

# 基于 Linux 液晶显示触摸屏控制的新设计与实现<sup>①</sup>

胡 俊, 何建忠

(上海理工大学 光电信息与计算机工程学院, 上海 200093)

**摘 要:** 在分析电阻触摸屏和 ADC 的工作原理的基础上, 采用微处理器 LM3S3749 自带模块 ADC 和 GPIO 等代替触摸屏专用控制器 ADS7846。设计出 LM3S3749 与液晶显示触摸屏接口电路的硬件连接, 并给出必要的程序流程图和函数代码。提出触摸屏触点坐标的获得方法与液晶屏显示同步的算法, 以提高设计触摸屏与液晶屏的效率, 满足控制精度。

**关键词:** 触摸屏; 微处理器 LM3S3749; ADC; 接口电路

## New Design and Implementation of LCD Touch Screen Controller Based on Linux

HU Jun, HE Jian-Zhong

(College of Optical-Electrical and Computer Engineering, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

**Abstract:** On the basis of analyzing the working principle of ADC and touch screen for resistance, using ADC and GPIO module of the microprocessor LM3S3749 instead of dedicated controller ADS7846 touch screen. The hardware connection between LM3S3749 and LCD touch screen Interface circuit was designed, and a necessary program flowchart and function code was given. The method of obtaining coordinates of touch screen and the algorithms of LCD screen display synchronization were proposed to improve the efficiency of touch screen and LCD screen, and to satisfy the control precision.

**Key words:** touch screen; microprocessor LM3S3749; ADC; interface circuit

随着计算机技术和网络技术的发展,触摸屏已广泛应用于电子产品和工业控制中<sup>[1]</sup>。触摸屏是目前最友好的计算机用户接口界面,一般触摸屏安装在液晶显示屏上面,利用微处理器对触摸屏与液晶屏进行控制,实现触摸屏对液晶显示屏的控制,它取代了传统的键盘输入,成为嵌入式计算机系统的输入设备。由于存在机械和放大因素等误差,在液晶屏上绘制的图形按钮和触摸屏上对应点的集合会有所偏差,造成触摸屏控制信息灵敏度不高。本文基于 LM3S3749 微处理器和自带 ADC 等模块,以 TS8002F 点阵式液晶显示屏为辅助,进行嵌入式触摸屏输入和显示的软硬件设计,突破了采用触摸屏专用控制器 ADS7846 的传统设计方法<sup>[2]</sup>,寻求到了一种更好的触摸控制方式,提高触摸屏的反应速度。

## 1 系统硬件设计

### 1.1 触摸屏工作原理

本设计采用目前使用普遍的四线电阻式触摸屏,该种触摸屏一般由三部分组成<sup>[3,4]</sup>,两层透明阻性导体层、隔离层及电极。触摸屏工作时,上下导体层相当于电阻网络,当某一层电极加上电压时,会在该网络上形成电压梯度。如有外力使得上下两层在某一点接触,则在电极未加电压的另一层可以测得接触点处的电压,经过 A/D 转换知道接触点处的坐标。如:在底层的电极(Y+, Y-)上加电压,则在底层导体层上形成电压梯度,当有外力使得上下两层在某一点接触,在顶层就可测得接触点电压,再根据该电压与电极(X+)之间的距离关系,推出该处的 Y 坐标。然后,将电压切换到(X+, X-)顶层电极上,并在底层测量接触点电压,

① 收稿时间:2011-03-12;收到修改稿时间:2011-04-07

从而知道 X 坐标。

### 1.2 ADC 原理

Stellaris 系列的 LM3S3749 集成有一个 10 位的 ADC 模块<sup>[5]</sup>，采用内部的 3V 参考电压，支持 8 个输入通道。ADC 模块含有一个可编程的序列发生器，通过基于序列的可编程方法来收集采样数据，取代了传统 ADC 模块使用的单次采样或双采样的方法。每个采样序列均为一系列程序化的连续采样，使得 ADC 可在无需控制器干涉的情况下对多个模拟输入源进行采样。每个采样序列均对完全可配置的输入源、触发事件、中断的产生和序列优先级提供灵活的编程。

### 1.3 接口电路硬件

触摸屏显示系统由 MCU、触摸屏、触摸屏控制器、液晶屏四部分组成。在该系统中，MCU 采用 Stellaris 系列的 LM3S3749，触摸屏采用 SHARP 公司的四线式电阻触摸屏，触摸屏控制器采用 LM3S3749 的自带 ADC 等模块。

LM3S3749 采用直流 3.3V 供电，触摸屏与 LM3S3749 的接口连接如图 1 所示，J8 为触摸屏的接口，左边是连接 LM3S3749 的 I/O 口，除了与 ADC 口相连外，还必须分别连到 4 个普通的 I/O 口 PD0,PD1,PC4,PC5，用来驱动触摸屏，实现显示和控制功能。

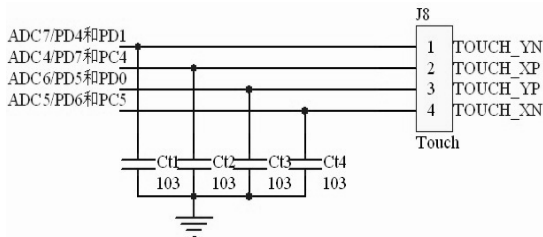


图 1 触摸屏与 LM3S3749 连接图

液晶屏与 LM3S3749 的连接如图 2 所示，J7 为液晶屏接口，J7 下端的网络标号是其连接到 LM3S3749 对应的 GPIO 上，通过 PWM 输出的占空比来调节液晶屏背光的控制电压。

## 2 系统软件设计

触摸屏软件设计包括主程序、中断服务程序两部分组成。通过 ADC 代替 ADS7843 转换时序来实现坐标采集，用软件轮询的方式采集触点坐标对应的工作电压利用定时器中断进行 A/D 转换，变成数字量存储在 CPU，经过校正算法计算得到触点的 X, Y 方向的

坐标，确定好触点的位置，执行相应的功能，主程序和中断服务程序流程图如图 3 所示。

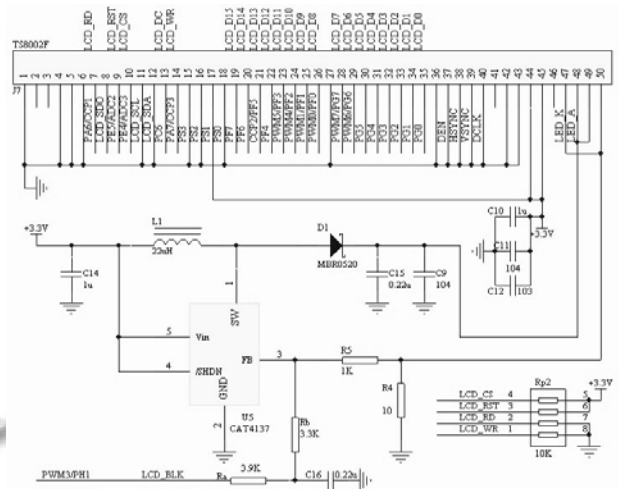


图 2 液晶屏与 LM3S3749 连接图

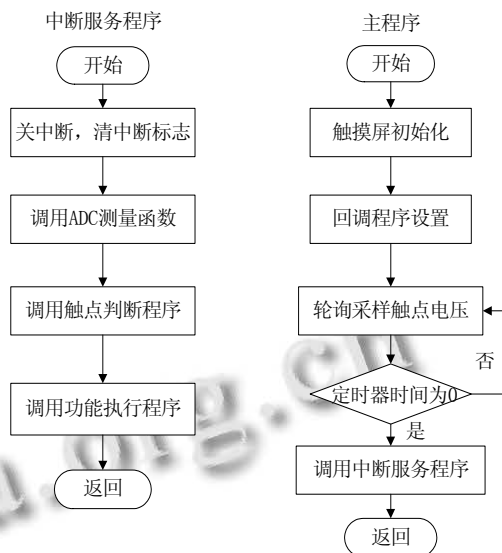


图 3 主程序和中断程序流程图

在触摸屏初始化的程序中，对 ADC 和定时器进行设置和初始化，为了提高采样精度和效率 ADC 采用硬件过采样方式，在 TOUCH\_YP 接口输入结束以后申请中断，采用定时器方式触发 ADC 中断，在定时器的定时间自减到零后自动跳转到中断服务程序中，执行中断服务程序，该函数中有对触摸屏控制的函数代码，从而完成对触摸屏的控制功能。

在整个触摸屏的程序中包含如下函数：

/\*该函数是当新的 X/Y 坐标值被采样时在触摸屏上去抖\*/

```

static void TouchScreenDebouncer(void)
/*触摸屏上的 ADC 中断处理函数, 触摸屏控制的主函数*/
void TouchScreenIntHandler(void)
/*触摸屏的初始化, 包括定时器初始化和 ADC 的设置等, 各个相关引脚的配置和使能*/
void TouchScreenInit(void)
/*回调函数*/
void TouchScreenCallbackSet (long(*pfnCallback)
(unsigned long ulMessage, long IX, long IY))
{
/*为回调函数保存指针值*/
g_pfnTSHandler = pfnCallback;
}
/*函数利用回调函数的指针值用 I2C 通讯协议来发送触点的消息*/
void keytouch( long IX, long IY )
{
if(g_pfnTSHandler)
{
/*发送触摸点按下的消息到中断处理服务程序*/
g_pfnTSHandler(WIDGET_MSG_PTR_DOWN
,
IX,IY);
/*发送触摸点松开的消息到中断处理服务程序*/
g_pfnTSHandler(WIDGET_MSG_PTR_UP,IX,I
Y)
}
}

```

### 2.1 触摸屏校正算法

从触摸屏获得的 X 与 Y 值仅是对当前触摸点电压值的 A/D 转换值, 它不具有实用价值, 这个值大小不但与触摸屏分辨率有关, 而且也与触摸屏和 LCD 贴合状况有关<sup>[6]</sup>。LCD 与触摸屏的分辨率和坐标一般来说是不一样的。因此, 如果想得到 LCD 坐标的触摸屏位置一致, 还需要在程序中进行坐标转换。本文采用两点校正算法, 表 1 中数据为实测数据结果。假设 TS8002F 液晶屏在(320×240)中有一个实心矩形作为按钮, 此实心矩形的左上角坐标是(X1, Y1), 右下角的坐标是(X2, Y2)。要校准此触摸屏, 则采用下面的校正步骤:

- 1) 先测试触摸屏左上角的坐标 (lefttopx, lefttopy)。
- 2) 再测试触摸屏右下角的坐标 (rightbottomx, rightbottomy)。
- 3) 计算触摸屏中的 X, Y 方向的比率和此按钮的左上角坐标(buttonx1, buttony1)和右下角坐标 (buttonx2, buttony2):  

$$\text{buttonx1} = X1 \times (\text{rightbottomx} - \text{lefttopx}) / 320 + \text{lefttopx}$$

$$\text{buttony1} = Y1 \times (\text{rightbottomy} - \text{lefttopy}) / 240 + \text{lefttopy}$$

$$\text{buttonx2} = X2 \times (\text{rightbottomx} - \text{lefttopx}) / 320 + \text{lefttopx}$$

$$\text{buttony2} = Y2 \times (\text{rightbottomy} - \text{lefttopy}) / 240 + \text{lefttopy}$$
- 4) 在软件程序中判断从 ADC 转换后保存的触摸屏坐标数据是否在上一步计算出的触摸屏按钮坐标的范围内。

根据校准算法编写的校准函数如下:

```

/*根据校准算法编写函数代码 校准程序中包含触摸屏初始化函数等*/

```

```

Void Calibrate(void)

```

表 1 实测水平和竖直直线上等距离测量

类别 方向	水平线上								
	X 坐标	3622	3311	2996	2701	2423	2106	1733	1291
Y 坐标	2057	2061	2065	2071	2069	2088	2044	2038	
	竖直线上								
	Y 坐标	166	367	612	839	1019	1311	1542	1799
	X 坐标	2192	2204	2188	2197	2177	2200	2169	2185

表 1 是根据程序下载后实际测得的数据, 可看出实际测得的竖直方向的 Y 坐标点的值一般是从小到大的变化, 而水平方向的 X 坐标点的值一般是从大到小的变化, 可以看出坐标值在一定范围内呈线性递减或递加变化。但是在触摸屏的边缘不遵循该线性规律, 需要采用查表方式确定位置<sup>[7]</sup>。

故而触摸屏在使用之前, 必须进行校准。用户将获取的左上角和右下角坐标保存到 FLASH 或者掉电时不会丢失数据信息的器件中, 如果此信息一旦丢失, 必须重新进行校准, 重新将左上角和右下角坐标值保存。

### 3 结语

本文给出的设计实例, 采用 LM3S3749 自带模块代替触摸屏专用控制器的新设计方法, 通过 JTAG 下

(下转第 188 页)

应用程序。至此端点1的读过程到此完成了。

端点1的写函数以及端点2的读写函数都大同小异,最大的不同就是端点2是采用的批量传输方式,生成URB的函数为m\_Endpoint2IN.BuildBulk Transfer。在此USB驱动中端点1使用的是中断传输适用于传输少量和中量,且对服务周期有要求的数据。比如USB鼠标、键盘等要求主机在规定的时间内进行轮询。端点2使用的是批量传输适用与传输大量且对传输时间和传输速率没有严格要求的数据。当USB总线带宽紧张时它会为其他传输类型让出自己所占用的帧/小帧的时间,而本身被延迟。

### 4.3 应用程序访问驱动程序

应用程序访问驱动程序不是通过驱动程序名来访问的而是通过128位的全局标志符GUID来实现对驱动程序的访问的,这个GUID是通过Driverstudio自动生成的。应用程序通过函数OpenByInterface(GUID\* pClassGuid, DWORD instance, PDWORD pError)来打开USB驱动程序,驱动程序通过安装文件(.inf)来识别USB设备。

## 5 结语

USB技术的不断发展和完善,已经使其逐渐成为先进总线接口技术的标志和方向,开发一些特定功能的USB接口并设计其设备驱动程序也将成为应用

USB技术的关键。如果在USB驱动开发中直接利用DDK将是一个比较繁琐的过程。而利用DriverStudio工具简化了开发过程,加快了开发周期。

### 参考文献

- 1 武安河.Windows2000/XP WDM 驱动程序开发.第2版.北京:机械工业出版社,2005.98-99.
- 2 张帆,史彩成.Windows 驱动开发技术详解.北京:电子工业出版社,2008.400-456.
- 3 于勇.基于Windows的USB接口WDM驱动研究和应用.南京:南京信息工程大学,2008.
- 4 Cant C. Writing Windows WDM Device Drivers. Published by R&D/Freeman.2000.
- 5 Windows 2000 DDK Documents.Mircosoft Corporation.
- 6 王根根.基于Windows WDM的USB设备驱动程序的开发与应用[硕士学位论文].太原:中北大学,2007.
- 7 苏远平.USB总线接口的WDM驱动程序设计.电脑知识与技术,2006,36,142-144.
- 8 何丽华.基于Windows的USB驱动程序开发.微型电脑应用,2010:26,2.
- 9 Oney W. Programming the Microsoft Windows Driver Model.北京:国防工业出版社,2001.27-29.
- 10 黄隼,李虎译.Windows 核心编程.第4版.北京:机械工业出版社,2008.593-607.

(上接第209页)

载后已经在PCB板上下载调试通过,并能演示液晶显示触摸屏的基本功能,液晶屏能正确的显示数据和图片,屏幕显示画面基本无闪烁,画面切换速度快,触摸点响应迅速。无闪屏或花屏等缺点。该设计为分析液晶触摸屏接口电路提供了参考,有助于进一步研究以Cortex-M3为内核的具有丰富硬件资源的LM3S3749嵌入式芯片和Linux操作系统上的移植。

### 参考文献

- 1 Burr B. Corporation touch screen controller ADS7846. [2004-11-11]. <http://www.ti.com/>
- 2 郭改枝,郝怀姝,张鹏举.基于嵌入式系统触摸屏接口电路的

实现.内蒙古师范大学学报(自然科学汉文版),2009,38(1):55-57.

- 3 贾智平,张瑞华.嵌入式系统原理与接口技术.北京:清华大学出版社,2005.93-170.
- 4 翟霄翔.电阻式触摸屏在嵌入式系统中的应用.电子测量技术,2006,29(2):36-37.
- 5 datasheet-lm3s3749-zh\_cn.pdf.[2009-10-26]. <http://www.zlgmcu.com/>
- 6 王田苗,魏洪兴.嵌入式系统设计与实例开发.第3版.北京:清华大学出版社,2008.93-180.
- 7 王晖,马明锦.基于触摸屏控制器ADS7846的触点坐标与压力的测量计算.电子实际应用,2003,(9):78-80.