

基于 LPC1300 通用串行总线(设备)的 LED 显示屏控制卡设计

谢家兴 刘洪山 王 建 甄劲红

(华南农业大学工程学院, 广东 广州 510642)

摘要 设计了基于 LPC1300 通用串行总线(USB)及 USB 设备的发光二极管(LED)显示屏控制卡。通过上位机对将要显示的内容(包括图像和文字)提取位图信息,经过适当的算法对提取到的信息进行变换,从而得到点阵信息。而且,上位机可以设置控制卡的相关参数,例如字体大小、字体类型以及动态效果等。此后,上位机通过 USB 将相关信息发送给控制卡,控制卡读取缓冲区的内容,进行适当处理后,驱动 LED 屏显示内容。

关键词 光学器件;发光二极管;控制卡;通用串行总线

中图分类号 TP391 **文献标识码** A **doi**: 10.3788/LOP49.022302

Design of Controlling Card Based on LPC1300 for LED Display Screen of USB (Device)

Xie Jiaying Liu Hongshan Wang Jian Zhen Jinghong

(College of Engineering, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

Abstract The controlling card for light-emitting diode (LED) display screen is designed based on LPC1300 universal serial bus (USB) and USB device. From the content (including image and text) to be displayed, the host computer extracts the bitmap information. Lattice information is obtained by transforming the extracted information with an appropriate algorithm. Moreover, the host computer can set up relevant parameters of the controlling card, such as font size, font type, dynamic effects, and so on. The related information sent to the controlling card through USB. The controlling card reads and deals with the contents in the buffer, and drives the LED screen to display the contents.

Key words optical devices; light-emitting diode; controlling card; universal serial bus

OCIS codes 230.0250; 250.3680; 350.5610; 330.7310

1 引言

随着发光二极管(LED)显示屏的日益发展,现在的 LED 显示屏具有显示内容丰富、信息量大以及信息转换速度快等优点,传统的 LED 显示控制系统已不能满足其需求^[1]。利用计算机通信技术的 LED 显示屏控制卡作为 LED 显示屏刷新显示内容与显示效果等的控制工具,在显示内容与转换灵活度等方面有极大的优势。

通用串行总线(USB)是一种电缆总线,支持在主机和各种各样的即插即用外设之间进行数据传输。由于其易于扩充多个外围设备、价格低廉以及支持热拔插的优势,已得到广泛应用^[2]。因此,利用 USB 进行上位机与控制卡之间的通信,会使控制卡更容易得到用户的认可与接受。本文设计了一种基于 LPC1300 USB (设备)的 LED 显示屏控制卡,并对其性能进行了测试。

2 系统功能概述

本系统是基于 LPC1300 的 USB(设备)的点阵屏控制卡,通过上位机软件对 LED 点阵屏显示内容进行

收稿日期: 2011-07-29; 收到修改稿日期: 2011-09-05; 网络出版日期: 2011-11-22

基金项目: 华南农业大学校长基金(2008K008)和华南农业大学教育教学改革与研究项目(JG09123)资助课题。

作者简介: 谢家兴(1979—),男,硕士,讲师,主要从事光电子技术方面的研究。E-mail: xjx1998@scau.edu.cn

编辑后,将相关信息通过 USB 发送到下位机,并保存到 MX25L1606 缓冲区中。通过读取 MX25L1606 的信息,控制整个系统有条不紊地运作。LED 显示屏的大小可以任意设定,如设置为 32 mm × 64 mm、64 mm × 128 mm 等,刷新率可以设置为 24~100 Hz,屏幕亮度可以设置为 1~16 级,控制卡可以定时开关机、高温报警、短路报警,支持多路 08/12 接口。系统整体功能框图如图 1 所示。

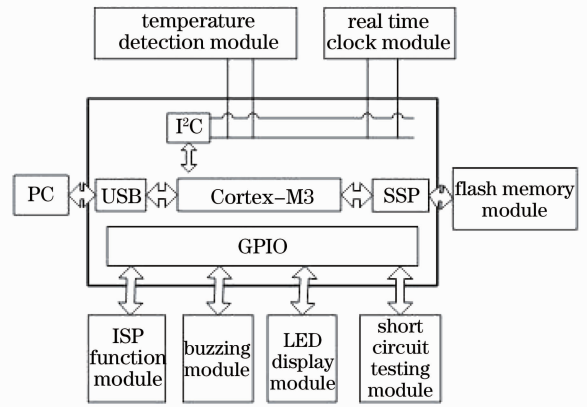


图 1 系统整体功能框图

Fig. 1 Block diagram of the overall system function

3 上位机设计

3.1 多视图的实现

上位机是基于单文档架构搭建的,而单文档只有一个视图。为了增强用户体验性、方便用户操作、使产品更容易被用户所接受,将一个视图划分为三个视图。采用手工添加代码的方法实现多视图^[3]。

3.2 多视图通信

多视图之间的通信是利用视图类全局指针进行的。App 类是一个应用程序的公有类,其他类可以直接获取 App 类指针。因此,可以在 App 类中定义各个视图类的指针,通过各个视图类的指针来调用各个视图类的成员函数,从而实现多视图之间的通信。

3.3 节目信息提取

上位机采用顺序容器来保存节目信息。顺序容器中每个节点分别对应每个节目的所有信息,由于每个节目最多有 3 个内容,可以分别是字幕、图文、时钟和温度,因此,顺序容器中节点的内容应该包括 3 个字幕、3 个图文、3 个时钟和 3 个温度。当添加一个节目时,调用顺序容器中的成员函数 push_back 将这个节目信息压到顺序容器中。

为了在 LED 点阵屏中能显示文字,需要在上位机中提取出文字对应的点阵信息。下面对字幕点阵信息提取方案进行比较。

方案一:通过读字库文件获取字幕的点阵信息。

当输入汉字时,计算机得到的是汉字的内码,其中汉字的内码分两个字节。而汉字的区位码是汉字内码的两部分分别减去 0xa0 得到。得到区位码后,根据区位码和地址码的对应关系就可以得到汉字字形码所在。区位码和地址码的对应关系为

$$A_0 = (C_a - 1) \times 94 + (C_b - 1) \times N \times [(N - 1) / 8 + 1],$$

式中 A_0 为字形起始地址, C_a 和 C_b 分别表示区号和位号。

通过将区号和位号代入就可以得到地址码,假如汉字是 16 pixel × 16 pixel 点阵,则从这个地址开始,连续读出 32 Byte,就可以得到该汉字的点阵信息。

该方案的优点是获取汉字点阵信息简单,只需要读取相应的字库文件即可。而缺点是只能局限于某些字体类型、某些字体大小,应用场合非常有限。而且,在上位机通过读取字库文件得到汉字点阵信息之前,要开发者手动生成所需字库文件。

方案二:基于位图的方式获取字幕的点阵信息。

通过在编辑框中输入字幕信息,系统自动调用相应消息服务,由消息服务将字幕信息绘在 Static 控件上,然后将 Static 控件上显示的内容以位图形式复制到内存,

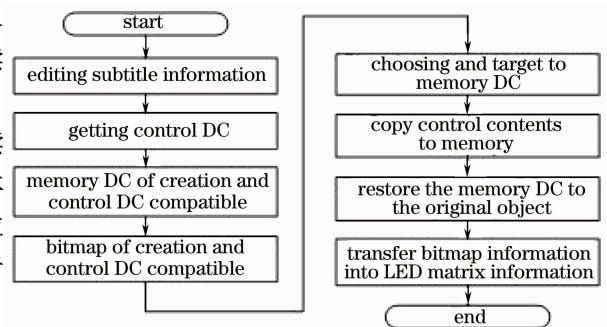


图 2 基于位图方式获取 LED 点阵信息流程图

Fig. 2 Flow chart of getting LED dot matrix information based on bitmap

通过算法将位图信息转换为 LED 点阵信息。基于位图的方式获取字幕的点阵信息的流程如图 2 所示。字幕位图信息转 LED 点阵信息的流程如图 3 所示。

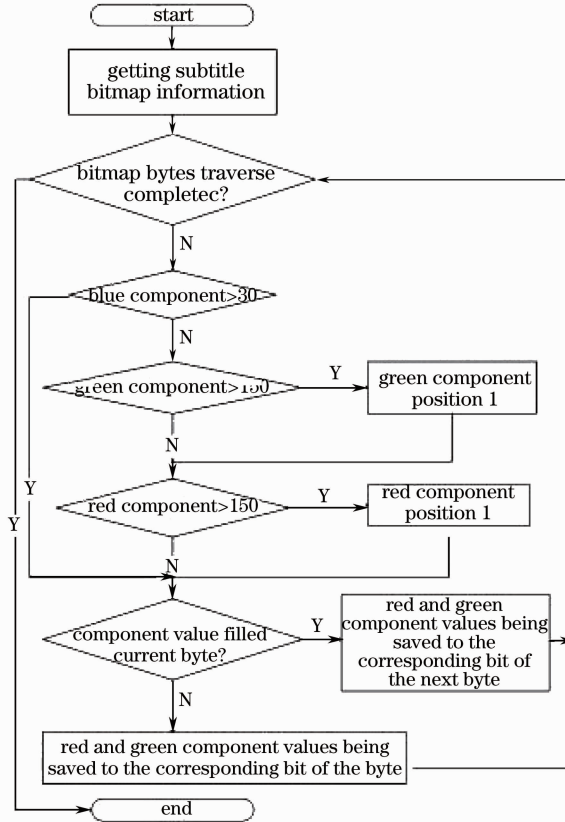


图 3 字幕位图转 LED 点阵信息流程图

Fig. 3 Flow chart of transferring subtitle bitmap into LED dot matrix information

该方案可以支持 Windows 操作系统下所有的字体、字体效果和任意大小的字体,具有很强的通用性。而且,对于单色 LED 屏和双色 LED 屏都可以方便提取 LED 点阵信息。

综合方案一和方案二,为了使上位机具有更强的通用性,能够实现各种各样的字体效果,本设计采用了方案二,即基于位图的方式获取字幕的点阵信息。

3.4 节目信息搜索

在节目切换或节目发送时,需要对容器中的节点进行搜索,以便确定各个节点的内容。由于容器中各个节点内容庞大,而且,单个容器节点内又包含了 3 个字幕节点、3 个图文节点、3 个时间节点和 3 个温度节点等信息,所以,利用顺序容器中已有的搜索成员函数是不能完成节目信息搜索任务的。

为此,编写了节目信息搜索的算法。首先,添加节目及节目内容时,要设置当前父节点号和子节点号,并根据子节点号及节目内容设置当前节点内容的标志。然后,每当节目切换或发送时,根据切换后的父节点号、子节点号和节目内容 3 个标志来得到当前节目的内容,并把这些内容赋给成员变量进行更新或通过联机或脱机方式发送到下位机。节目搜索算法实现流程如图 4 所示。

3.5 节目信息发送

上位机最终目标是将节目信息发送到下位机。由于在下位机设计中,将控制卡模拟成 U 盘来处理,因此,只要通过读写函数 ReadFile 和 WriteFile,以操作 U 盘的方式来更新节目信息即可。节目信息发送流程如图 5 所示。

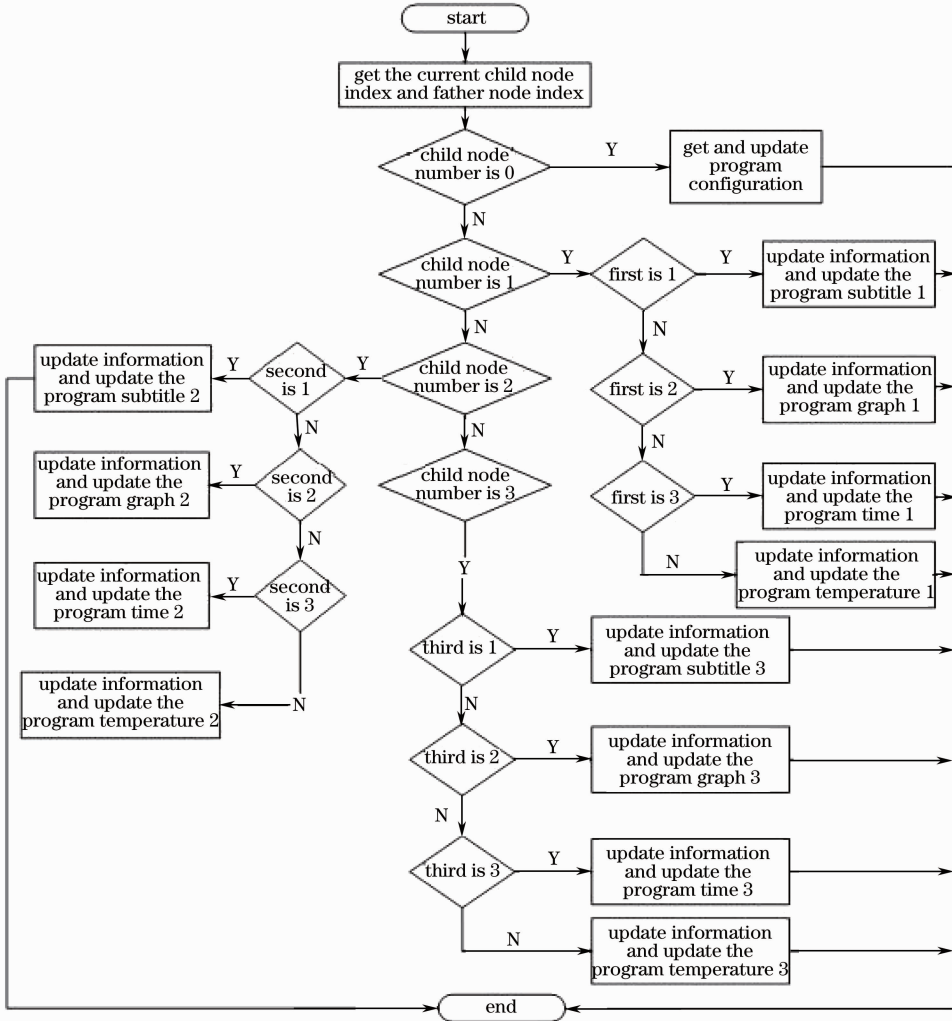


图 4 节目搜索算法流程图

Fig. 4 Flow chart of program search algorithm

4 下位机设计

4.1 LPC1300 微控制器简介

LPC1300 微控制器^[4]是基于 ARM Cortex-M3 的微控制器,可用于高集成度和低功耗的嵌入式应用。其操作频率可高达 72 MHz,具有 3 级流水线并采用哈佛结构,带独立的本地指令和数据总线以及用于外设的第三条总线,还包括一个内部预取单元,支持随机跳转的分支操作。

LPC1300 微控制器的外设组件包含高达 32 kB 的 Flash 存储器、8 kB 的数据存储器、USB 设备、1 个 Fast-mode-Plus(FM+)I²C 接口、1 个 UART、4 个通用定时器和多达 42 个通用 I/O 管脚。

4.2 软件架构

在下位机中,通过移植专用于 Cortex-M3 系列芯片的操作系统 CoOS 来管理下位机的各种任务,如节目播放任务、节目管理任务和 USB 通信任务等。通过将下位

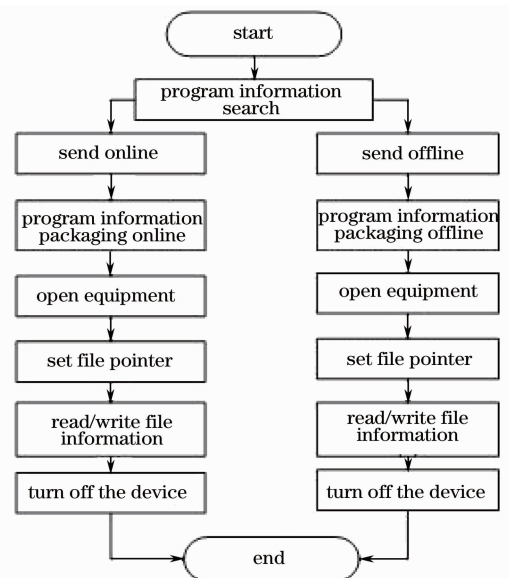


图 5 节目信息发送流程图

Fig. 5 Flow chart of sending program information

机的软件分层,提高下位机软件代码的可移植性、可重复利用性。下位机软件架构如图 6 所示。

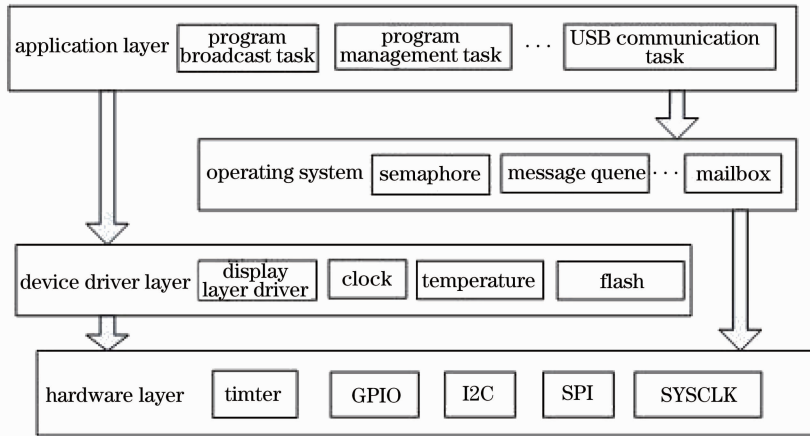


图 6 下位机软件架构

Fig. 6 Lower computer software frame

4.3 CoOS 操作系统简介

CooCox CoOS 是一款针对 ARM Cortex M 系列而设计的实时系统内核。其主要特征是: Cortex M 系列微控制器定制; 免费及开源的实时系统内核; 高度可裁剪性, 最小系统内核仅 974Byte; 自适应任务调度算法; 支持优先级抢占和时间片轮转; 零中断延时时间; 信号量、邮箱、队列、事件标志、互斥等同步通信方式; 堆栈溢出检测; 支持多种编译器, 如 ICCARM, ARMCC, GCC 等。

4.4 USB 通信模块

上位机与控制卡之间按照 USB 大容量类规范进行通信, 此时, 控制卡会模拟成一个 U 盘, 上位机可以像操作其他 U 盘一样对其进行读写。主机/USB 存储设备软件结构图如图 7 所示。

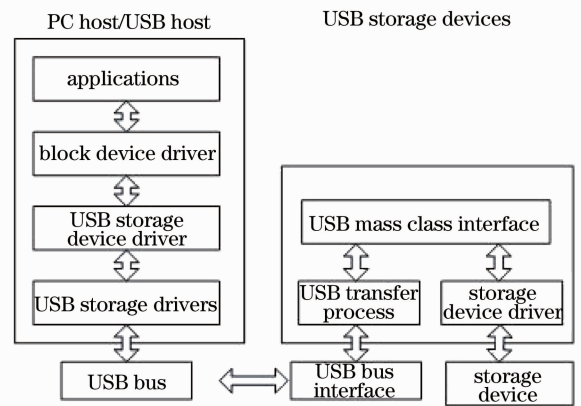


图 7 主机/USB 存储设备软件结构图

Fig. 7 Software frame of host/USB storage devices

5 测试方案

5.1 上位机提取位图信息测试

在上位机中, 通过 TRACE 函数, 将获得的位图数据在调试的模式下输出到调试窗口, 发现原本红色数据应为 (0, 0, 255, 0), 但有时却变成了 (34, 34, 187, 0)。所以, 在将获得的位图数据转换成点阵信息时, 应设立阈值, 而不是等于某一个数值。在将红色分量最小值设为 150 后, 可以得到正确的点阵信息。

上位机得到的点阵信息在控制卡中是以字节方式保存的像素数据。LED 显示屏中, 单色屏是 1 pixel 对应 1 bit, 8 pixel 构成 1 Byte; 双色屏是 1 pixel 对应 2 bit, 4 pixel 构成 1 Byte。

5.2 USB 模块测试

编写测试样本, 测试时读取上位机发来的信息, 如果接收信息与发来的信息相同, 则蜂鸣器工作。在测试过程中, USB 模块不能正常工作, 检查线路是否接通, 发现线路不导通, 补焊后重新检测, 线路导通。重新测试, USB 模块仍然不能正常工作。此时考虑更换线路上的电容和电阻。在更换后, USB 模块可以正常工作。

6 结 论

经过多次测试, 本控制卡可以安全、可靠地工作。实现了多种功能: 播放字幕、图文、时间、温度等内容;

在同一时间、在同一屏幕不同区域播放不同内容;在不同时间、同一屏幕同一区域播放不同内容;呈现了丰富的动态效果,比如擦入、擦出和放射状等。而且,本控制卡通过 USB 与计算机进行通信,更容易得到用户的认可。如果添加播放视频等功能、实现更多的动态效果并进一步完善上位机,该控制卡将会得到广泛的应用。

参 考 文 献

- 1 Ji Xiaofang. The production of two-character dot-matrix 16×16 LED advertising screen [J]. *J. Anhui Technical College of Water Resources and Hydroelectric Power*, 2010, **10**(1): 61~62
季晓芳. 双汉字 16×16 LED 点阵广告屏的制作[J]. 安徽水利水电职业技术学院学报, 2010, **10**(1): 61~62
- 2 Yang Zhikun, Zeng Bo, Tang Guowen. Design of USB interface of embedded system based on FPGA [J]. *Electronic Design Engineering*, 2010, **18**(1): 30~34
杨志坤, 曾 博, 汤国文. 基于 FPGA 的嵌入式系统 USB 接口设计[J]. 电子设计工程, 2010, **18**(1): 30~34
- 3 Zhang Chao, Wang Qionghua, Li Dahai *et al.*. Acquisition of parallax images for multi-view auto-stereoscopic display based on SIFT matching algorithm[J]. *Acta Optica Sinica*, 2010, **30**(7): 1989~1993
张 超, 王琼华, 李大海 等. 基于 SIFT 匹配算法的多视点自由立体显示视差图像的生成[J]. 光学学报, 2010, **30**(7): 1989~1993
- 4 Ma Fumin, Niu Weijie. The LED dot matrix display control system based on embedded PIC MCU[J]. *Instrumentation Customer*, 2011, **18**(1): 23~25
马福民, 牛伟杰. 基于嵌入式 PIC 的 LED 点阵显示屏控制系统[J]. 仪器仪表用户, 2011, **18**(1): 23~25