

基于 emWin 图形库的低成本液晶触摸屏系统开发

Development of Low-cost LCD Touch Screen System Based on emWin

黄开珍 邹卫军 (南京理工大学自动化学院,江苏 南京 210094)

摘 要

基于一款自主研发的以 LPC1788 芯片作为主控制器的低成本触摸屏,研究了基于 emWin 图形库的人机交互界面的软件设计。触摸屏底层设计采用三缓冲技术,通过 SPI 中断读取触摸屏控制器的值,使得系统触摸灵敏、界面切换流畅。软件完成了中文及包括透明图片的位图的显示,长按、双击等动作的消息定制,节能的背光调节以及通信等功能。软件功能完备,界面友好,达到了商用要求。

关键词:液晶触摸屏,LPC1788,emWin

Abstract

Based on a self-developed and low-cost LCD touch screen with LPC1788 as the master chip, this paper studies the software design of interactive interface based on emWin graphics library. The LCD touch screen is adopted the three-cushion technology, and read the value of the touch screen controller by SPI interrupt making it touch sensitive and the interface switch smooth. The software has completed the functions of Chinese and bitmap images include transparent picture display, the message of long press, double-click custom made, backlight adjustment with energy saving, communication.

Keywords: LCD touch screen, LPC1788, emWin

本论文重点介绍了利用 emWin 图形库进行人机交互界面设计的关键技术,总结了其中的技术要点。

1 基于三缓冲技术的界面切换

人机交互界面设计最重要的用户体验是界面切换流畅自如,emWin 图形库通过多缓冲技术来实现这个要求。通常通过配置文件 LCDConf.c 可实现,在实验时发现采用双缓冲技术没有确保切换在获得一个垂直同步信号时进行,导致切换时可见屏幕逐项绘图过程,使得切换效果差、速度慢;而采用三缓冲技术则可避免上述问题,最终使得切换效果好、速度快。

界面切换采用的思路是先删除旧的窗口,再新建新的窗口。删除窗口可以调用 emWin 库函数: void WM_DeleteWindow(WM_HWIN hWin)。执行过后会发现窗口仍可见,但窗口已经失效。因为此时窗口没有进行重绘,重绘包含桌面窗口的重绘和当前窗口的重绘。桌面窗口由窗口管理器自动创建,并且始终覆盖整个显示区域,它始终是最底层的窗口。调用库函数 WM_SetDesktopColor(), 可将桌面窗口进行重新着色。指定参数 GUI_INVALID_COLOR 可恢复默认设置。调用 WM_Exec() 执行回调函数进行无效窗口重绘,最后创建新的窗口就可完成界面切换。具体代码如下:

```
WM_DeleteWindow(WM_OLDWIN);  
WM_SetDesktopColor(GUI_INVALID_COLOR);  
WM_Exec();  
CreateNewWin( ); //新窗口创建函数
```

2 长按与双击响应的实现

emWin 是采用消息驱动的,它专门有一套对外接收消息的接口,要使用 emWin,必须对它的消息驱动机制有所了解。但是现有的 emWin 消息中并不直接包含长按消息和双击消息,为了能够丰富软件的表现形式,我们可以考虑利用现有的消息设置长按和双击的响应效果。

长按响应的实现可以用两个指针输入设备消息实现,分别是

WM_TOUCH 和 WM_PID_STATE_CHANGED。WM_TOUCH 消息是指针输入设备接触到处于按下状态的窗口轮廓时发送到窗口;具体表现是从按下触摸屏到释放之前,该消息将会一直不断的发送到按下的窗口。WM_PID_STATE_CHANGED 消息在按下状态已更改时,发送到指针输入设备指向的窗口;具体表现是当按下触摸屏时,该消息会被发送当前窗口一次,释放时该消息会再被发送一次。

长按响应效果实现的关键是记录每次按下的时间,当超过一定时间时进行消息响应。如果按下时间过短则不进行响应。实现步骤如下:

1) 设置变量 TouchTime 记录按下时接收 WM_TOUCH 次数,以表明按下时间,变量值增加越大按下时间越长。根据实验经验当每次按下变量 TouchTime 增加了四十几时,触发响应比较合理;

2) 设置变量 ClickTime 记录屏幕状态转换次数,及记录窗口收到 WM_PID_STATE_CHANGED 的次数。变量 ClickTime 为偶数表示处于释放状态,此时将变量 TouchTime 清零,避免累加;

3) 在长按进入下一个界面时,由于焦点已经转移到新窗口,旧窗口不在接收消息,所以在新窗口中要新将变量 TouchTime 清零,避免下次迅速执行响应。

具体部分代码如下:

```
case WM_TOUCH:  
if(TouchTime <= 42)  
{  
TouchTime++; //按下时间  
}  
  
else  
{  
if( WinTime==0 )
```

```

    {
        WinTime = 1;    //记录已出现下个界面
        CreatNewWin( ); //长按响应进入下个界面
    }
}
break;
case WM_PID_STATE_CHANGED:
    ClickTime++;
    if(ClickTime%2 == 0)
    {
        ClickTime = 0;
        TouchTime = 0;    //释放清零
    }
}
break;

```

双击响应的实现思路:当两次点击的时间小于 0.3s,则进行双击响应。主要利用变量 TimeMS 和消息 WM_PID_STATE_CHANGED。TimeMS 变量在 emWin 库中 GUI_X.c 文件定义,用于 emWin 的定时,变量 TimeMS 将在系统定时器中断中更新。系统定时器的中断每隔 1ms 进行一次,在中断时对 TimeMS 进行加 1 操作。注意如果没有进行变量 TimeMS 更新,就不可以使用 emWin 的窗口定时器。在实现时记录消息 WM_PID_STATE_CHANGED 收到的偶数次,并记录相邻两个偶数次之间变量 TimeMS 的差值,小于 300 即可进行双击响应。

3 中文和位图显示

emWin 图形库只是一个库文件,底层源代码无法修改,在产品时必须解决中文显示的问题。本次设计采用的触摸屏是 LPC1788 作为主控的,它支持薄膜晶体管(TFT)彩色显示器。下面介绍在 emWin 界面显示中文的通常步骤:

1)利用字体转换器创建系统独立字体。首先安装字体转换工具软件,目录为 LPC1788 emWin 软件包下 Start\Tools 目录,SetupFontCvt_V520.exe 文件。安装完毕后选择生成的字体文件字体格式和编码形式,编码形式选为 Standard 和 16-Bit UNICODE。

2)裁剪字体文件。默认生成的字库,包含了所有 UNICODE 字符的字库,差不多有 1000 多 kb。如果不需要用到所有文字,我们可以采用一些技巧只产生我们需要的汉字字库以及 ASCII 码库,以节约存储空间。具体实现为:利用字体转换器先将所有字符失效,点击 Edit→Disable all character。再将所有的英文字符有效,我们发现它们的范围为 0~7F,所以直接用字体转换器的 Edit→Enable rang of characters,在弹出的窗口输入范围 0~7F 即可。对于需要的汉字的加载,需要利用网络工具查询需要字符的 UNICODE 的地址,找到后右击选择 Toggle character 就可。最后点击保存,我们就得到了一个裁剪过的中文字库了。

3)emWin 界面上显示中文。要在运行 emWin 图形库程序上运行中文,需要将 UNICODE 格式转变成 emWin 语言扩展支持的 UTF-8 编码形式。首先使用 emWin 提供的 U2C.exe 软件,获得汉字的 UTF-8 格式。软件目录为 emWin 软件包 \Start\Tools。下面就可调用相关系统函数在屏幕上显示中文汉字了。

使用触摸屏开发相关软件除了要解决汉字显示问题,还需要实现在屏幕上显示图片,以使开发的软件更加美观。相对于中文字体的显示,解决位图图片显示问题要简单得多。只需利用 emWin 软件包提供的位图转化器将需要显示的 BMP 图片转化为 C 文件,并添加到项目/生成文件中,最后调用相关系统函数进行显示即可。下面特别说明一下显示透明图片,具体步骤如下:①将要显

示的图片加载到位图转化器中并转换为“最加调色板+透明”;②选择要透明的颜色;③将处理好的图片存为带调色板的 C 文件;④将生成的 C 文件加载到项目中,调用相关函数显示。

4 系统节能设计

我们知道 LCD 本身是不能发光的,它是通过一个强劲的光源来给它提供背光。这样的光源非常耗电,通常液晶显示屏的功耗常常占到系统总功耗的 60%^[3]。而系统的休眠以及亮度调节功能的实现,则可实现系统节能的目的。

本文使用的液晶显示屏采用白光 LED 作为背光光源,触摸屏背光采用脉宽调制(PWM)进行功率控制。PWM 调光是利用人眼的视觉暂停原理,用一定频率和占空比的方波控制 LED 的导通。高速开关背光,周期循环地提供不同占空比的方波,就可实现亮度调节。经验显示,只要频率大于 100Hz,并且要导通的 LED 正向电流恒定,发出的白光就不会发生色差,并且人眼看到的是连续光源。具体实现步骤:

- 1)设置 PWM1 为单边沿控制的 PWM 输出,设置匹配寄存器 0(MR0)为 100;
- 2)设置预分频寄存器 PR,用来改变方波频率。最终周期为 $F_{clk}/(N+1)/100$ (N 为 PR 的值);
- 3)设置匹配寄存器 2(MR2),改变方波的占空比,进行亮度调节;
- 4)使用 PWM 锁存使能寄存(PWMLER)更新 PWM 匹配寄存器的值。

实现代码:

LPC_PWM1->MR2 = LightValue;//更改屏幕亮度值 0~100

LPC_PWM1->LER = 5; //更新匹配寄存器的值

定时休眠的实现:定时休眠就是当触摸屏持续一段时间没有接收到触摸事件时关闭背光。关闭背光的操作为令 MR2 值为 0。定时休眠思路为:

- 1)设置休眠时间变量 SLEEPTIME、休眠标志变量 Sleep-Flag 和持续未触屏的时间变量 NoTouchTime;

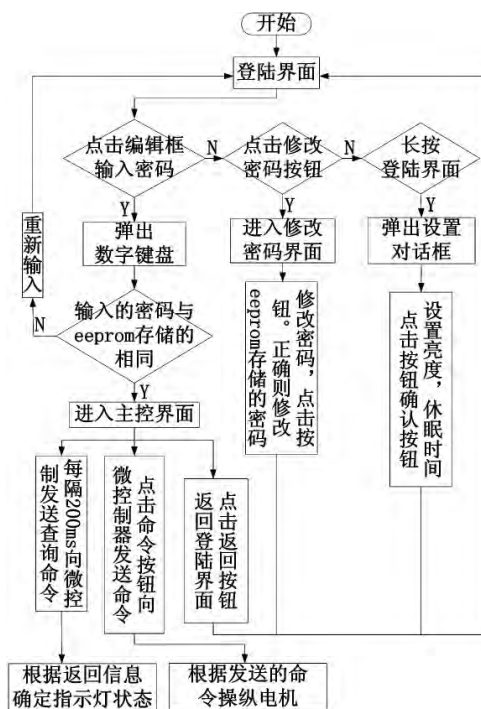
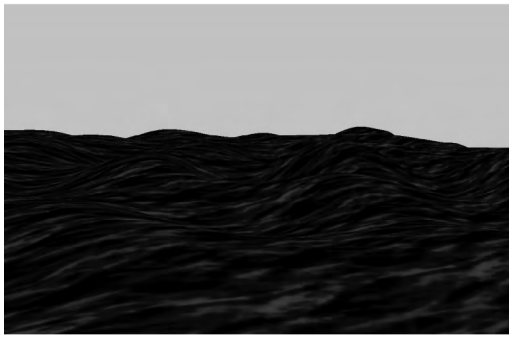
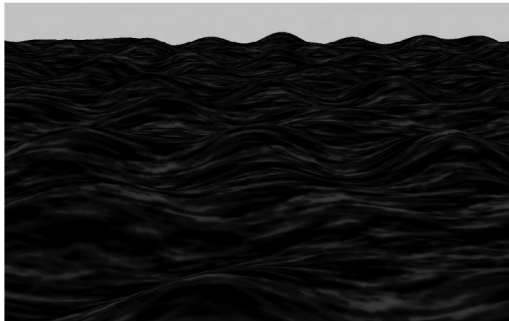


图 1 回转库软件运行流程

(下转第 5 页)

图 4 $m=64, n=64, v=10\text{m/s}$ 图 5 $m=128, n=128, v=10\text{m/s}$

比较理想的,但是本文并没有考虑波浪的破浪和碎浪的绘制,这有待于进一步的改进。

参考文献

[1]杨怀平,孙家广.基于海浪谱的波浪模拟[J].系统仿真学报,2002,4

(9):1175-1178

- [2]Darles E, Crespian B, Ghazanfarpour D, et al. A survey of ocean simulation and rendering techniques in computer graphics[C]//Computer Graphics Forum. Blackwell Publishing Ltd, 2011,30(1):43-60
- [3]Bruneton E, Neyret F, Holzschuch N. Real-time Realistic Ocean Lighting using Seamless Transitions from Geometry to BRDF [C]//Computer Graphics Forum. Blackwell Publishing Ltd, 2010, 29(2):487-496
- [4]聂卫东,康凤举,褚彦军,等.基于线性海浪理论的海浪数值模拟[J].系统仿真学报,2005,17(5):1037-1039
- [5]Chen J, Lobo N. Toward interactive rate simulation of fluids with moving obstacles using navier-stokes equations [J]. Graphical Models and Image Processing, 1995, 57(2):107-116
- [6]曾凡涛,贺怀清,杨国庆.构造特征函数拟合波浪曲面.中国民航学院学报,2003,21(12):198-201
- [7]贾俊涛.使用 2DFFT 优化计算海浪波高模型.海洋测绘,2004,24(4):26-28
- [8]Foster N, Fedkiw R. Practical animation of liquids. Proc. of SIGGRAPH[M]. New York, ACM Press. 2001: 23-30
- [9]Johanson C. Real-time water rendering-Introducing the projected grid concept[D]. Sweden: Department of Computer Science. Lund University, 2004
- [10]刘洁.基于海浪谱的 Gerstner 波浪模拟[J].计算机工程与科学,2006,28(2):41-44
- [11]徐利明,姜晏明.基于谱分析的实时波浪模拟[J].系统仿真学报,2005,17(9):2092-2095

[收稿日期:2014.11.20]

(上接第 2 页)

2)在系统时钟中断中对变量 NoTouchTime 进行加 1,并与 SLEEPTIME 的值比较如果大于它则休眠,并置 SleepFlag 为 1,否则无操作;

3)在触摸中断中如果有触摸事件并且休眠标志为 1,则重新开背光点亮屏幕,否则将 NoTouchTime 清零。

5 emWin 图形库在人机交互界面的设计应用

本节基于某嵌入式控制系统的开发项目,应用 emWin 图形库和本文研究内容,设计了自研触摸屏的人机交互界面。触摸屏与微控制器之间采用 Modbus RTU 协议进行通信,利用 Modbus RTU 协议把界面的命令信息发送到微控制器,同时根据微控制器的查询反馈信息更新界面显示。

软件设计主要分 3 个部分:①登录界面包括密码存储、密码

登录界面、密码修改界面;②设置界面包括亮度设置、休眠时间设置;③主控界面:主要实现利用 485 串口与微控制器实现通信,并实时的将底层状态反馈到触摸屏上显示。

软件实现流程图如图 1 所示,在实现过程中每隔 200ms 发送一次查询命令,这利用了 emWin 图形库自带的窗口定时器实现。过程为:在主控窗口创建一个定时器,定时时间为 200ms,到期时它向当前窗口发送 WM_TIMER 消息。在回调函数下收到该消息时发送查询命令,完毕后重新启动该定时器就可实现每隔 200ms 发送一次查询命令的任务。图 2 为该智能软件的主控界面。

6 结束语

本文基于一款自主研发的触摸屏硬件平台^[1],研究了基于 emWin 图形库开发人机交互界面的技术要点,实现了某嵌入式系统的软件开发。软件实现了界面切换、中文显示、位图及透明图片显示、长按和双击形式的事件响应、背光调节和通信等功能,很好满足实际使用需求。

参考文献

- [1]张勇,邹卫军.基于 Cortex-M3 的低成本液晶触摸屏设计[J].工业控制计算机,2014,27(6):12-14
- [2]陈新,浦庆文.基于 emWin 图形库的电动汽车液晶仪表设计[J].2013(7):105-110
- [3]刘景桑,李京华,狄辉辉,吴亚东.基于嵌入式 Linux 的 LCD 背光调节及驱动的实现[J].现代电子技术,2012,35(6):5-7
- [4]SEGGER 公司.emWin 图形库图形用户界面手册[K]

[收稿日期:2014.12.17]



图 2 主控界面