

# 电阻式触摸屏的硬件接口电路与校准算法

谭翠兰, 何立言

(江汉大学 物理与信息工程学院, 湖北 武汉 430056)

**摘要:** 介绍了触摸控制芯片 ADS7843 的基本工作原理及其与单片机的接口电路设计, 给出了触摸屏的坐标变换及校准算法, 并用数据证明了此算法的可行性. 采用 MSP430 单片机作主控芯片, 液晶采用武汉中显分辨率为  $800 \times 480$  的 7 寸触摸屏, 验证了该校准算法在实际应用中的效果.

**关键词:** 触摸屏; 坐标变换; 校准; ADS7843

**中图分类号:** TP334.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-0143(2011)02-0019-03

## 0 引言

在便携式电子产品及工业产品的设计中, 触摸屏由于其轻便、占用空间少、方便灵活等优点越来越受到设计师及用户的青睐. 触摸屏可作为模拟键盘, 使用起来比普通键盘灵活, 因为键的位置可根据需要进行改变, 并且省去了按键所占用的空间.

## 1 电阻式触摸屏与 MCU 的接口电路

电阻式触摸屏有 4 线、5 线等多种类型, 其原理基本相似. 本文以 4 线电阻式触摸屏为例, 图 1 给出了屏与 ADS7843 的接口原理图. 4 线电阻式触摸屏是由两个透明电阻膜构成的, 电阻在 X 方向及 Y 方向呈线性分布, 4 条线分别接至 ADS7843 的 X+、Y+、X-、Y- 口线. 当屏被触摸时, 两层导电层在触摸点相接触, 电阻发生变化. ADS7843 是一款专为触摸屏设计的带 SPI 接口的 12 位 AD 转换器, 内部含模拟电子开关和逐次比较型 AD 转换器. 当要采样 Y 方向的 AD 值时, 通过将 Y+、Y- 端施加电压, 将 X+ 送入 AD 转换器得到 Y 方向的 AD 值; 同理可得 X 方向的 AD 值. 而这些转换均由 MCU 通过 SPI 方式向 ADS7843 发送命令来完成. 以 MSP430F149 单片机为例, DCLK、DIN、DOUT 接至单片机的 SPI 口, DCLK 为外部时钟输入; CS 为片选信号, 低有效; DIN 为串行数据输入端; DOUT 为串行数据输出端; BUSY 为忙

信号; PENIRQ 为中断接收引脚. MSP430F149 单片机的 P1 口和 P2 口均为具有中断能力的 I/O 口, 可接至其中任一引脚, 且该脚通过上拉电阻接到 VCC, 当屏未被触摸时, 该引脚为高电平, 一旦被触摸, 该引脚由高电平变为低电平, 向单片机发出中断请求<sup>[1]</sup>. 单片机通过 SPI 方式向触摸芯片发送命令, 可读取当前点的 X 方向及 Y 方向的 12 位 AD 值. 该值与笔触点位置成近似线性关系, 因此单片机读出的 X 和 Y 值便能描述笔触点在屏上的位置.

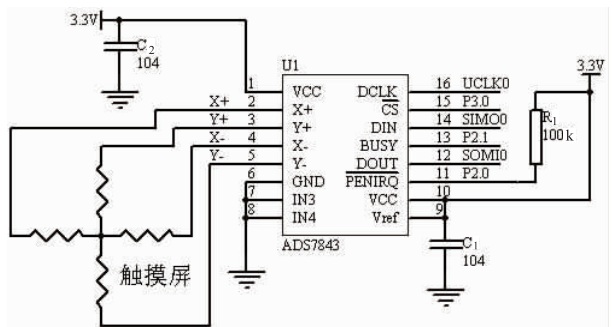


图 1 单片机与触摸芯片接口电路

## 2 消除误差的方法

读取的坐标值的精度受几个因素的影响, 分别是触摸屏本身电阻材料的均匀性, ADS7843 模拟电子开关的内阻和 AD 转换器自身的转换精度, AD 转换时所引入的噪声干扰. 前两种情况产生的误差是固有的, 针对第三种情况产生的误差可在硬件设计时做如下处理: 布 PCB 板时, 在电源引

收稿日期: 2011-01-16

作者简介: 谭翠兰(1981—), 女, 湖北潜江人, 实验员, 硕士, 主要从事单片机与嵌入式系统研究.

脚尽可能近的地方放置一个  $0.1\mu\text{F}$  的去耦电容, 在 AD 转换参考电压的输入端也放置一个  $0.1\mu\text{F}$  的旁路电容, 以减少噪声对 AD 转换的影响. ADS7843 的地可作为模拟地来处理, 另外电阻式触摸屏与 ADS7843 之间的走线尽可能短<sup>[2]</sup>. 除硬件方法消除干扰外, 还应在软件上进行处理来克服随机干扰. ADS7843 转换速率最高可达 125 kHz, 如此快的转换速率可对某点进行多次采样. 笔者在实验中采取如下方法: 当屏被触摸时, 单片机的 P2.0 引脚由高电平变为低电平, 单片机对触点的值连续读取 10 次, 并且每次读取数据前应判断 P2.0 引脚是否为低. 如果读数不到 10 次, 该引脚变高, 则丢弃此次数据, 说明是干扰引起的电平跳变, 对成功读取的 10 组 AD 数据从高到低排序, 最高值与最低值不能相差太大, 否则说明引入了干扰应丢弃此次数据. 若最高值与最低值在某一限定范围内, 则去掉最高值和最低值后将余下的数据取平均作为此次采样的 AD 值, 这样能较好地消除随机干扰.

### 3 坐标变换与校准算法

电阻式触摸屏一般与点阵 LCD 液晶一起使用, 在实际应用中, 由于触摸屏本身的精度、安装方向等原因, 使触摸屏与显示屏的坐标系、XY 值的比例因子、偏移量等都不一样, 且电阻式触摸屏的坐标零点通常不在有效点触区内, 因此经过 ADS7843 所获得的触点坐标 AD 值需要经坐标变换后才能得到笔触点在 LCD 屏上的坐标. 由于电阻式触摸屏在 X、Y 轴方向的电阻分布并非完全理想的线性关系, 经坐标变换所得 LCD 屏的坐标与笔触点的位置会有一定偏差, 为了尽可能地减小这种偏差, 电阻式触摸屏在使用前一般都要进行校准<sup>[3]</sup>. 下面给出了一种 4 点校准法, 笔者在实际使用中获得较好的效果. 图 2 是实际应用中 LCD 坐标系与触摸屏的坐标系.

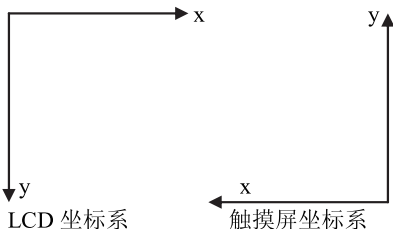


图 2 LCD 坐标系和触摸屏坐标系

通常, LCD 坐标系是以像素为单位, 以  $800 \times 480$  LCD 点阵液晶为例, 左上脚坐标为  $(0, 0)$ , 右

下脚坐标为  $(800, 480)$ . 触摸屏坐标是以触点的 AD 值来描述的, 由于电阻式触摸屏上的电阻呈线性分布, 因此得到的 AD 值在触摸屏坐标系也呈线性分布. 电阻式触摸屏边缘点的线性一般不太好, 而且由于其在 LCD 屏上安装的位置有可能存在偏差, 因此在校准时应避免开最边缘 4 个角落. 以下实验数据基于武汉中显  $800 \times 480$  点阵 LCD, 下面选取 A  $(20, 20)$ 、B  $(780, 20)$ 、C  $(20, 460)$ 、D  $(780, 460)$  4 个点进行校准, 这 4 个点的定位可通过在该点显示圆圈来指示, 如图 3 所示.

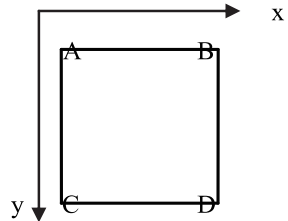


图 3 LCD 屏的校准点

用笔分别点触这 4 个点, 依次记下这 4 点经 ADS7843 转换后由单片机读取的 AD 值. 如果满足

$$0.95 \leq \frac{AB}{CD} \leq 1.05,$$

$$0.95 \leq \frac{AC}{BD} \leq 1.05,$$

$$0.95 \leq \frac{AD}{BC} \leq 1.05,$$

即满足两对边及对角线大致相等, 则可用这 4 点进行坐标变换, 若不满足, 则重新读取这 4 个点的 AD 值, 直到满足为止, 一般如果电阻式触摸屏的线性度较好都能满足此条件. 因 ADS7843 为 12 位 AD 转换器, 量程范围从  $0 \sim 4095$ , 为了使触摸屏坐标系的方向与 LCD 坐标方向一致, 将笔触点得到的 AD 值作如下转换:  $AD' = 4096 - AD$ . 表 1 为 A、B、C、D 4 个点的坐标值.

表 1 4 个校准点的 AD 值

LCD 坐标	实际 AD 值	转换 AD 值
A(20,20)	A(3870,3722)	A'(226,374)
B(780,20)	B(262,3658)	B'(3834,438)
C(20,460)	C(3855,314)	C'(241,3782)
D(780,460)	D(277,303)	D'(3819,3793)

记 A'、B'、C'、D' 的坐标分别为  $(x_1, y_1)$ 、 $(x_2, y_2)$ 、 $(x_3, y_3)$ 、 $(x_4, y_4)$ , 坐标转换以这 4 个点为参考(因为这 4 点呈对称分布, 以下计算实际只采用了 A、B、C 3 个点的坐标). X、Y 方向的校正

因子与偏移量分别为

$$X_{\text{fac}} = 760 / (x_2 - x_1), \quad (1)$$

$$Y_{\text{fac}} = 440 / (y_3 - y_1), \quad (2)$$

$$X_{\text{offset}} = [800 - X_{\text{fac}} * (x_2 + x_1)] / 2, \quad (3)$$

$$Y_{\text{offset}} = [480 - Y_{\text{fac}} * (y_3 + y_1)] / 2, \quad (4)$$

则 LCD 上的坐标为

$$X_{\text{lcd}} = X_{\text{fac}} * X_{\text{ad}} + X_{\text{offset}}, \quad (5)$$

$$Y_{\text{lcd}} = Y_{\text{fac}} * Y_{\text{ad}} + Y_{\text{offset}}, \quad (6)$$

其中  $X_{\text{ad}}$  与  $Y_{\text{ad}}$  分别为对应触点 A' ~ D' 经转换后的 AD 值. 以表 1 的数据来求公式 (1) ~ (4) 的校正因子与偏移量.

$$X_{\text{fac}} = 760 / (3\ 834 - 226) = 0.210\ 643,$$

$$Y_{\text{fac}} = 440 / (3\ 782 - 374) = 440 / 3\ 408 = 0.129\ 108,$$

$$X_{\text{offset}} = [800 - 0.210\ 643 * (3\ 834 + 226)] / 2 = -27.6,$$

$$Y_{\text{offset}} = [480 - 0.129\ 108 * (3\ 782 + 374)] / 2 = -28.$$

将求得的校正因子和校正偏移量代入 (5) 式和 (6) 式便可将触摸屏坐标转换为 LCD 坐标.

为验证此算法的可靠性, 下面选取触摸屏上一组点来测得其转换后的 AD 值, 然后用 (5) 式和 (6) 式求取 LCD 坐标, 见表 2.

从表 2 中可以看出, 由 (5) 式和 (6) 式所求得的 LCD 坐标与实际点触的 LCD 坐标基本是一致的. 该 4 点校准算法只需要点取呈矩形的 4 个点, 然后根据这 4 个点算出 X、Y 方向校正因子与校正偏移量 4 个参数, 将这 4 个参数代入 (5) 式和 (6) 式便可求得触摸屏上任一点的 LCD 坐标.

表 2 触点 LCD 坐标与用校正算法计算得到的 LCD 坐标

触点 LCD 坐标	AD 值	求得 LCD 坐标
(20,20)	(226,376)	(20,20)
(780,20)	(3822,448)	(777,29)
(20,460)	(238,3777)	(22,459)
(780,460)	(3810,3791)	(775,461)
(400,240)	(2016,2038)	(397,235)
(200,120)	(1076,1162)	(199,122)
(600,120)	(2958,1163)	(595,122)
(200,360)	(1071,2936)	(198,351)
(600,360)	(2959,2941)	(595,351)

## 4 结语

每个触摸屏在使用之前都必须校准, 经过 4 点校准后, 单片机将校正因子与校正偏移量存入 EEPROM 中, 以后上电可从 EEPROM 中读出这 4 个参数, 通过这些参数可对当前点进行 LCD 坐标计算. 该算法在实际应用中取得了较好的效果.

## 参考文献:

- [1] 曹磊. MSP430 单片机 C 程序设计与实践[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2007.
- [2] 崔如春, 谭海燕. 电阻式触摸屏的坐标定位与笔画处理技术[J]. 仪表技术与传感器, 2004(8):49-50.
- [3] 宋学瑞, 蔡子裕, 段青青. 触摸屏数据处理算法[J]. 计算机工程, 2008, 34(23):255-257.

# Hardware Interface Circuit and Calibrance Algorithm for Resistance Touch Screen

TAN Cui-lan, HE Li-yan

(School of Physics and Information Engineering, Jiangnan University, Wuhan 430056, Hubei, China)

**Abstract:** Introduces the working principle of chip ADS7843 for touch screen's control, gives the interface circuit of ADS7843 with MCU, presents the coordinate transform and calibration algorithm for touch screen, and testifies the feasibility of algorithm by data. The circuit uses MSP430 series MCU to control a touch screen LCD with  $800 \times 480$  pixels, which is manufactured by Wuhan Zhongxian Company, the test verifies the effect of the calibration algorithm in actual application.

**Key words:** touch screen; coordinate transform; calibration; ADS7843

(责任编辑: 曾 婷)