

嵌入式 Linux 下彩色液晶显示的设计

Design of Color LCD display in Embedded Linux

刘悦 (北京理工大学 信息科学技术学院 100081)
(济南大学 信息科学与工程学院)
钟伟军 (北京理工大学 信息科学技术学院 100081)

摘要:针对条码阅读器上具有彩色液晶显示的设备,提出了一种在嵌入式 Linux 系统下彩色液晶的应用编程方法,以帧缓冲区作为显示驱动,对汉字和图象进行彩色液晶显示,实现了实时高效的汉字和图像显示效果。

关键词:彩色液晶显示 嵌入式 Linux 汉字显示

1 引言

条码是一种采集速度快、成本低、可靠性强的自动识别技术。相对一维条码,二维条码具有信息密度高、容量大、纠错能力强、可以表示数字、字母、汉字、图像等信息的优点。在符号中出现少量污损时,二维条码经过纠错可得到正确的原始信息。因此二维条码广泛应用于交通管理、物流管理、身份验证、电子商务等领域^[1]。我们常见的应用在商场中货品的一维条码是经过识读器采集译码后将数字序列输入计算机进行数据处理和显示,但是对于广泛应用在物流业中的二维条码,更多的识读器是带液晶显示模块,二维条码译码后含更多的信息,除数字以外,还含有汉字和图象,这就需要液晶的实时高效显示。

彩色液晶显示器具有超薄平面、显示信息丰富、色彩逼真的特点,并且体积小、功耗低、寿命长、无辐射、抗震、防爆等其他类型显示器无可比拟的优点,因而是工控仪表、机电设备等行业理想显示器件。彩色液晶显示已经逐渐步入了嵌入式系统中,其美观大方的彩色界面使嵌入式系统焕然一新,大有与计算机液晶显示相媲美的趋势。当前, Linux 以其强大的功能、极高的性价比在嵌入式系统中得以广泛应用。本文介绍一种基于嵌入式 Linux 操作系统下的彩色液晶显示的软件设计,实现了汉字与图像的快速显示。此技术应用在条码采集设备上具有重要的意义。

2 嵌入式 Linux 系统

Linux 是一个通用操作系统,包含若干个特定嵌入式应用不需要的模块。因此,可以对嵌入式 Linux 进行定制和裁减,这样可以剔除不要的模块,提高核心运行效率,而且减少了内核所占的内存空间。嵌入式 Linux 操作系统产品在 2000 年开始涌现,一年后嵌入式 Linux 操作系统达到了整个嵌入式操作系统市场的 1/4。它的特点是性能稳定,功能强大,占用资源少,良好的平台可移植性和系统可剪裁性,对灵活系统设计极其重要,同时为开发调试提供了方便。基于以上特点,选用嵌入式 Linux 系统作为条码采集设备的操作平台是非常合适的。嵌入式应用软件开发分为下面几步^[2]:

利用编辑器编辑条码译码程序、液晶显示程序的源码;

编写 makefile 描述多个源程序之间的依赖关系;

利用 make 工具交叉编译和链接生成目标平台的二进制代码;

利用相关工具调试排错;

把调试通过的条码译码及显示应用程序投入实际应用。

3 帧缓冲

帧缓冲(FrameBuffer)是 Linux 为显示设备提供的一个接口,是把显存抽象后的一种设备^[3]。它允许上

层应用程序在图形模式下直接对显示缓冲区进行读写操作,此操作是抽象的、统一的。用户不必关心物理显存的位置、换页机制等等具体细节,而将显示设备抽象为与系统无关的帧缓冲区,可以直接进行读写操作,写操作可以立即反映在屏幕上,尤其是通过帧缓冲可快速显示汉字点阵和图象。`/dev/fb` 为当前缺省的帧缓冲设备,通常指向 `/dev/fb0`,在嵌入式系统中通常支持一个显示设备就可以,所以驱动程序的设备文件是 `/dev/fb0`,使用时只需要象操作普通文件一样地打开,然后读写,最后关闭。同时 `FrameBuffer` 设备还提供若干 `ioctl` 命令,通过这些命令,可获得显示设备的一些固定信息,如显示设备及屏幕的参数,如分辨率,显示颜色数,屏幕大小等。

4 一种嵌入式 Linux 系统下彩色液晶显示算法的设计实现

本系统硬件采用 Motorola 公司的 MC9328MX1,它是 Motorola 公司第一款基于 ARM 核心的 SoC 芯片,主要面向高端嵌入式应用,处理器内部采用 ARM920T 核,并集成了 SDRAM/Flash, LCD, USB, 蓝牙,多媒体内存卡,CMOS 摄像头等控制器。该系统具有集成度高、速度较快(主频 200MHz)等特点。LCD 控制器的功能是产生显示驱动信号,驱动 LCD 显示器。用户只需要通过读写一系列的寄存器,完成配制和显示控制。MX1 中的 LCD 控制器可支持单色/彩色 LCD 显示器。支持彩色 TFT 时,可提供 4/8/12/16 位颜色模式,其中 16 位颜色模式下可以显示 64k 种颜色。配置 LCD 控制器重要的一步是指定显示缓冲区,显示的内容就是从缓冲区中读出的,其大小由屏幕分辨率和显示颜色数决定^[4]。夏普 LQ035Q7DB02 是夏普公司出的一款 TFT 彩色液晶显示屏。屏幕尺寸为 3.52 英寸。其规格为高 68 毫米,宽 85 毫米,显示像素为 240 * 320。选择这款 LCD 的原因在于它高度集成,除了液晶屏之外,它还集成了驱动 IC,软连接线,背光和触摸屏模块^[5]。MC9328MX1 处理器上 LCDC 模块的数据线一共是 16 位,也就是最多能够支持 16 位色深的的数据输出,这 16 位数据组成是 RGB-5:6:5 数据格式,即 R 颜色分量占高 5 位,G 颜色分量占中间 6 位,而 B 颜色分量占最低 5 位数据,这样一个 16 位的数据就表示了一个像素的颜色。在二维条码的识读采集设备中,实时的采集

数据并译码显示是条码推广应用的关键,嵌入式 Linux 系统下液晶的显示系统设计实现正是基于这样一种应用背景开发设计的。在此系统中,条码采用的是包含图像和汉字信息的二维条码 QR Code,显示算法的设计是汉字和图像的共屏实现。整个系统的流程图如图 1 液晶文本和图象显示实现的流程图。

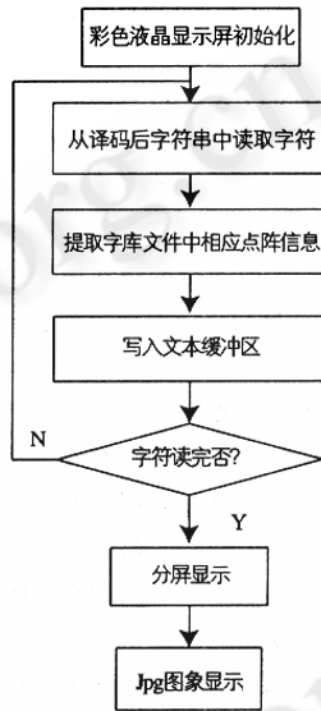


图 1 液晶文本和图象显示实现的流程图

4.1 液晶的初始化

在应用程序中,初始化操作步骤如下,核心程序参考文献^[3]。

- 打开 `/dev/fb0` 设备文件。
- 用 `ioctl` 操作取得当前显示屏幕的参数,根据屏幕参数可计算屏幕缓冲区的大小。
- 将屏幕缓冲区映射到用户空间。
- 映射后得到读写缓冲区指针头,用于后面直接读写屏幕缓冲区,进行汉字和图片的显示。

4.2 JPEG 图像文件显示

条码中含有的图片信息是证卡上人的照片图像,为了减小占用的存储空间,照片图像采用 JPEG 或者 JPEG2000 标准。在译码后显示相应的照片信息,可以实现实时的比较,防止证卡的伪造。对于帧缓冲设备,可通过映射操作,将屏幕缓冲区的物理地址映射到用户空间的一段虚拟地址中,之后就可通过读写这段虚拟地址访问屏幕缓冲区,在屏幕上显示图像了。帧缓冲将显示的点看成是虚拟地址的映射,屏幕上每一个点对应其相应单元。液晶显示器图形方式以光点为最小点阵显示单位,每个光点包含 RGB 三个色点,16 位彩色显示方式,则屏幕上的每一个点映射为 16 位数据,从低位到高位依次是蓝、绿、红,比例为 5:6:5。

JPEG 图像文件的显示是先将 JPEG 图像文件解压,得到图象宽度和高度,然后把解压后的图像数据拷贝到内存缓冲区,三色分离,红蓝交换,注意这时得到的

颜色数据是 24 位格式,即红绿蓝三色分量各占 1 个字节(8:8:8),为了在液晶上显示,需要将 24 位数据转换为 16 位 RGB5:6:5 的形式。核心算法如下。最后在显示缓冲区相应位置显示图像数据。

```
color = (U16) (_R[i] & 0xf8) < < 8; //取红色分量的高 5 位
```

```
color = ((U16) (_G[i] & 0xfc) < < 3) | color; //取绿色分量的高 6 位
```

```
color = ((U16) (_B[i] & 0xf8) > > 3) | color; //取蓝色分量的高 5 位
```

```
desbuf[i] = color; //组成 RGB16 位表示 5:6:5
```

4.3 汉字显示的处理

在进行汉字显示的时候,可以通过编程在液晶模块上实现各种字体及字号的汉字显示。实现的方式有两种,文本方式与图形方式。

(1) 文本方式。利用字符发生器进行显示,显示的字符具有字符的代码和字形两个属性,字形存在字符发生器存储区,用代码可找出字形地址。显示时候只要将代码写在字符对应的相应位置就可显示出字形。在该显示模块中具有外部字符发生器功能,字符的图形可由用户自行设计。但是此方式可显示的汉字字数较少,而且汉字大小、字体都受到局限,因此在设计中较少采用此方式显示汉字。

(2) 图形显示。在相应的虚拟内存写入相应汉字的点阵信息,进行液晶显示。我们采用图形显示方式显示汉字。具体操作步骤如下:

汉字字库文件要事先存储在嵌入式 Linux 系统中,条码译码后得到的字符序列,经循环依次取出每一个汉字,从相应的点阵字库文件中获得对应的点阵信息,然后以动态内存分配的方式存放在文本缓冲区。以 HZK16 为例,得到每个字符对应的 16 * 16 点阵信息,占用 2 * 16 字节,在液晶显示时,需要将字库点阵信息转换为像素字节信息,每一个像素点用 2 个字节 (RGB5:6:5) 表示。因此,一个汉字的点阵信息转换为像素表示需要 2 * 16 * 16 个字节。由于汉字和图象表示都是最终转换为像素点的显示,均为 16 位数据,因此整个系统采用双字节作为基本数据单位。每个汉字点阵信息拷贝到缓冲区,形成一屏信息时,进行液晶显示。对于我们采用的系统,一屏最大可以存储 20 行,每行 15

个汉字字符。核心算法如下。图象显示放在汉字显示之后,由于一般二维条码所含信息数量有限,一个证卡为例,一般字符信息不多于 50 个汉字,加上一个照片图象,可以在一屏显示,当文字信息较多时,可以分屏显示。

```
i = Cal_offset (s, i, &offset); //计算字符在字库中的偏移量位置
```

```
fseek (fp, offset, SEEK_SET); //定位字库文件指针,指向字符点阵信息首地址
```

```
fread (onecharbuf, sizeof (U16), DZ_SIZE, fp); //读出一个字符的字库点阵信息
```

```
pDatabuf [nNum] = (U16 *) malloc (DZ_SIZE * DZ_SIZE * sizeof (U16)); //申请存储空间
```

```
if (! pDatabuf [nNum]) error_process (); //错误处理
```

```
Trans_zk_to_buf (onecharbuf, pDatabuf [nNum]); //由点阵信息转换为显示缓冲像素信息
```

5 结束语

本文应用 C 语言开发实现了嵌入式 Linux 系统下实时二维条码译码后汉字和图像的显示。由于在显示时采用了动态内存分配和整屏显示,汉字和图像同屏显示等算法,因此,可以达到实时、美观、实用的彩色液晶显示效果,对于二维条码的推广具有广泛的参考价值。

参考文献

- 1 矫云起、张成海, 二维条码技术, 北京 中国物价出版社, 1996。
- 2 邹思轶, 嵌入式 Linux 设计与应用, 清华大学出版社, 2002。
- 3 许庆丰, 嵌入式 Linux 下彩色 LCD 驱动的设计与实现, 电子产品世界, 2003, 4, 48-52。
- 4 DragonBall MC9328MX1 Integrated Portable System Processor Reference Manual (revision 2). Motorola Inc, 2003.
- 5 LQ035Q7DB02, TFT LCD Module. Sharp Corporation. 2002.