

# 一种基于光学传感器的新型触摸板的设计

赵爱玲, 张海峰

(安阳工学院实验中心, 河南 安阳 455000)

**摘要:**针对现有各种交互式触摸板系统在性能及成本上的不足,设计了一种基于光学敏感器件 PSD 的触摸板,采用了由反射镜等光学器件构成的简单光学系统,将触摸笔笔尖的红外光源发出的光成像于光敏器件 PSD 上,从而确定触摸点的位置坐标。光敏器件 PSD 的使用,使系统具有很高的数据处理速度,且设计结构简单紧凑易于集成、成本低、性能优越,适用于大尺寸、大面积触摸板的应用。

**关键词:**触摸技术;红外光;触摸点检测;坐标校正;光学传感器

中图分类号:TN39 文献标识码:A DOI:10.3969/j.issn.1001-5078.2011.10.021

## Design of a new type of touchpad based on the optical sensor

ZHAO Ai-ling, ZHANG Hai-feng

(The Experiment Center, Anyang Institute of Technology, Anyang 455000, China)

**Abstract:** A new type of touchpad based on the optical sensitive device PSD is designed to avoid the disadvantages on the property and the cost of the present interactive touchpad system. The optical system consists of reflectors and other optical devices. It makes images of the light from the touch pen which locates on the surface of the touchpad and finally images on the optical sensitive device PSD seated on the back of the touchpad. That can determine the position coordinates of the touch pen. The optical sensitive device PSD is adopted to enhance the speed of data processing. The structure of system is much simpler and also easier to be integrated. The low cost and the superior property also contributes to the application of big size and large scale touchpad.

**Key words:** touch technology; infrared wave; touch infamation; coordinate revise; optical sensor

### 1 引言

与传统的鼠标、键盘相比,采用触摸板直接在显示画面上进行的操作直观而简便,是一种极富吸引力的全新多媒体交互方式。该技术在小面积的手持式显示设备及其他显示设备中,已经得到了很好的应用,如广泛应用在手机、PDA 及笔记本电脑中的电阻式或电容式触摸板等,但是在大屏幕显示领域,尤其是超大屏幕触摸屏产品,现有技术均存在价格昂贵、通用性差、稳定性差、准确性差的问题,使其不能被广泛应用。本文设计了一种性能优越、结构简单、成本低的交互式触摸板,以满足大屏幕显示对触摸板的要求。

### 2 现有技术分析<sup>[1-3]</sup>

目前市场存在多种类型触摸板,其技术实现方式主要有以下几种:电阻式压感、电磁感应、红外阵列、超声波、CCD 扫描。其中,电阻式压感触摸板采用上下交叠的两层电阻膜,某点受压时该点处两层电阻膜接触,通过检测电阻变化状态求出受压点相对于电阻膜的位置。这种原理的触摸板广泛应用在小面积的手持设备中,当面积增大时,其响应速度无法提高;电磁感应触摸板的基板下排列着线圈阵列,

作者简介:赵爱玲(1969-),女,副教授,硕士,主要研究方向为图像处理。E-mail: ayzhaol@126.com

收稿日期:2011-04-18

当金属接近其表面时,其所对应的线圈电磁性能发生变化,扫描线圈阵列即可确定该区域线圈及金属所处位置,这种触摸板制造复杂且和响应速度慢,无法适应大面积的要求;红外阵列式触摸板在基板四周分布着红外 LED 收发阵列,位于触摸板基板上的物体阻挡红外阵列的收发,检测各红外收发管的状态就能判断出红外管的位置。这种触摸板分辨率受制于红外 LED 的尺寸,而且成本也高;超声波触摸板采用超声反射原理,受声波传播速度和超声探测器件的灵敏度的限制,其面积及响应速度难以提高;CCD 扫描式触摸板采用 CCD 成像,各种性能都好,但是目前多采用面板式 CCD,由于受成本及扫描速度的制约,离普及还较远。

### 3 系统结构设计

本文设计了一种具有新型光路的交互式触摸板,该触摸板基本结构如图 1 所示,包括:反射镜组 1,透镜组 2,光学传感器 3,触摸笔 4,处理电路 5,触摸板基板 6。为节省空间,反射镜组由两个成  $90^\circ$  夹角的平面反射镜组成,沿矩形基板的边框放置且与边框平行,透镜组和光学传感器与反射镜组相对应,位于基板边框的中线上,垂直触摸板基板放置。其相对位置如图 2 所示。

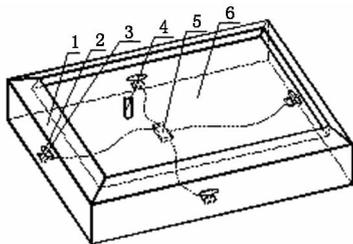


图 1 触摸板基本结构图

Fig. 1 the basic structure of touchpad

## 4 实现原理<sup>[4-7]</sup>

### 4.1 位置获取原理

结合图 2 分析其位置获取原理。当触摸笔与触摸板基板接触时,触摸笔笔尖的光源(文中简称触摸点)经反射镜的镜像被透镜组成像于光学传感器;光学传感器接受光信号信息并转化成电信号,再传送到处理电路中,经计算得出触摸点位置坐标。由于反射镜的宽度很小,对触摸点的成像起到了空间调制的作用,触摸点的像只保留了触摸点沿反射镜长度方向的空间信息;原因是当触摸点垂直于反射镜移动时,其在光学传感器上成像的光点重心位置并不发生变化,只有当触摸点在平行于反射镜长度方向上移动时,其在光学传感器上的成像位置才发生变化。

触摸点由  $45^\circ$  反射镜成的镜像在触摸板基板平面上的投影如图 3 所示。从图中可以看出,与  $y$  轴平行放置的反射镜及光学传感器可以得到  $y$  方向坐标;与  $x$  轴平行放置的反射镜及传感器可以获取其  $x$  方向坐标。

根据以上原理,为获取触摸板上触摸点的位置信息,采用两个成  $90^\circ$  夹角的平面反射镜即可,如图 2 所示,触摸点的位置信息依次通过平面反射镜组、透镜组成像于光学传感器。

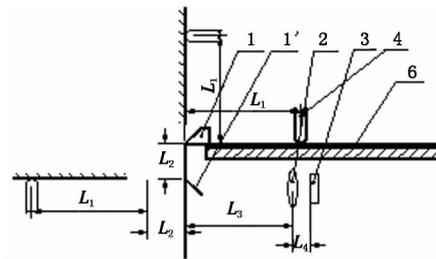


图 2 光路剖面图

Fig. 2 the cross-section draw of the optical path

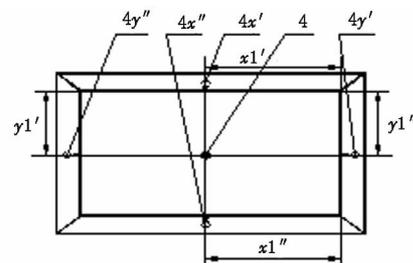


图 3 触摸笔由反射镜的像在基板上的投影

Fig. 3 the projection of the touch pen on the substrate through the image on the reflector

### 4.2 光学传感器 PSD

由于反射镜所形成的空间狭缝的存在,对触摸点的成像进行了空间调制,从而使光学传感器只需要得到空间的一个维度信息。这样使用一维 PSD (position sensitive device) 光学位置敏感器件就能够将其感应到的光能量重心位置信息转化成电压输出。PSD 器件具有响应速度快、精度高的特点,更适合大屏幕交互对响应速度及精度的要求。

## 5 理论及分析

### 5.1 坐标校正<sup>[8-9]</sup>

在第 4.1 节位置获取原理中,触摸点经反射镜成镜像后再通过光学透镜成像,成像过程符合薄透镜成像原理。由于透镜组的成像,触摸笔相对触摸板的位置有所畸变。从图 4 可以看出:P1 点与 P2 点两个点的  $x$  坐标并不相同,但由于两点位于与透镜组 B 光心的同一条连线上,因此单一的光学传感器就认为它们具有相同的  $x$  坐标,坐标发生了畸变。

为解决这个问题,使用两组光学传感器获得的坐标值,对此坐标畸变进行校正。如图4所示,虽然存在坐标上的畸变,但反映到两组光学传感器上的坐标值与交互用笔触摸点的位置具有一一对应性。因此利用公式就可以对此畸变进行校正。

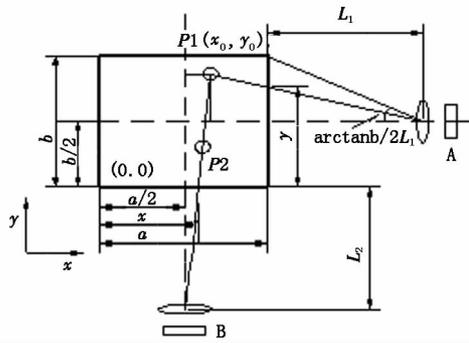


图4 位置关系图

Fig.4 the actual application of the optical path

根据几何光学成像公式,可以推导出畸变校正公式如下:

$$\begin{cases} x_0 = x + \frac{(x - \frac{a}{2}) [y(a + L_1) + (\frac{b}{2} - y)x - \frac{ab}{2}]}{L_1 L_2 + (x - \frac{a}{2})(y - \frac{b}{2})} \\ y_0 = \frac{L_2 [y(a + L_1) + (\frac{b}{2} - y)x - \frac{ab}{2}]}{L_1 L_2 + (x - \frac{a}{2})(y - \frac{b}{2})} \end{cases}$$

公式中的各参数如图4所示,其中,设基板为矩形,其左下角点为原点,横向为X轴,纵向为Y轴。透镜组及感光器件均位于相应边框的中线上。交互用笔产生的触摸点在矩形面板上的实际坐标为 $P1(x_0, y_0)$ ,该点由感光器件感应得到的坐标为 $(x, y)$ 。

当两组透镜组与感光器件的位置如图4所示时,由上述公式,可以模拟出矩形基板的位置网格经光学传感器读到的畸变网格,如图5所示,从图中可以看出,矩形基板上的位置,越靠近感光器件对应的基板边框处,其位置畸变越小。

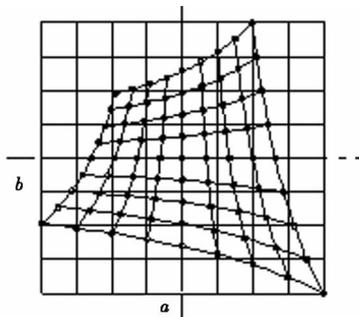


图5 网格畸变示意图

Fig.5 the relationship of location

### 5.2 透镜组透镜选取

由于触摸用笔会在矩形基板区域内任意移动,为使传感器能够对整个区域进行感应,透镜组要注意孔径角的选择。从图4中可以看出,要求矩形基板的四个顶点位置必须均处在透镜组的孔径角范围之内。即传感器A对应的透镜组的孔径角应该大于 $2\arctan(\frac{b}{2L_1})$ ,传感器B对应的透镜组的孔径角应该大于 $2\arctan(\frac{a}{2L_2})$ 。而且要选择有较大景深、低彗差的透镜组。

由于PSD器件的特性,离焦的问题事实上并不影响本实验。只要在后续的电路中读取成像的重心即可。

### 6 初步实验结果

本设计在笔尖安装了OSRAM红外LED SFH 4240-Z,使用滨松日本滨淞S1200二维PSD作为光电接收芯片,避开了一维PSD安装需与底板安装平行的几何要求。试验初期,暂不使用反射镜,而是采用图4的形式对方案进行验证。使用1.5 m × 1.5 m的基板, $L_2 = a/2 = 0.75$  m,  $L_1 = b/2 = 0.75$  m。

PSD器件将感应到的光能量重心的位置信息转化为电压信号,其定位精度受AD采样电路影响非常大。

试验中从基板上选择有代表性的9个位置点,进行位置数据采样,并对采样点对应数据求平均,试验获得的坐标对比情况如图6所示,为尽可能地与使用环境相符,本试验在白天自然光下进行,在干扰作用下,每个点的坐标抖动较大,导致无法用畸变校正公式进行计算,但基本实现了设计的构想。这一问题在光路及处理电路方面的设计中,能够得到圆满解决。

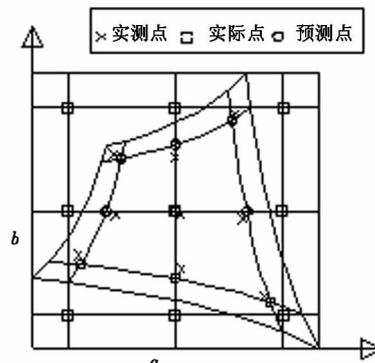


图6 初步实验结果

Fig.6 the distortion of grid

## 7 结束语

本文设计了一种基于光学敏感器件 PSD 的触摸板,其特色在于采用反射镜、透镜组等构成的简单光学系统,将触摸用笔发出的光成像于光敏器件 PSD 上,进而确定触摸点的位置坐标。系统具有很高的数据处理速度,且使用原器件少、设计结构简单紧凑、成本低、性能优越,适合于大尺寸、大面积触摸板应用。

## 参考文献:

- [1] Dave Gillespie. Novel touch screen for hand-held devices [J]. *Information Display*, 2002, 18(2): 22 - 25.
- [2] Jeff Morris. Five-wire touch screens make inroads [J]. *Information Display*, 2002, 18(8): 24 - 26.
- [3] Bruce Devisser. Touch LCDs for portable device [J]. *Information Display*, 2003, 19(7): 18 - 21.
- [4] Zheng Wei. Touch screen optical and electronic test technology research and discussion [D]. Shanghai: Fudan University, 2009. (in Chinese)  
郑巍. 触摸屏的光学和电子测试技术研究及讨论 [D]. 上海: 复旦大学, 2009.
- [5] Zhang Ming. Resistance to light interference high-precision infrared touch screen design and implementation [D]. Chengdu: University of Electronic Science and Technology, 2008. (in Chinese)  
张明. 抗强光干扰的高精度红外触摸屏设计与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2008.
- [6] Xu Yihua, Li Shanqing, Jia Yunde. A method based on visual fingers screen interactive method [J]. *Electronic Journals*, 2007, 35(11): 2236 - 2240. (in Chinese)  
徐一华, 李善青, 贾云德. 一种基于视觉的手指屏幕交互方法 [J]. *电子学报*, 2007, 35(11): 2236 - 2240.
- [7] Takao N, Shi J, Baker S. Telegraffiti: A camera-projector based remote sketching system with hand-based user interface and automatic session summarization [J]. *International Journal of Computer Vision*, 2003, 53(2): 115 - 133.
- [8] Chen Xingmei, Yan Zhuangzhi. Real-time detection of infrared spot based on FPGA [J]. *Infrared and Laser Engineering*, 2005, 34(4): 401 - 405. (in Chinese)  
陈兴美, 严壮志. 基于 FPGA 的红外光斑中心实时检测 [J]. *红外与激光工程*, 2005, 34(4): 401 - 405.
- [9] Chen Xiaodong, Li Weimin, Li Jing, et al. Error analysis of the center gravity method when used to get the position of a facula [J]. *Optical Technich*, 2000, 26(1): 5 - 8. (in Chinese)  
陈晓东, 李为民, 李静, 等. 利用重心法求光斑信号位置的误差分析 [J]. *光学技术*, 2000, 26(1): 5 - 8.