

基于高通平台的触摸屏和虚拟按键设计与实现

蒋先涛, 王晓峰

(上海海事大学 信息工程学院, 上海 201306)

摘要:针对目前市场上对移动终端设备要求操作快捷、方便、体验性好、质量好等特点,文中介绍了一种基于 Android 系统和 Qualcomm 的 MSM8X55 平台上的输入子系统实现方法。讨论了触摸屏的“7点法”的校准原理,通过抓取数据,分析校准后的准确度。并提出一种新的无实键的虚拟按键设计方法及其实现方式。该产品在成功推广到市场后,给用户带来了极大的方便。结果表明,触摸屏缩小设备体积,操作方便,采用虚拟按键比实键节省了成本,设备使用寿命延长。可以预测触摸屏在未来终端产品中的利用具有巨大的前景。

关键词:移动终端;触摸屏;虚拟按键;校准

中图分类号:TP315

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2012)06-0251-03

Design and Implementation of Touch-screen and Virtual Key Based on Qualcomm Platform

JIANG Xian-tao, WANG Xiao-feng

(Information Engineering College, Shanghai Maritime University,
Shanghai 201306, China)

Abstract: The requirements of the market for mobile devices are fast, easy, good experience and good quality. It presented an implementation method of the input subsystem based on Android and Qualcomm MSM8X55 platform, discussed the calibration principle of the "7-point method" of touch screen through the capture data and analyzed the accuracy of calibration. It proposed a new non-real key implementation approach of virtual keys. It brought convenience to user after promoted to the market. Tests show that it reduces the equipment size and is easy to operate. Using virtual keys is cost less than the real key and extends the equipment life. Touch screen can predict the use of end products in the future.

Key words: mobile terminal; touch screen; virtual buttons; calibration

0 引言

自 Google 发布 Android 系统以来,移动终端互联时代离我们越来越近,触摸屏和按键作为 Android 内核输入子系统,广泛应用于消费电子设备、智能移动终端设备,但其方便、快捷、体验性好的要求越来越强。如何设计出更为人性化、易操作性的输入设备,成了摆在人们面前的课题。

文中采用 Android2.3 系统,主芯片采用 Qualcomm 的 MSM8X55 系列芯片,触摸屏采用的是 I2C 接口的 4 线电阻式触摸控制器 NS2009,开发出了一款手持终端设备。

收稿日期:2011-11-18;修回日期:2012-02-21

基金项目:上海市科技重点项目(08240510800)

作者简介:蒋先涛(1983-),男,湖北孝感人,硕士研究生,研究方向为港行和物流信息管理、嵌入式系统;王晓峰,工学博士,教授,博士生导师,研究方向为人工智能及其在交通信息与控制工程中的应用、数据挖掘与知识发现。

1 硬件结构

Qualcomm 的 MSM8X55 芯片利用高通公司在 3G 和多媒体领先技术不但提高了电源的效率,还增强了用户的多媒体体验,加上成本低的优势使其在无线宽带和 3G 市场占据统治地位。

该 MSM8X55 3G 芯片包括语音通话、音频、视频、GPS、wifi 多个功能模块,而其带的芯片有很强的回音消除和噪声抑制功能,能够满足在恶劣、嘈杂环境下工作的需要,其高质量录音、精确定位等功能是终端设备上的关键应用。

常见的触摸屏有电阻式和电容式两种,电阻式的触摸屏有压力感应控制,利用分压原理产生的电压表示 X、Y 轴的坐标值。电阻式可细分为单点触摸和 2 点触摸,电容式触摸屏支持多点触摸。

NS2009 是电阻式触摸屏控制器^[1],采用 I2C 通信接口,支持 8 位和 12 位的分辨率,通过 2 次 A/D 转换可以得到屏幕的坐标值。具有自动的 power down 睡

眠的功能,其工作电压为 1.8V ~ 5.5V,功耗小于 0.75MW。NS2009 和 MSM8X55 通过转接芯片连接,挂在用 GPIO 模拟的 I2C 总线上,通过中断信号线触发读写芯片的数据。MSM8X55 和 NS2009 硬件连线如图 1 所示。

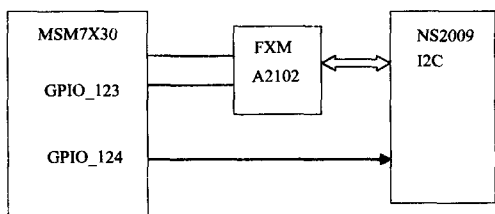


图 1 硬件连线图

2 触摸屏驱动程序的设计

Android 系统下输入子系统^[2]分三部分:事件层、系统核心层和驱动层。Input 系统为上层提供统一的处理方式,触摸屏、按键等设备上报的事件统一由 input 子系统处理。触摸屏的点击事件由驱动层、系统核心层、事件层到达用户空间。

2.1 驱动设备

首先用 GPIO 模拟一条 I2C 总线,注册一个 I2C-GPIO 总线,这里为 12 号总线。在/arch/arm/mach-msm/board-msm7x30 下增加 I2C 总线。其次添加一个 I2C 设备,并挂在刚才注册的 12 号总线上。这样系统会通过总线找到相应的设备^[3-5]。

2.2 驱动实现

在设备驱动初始化时添加 i2c_add_driver(&ns2009_driver) 让总线找到该设备。接着可以实现 I2C 总线读写设备的操作^[6-8],主要读取 NS2009 设备的坐标点,所以只关注读数据的功能,x,y 的范围大小是 800 * 480,ADC 的分辨率可以设置为 12 位或者 8 位,I2C 的写命令的工作时序如图 2 所示。

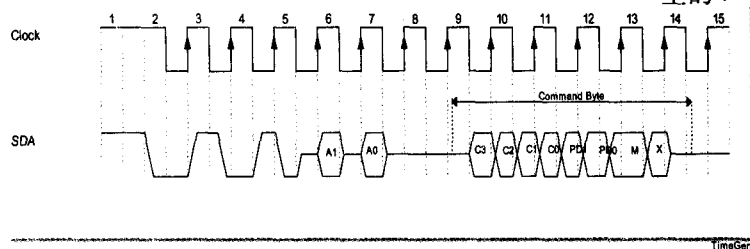


图 2 写命令时序

写命令的第一字节为地址字节,写命令的第二字节为命令字节,见表 1,表 2。

C3、C2、C1、C0 —— 决定 NS2009 的输入信号配置以及相应的测量功能。当 PD1=0,PD0=0 时,PINIRQ 使能时是节能模式,只有在写命令的第二字节开始后,内部 ADC 电路才启动工作,等到 ADC 的数据转换完

成后,芯片自动进入 power down 状态,ADC 的数据存在内部寄存器中,等待读取,内部参考源处于关闭状态;PD1=0,PD0=1,PINIRQ 禁止时内部参考源处于关闭状态;PD1=1,PD0=0,PINIRQ 使能时处在和“00”状态的区别在于,这种配置的内部参考源处于开启状态;PD1=1,PD0=1,PINIRQ 禁止时内部 ADC 和参考源均处在常开状态,此时只要芯片是上电状态,芯片一直开启状态。

表 1 地址字节

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
1	0	0	1	0	A1	A0	R/W

表 2 命令字节

Bit7	Bit6	Bit5	Bit4	Bit3	Bit2	Bit1	Bit0
C3	C2	C1	C0	PD1	PD0	M	X

M:模式选择位,用于设置 ADC 的分辨率。MODE=0,ADC 是 12 位模式;MODE=1,ADC 是 8 位模式。

当手指压下时系统产生中断,在中断中启动工作队列,CPU 空闲时会调度工作队列 work queue,在队列中执行 work_fun 函数,先判断键是否按下,按下时去读数据,再上报给 input 子系统。

3 触摸屏的校准

3.1 校准方法

触摸屏是一种敏感的器件,受电气噪声和电压信号的影响产生抖动,还可能产生机械偏差而造成触摸不准确,所以需要经过校准后才能正常使用。

设 (X,Y) 是显示屏坐标,(x,y) 是触摸屏坐标,则一般的变换公式见公式(1):

$$\begin{aligned} X &= (x * a0 + y * a1 + a2) / a6 \\ Y &= (x * a3 + y * a4 + a5) / a6 \end{aligned} \quad (1)$$

其中 $a[7] = \{a0, a1, a2, a3, a4, a5, a6\}$ 是 tslib 产生的 7 个校准参数。

3.2 校准的实现

首先需要编译 tslib 库通过 ts_calibration 采点产生校准的 7 个参数 calibration[7],在启动程序中添加 event 事件,把 calibration[7]传输给驱动^[9-12]。

在中断处理程序中读到 (x,y) 坐标后,经过校准变换公式后再上报坐标值。

在本系统中 ts_calibration 采点产生的 4 组校准值:

$A = (65384, -3341, 424604, -2294, 66655, 1835496, 65536);$

$B = (66836, 648, -1525752, -602, 66494, 577336, 65536);$

$C = (66811, -4693, 260772, -2601, 67398,$

1682856,65526);

$D = (64928, -2769, 744180, -83, 64947, 967428, 65536)$ 。

经过变换后上报给上层,测试触摸屏都能正常使用,说明此方法可行。

4 虚拟按键的实现

一般设备上常用的按键有 BACK, HOME, MENU, VOLUME+, VOLUME-在本设备中不采用实键,而采用虚拟的按键来实现5个键的功能。利用屏幕右侧的区域设计5个按键的相对位置,设计如图3所示。

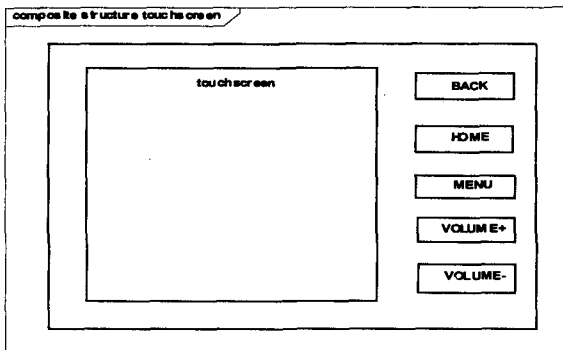


图3 外观设计

读取对应按键坐标的实现方法有两种:

方法1:读取设备数据后,打印出坐标值,按键区域 x 坐标为800, y 值变化,找到5个按键区域 y 的坐标范围后上报。

方法2:利用 Android 的 virtualkey 机制实现虚拟按键的功能;Android 中负责读取上报来的坐标信息的函数是 readVirtualKey(string deviceName)。坐标信息的格式是:(中心点 x 坐标,中心点 y 坐标,按键区域宽度,按键区域长度)。在内核中可以创建 sys 文件,并上报按键坐标信息。

上面两种方法比较:第一种方法简单易行,第二种方法复杂,但在实际测试过程中,由于校准的缘故,第二种方法更加准确^[13,14]。

5 触摸屏多点触控的探讨

多点触摸给操作触摸屏提供了多种可能,如通过将两个手指放在图像上并向两侧分开,可放大图像。通过将多个手指放在图像上并顺时针旋转,可在屏幕上翻转图像,特别是给游戏爱好者提供了多种操作体验。

与电阻屏比较起来,电容屏能实现多点触控的功能,而多点触控的基本原理和单点触摸完全相同。电容屏能多点触控的功能,基本原理是增加互电容的电极,就是将屏幕分块,在每一个区域里设置一组互电容模块都能独立工作,所以电容屏就能独立检测到各区

域的触控情况,然后进行处理,实现多点触控功能。

单点触控信息以 ABS 形式上报给 input 子系统的,而多点触控以 ABS_MT 形式上报给 input 子系统;ABS_MT 基本事件包括:

ABS_MT_POSITION_X,

ABS_MT_POSITION_Y。

可以在实际应用中添加表示手指大小、方向、压力、触摸面积的事件:

ABS_MT_TOUCH_MAJOR,

ABS_MT_ORIENTATION,

ABS_MT_PRESSURE,

ABS_MT_WIDTH_MAJOR。

ABS_MT_TOOL_TYPE 可以表示触摸的工具类别,如手指和触摸笔,ABS_MT_TRACKING_ID 表示向上层报告硬件所采集的手指的触摸轨迹。

如果将触摸面作为一个矩形面上报,那么其相应的参数值可以通过如下公式计算:

$ABS_MT_TOUCH_MAJOR = \max(X, Y);$

$ABS_MT_TOUCH_MINOR = \min(X, Y);$

$ABS_MT_ORIENTATION = \text{bool}(X \gg Y)。$

ABS_MT_ORIENTATION 的取值范围为0至1,用来表示矩形接触面偏向 X 轴或 Y 轴的程度。

在处理事件的过程中,首先注册多点触摸的设备,然后根据手指的个数上报相应的坐标信息值。

6 结束语

文中在高通平台的基础上给出了一套完整的输入子系统的实现方法,并成功应用于终端设备上,性能良好,满足客户的需求。在此给出的虚拟按键的两种方法在实践中都得到验证,它的节省成本、减少损耗等特性是文中的创新点。

最后比较了电阻屏和电容屏的异同,并针对触摸屏的多点触控技术做了深入浅出的讨论,可以预见在将来的应用中多点触控技术将得到广泛的应用。

参考文献:

- [1] NS2009 DataSheet V1.0[M]. Shenzhen:Shenzhen Nsiway Technology,2009.
- [2] Venkateswaran S. Essential Linux Device Drivers[M]. [s. l.]:Prentice Hall PTR,2009.
- [3] Lee J C, Dietz P H, Leigh D, et al. A tactile feedback stylus for touch screens[J]. User interface software and technology, 2004,20(6):24-27.
- [4] Wintergerst G, Jagodzinski R, Fabian H, et al. Enhancing Stylus-based Interactions on Touch Screens[J]. EuroHaptics, 2010,33(3):8-10.

(下转第257页)

要是通过查询串口的传输线控制寄存器(LCR),来判断是否有数据到来,如串口在一定时间内收到字符则返回字符,否则返回空值。

(3) 串口发送数据。

```
int Mythread::send_com1(char my_data)
{
    char status = inb(BASEADDR1 + 5);
    int count = 100000;
    while(! (status & 0x20) && (count > 0))
    {count--; status = inb(BASEADDR1 + 5);}
    if(count > 0)
    {outb(my_data, BASEADDR1 + 0); return 1;} else
    return 0; /* 超时未发送 */
}
```

该函数实现数据发送功能,通过检查发送寄存器的状态,来判断是否可以发送数据,以确保发送数据的不丢失。通过串口初始化,串口数据发送和串口数据接收三个函数,可以完成串口的数据传输功能,并将其写入 run() 函数,最终代码如下:

```
InitUART(); /* 初始化串口 */
while(1)
{
    int i; char a, b; char buff;
    a = '@'; b = '*'; i = 0;
    send_com1('@'); // 发送数据
    usleep(3000);
    buff = '\0';
    buff = read_com1(); // 读取串口
    qApp->processEvents();
}
```

将工程编译后,在 PC/104 的嵌入式 Linux 上运行,程序运行正常,而且在接收数据时不出现上述的问题。最后根据图 2 所示的流程图,结合实际应用的需求完成了 QT/E 下串口数据传输程序的开发。

4 结束语

文中通过理论分析及实验验证得出如下结论:

(1) 在 QT/E 下操作串口时,如果是在主线程中操作串口,可使用终端设备文件的方法,也可使用文中推荐的端口寄存器读写的方法。

(2) 如果是在 QT/E 的图形化多线程程序中操作串口,应该避免使用终端文件方式操作串口,而应该选用文中推荐的串口寄存器读写方法。

参考文献:

- [1] 孙 琼. 嵌入式 Linux 应用程序开发详解[M]. 北京:人民邮电出版社,2006.
- [2] SED-886SEV 技术手册[S]. 深圳:深圳市桑达信息技术有限公司,2008.
- [3] 王 捷,史小军. 嵌入式 Linux 下串口应用开发[J]. 电子工程师,2008,34(2):54-56.
- [4] 李正平,徐 超,陈军宁,等. Linux 2. 6 内核设备模型分析[J]. 计算机技术与发展,2007,17(3):13-16.
- [5] 任 强,彭 瑞. 嵌入式 Linux 下 MiniGUI 的编译、移植与实现[J]. 计算机技术与发展,2010,20(3):19-20.
- [6] 许德新,谈振藩,胡文彬,等. 嵌入式 Linux 在 PC104 平台上的构建与实现[J]. 应用科技,2006,33(10):35-37.
- [7] 赵佰权,刘建设,许小伟,等. 嵌入式 Linux 在柴油机在线诊断装置上的应用[J]. 船海工程,2010,39(2):71-73.
- [8] 王文东,李竹林,尚建人. 汇编语言与 C 语言的混合程序设计技术[J]. 计算机技术与发展,2006,16(8):19-20.
- [9] 杜 华. Linux 编程技术详解[M]. 北京:人民邮电出版社,2007:168-175.
- [10] Blanchette G, Summerfield M. C++ GUI Qt3 编程[M]. 齐亮译. 北京:北京航空航天大学出版社,2006.
- [11] Blanchette J. C++ GUI Programming with Qt 3[M]. [s. l.]: Prentice Hall PTR, 2004.
- [12] Admin. 嵌入式 linux 下 QT3/Embedded 的输入设备驱动接口[EB/OL]. 2008-04. <http://blog.csdn.net/xzdwfw111/article/details/4244640>.
- [13] Trolltct. Qt reference documentation version 3.3.6[M]. [s. l.]: Trolltct, 2005.
- [5] Park Su-Min, Lee Kwangyong, Kyung Ki-Uk. A new stylus for touch screen devices[J]. Consumer Electronics, 2011, 18(4):491-492.
- [6] 华 明. 基于触摸屏驱动的 Linux 内核输入子系统研究[J]. 计算机技术与发展,2009,19(3):5-8.
- [7] 宋 杰,王书菊,曹竹冬. 基于 ARM2440 平台的 Android 操作系统的移植[J]. 计算机技术与发展,2011,21(1):66-69.
- [8] 周德荣. 嵌入式 Linux 中触摸屏驱动的设计与实现[J]. 制造业自动化,2011,33(2):144-146.
- [9] 葛 勇. 基于 C8051 的电阻式触摸屏的校准[J]. 信息技术,2011(6):139-141.
- [10] 张未名,宗国仕. 基于 ARM-Linux 的触摸屏驱动及其应用研究[J]. 长春师范学院学报(自然科学版),2011,30(3):30-33.
- [11] 陈 勇,蒋康康,吕霞付. 触摸屏驱动设计与坐标数据处理[J]. 工程应用,2011(1):80-82.
- [12] 史 蕊,蔡 浩,王 振,等. 基于 S3C44B0X+ μ C/OS-II 的触摸屏设计[J]. 电测与仪表,2007,44(494):50-53.
- [13] 蔡海蛟,危 峻. 便携式红外相机中触摸屏原理与应用[J]. 计算机工程与设计,2008,29(7):1808-1813.
- [14] 林学祥,李伟鹏. 基于 MiniGUI 的 IAL 定制及触摸屏驱动程序开发[J]. 计算机工程与设计,2008,29(12):3088-3090.

(上接第 253 页)