

液晶显示模块在手持振动分析仪中的应用与优化

刘晓婉, 江志农

(北京化工大学 诊断与自愈工程研究中心, 北京 100029)

摘要: 介绍了基于 TMS320F2812 DSP 控制液晶显示的设计与实现方法。结合 HX8309-A 液晶控制器与 DSP 芯片的特点设计了两者的硬件接口电路, 给出了字符、24 bit BMP 图像与振动数据波形显示的软件设计思路与部分程序。在此基础上对液晶显示模块的功能进行优化设计, 如减少液晶模块功耗、加快液晶刷新速率、考虑突发情况等, 增强用户体验与系统的人性化, 为一些手持设备的图像显示与管理提供了一种可借鉴的方法。

关键词: 手持振动分析仪; 液晶显示模块; HX8309-A; TMS320F2812; 优化设计

中图分类号: TP334.3

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)06-0033-03

Application and optimization of LCD module in portable temperature and vibration measurer

Liu Xiaowan, Jiang Zhinong

(Diagnosis and Self-recovery Engineering Research Centre, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: This paper introduces a design and realization of a LCD module based on TMS320F2812 DSP control. It carries on the design to hardware interface connection between the HX8309-A LCD controller and DSP according to their characteristics, and gives the software design and part of programs to show characters, 24 bits BMP pictures and curves of vibration data, and optimizes the function of the LCD module to reduce power consumptions and speed the refresh rate of the LCD module and take into consideration of some incidents, to improve the users' experience and make it more humanized, which provides a thought on image display and the management of some portable equipment.

Key words: portable temperature and vibration measurer; LCD module; HX8309-A; TMS320F2812; optimization

随着生产设备的日益大型化、复杂化、综合化, 工业生产对设备的依赖程度越来越高。在设备出现故障前及时发现问题并采取有效的措施, 不仅可减少工厂生产损失, 更可以减少或避免人员伤亡与环境污染。对于一般设备, 其出现的故障不会造成工厂大面积停产, 可以采用离线监测设备对其进行周期或非周期性检测。本文的手持振动分析仪就是专为完成该功能而设计的。

该手持振动分析仪配有相应的液晶显示模块, 直观给出当前工作温度与振动信息, 方便用户对设备的运行状态进行判断。由于本手持振动分析仪具有信号频谱显示功能, 综合考虑采用高速信号处理器 TMS320F2812 (以下简称 F2812) DSP 作为系统处理器。本文着重介绍了在手持振动分析仪中应用的一种基于 DSP 的液晶显示模块, 并对其进行了优化。

1 系统介绍

手持振动分析仪的硬件主要包括电源管理模块、信

号处理模块、数据采集模块、F2812 DSP 微处理器模块、液晶显示模块和接口模块。键盘和液晶屏作为该手持设备人机接口的输入、输出设备。

图 1 给出了该设备数据采集、处理与显示部分结构图。具体工作过程为: 由传感器采集的信号经过调理电路进行滤波与适度放大, 送入 AD 芯片, 再经过 F2812 DSP 进行 FFT 变换与频谱分析, 最终在液晶屏上显示时域波形或频域波形。



图 1 数据采集、处理、显示部分结构图

2 硬件设计

2.1 HX8309-A 特点简介

本系统液晶显示模块为定制。液晶屏采用晶采光
《微型机与应用》2012 年 第 31 卷 第 6 期

电的 2.0 寸 176×220 点阵式 TFT 彩色液晶 AM-176220JTNQW-00H-B, 具有亮度高、分辨率适中、色彩饱和度好等特点。其控制器采用 Himax 公司的 TFT 彩屏控制器 HX8309-A, 主要特点^[1]如下: (1) 内部拥有一个 87 120 B 图形显示缓存 RAM; (2) 支持低功率消耗结构, 供电电压在 2.4 V~3.3 V 范围内也能正常工作; (3) 通过配置寄存器, 可设置为向液晶 GRAM 写入数据, 并且地址寄存器沿 X 地址或 Y 地址自动加 1 (或减 1)。如设置为地址沿 X 方向自动加 1, 到行尾时将自动跳到下一行行首, 无需每次都写入地址, 从而大大提高了液晶刷图速度; (4) 支持软件节能功能, 可选择待机模式、睡眠模式或 8 色模式以减少液晶显示模块的功耗。

2.2 液晶显示模块与 F2812 硬件接口

F2812 具有外部接口 XINTF, 而液晶显示模块的工作电压范围是从 2.4 V~3.3 V, 两者电平相容, 可直接相连而无需任何电平转换电路。如图 2 所示, 液晶显示模块数据线与 F2812 的外围数据接口 XD[0]~XD[15] 相连; 液晶显示模块的复位管脚、片选、读写控制线分别与 F2812 的复位脚、外部接口区选择信号线、读写选通信号线相连, 液晶显示模块的 RS 引脚与 F2812 通用输入/输出 GPIOF9 相连, 该引脚控制向寄存器写命令 (RS=1) 或者向寄存器写数据 (RS=0)。当 F2812 的外部接口区选择信号线被选中时, 该引脚自动变低, 因此液晶显示模块与其无需地址信号线, 大大简化了系统间的硬件连接。

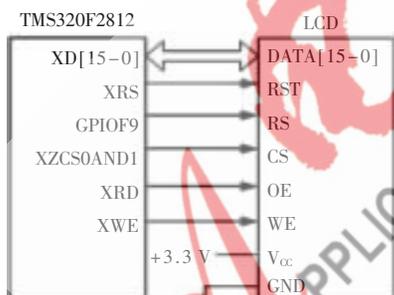


图 2 F2812 与液晶显示模块硬件接口

2.3 系统外部存储与数据转换模块

系统通过 F2812 外部接口扩展两片 512 KB×16 SRAM, 通过 SPI 接口外接两片 Flash 芯片以完成大量信号数据与图形用户界面图片的数据处理、显示与存储。需要在系统掉电后也能保存的数据 (如图形用户界面图片和需要上传到上位机的信号数据等) 均保存在 Flash 芯片中, 系统临时性数据可以放入 SRAM, 这样既提高了读写数据的速度, 也确保了有用数据的安全性。

3 软件设计

考虑程序编写的规范性, 与液晶显示模块相关的程序都放入一个 C 文件中, 编写相应函数模块, 并供系统软件全局调用。

3.1 字符的显示

可使用取字模软件或网上现成的字符数组得到对

应的数组数据。将该数组存入 F2812 的存储器中, 再逐位读入, 1 对应填充前景色, 0 对应背景色。其中, 字宽不是 8 的倍数的用 0 填充, 补齐至 8 的倍数。具体显示字符的代码如下:

将要显示的字符写入目标地址中, 待数据准备好液晶全屏显示

Input FromBuff: 字符数组源地址

Input ToBuff: 目标地址

Input beg_x, beg_y: 液晶显示的起始 X、Y 坐标

Input nWidth, nHeight: 字宽与字高

Input bgcolor: 背景色

Input fontcolor: 前景色

```
void Show(Uint16 *FromBuff, Uint16 *ToBuff, int16 beg_x,
int16 beg_y, int16 nWidth, int16 nHeight, Uint16 bgcolor,
Uint16 fontcolor)
```

```
{
    Uint16 i, j, l, width;
    Uint16 bit[16]; // 1~16 bit 字宽均可
    width = nWidth;
```

```
while(width % 8 != 0) // 字宽不是 8 的倍数要补 0
    width++;
```

```
for(j = beg_x + nWidth; j > beg_x; j--)
```

```
{
```

```
for(l = 0; l < width / 8; l++)
```

```
{
```

```
for(i = 0; i < 8; i++)
```

```
{
```

```
bit[i+1*8] = ((*FromBuff) >> (7-i)) & 0x01;
```

```
if(bit[i+1*8] == 0) bit[i+1*8] = bgcolor;
```

```
else bit[i+1*8] = fontcolor;
```

```
}
```

```
FromBuff++;
```

```
}
```

```
for(i = 0; i < nHeight; i++)
```

```
* (ToBuff + 176 * (220 - i - beg_y) + j) = bit[i];
```

// 将需要显示的字符信息写入 SRAM 目标地址中, 等待数据准备好液晶全屏显示

```
}
```

```
}
```

3.2 BMP 图形显示

本设计用户界面使用 24 bit BMP 文件, 而数据接口采用 16 bit, 为方便数据处理并节省存储空间, 在储存数据时就先将 24 bit 数据按照 rgb565 格式转为 16 bit 数据储存到 Flash 中, 再对其进行读出、修改。需要注意的是, 大多 BMP 文件都是倒向的位图, 即图像的第一行数据是储存在 BMP 文件的最后一行, 因此在读取图像数据时需要与其他类型数据的显示区别开。

3.3 波形显示

先从 Flash 中将波形显示图像数据读取到 SRAM 中,再将波形数据写入 SRAM 相应位置,待数据准备好后再在液晶屏上整体显示。举例说明,经过 A/D 转换得到一组数字信号共 1 024 点,液晶上代表时间轴坐标显示范围为 17~113,故在该范围内需 $1\ 024/(113-17)=10$,即每 10 点在同一时间点坐标进行显示,多余的点予以舍弃。接下来的描点画线可以有两种处理方法:一种是在每组的 10 个点中分别找出最大与最小值,再对这两点进行描线;另一种是在同一时间刻度点上将这 10 点进行两两描点画线,得到在该时刻的最大与最小值。经实验,两种方法耗时相近。前种方法得到的波形相对光滑,但由于每组数据均需找到最小与最大,会增加软件的长度与复杂度;后一种方法思路简单,软件复杂度降低,只需重复描点画线。因此本设计采用后一种波形显示方法。

采用小振动台测得对象温度与速度信号时域波形的显示效果如图 3 所示。

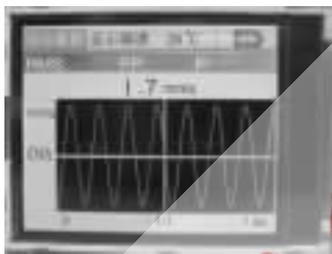


图 3 对象温度与速度信号时域波形显示实际效果图

以上内容只介绍了液晶模块的基本操作与应用。在此基础上还可以考虑对液晶模块进行优化设计,如对液晶显示模块在硬件及软件方面进行低功耗设计。另外,液晶刷新速率慢则效率低下;太快不仅耗能,而且可能会使 DSP 对其他响应变慢,因此其刷新速率也是需要着重考虑的地方。再有,增加人性化的设计,让用户更轻松、贴心地使用产品。

4 液晶显示模块的优化

4.1 系统低功耗设计

硬件方面,主要是对液晶背光方面进行考虑。液晶背光源使用的驱动电源有一定的工作电压范围,在这个范围内液晶背光的亮度与工作电流配比最佳。当小于工作电压范围的最小值时,工作电流虽小但背光亮度差;大于这个工作电压范围的最大值,背光亮度无明显变化而工作电流却会以直线形式增加^[2],不仅增加功耗,也会使液晶工作一段时间后发热发烫,影响液晶显示效果。因此需要选择合适的背光电阻将工作电压调整好以达到最佳的液晶背光亮度与电流配比。

软件方面,由于液晶显示模块支持待机模式与休眠模式,在设计中考虑,若系统在一段设定时间内无操作,F2812 向液晶控制寄存器发送命令,启动待机模式、休眠模式或 8 色显示模式以达到节能的目的;一旦有新的操作,再唤醒液晶显示模块。

4.2 液晶屏刷新速率的提高

本液晶显示模块所选用的液晶控制器速度足以满足需求,所用处理芯片 F2812 的处理速度也远远比液晶屏控制器快,因此在两者都选定后,软件的设计就成为提高液晶屏刷新速率的关键。

采用液晶突发模式,每次只需要设定起始地址,液晶地址寄存器便在每次读写数据后按所设置的方式,地址自动加 1 或减 1,刷新速率较快。

液晶全屏显示一幅 176×220 的 24 bit BMP 图像需要先将图像数据从 Flash 读取到 RAM 中,再将数据传送到液晶显示模块予以显示。采用 F2812 内部定时器进行定时,前一步骤耗时约 839 ms,而液晶显示只需 41 ms。这样用户在菜单选择时,按下一个键至少需等待 880 ms 下一幅图才显示完全,远不能满足人眼需求。

由此看出,图像显示的耗时主要在图像数据从 Flash 读取到 SRAM 过程中。在此基础上,考虑增加显示缓存,即在将当前界面数据从 Flash 读至 SRAM 并在液晶上予以显示时,考虑下一步所有可能的按键操作,在后台将可能出现的下几幅图像数据读至 SRAM 的后续地址中,再根据实际的按键操作确定 SRAM 的相应图像数据起始地址。这样就避免了后续操作中图像数据从 Flash 向 SRAM 传递的过程,使图像显示速度加快,用户体验得到了很好的改善。

4.3 系统人性化考虑

除了基本设计外,还需尽可能多地考虑某些突发状况。当仪器的某个键被长久按压时(如异物的挤压),可视为是对仪器的误操作。但如果不在软件方面对这种情况进行考虑,系统会对仪器的操作进行响应,出现不希望的结果的同时也增加了耗能。

针对这种情况,可以在软件设计中考虑,在某个键被持续按下超过系统设定的时间后,液晶屏上弹出一个窗口,询问用户是否选择长按该键以进行操作。如果是被某个东西压住某个键,则在一段时间内不会有对此询问的回应,液晶显示模块将进入待机模式或者休眠模式以节能;如果是用户的真实操作,用户此时只需按照菜单进行选择便可进行下一步的操作。

参考文献

- [1] HX8309-A 176RGB \times 220 dot, 262, 144-Color TFT controller Driver with Internal RAM[EB/OL](2005-11-xx) [2012-02-26].http://www.mcuchina.com/tft_doc/HX8309-A_2.0.pdf.
- [2] 李维隄,郭强.液晶显示应用技术[M].北京:电子工业出版社,2000:213-214. (收稿日期:2012-02-29)

作者简介:

刘晓婉,女,1989 年生,硕士研究生,主要研究方向:基于 DSP 的手持式设备巡检仪的研发。

江志农,男,1967 年生,教授,主要研究方向:大型机组远程实时监测、诊断系统;过程装备复杂系统故障自愈调控原理研究;智能仪器与嵌入式软、硬件系统研究。

《微型机与应用》2012 年 第 31 卷 第 6 期