程序来改变显示内容的传统方式,可以方便、及时地更新显示内容,增加了系统显示的灵活性。系统的可视角度可达 360° ,可以作为公共场合例如超市、宾馆、商厂、大型广场等的宣传工具,而且系统信息改变灵活,可以广泛应用于颁奖晚会、广告塔等要求显示信息快速更新的场合。

7 结 论

通过调试结果表明在旋转LED显示屏中,采用伺服电机以机械转动扫描方式代替逐行扫描,并通过霍尔传感器与编码器检测旋转LED的基准位置和旋转角度,由单片机精确控制实现字符、图形及简单动态画面的清晰显示。相对于传统设计,不仅在结构上得以简化,而且解决了旋转速度扰动问题,显示效果更加清晰、稳定。同时,基于nRF2401芯片,采用无线射频技术对旋转LED^[10]显示信息进行传输,通信质量稳定,传输速度较快,可以实时地进行LED显示屏的信息发布,具有较强的实用性和实时性。

参 考 文 献:

- [1] 汪岚. 智能LED信息显示屏控制系统设计与应用[J]. 液晶与显示, 2011, 26(5): 655-659.
- [2] 诸昌铃. LED显示屏系统原理及工程技术[M]. 成都: 成都电子科技大学出版社, 2000.
- [3] 向健勇, 戚勇, 苟超. 分时驱动式LED显示屏图像串扰的解决方法[J]. 液晶与显示, 2013, 28(3): 399-402.
- [4] 王博. 基于nRF2401的无线数据传输系统[J]. 电子工程师, 2004, 30(8): 17-20.
- [5] 王秀梅. 低功耗2.4 GHz无线通信系统的设计与实现[J]. 中国数据通信, 2004, 6(11): 64-66.
- [6] 张崇, 于晓琳, 刘建平. 单片2.4 G无线收发一体芯片nRF240及其应用[J]. 国外电子元器件, 2004, (6): 34-36.
- [7] 陈丽娟, 常丹华, CHEN Li-juan. 基于nRF2401芯片的无线数据通信[J]. 电子器件, 2006, 29(1): 248-250.
- [8] Online Computer Library Center Inc. nRF2401 Datasheet. Nordic VLSI ASA[EB/OL]. [2013-01-09]. <http://www.go-gddq.com/html/s225/2011-12/871104.htm>.
- [9] Online Computer Library Center Inc. nRF240x Shock Burst TM technology. Nordic VLSI ASA. [EB/OL]. [2013-01-27]. <http://wzhz.cqvip.com/hzpinglaoshi/qk/91231x/200701/23673556.html>.
- [10] Peterka T, Koolma R L, Sandin D J. Advances in the dynallax solid-state dynamic parallax barrier autostereoscopic visualization display system[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2008, 14(3): 487-499.