

文章编号:1007-2780(2016)11-1064-06

基于 Android 控制的 LED 点阵显示 设计与实现

朱海洋, 欧阳明星*, 张俊武

(广东松山职业技术学院 教务处, 广东 韶关 512126)

摘要:考虑传统的有线或无线控制的 LED 点阵显示屏需要在 Windows 计算机中进行操作控制, 软件操作复杂, 更新内容不及时, 应用范围受限, 为此提出一种基于 Android 控制的点阵显示屏控制策略。通过自建字库, 可显示 GB2312 80 规定中 16×16 分辨率的所有汉字和非汉字符号, 在智能手机中运行 APP 软件编辑显示内容, 通过蓝牙通信方式传送到点阵显示屏控制器可即时显示, 实现显示内容即时更新。以一个 16×64 的基本显示单元入手详细阐述软件编程思路, 照此可扩展到任意显示分辨率尺寸, 最后给出一个 32×64 的显示实例。

关键词:LED 点阵屏; 字库取模; 分辨率; 即时显示; Android 控制

中图分类号:TN141; TP368.2 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20163111.1064

Design and implementation of matrix LED display based on Android control

ZHU Hai-yang, OUYANG Ming-xing*, ZHANG Jun-wu

(Academic Affairs Office, Guangdong Song Shan Polytechnic College, Shaoguan 512126, China)

Abstract: Considering that traditional wired or wireless controlled LED dot matrix display screen is required for operational control on a Windows computer, the software operations are complex, delayed update and limited by the range of applications, this paper proposes a control strategy for dot matrix display screen based on Android control. Through building font, all 16-bit resolution Chinese character and non-Chinese character symbols based on GB2312 80 can be displayed, then the display context can be edited by using the APP software running on smart phone, updated instantly when being transferred to the LED controller to make a real display via Bluetooth. Started with a 16×64 basic display unit, this paper elaborates the software programming methods, it can extends to other display resolution size accordingly. Finally, a 32×64 display example is given.

Key words: matrix LED screen; font mod; resolution; real-time display; Android control

收稿日期:2016-05-30; 修订日期:2016-08-23.

基金项目:2015 年广东省大学生科技创新培育专项资金(“攀登计划”专项资金)(No. pdjh2015b0715)

Supported by 2015 science and technology innovation training project foundation for the university or college students in Guang Dong Province(No. pdjh2015b0715)

* 通信联系人, E-mail:18927867781@163.com

1 引言

随着高亮 LED 二极管技术的发展,LED 点阵屏以其使用寿命长,显示内容方便灵活,性能稳定等优点应用在很多场合逐步代替传统显示牌,成为首选的信息显示产品,广泛应用于商场、火车站、商业广告和信号指示屏等^[1]。与传统的显示媒介相比,LED 点阵显示屏具有亮度高、耗电省、使用寿命长、显示信息丰富、显示灵活等特点^[2]。目前大部分点阵屏中更新显示内容时是通过有线或无线通信方式接收来自计算机串口的数据^[3-4],需要运行基于 Windows 操作系统的上位机控制软件才能实现,使用中存在诸多不便。蓝牙无线通信技术工作在全球通用的 2.4GHz ISM 频段,采用快速确认和跳频方案,具有良好的抗干扰能力和系统稳定性,能实现小范围的无线连接和微小网自主组网^[5]。智能手机已越来越普及,且大部分智能手机都提供蓝牙通信接口,依托智能手机 Android 操作平台开发点阵屏控制控制软件,将显示内容编辑好后通过蓝牙通信接口传送到 LED 点阵屏显示出来,无需使用计算机,使用更方便,操作更简单。

2 设计原理与实现

2.1 LED 点阵显示模型与控制

LED 点阵显示屏是由一系列行列组合结构的发光二极管点像素组件构成,可分为单色、双色、三色,其行、列数一般为 8 的整数倍,以 8×8 LED 点阵显示模块为例共 64 个 LED 分为 8 行、8 列,如图 1 所示。每一行 LED 的阴(阳)极并连在一起,行控制端,每列的阳(阴)极连接在一起作为控制端,显示内容时通过行、列线的组合控制 LED 发光二极管的亮灭组合即可显示出图片文字等内容。与动态数码管显示类似,实际中 LED 点阵模块工作于动态扫描方式,要显示(亮)的列送高电平,工作的行送低电平,不显示的行送高电平,逐行驱动其工作于动态方式。此过程可构建像素元素控制模型如图 2 所示^[6]。以显示数字“3”为例,依据图 2(a)可手工构建数字“3”的字形码置于列矩阵,如图 2(b)所示,行控制矩阵是模 8 的循环码,如图 2(c)所

示^[6-8]。图 2(b)的矩阵为具体要显示的字形,‘0’对应的点灭,‘1’对应的点亮,矩阵里面元素值不同 LED 点阵显示内容不同,该矩阵又可称为“字模”。工作时从图 2(b)取 1 行元素驱动 LED 点阵列端,并同时从图 2(c)取 1 列元素驱动 LED 点阵列端,控制第 1 行显示,延时一段时间后按相同的方法再去取矩阵中余下的行、列元素直到取完为止,并不断重复循环。

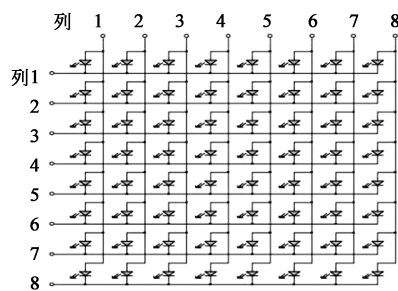
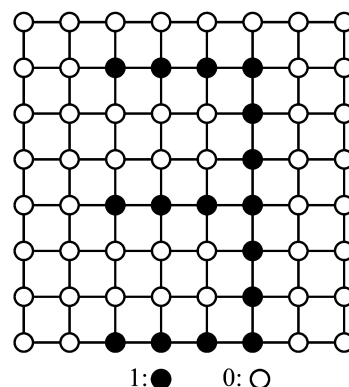


图 1 8×8 LED 点阵模块

Fig.1 8×8 LED dot matrix module



(a) 字形显示原理

(a) Font display principle

$$L = \begin{pmatrix} 00000000 \\ 00111100 \\ 00000100 \\ 00000100 \\ 00111100 \\ 00000100 \\ 00000100 \\ 00111100 \end{pmatrix} \quad R = \begin{pmatrix} 01111111 \\ 10111111 \\ 11011111 \\ 11101111 \\ 11110111 \\ 11111011 \\ 11111101 \\ 11111110 \end{pmatrix}$$

(b) 行矩阵 (c) 列矩阵

(b) Row matrix (c) Column matrix

图 2 LED 点阵显示矩阵

Fig.2 LED dot matrix display

2.2 系统组成

以一个 16×64 的点阵模块为例,设计其系统

组成如图 3 所示,有 16 行、64 列,由 32 个 8×8 的显示组件构成,可以显示汉字、字符、图片等信息。

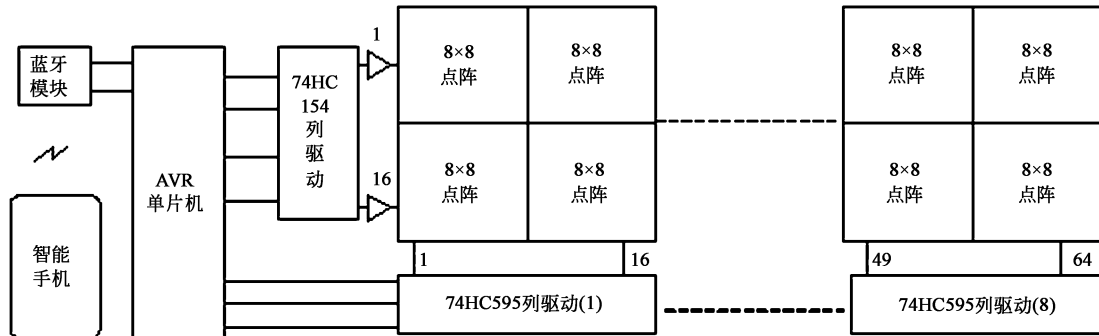


图 3 16×64 LED 点阵显示组成框图

Fig.3 Block diagram of 16×64 LED dot matrix display

显示汉字分辨率为 16×16 ,共可以显示 4 个汉字。列驱动使用串并转换芯片 74HC595,行驱动使用 74HC154。系统使用 AVR 单片机作为控制器,扩展蓝牙通信模块与智能手机连接。智能手机运行 APP 软件,将显示内容字模通过蓝牙传输发送,单片机接收后显示在点阵屏。

3 硬件设计

3.1 行驱动设计

行驱动使用 74HC154 4-16 译码芯片驱动,如图 4 所示。单片机输出四位 BCD 编码的行驱动信号到 74HC154 ABCD 输入端,经译码后从 0~15 脚输出 1 路有效(低电平)译码信号,每一个线选译码输出端控制点阵屏一个行控制端,共 16 行。由于 LED 点阵屏行控制端为二极管公共端,故汇集的电流较大,因此需要使用三极管进行

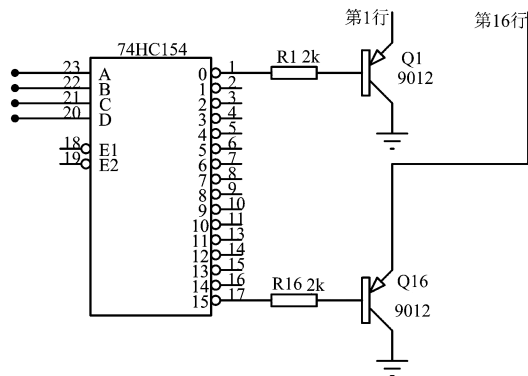


图 4 行驱动电路

Fig.4 Line drive circuit

扩流,以防止烧坏芯片。因为 74HC154 译码输出有效电平为低电平逻辑,因此使用 PNP 三极管进行扩流。

3.2 列驱动设计

16×64 点阵模块共有 64 列,每一个列都需要单独控制,使用单片机直接控制是无法实现的,因此可以使用串-并转换芯片实现。74HC595 为常用的串-并转换芯片,输入串行数据,输出 8bit 并线数据,与单片机通信仅需 3 条线即可,带级联输出,多芯片级联时很方便,如图 5 所示。74HC595 的串行数据输入时序见图 6 所示,SHCP、DS、STCP 为其与主控端的通信控制线,SHCP 为串行移位脉冲信号,上升沿有效,DS 为串行移位数据端,STCP 为锁存信号,上升沿有效,通过锁存信号控制 74HC595 的 8 个并行端子

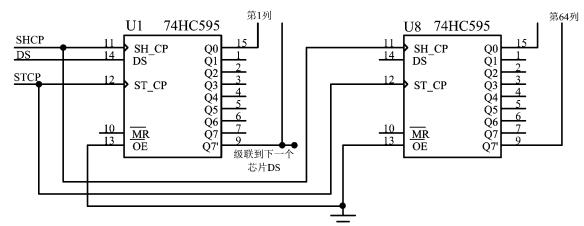


图 5 列驱动电路

Fig.5 Column drive circuit

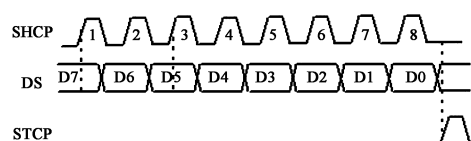


图 6 74HC595 时序图

Fig.6 74HC595 timing diagram

一起输出数据,以实现同步输出,在 LED 点阵显示时能消除显示余辉所导致的拖尾现象。

3.3 蓝牙通信设计

蓝牙通信广泛应用于语音传输、无线通信等,是一种应用广泛的通信协议,智能终端通过蓝牙通信与单片机控制系统建立连接,即可将数据传输到 LED 点阵显示屏显示。HC-06 是蓝牙一串口通信模块,通过串口即可与单片机通信,如图 7 所示。HC-06 蓝牙模块使用 AT 协议命令进行配置,上电时单片机通过 AT 命令对其进行波特率、通信密码等配置。

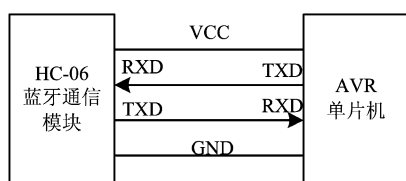


图 7 蓝牙通信模块

Fig.7 Bluetooth communication module

4 软件设计

4.1 上位机软件设计

上位机软件基于手机 Android4.3 及以下操作系统开发,所用开发工具为广泛使用的跨平台的、自由的 Eclipse 集成开发环境^[9]。在蓝牙通信编程中,BluetoothAdapter 是一个关键的类,可以实现蓝牙设备的开关、搜索、连接等控制功能。在进行蓝牙通信之前,先获取 BluetoothManager 权限,然后开始搜索蓝牙设备,搜索到蓝牙设备之后与之建立连接并获取服务(Service)所需的特征(Characteristic),将特征指令写入到下位机之后开始读取下位机发送的数据,数据读取结束后断开蓝牙连接。

设计基于 Android 操作系统的 LED 点阵控制软件其界面如图 8 所示。该软件的主要功能是对输入汉字取模后发送到 LED 点阵屏,实现显示内容的更新。与计算机系统类似,Android 操作系统输入法采用机内码作为标准信息交换码。国家标准汉字编码(GB2312 80)规定了 7 445 个字符符号,其中汉字符号 6 763 个,一级汉字 3 755 个(按汉语拼音字母顺序排列)二级汉字 3 008 个(按部首笔划顺序排列),非汉字符号 682 个。控制软件获取汉字字模的基本思路是先使用取模软

件(如 PCtoLCD2002)对一级、二级简码汉字进行 16×16 批量取模,并按 GB2312 80 顺序排列构建字模文件,并将其导入 Android 源程序中。输入汉字的机内码被转换为区位码后可获得其在字模文件中的绝对起始位置^[10],读取出来后存于数组中(每汉字占 32 字节),最后通过蓝牙模块发送到 LED 点阵显示屏显示。为满足不同显示效果和需要,制作 5 个不同字体的字模文件,以便软件进行字体选择。



图 8 上位机软件界面

Fig.8 Android Software

4.2 下位机软件设计

下位机程序主要分为两部分,一部分通过串口从 HC-06 蓝牙接收显示字模数据存放在显示缓存器数组,另一部分实现 LED 点阵屏显示驱动,并可以控制显示内容移位、调节速度等。设置串口通信波特率为 19 200 bps,串口接收模块程序接收数据存放于数组 Buffer 中。LED 点阵屏驱动程序主要实现行列点阵扫描,读取 Buffer 数组内容送入 74HC595 芯片驱动列,单片机 I/O 口输出四位 BCD 码控驱动行。每个汉字分辨率

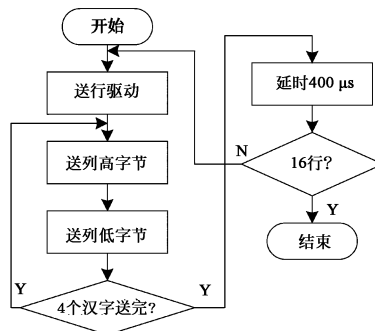


图 9 点阵显示编程思路

Fig.9 Dot matrix display programming ideas

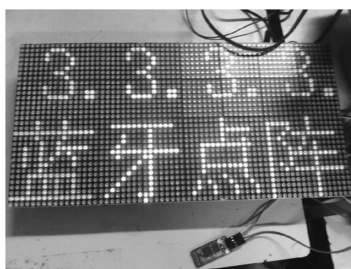


图 10 蓝牙 LED 点阵显示效果

Fig.10 Display effect of bluetooth LED dot matrix

为 16×16 , 取模后共 32 个字节, Buffer 为 4×32 二维数组, 正好存放 4 个显示汉字字模。根据图 6 定义 74HC595 字节写入模块程序, 每个汉字每次写入 2 个字节, 待 4 个汉字均写入列线后发送一次锁存脉冲控制 8 个 74HC595 芯片同时输出

列信号, 显示一行, 循环 16 次后显示一屏数据, 如图 9 所示。基于本文设计的 32×64 的蓝牙点阵屏显示效果如图 10 所示。

5 结束语

文章介绍了 LED 点阵屏的特点及硬件组成设计, 深入分析了 LED 点阵屏的显示原理及硬件驱动设计, 给出了上位机及下位机编程思路。上位机软件基于 Android 平台开发, 通过自建字模字库文件, 按 GB2312 80 区位码排列, 输入显示内容后将机内码转换成区位码并提取字模数据, 通过手机蓝牙通信方式传输到点阵显示控制器, 并可以根据接收到的数据自动进行移位显示, 使用手机即可即时更新显示内容, 实用性强, 使用方便。

参 考 文 献:

- [1] 王浩然, 秦会斌. LED 点阵屏显示单元的设计与驱动控制[J]. 电子器件, 2010, 33(5): 550-552.
WANG H R, QIN H B. Design and driver control of LED lattice display unit [J]. *Chinese Journal of Electron Devices*, 2010, 33(5): 550-552. (in Chinese)
- [2] 刘援琼. 基于 AT89C51 单片机的 LED 点阵显示系统设计[J]. 仪器仪表用户, 2015, 22(1): 21-23.
LIU Y Q. LED dot matrix display system design based on AT89C51 [J]. *Electronic Instrumentation Customers*, 2015, 22(1): 21-23. (in Chinese)
- [3] 周杰英, 陈晓帆, 王涛, 等. 点阵 LED 多功能动态显示实验系统设计[J]. 实验室研究与探索, 2010, 29(9): 36-40.
ZHOU J Y, CHEN X F, WANG T, et al. Design of lattice led multi-functional dynamic displaying experiment system [J]. *Research and Exploration in Laboratory*, 2010, 29(9): 36-40. (in Chinese)
- [4] 谢延凯. 教室无线点阵显示系统的研究[J]. 工业控制计算机, 2014, 27(10): 78-79, 81.
XIE Y K. Research on classroom wireless dot matrix display system [J]. *Industrial Control Computer*, 2014, 27(10): 78-79, 81. (in Chinese)
- [5] 张群, 杨絮, 张正言, 等. 蓝牙模块串口通信的设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2012, 31(3): 79-82.
ZHANG Q, YANG X, ZHANG Z Y, et al. Design and realization of serial communication in Bluetooth module [J]. *Research and Exploration in Laboratory*, 2012, 31(3): 79-82. (in Chinese)
- [6] 谢华燕, 梁璐. LED 点阵显示屏的矩阵模型特性研究[J]. 自动化与仪器仪表, 2013(5): 16-17.
XIE H Y, LIANG L. Characteristic research of the matrix model of LED lattice display screen [J]. *Automation & Instrumentation*, 2013(5): 16-17. (in Chinese)
- [7] SONG Y X, FENG Y, MA J L, et al. Design of LED display control system based on AT89C52 single chip micro-computer [J]. *Journal of Computers*, 2011, 6(4): 718-724.
- [8] KETKAR P U, TAYADE K P, KULKARNI A P, et al. GSM mobile phone based LED scrolling message display system [J]. *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2013, 2(3): 149-155.
- [9] 侯卫周, 蒋俊华. 基于单片机系统的手机蓝牙智能锁设计[J]. 测控技术, 2016, 35(6): 132-136, 140.
HOU W Z, JIANG J H. Design of Bluetooth intelligent lock for mobile phone based on microcontroller [J]. *Measurement & Control Technology*, 2016, 35(6): 132-136, 140. (in Chinese)

- [10] 杨延宁,刘立军,张志勇.基于 Proteus 的单片机汉字点阵显示电路设计[J].液晶与显示,2009,24(1):98-102.

YANG Y N, LIU L J, ZHANG Z Y. Circuit design of dot-matrix Chinese characters display based on Proteus in MCU [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2009, 24(1): 98-102. (in Chinese)

作者简介:朱海洋(1978—),男,内蒙古赤峰人,硕士,副教授,2000年毕业于内蒙古大学获学士学位,2007年毕业于华南理工大学获硕士学位,主要从事自动化控制技术方面研究。E-mail: 393035717@qq.com

欧阳明星(1980—),男,湖南郴州人,硕士,副教授,2005年毕业于湖南科技大学获学士学位,2010年毕业于广东工业大学获硕士学位,主要从事无线通信及测控应用研究,E-mail:18927867781@163.com