

## 基于 EZ-USB FX2 的 LED 图文显示系统\*

杨晶菁<sup>1</sup>, 张浩<sup>2</sup>

(1. 福州大学 电气工程与自动化学院, 福建 福州 350002;

2. 福州大学 数学与计算机科学学院, 福建 福州 350002)

**摘要:** 以 USB2.0 接口芯片 CY7C68013A 为核心, 分别采用 74HC138 和 74HC595 构成行列控制电路驱动 16×64 LED 显示屏, 实现高速、动态的显示图文信息。详细介绍了硬件电路、固件程序和应用程序的设计。实验结果表明, 通过调用不同的字库, 本系统可以动态地显示 HZK16 中的汉字、ASC16 中的字符和对应尺寸的自定义图片。

**关键词:** USB; LED; 图文显示

中图分类号: TP206

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)14-0034-03

## LED image-text display system base on EZ-USB FX2

Yang Jingjing, Zhang Hao

(1. College of Electrical Engineering and Automation, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China;

2. College of Mathematics and Computer Science, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** This system based on the USB2.0 interface chip CY7C68013A, uses 74HC138 and 74HC595 to form ranks control circuit to drive the 16×64 LED display. This system displays graphic information at high speed and dynamically. This paper introduces the design of hardware circuit, firmware program and application program. The experiment results show that by calling different library files, the system can dynamically display Chinese characters in HZK16, characters in ASC16 and the size of custom picture.

**Key words:** USB; LED; image-text display

LED 显示屏可以动态地显示各种文字和图形图像, 具有亮度高、功耗低、寿命长和性能稳定等优点, 正受到广泛的重视并得到迅速的发展<sup>[1]</sup>。本系统的 LED 显示屏采用异步控制方式, 即在 PC 上编辑好图文, 通过 USB 总线传入 LED 屏, 实现脱机自动播放。

USB 自提出以来便得到各 PC、PC 外设和芯片制造厂商的广泛支持。USB 最大的特点是支持即插即用和热插拔, 允许多达 127 个外设同时连接至 PC 的一个 USB 接口上。目前, USB 接口主要有 USB1.1 和 USB2.0 两种。本系统采用 USB2.0 接口, 支持速率最高达 480 Mb/s, 实现数据高速传输。

本系统由硬件和软件组成, 硬件包括 USB2.0 接口芯片外围电路和 LED 屏控制电路; 软件包括固件程序和应用软件, 其中, 固件程序与系统硬件紧密相关, 二者配合控制 LED 点阵的亮灭。由于设备 CPU 运行速度较慢且内存较小, 因此固件程序应尽量简单。USB 设备与 PC 的通信以及复杂的运算(如图文字模的提取等)都交由运行在 PC 的

应用软件来实现。本系统采用了 Cypress 公司提供的通用驱动程序, 也可用相关驱动程序开发工具自行定制。

## 1 硬件设计

## 1.1 接口芯片选择和外围电路

USB 接口芯片大致可以分为单独运作的 USB 接口芯片、内含 USB 单元的微处理器和特定的接口转换芯片 3 类。其中, 前两种芯片需要自行开发驱动程序, 接口转换芯片可以利用虚拟串口等驱动程序缩短开发周期, 但数据传输速率较低。与第二种芯片相比, 第一种芯片的开发需要面对应用和如何使用 USB2.0 两方面的工作, 开发周期长, 硬件集成度较低。

本系统采用内含 USB 单元的微处理器 CY7C68013A, 其优点是集成了 USB2.0 收发器、智能 SIE、增强的 8051 微控制器和可编程的外围接口, 数据传输率达到 56 MB/s, 可以硬件处理 USB1.1 和 USB2.0 协议, 从而减少开发时间、确保 USB 的兼容性、提高硬件的集成度和可靠性<sup>[2]</sup>。

由于 CY7C68013 的集成度高, 所以它的外围电路比较简单, 主要有供电电路、串行 PC 总线电路以及复位

\* 基金项目: 福州大学科技发展基金(2011-XY17; 2012-XY-4)

## 图形、图像与多媒体

Image Processing and Multimedia Technology

和唤醒电路。

串行 I<sup>2</sup>C 总线电路图 1 所示。其中, SDA 和 SCL 分别为 I<sup>2</sup>C 总线的数据线和时钟线, 因为是 OC 输出, 所以需经 2.2 k $\Omega$  上拉电阻接电源<sup>[4]</sup>。SDA 接选择开关 SW2, 这是因为在固件程序调试初期, 需要多次修改, 可将编译好的 HEX 文件下载到 CY7C68013A 中的 RAM 中, 数据断电消失, 调试比较方便, 此时 SW2 处于断开位置; 到后期, 固件程序调试完毕, 可将 I<sup>2</sup>C 文件固化在 EEPROM 中, 利用 I<sup>2</sup>C 上电后自动从 EEPROM 中读入进行枚举, 此时 SW2 处于图 1 所示位置, 即接通。另外, EEPROM 是电可擦除的, SW2 与专用固件配合可以利用 PC 擦除已有数据, 重新编程, 提高了硬件的利用率。由于芯片已经将 I<sup>2</sup>C 总线集成, 且采用的是 24LC64 (8 KB) 的 EEPROM, 因此相应的地址线 A2~A0 为 001。

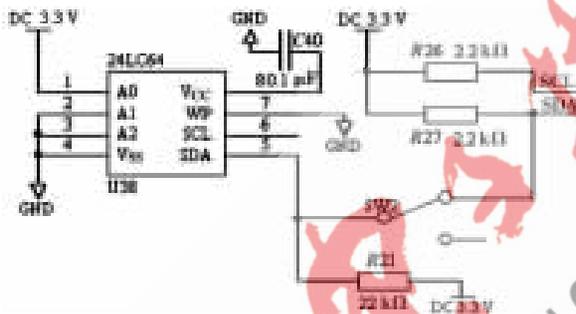


图 1 串行 I<sup>2</sup>C 总线电路图

## 1.2 LED 屏驱动电路

LED 显示屏可以采用点扫描、行扫描或列扫描<sup>[4]</sup>。本系统选用行扫描, 即显示屏是一行一行地被点亮。虽然每次都只有一行亮, 但由于人眼视觉暂留效应, 看到的仍然是全屏稳定的图像。本系统需要分时驱动 16 行和 64 列 LED 点阵, 若采用 I/O 口直接驱动的方法比较简单, 但需要大量的 I/O 口。由于控制芯片的 I/O 口个数有限, 也考虑到今后扩展的需要, 显示屏的行驱动选用 3 线-8 线译码器 74HC138, 列驱动选用 8 bit 串行输入转并行输出移位寄存器芯片 74HC595。这样就可以采用很少的 I/O 口控制尽量多的行和列。

行驱动由 2 片 74HC138 级联组成, 共 16 个并行数据输出端, 分别控制点阵模块的 16 个同名行。列驱动由 8 片 74HC595 组成, 共 64 个输出端, 分别控制点阵模块的同名列。部分电路如图 2 所示。

行驱动: U2 为低位片, U3 为高位片, A3~A0 为 4 bit 译码输入端。列驱动: 4 片 74HC595 一组, 共两组。以第一组为例, DS1 为串行数据输入端; 第 1 片的 Q7 与第 2 片的 DS 连接, 第 2 片的 Q7 与第 3 片的 DS 连接, 以此类推至第 4 片。由于 I/O 口的驱动能力有限, 列驱动采

38

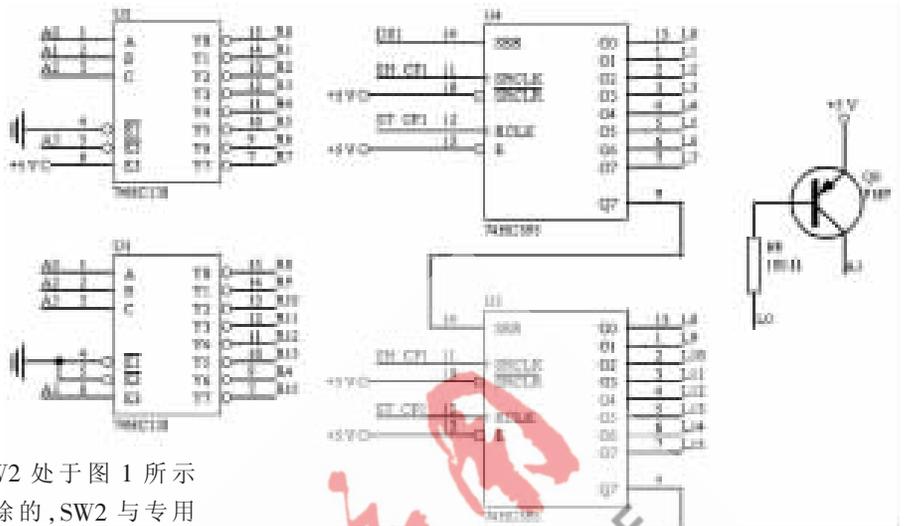


图 2 部分驱动电路原理图

用了 PNP 型晶体管。晶体管发射极接电源, 集电极接 LED 阳极, 基极限流电阻接 74HC595 输出端, 这样利用晶体管的电流放大作用, 仅需提供几毫安的驱动电流就可控制对应 LED 的亮灭了。

以显示第一行为例, 首先, CY7C68013A 将行驱动使能端置 0, 输出 "0000" 到行驱动的译码输入端。此时选通低位片, 而高位片不工作, 输出 16 bit 二进制为 0x0000, 使得第一行 LED 的阴极为低电平, 其他行 LED 的阴极均为高电平。然后, CY7C68013A 在 SH\_CP 端产生 64 个连续的时钟脉冲上升沿, 将本行对应的图文字模依次送入 8 个列移位寄存器中, 并锁存在锁存器中, 再在 ST\_CP 端产生 1 个时钟脉冲上升沿, 将字模并行输出到对应的 64 根列控制引脚线上, 若该列的 LED 阳极为高电平, 则对应的 LED 被点亮; 若该列的 LED 阳极为低电平, 则对应的 LED 为暗。同理, 依次选择第 2~16 行, 点亮对应的 LED 并循环, 此时显示屏就会显示相应的图文。

## 2 软件设计

### 2.1 固件程序设计

固件程序是指运行在设备 CPU 中的程序, 只有在该程序运行时, 外设才能被称为具有给定功能的外部设备<sup>[2]</sup>。CY7C68013A 开发包提供了固件程序框架和固件函数库<sup>[2]</sup>, 在 Keil C51 环境下编写, 降低了开发难度, 缩短了开发周期。本系统固件程序流程图如图 3 所示。

USB 设备上电/复位后, 工作分配器函数 TD\_Init() 完成系统的初始化, 主要包括对 CY7C68013A 的 I/O 口和 EP2 端口、74HC138 和 74HC595 的使能端的初始化。然后通过调用工作分配器函数 TD\_Poll() 启动采样, 判断是否有 EP2OUT 中断发生。若有中断发生, 则首先判断 EP2FIFOBUF[0], 若等于 0x00, 则调用静态显示函数 displaystatic(), 将 PC 通过 USB 总线传来的数据放在 EP2OUTBUF[1]~EP2OUTBUF[128] 中, 根据这些数据依次驱动 LED 显示屏的行和列, 更新 LED 显示; 若不等于

《微型机与应用》2012 年 第 31 卷 第 14 期

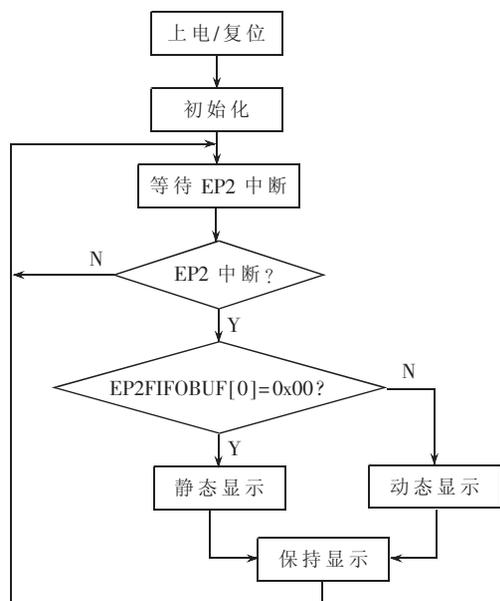


图3 固件程序流程图

0x00 则调用对应的动态显示子函数,目前包括上下左右移动,今后还可以根据需要增加相应的效果函数。若没有中断发生,则继续等待,同时保持 LED 屏的显示。其中静态显示函数 `displaystatic()` 部分程序如下:

```

for(n=1;n<=16;n++)
{
  chooseraw_138(n); //选择行
  chooseline_5951(EP2FIFOBUF[i], EP2FIFOBUF[i+1]);
  //第1个字模
  chooseline_5951(EP2FIFOBUF[i+32], EP2FIFOBUF[i+33]);
  //第2个字模
  chooseline_5952(EP2FIFOBUF[i+64], EP2FIFOBUF[i+65]);
  //第3个字模
  chooseline_5952(EP2FIFOBUF[i+96], EP2FIFOBUF[i+97]);
  //第4个字模
  step1=0; step2=0; step1=1; step2=1;
  //产生1个时钟脉冲上升沿
  .....}
  
```

## 2.2 应用软件设计

本系统涉及与 USB 通信的问题,因此采用了动态链接库(DLL)和应用程序相结合的方式编写应用软件。动态链接库通过调用相应的 API 函数,利用驱动程序建立与底层硬件的通信,应用程序为用户提供一个直观的软件界面方便操作<sup>[3]</sup>。本系统部分应用程序流程图如图4所示。

初始化后,调用 DLL 函数 `OPEN()` 打开 USB 设备。若要显示 ASC16 或 HZK16 字库中的文字,则首先判断首字节的 ASCII 码  $qh$ , 若  $qh < 128$  则以只读方式打开 ASC16,代入式子  $offset = qh \times 16 + 1$ , 根据  $offset$  (字库中字模的起始地址)将 16 bit 字模数据读入内存;若  $qh \geq 128$ ,则接着读取第 2 个字节的 ASCII 码  $wh$ , 打开 HZK16,代入式子  $offset = (94 \times (qh - 0xa0 - 1) + (wh - 0xa0 - 1)) \times 32$ , 根据  $offset$  将 32 bit 字模数据读入内存。然后在软件界面上显示文字点阵,同时调用 DLL 函数 `OUTPUT()` 将处理好的字模数据以点阵信息的形式通过 USB 总线发送至下位机显示。若要显示自定义的图形(图中未画出),可以用鼠标左键单击的形式在软件界面上直接设计图形,或是读取自定义图文库 ZDK16,将处理好的字模数据发送给下位机显示。最后调用 DLL 函数 `CLOSE()` 关闭 USB 设备。

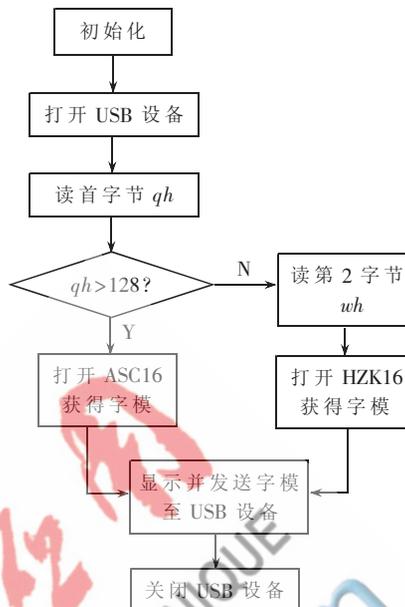


图4 部分应用程序流程图

本文设计的 LED 动态图文显示系统符合 USB2.0 协议标准,LED 显示屏为  $16 \times 64$  条屏(2 块  $16 \times 32$  条屏级联)它可以方便地与同类条屏级联组成更大的 LED 显示屏。通过调用不同的字库,本系统可以动态显示各种图文信息,显示效果如图5所示。



图5 显示效果

## 参考文献

- [1] 诸昌钎.LED 显示屏系统原理及工程技术[M].成都:电子科技大学出版社,2000.
- [2] 许永和.EZ-USB FX 系列单片机 USB 外围设备设计与应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [3] 张立科.Windows API 程序设计参考大全[M].北京:人民邮电出版社,2006.
- [4] EZ-USB FX2 CY68013 Technical Reference Manual[DB/OL].Cypress Semiconductor 2001. (收稿日期:2012-05-22)

## 作者简介:

杨晶菁,女,1981年生,硕士,讲师,主要研究方向:USB、DSP、单片机。

张浩,男,1981年生,硕士,讲师,主要研究方向:智能算法。

欢迎网上投稿 [www.pcachina.com](http://www.pcachina.com) 39