

新一代 TSC2046 触摸屏控制器

■ 华中科技大学 朱品伟 乔学亮 陈建国

摘要

TSC2046 引脚和 ADS7846 的引脚完全兼容,其核心是一个具有采样和保持功能的 12 位逐次逼近式 A/D 转换器。当有触摸事件发生时,PENIRQ 笔中断引脚产生一个低电平信号,向微控制器申请中断服务。TSC2046 通过 SPI 接口和微控制器进行通信,在正常转换时,X+、Y+、X-、Y-、VBAT、AUXIN 六路模拟输入信号需经过片内的 6 通道选择器选择后,方可进入模拟量输入通道进行转换。TSC2046 工作方式可设为 8 位或 12 位模式,输入方式有差分输入和单端输入,其中断服务程序可采用 C51 语言编写。

关键词 TSC2046 触摸屏 触摸屏控制器

引言

在便携式电子类产品中,触摸屏由于其轻便、占用空间少、方便灵活等优点,已经逐渐取代键盘,成为嵌入式计算机系统的输入设备。触摸屏分为电阻、电容、表面声波、红外线扫描和矢量压力传感等类型,其中使用最多的是四线或五线电阻触摸屏。四线电阻触摸屏是由两个透明电阻膜构成的,在它的水平和垂直电阻网上施加电压,就可通过 A/D 转换面板在触摸点测量出电压而对应出坐标值。TSC2046 是 ADS7846 的下一代四线触摸屏控制器,是典型的逐次逼近寄存器型 A/D 变换器。其结构以电容再分布为基础,包含了取样/保持功能,支持低电压(1.5~5.25 V)的 I/O 接口。

1 引脚功能和内部结构

TSC2046 的引脚和 ADS7846 的引脚完全兼容,可以插入和 ADS7846 相适应的插座中,因此,很方便替换原来使用的 ADS7846 进行更新升级。TSC2046 内部有 2.5 V 的参考电压,可用来作为辅助输入、电池电压测量和片内温度测量。当不使用时,参考电压还可以处于省电模式。TSC2046 在 125 kHz 吞吐速率和 2.7 V 电压下的功耗仅为 750 μ W。TSC2046 以其低功耗和高速率等特性,被广泛应用在采用电池供电的小型手持设备上,比如 PDA、手机等。TSC2046 采用 0.6 μ m 的 CMOS 工艺制作,有 TSSOP-16、QFN-16 和 VFBGA 三种引脚封装形式,温度范围是-40~+85 $^{\circ}$ C。

图 1 是 TSC2046 在 TSSOP-16 封装形式下的引脚排列。

X+、Y+、X-、Y-:转换器的模拟输入端,实际上是

一个 4 通道多路器。

DCLK:外部时钟输入引脚。

DIN:串行数据输入,其控制数据通过该引脚输入。

DOUT:串行数据输出,用于输出转换后的触摸位置数据,12 位工作方式下,最大为 4095。

AUX:辅助输入端。

PENIRQ:笔中断引脚,当有触摸事件发生时,向微控制器申请中断服务。

VBAT:电池监控输入端。

IOVDD:数字电源输入端。

图 2 为 TSC2046 的内部结构。在正常转换时,X+、Y+、X-、Y-、VBAT、AUXIN 六路模拟信号经过片内的 6 通道选择器选择后,方可进入模拟量输入通道进行转换。具体工作过程如下:当要测量 X 坐标时,首先通过写控制字到触摸屏控制器,使得在 X+ 和 X- 上施加一个确定的电压,而 Y+ 和 Y- 上不加电压,则 X+ 和 X- 之间就会形成均匀连续的平行电压场。当用手指或触摸笔触

及触摸屏表面时,触点处的电压反映了触点在 X 工作面上的位置。将该电压量通过 Y+ 或 Y- 电极引出到触摸屏控制器(此时从触摸点到 Y+ 或 Y- 的电阻非常小,可以忽略不计),在其中经过 A/D 转换,便可得到触点电

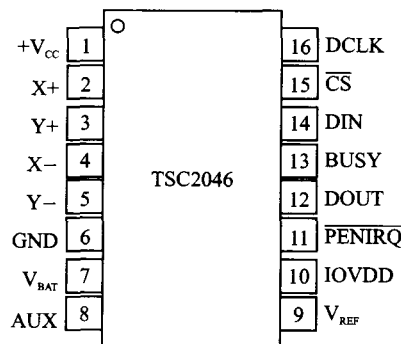


图 1 TSC2046 的引脚排列

压的数字量,即 X 坐标。同理可测得 Y 坐标。不过这样测量的结果不管触摸点在什么地方,都不可能得到 0 V 或满量程的电压,因为一部分的电压被内部的开关电阻消耗了。得到触点坐标后,微控制器根据对应坐标位置上显示的内容,便可得知触摸者的意图。

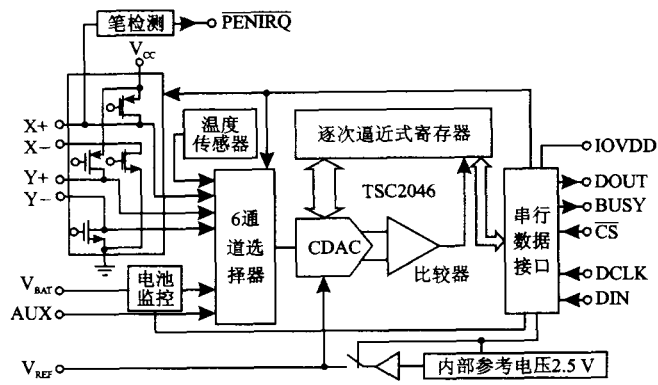


图 2 TSC2046 内部结构

2 工作方式和控制字

TSC2046 工作方式可设为 8 位或 12 位模式,输入方式有差分输入和单端输入。图 3 和图 4 分别为两种输入方式下的简单示意图。在单端输入方式下,参考电压范围为 1 V ~ +V_{CC}。参考电压越低,则输出二进制结果每一个数字位所代表的模拟电压也越低。在 12 位工作方式下,二进

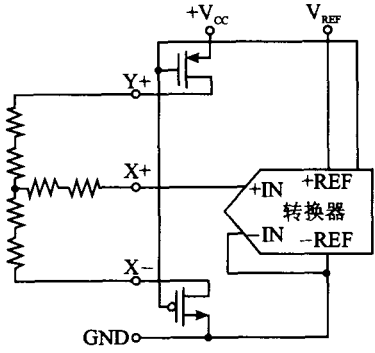


图 3 单端模式

制结果的最低位所代表的模拟电压为参考电压的 1/4096,其余位依此类推。因此,如果参考电压比较低,误差会比较大,此时要求有低噪声、低波动的电源;在设计电路板时,尽可能减少干扰,输入的信号噪声也不能过高。由于参考电压直接驱动 TSC2046 的

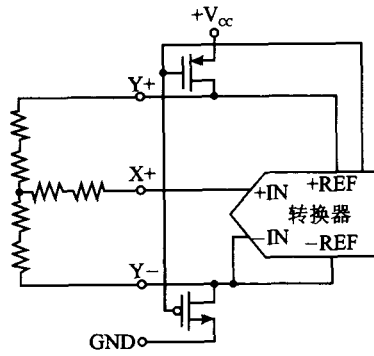


图 4 差分模式

CDAC(Capacity Digital-to-Analog Convert)部分,因此输入电流很小,一般小于 13 μ A。在差分输入方式下,能有效消除内部开关电阻带来的转换误差。差分方式是一种比率度量转换方式,转换的结果总是触摸屏上分布的电阻值的百分比,而和参考电压无关。其功耗略大于单端方式。需要注意的一点是,在差分方式时,图 4 中的 +V_{REF} 电压必须与 +V_{CC} 相连,而不能与 V_{REF} 相连。单端和差分两种模式通过控制字的第 2 位进行选择。TSC2046 的控制字为:

位 7 (MSB)	位 6	位 5	位 4	位 3	位 2	位 1	位 0 (LSB)
S	A2	A1	A0	MODE	SER/DFR	PD1	PD0

其中 S 为数据传输起始标志位,该位必为“1”。A2 ~ A0 进行通道选择(见表 1 和表 2)。MODE 用来选择 A/D 转换的精度,“1”选择 8 位,“0”选择 12 位。SER/DFR 选择参考电压的输入模式(见表 1 和表 2)。PD1、PD0 选择省电模式:“00”省电模式允许,在两次 A/D 转换之间掉电,下一次转换一开始,芯片立即进入完全上电状态,而无需额外的延时。在这种模式下,Y- 一直处于 ON 状态;“01”,参考电压关闭,ADC 打开;“10”,参考电压打开,ADC 关闭;“11”,总是处于上电状态,参考电压和 ADC 总是打开。

表 1 单端模式输入配置 (SER/DFR = 1)

A2	A1	A0	V _{BAT}	AUX _{IN}	TEMP	Y-	X+	Y+	Y- 位置	X- 位置	Z1- 位置	Z2- 位置	X- 驱动	Y- 驱动
0	0	0			+IN(TEMP0)								OFF	OFF
0	0	1					+IN		M				OFF	ON
0	1	0	+IN										OFF	OFF
0	1	1					+IN			M			X-, ON	Y+, ON
1	0	0				+IN					M		X-, ON	Y+, ON
1	0	1						+IN		M			ON	OFF
1	1	0		+IN									OFF	OFF
1	1	1			+IN(TEMP1)								OFF	OFF

表 2 差分模式输入配置 (SER/DFR = 0)

A2	A1	A0	+REF	-REF	Y-	X+	Y+	Y- 位置	X- 位置	Z1- 位置	Z2- 位置	驱动
0	0	1	Y+	Y-		+IN		M				Y+, Y-
0	1	1	Y+	X-		+IN				M		Y+, X-
1	0	0	Y+	Y+	+IN						M	Y+, X-
1	0	1	X+	X-			+IN		M			X+, X-

3 典型应用

TSC2046 的典型连接如图 5 所示。该电路的工作电压为 2.7~5.25 V 之间,基准电压由外部 1 V~+V_{CC} 的低阻抗电源驱动。基准电压直接决定了转换器的输入范围。转换器的模拟输入(X-,Y-,Z-坐标、辅助输入、电池电压、芯片温度)由多路开关提供。当把触摸屏驱动开关的工作电阻配置为低时,未被使用的 ADC 输入端(比如 X+ 和 X-,Y+ 和 Y-)可分别作为电源的正负极给外部设备供电。

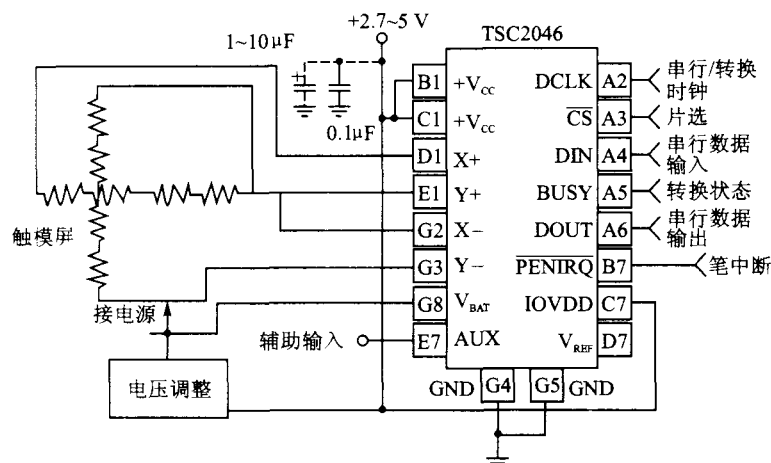


图 5 TSC2046 的典型应用

4 程序设计

TSC2046 的驱动程序和 ADS7846 相类似,同样通过标准 SPI(Serial Peripheral Interface)协议和微控制器通信。当触摸屏被按下(即有触摸事件发生时),则 TSC2046 通过笔中断引脚向微控制器发中断请求。微控制器接到

请求后,应延时一下再响应其请求,目的是为了消除抖动使得采样更准确。如果一次采样不准确,可以尝试多次采样取最后一次结果为准,目的也是为了消除抖动。TSC2046 测量程序流程如图 6 所示。

采用中断方式处理来自 TSC2046 笔中断引脚的中断申请,在主程序中要使用能相应的中断源。另外,在实际应用中,如果系统中中断资源紧张,采用查询 TSC2046 笔中断引脚电平的方式,也能取得较好的效果,此时在 TSC2046 转换过程中要关闭全局中断。查询方式占用微控制器资源更少。

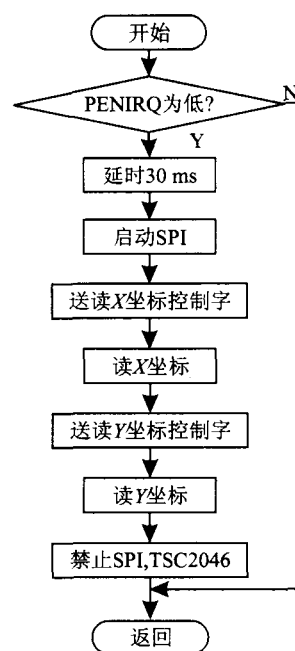


图 6 TSC2046 程序流程

参考文献

- 1 Texas Instruments Incorporated IC Datasheet, 2005.1

朱品伟:硕士生,主要研究方向为电智能控制。

(收稿日期:2005-05-12)

2005 英特尔嵌入式系统高校学术论坛成功举办

继 2003 和 2004 年英特尔嵌入式系统高校研讨会后,英特尔(中国)有限公司大学合作部于 2005 年 8 月 29~30 日在风景秀丽的杭州举办了“2005 英特尔嵌入式系统高校学术论坛”。在前两届高校研讨会成功举办的基础上,本届学术论坛围绕嵌入式系统教学和科研互动发展的会议主题,由英特尔公司嵌入式领域资深专家、技术人员,并邀请国内嵌入式领域知名的教授、学者作精彩演讲,展望嵌入式技术发展趋势和交流嵌入式教学经验。

本次论坛的内容包括主题演讲、嵌入式技术与应用、市场与平台、发展趋势以及相关软件工具等方面的讲座、分组专题研讨、教学经验分享等内容。本次论坛的特色是在老师提供的嵌入式课程简介和教学大纲的基础上,分 Xscale 和 EIA 主题进行现场讨论,具有充分的交流互动时间使嵌入式领域的同行们进行经验交流。分层次、按知识点进行教学得到老师们的共识,实验的开设方式和方法是老师们最关心的内容。本次论坛促进了教学资源的共享和共建教学交流平台工作,对嵌入式系统应用起到了促进作用。

