

文章编号:1007-2780(2013)05-0698-05

基于 ARM 的红外多点触摸屏设计

张 伟, 郭 勇 *

(成都理工大学 信息科学与技术学院, 四川 成都 610059, E-mail: 842596048@qq.com)

摘 要: 传统的红外触摸屏由于分辨率低, 难以准确定位多点触控, 响应速度慢, 在有大障碍物遮挡等复杂情况下不能正常工作, 无法满足用户的所有需求。提出基于 ARM(Advanced RISC Machines)Cortex-M3 内核的 STM32F103 处理器的红外多点触摸屏设计方案, 给出系统架构及其应用。采用 X 轴和 Y 轴两端同时反向扫描的方式进行全屏扫描, 从而大大提高扫描效率, 响应速度也随之大幅提升。采用角度扫描算法能精确地定位多点触控。同时针对有大障碍物遮挡的情况提出了倾斜扫描单轴定点算法, 保证了红外触摸屏在有大障碍物遮挡等复杂情况下能正常工作。此设计中的红外触摸屏采用标准的 USB 端口与上位机连接, 使之能广泛地应用于各种终端。

关 键 词: 红外触摸屏; 多点触控; ARM; 角度扫描; 倾斜扫描

中图分类号: TP334 文献标识码: A DOI: 10.3788/YJYXS20132805.0698

Design of Infrared Multi-Point Touch Screen Based on ARM

ZHANG Wei, GUO Yong *

(School of Information Science and Technology, Chengdu University of Technology,
Chengdu 610059, China, E-mail: 842596048@qq.com)

Abstract: Traditional infrared touch-screens can't be used in complex environment and also cannot meet all the demands of users because of the difficult in accurate positioning multi-point touch, the low resolution and the slow response. The article puts forward the design of infrared touch-screen based on ARM(Advanced RISC Machines)Cortex-M3 kernel STM32F103 processor, constructed the system architecture and application. Full scan of using X axis and Y axis at both ends of the reverse greatly improves scan efficiency, as well as response speed. The angle scanning algorithm can position multi-point touch accurately. The tilt scanning uniaxial fixed-point algorithm can ensure that the infrared touch screen can work normally in complex situations such as in large obstructions. The design of the infrared touch screen with a standard USB port connect with the upper computer, so that it can widely be used in all kinds of terminal.

Key words: infrared touch screen; multi-touch; ARM; angle scanning; tilt scanning

收稿日期: 2013-04-18; 修订日期: 2013-05-25

基金项目: 成都理工大学优秀团队创新培育计划; 四川省重点学科建设项目(No. SZD201205C)

作者简介: 张伟(1989—), 男, 四川南充人, 硕士研究生, 研究方向: 智能信号处理及其在通信中的应用。

* 通信联系人, E-mail: 903014914@qq.com

1 引 言

随着社会的发展,科技的进步,人机交互技术将变得错综复杂。作为人机交互领域一项非常重要的技术红外触控技术也逐渐发展进步。相对其他的人机交互技术,红外触控技术有其独有的技术特性和应用范围^[1-3]。然而,由于红外多点触摸屏自身原理的限制,以及传统红外触摸屏技术的一些缺陷,现有的红外多点触摸屏都有响应速度慢、多点定位出现误判真假点、在有障碍物遮挡等复杂情况下不能正常工作等问题^[4]。本文针对以上 3 种红外多点触摸屏常见问题提出解决方案,并在基于 ARM Cortex-M3 内核的 STM32F103 为处理器的平台上搭建起整个系统框架,提出多种有效算法,经软、硬件设计,提高了红外多点触摸屏系统的响应速度,解决了多点定位误判断问题,增强了系统整体性能,使系统能在有大障碍物遮挡等各种复杂情况下正常使用。

2 系统整体框架

红外触摸屏的整体结构一般是在显示器上安装一个矩形的电路板框架,在矩形电路板四边安装一一对应的红外发射管和红外接收管,如图 1 所示。

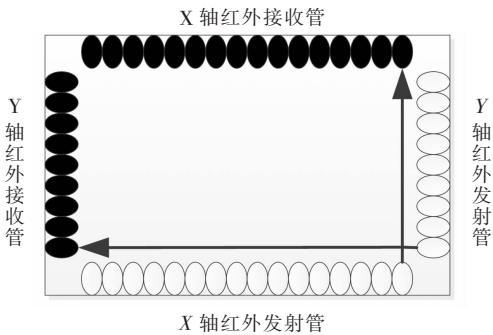


图 1 红外触摸屏结构图
Fig. 1 Infrared touch screen structures

通过外围电路驱动红外发射管发出红外光,同时与之相对应的红外接收管接收红外光信号,当有触摸体触摸屏幕时,触摸体就会挡住经过该位置的横竖两个方向的红外光线,然后通过红外接收管接收到的信号对比分析则能准确定位触摸点。本文设计框架是 ARM 的 Cortex-M3 内核处理器 STM32F103,其分别控制红外发射管和

红外接收管,同时分析处理红外接收管的接收信号,最后将计算出的触摸点的坐标信息通过 USB 端口上传给主机。系统整体框架如图 2 所示。

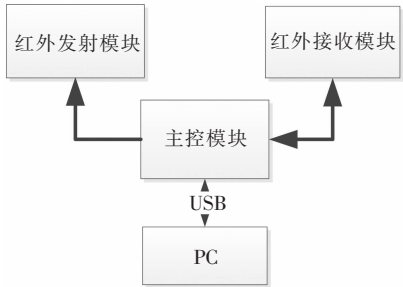


图 2 系统整体框架图
Fig. 2 Frame diagram of the system

3 全屏扫描方式设计

传统的红外触摸屏由于响应速度慢,导致断线、拖尾等影响用户正常使用的现象。红外触摸屏的响应速度主要取决于全屏的扫描速率。针对传统红外触摸屏全屏扫描速率低的问题,本文提出了 X 轴和 Y 轴两端同时反向扫描的全屏扫描方式。即由主控模块同时产生四路驱动信号分别驱动 X 轴和 Y 轴两端的红外发射管,采用 X 轴和 Y 轴两端同时反向扫描的扫描方式进行全屏扫描。如图 3 所示,X-L、X-R、Y-D、Y-U 四个方向同时扫描。

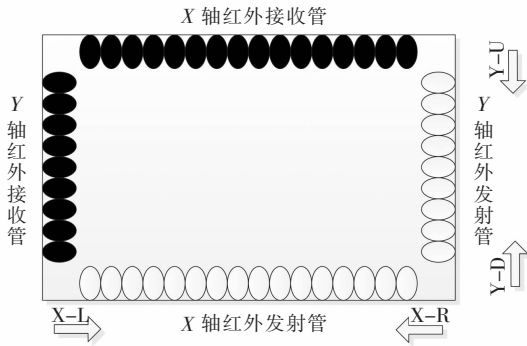


图 3 全屏扫描方式示意图
Fig. 3 Full-screen scanning schematic diagram

4 角度扫描算法设计

针对传统的红外触摸屏在多点同时触控的情况下容易出现误判的情况,本文提出了能准确判断多点真假的角速度扫描算法。以两点触控为例,如图 4 所示,当有两点同时触摸屏幕时,通过全屏

扫描则可在 X 轴和 Y 轴上分别得到两个坐标点, 即 X_1, X_2, Y_1, Y_2 , 通过坐标组合即可得到 4 个点, 即 $A(X_1, Y_1), B(X_1, Y_2), C(X_2, Y_2), D(X_2, Y_1)$ 。但在 A, B, C, D 四个点中只有两个点是真实的触摸点, 另外两个点是假点。可证实此四点的真假性存在一定的规律: X 和 Y 轴坐标均不相同的两点的真假属性相同, 且 X 或 Y 轴坐标相同的两点其真假属性相反, 即 A, C 点真假属性相同, B, D 点真假属性相同, 且 A, C 点和 B, D 点真假属性相反。则只需判断出一个点的真假就能推断出其他 3 个点的真假。

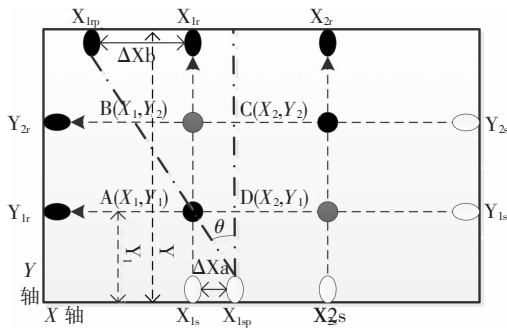


图 4 角度扫描算法示意图

Fig. 4 Angle scanning schematic diagram

本文选取 A 点作为判断点, 则先根据红外发射管 BIR-BM1333N-1^[5] 的发射角度 θ 计算 X 轴偏移量 ΔX_a

$$\Delta X_a = Y_1 \times \tan(\theta) \quad (1)$$

然后可根据 X_{1s} 求得 X_{1sp} , 即 X 轴的偏移发射管。

$$X_{1sp} = X_{1s} + \Delta X_a / D_1 \quad (2)$$

其中 D_1 是红外发射管 BIR-BM1333N-1 的宽度。同时根据公式(3) 可求得 ΔX_b

$$\Delta X_b = \Delta X_a \times \frac{Y - Y_1}{Y_1} \quad (3)$$

则可根据 X_{1r} 求得 X_{1rp} , 即 X 轴的偏移接收管。

$$X_{1rp} = X_{1r} + \frac{\Delta X_b}{D_2} \quad (4)$$

其中 D_2 是红外接收管 BPD-BQD938V^[6] 的宽度, 且 D_2 与 D_1 相等。

最后对比分析 X 轴的偏移接收管 X_{1rp} 被遮挡的情况, 若 X_{1rp} 被遮挡, 则 A 点是真实触摸点, 同时 C 点也是真实触摸点, B, D 点为假点。反之若 X_{1rp} 未被遮挡, 则 A 点是假点, 同时 C 点也是

假点, B, D 点为真实触摸点。

5 倾斜扫描单轴定点算法设计

传统的红外触摸屏都会出现在有大障碍物遮挡等复杂情况下不能正常工作的问题。本文针对这种情况提出了倾斜扫描单轴定点算法, 示意图如图 5 所示。

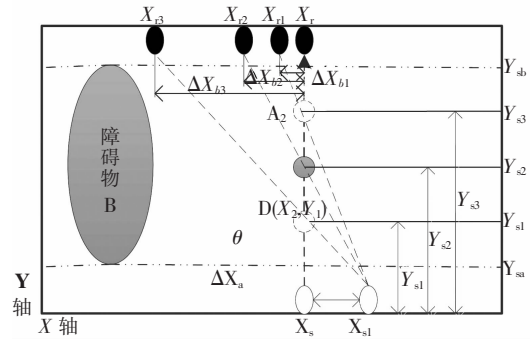


图 5 倾斜扫描单轴定点算法示意图

Fig. 5 Tilt scanning schematic diagram

红外触摸屏 Y 轴的 Y_{sa} 到 Y_{sb} 区域均被障碍物 B 阻挡, 假设此时真实触摸点为 A 点。通过一次全屏扫描即可得到 A 点 X 轴坐标 X_s (或 X_r), 选取适当的 ΔX_{a1} 则可确定相应的偏移发射管 X_{s1} 。

$$X_{s1} = X_s + \Delta X_{a1} / D_1 \quad (5)$$

然后根据公式(6) 可求得 ΔX_{bx} (其中 x 可取 1, 2, 3...))

$$\Delta X_{bx} = \Delta X_{a1} \times \frac{Y - Y_{sx}}{Y_{sx}} \quad (6)$$

其中 Y_{sx} (其中 x 可取 1, 2, 3...)) 分别为图中 A_1 点、 A 点、 A_2 点的 Y 轴坐标。

则可根据 X_r 求得 X_{rx} (其中 x 可取 1, 2, 3...) , 即 X 轴的对应偏移接收管。

$$X_{rx} = X_r + \frac{\Delta X_{bx}}{D_2} \quad (7)$$

通过比较分析 X_{r1}, X_{r2}, X_{r3} 等接收管接收到的信号, 可知某个发射管是否被遮挡。若有发射管被遮挡, 则通过公式(3) 可确定真实触摸点 Y 轴坐标 Y_{sx}

$$Y_{sx} = \Delta X_{a1} \times \frac{Y - Y_{sx}}{\Delta X_{bx}} \quad (8)$$

通过上述算法过程, 即可实现单轴准确定点。从而使红外触摸屏在有大障碍物遮挡等复杂情况下也能正常工作。

6 红外发射和接收电路设计

6.1 红外发射电路设计

红外发射电路的功能是按一定的顺序点亮红外发射管。本文中的发射管选用 BIR-BM133N-1, 其具有较高的发射功率, 较强的发光强度, 发射角度大, 发射光谱窄等优点。发射管驱动芯片选用 CD74HC138^[7], 因其具有高速、低功耗等优点。由于发射管需要较大的驱动电流, 根据 BIR-BM133N-1 和 CD74HC138 的性能参数, 本文采用在 CD74HC138 和 BIR-BM133N-1 之间增加三极管放大电路的方式增大驱动电流。

CD74HC138 和发射管连接电路图如图 6 所示。

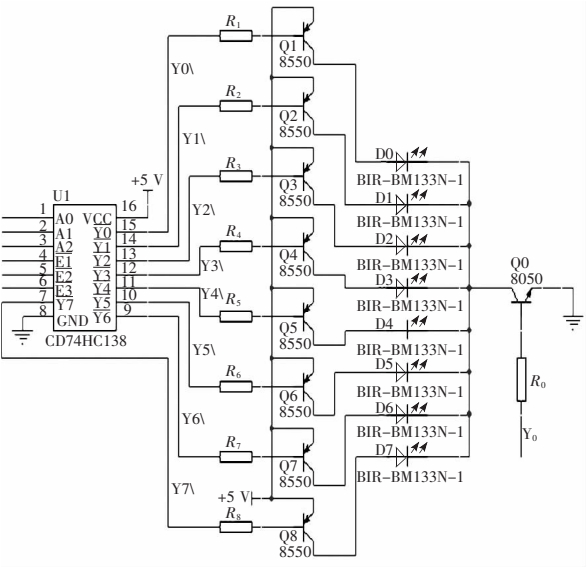


图 6 红外发射管驱动电路图

Fig. 6 Circuit diagram of infrared emission tube driver

在本文中, 采用由 74HC393^[8] 分别控制 CD74HC138 和 CD74HC238^[9] 的方式来驱动多个发射管。将每 8 个发射管组成一个发射管组。每个组内的 8 个发射管负极接在一起由 CD74HC238

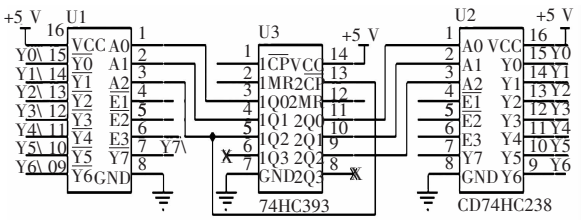


图 7 红外发射管级联驱动电路图

Fig. 7 Infrared emission tube cascade circuit

的一个输出端口控制, 组内的 8 个发射管正极分别由 CD74HC138 的一个输出端口控制, 然后 CD74HC138 与 CD74HC238 之间通过 74HC393 形成进位关系。电路连接图如图 7 所示。

6.2 红外接收电路设计

本设计根据发光性能和物理参数选用 BPD-BQD938V 为红外接收管, 其具有较高的光转换效率, 接收角度大, 线性度好, 开关速度快等优点。采用 SN74LV4051A-Q1^[10] 作为控制芯片控制红外接收管的开启与关断, 其具有较高的开关转换速率, 所有端口都兼容各种模式的工作电压^[11], 各端口之间串扰低等优点。SN74LV4051A-Q1 和接收管连接电路图如图 8 所示。

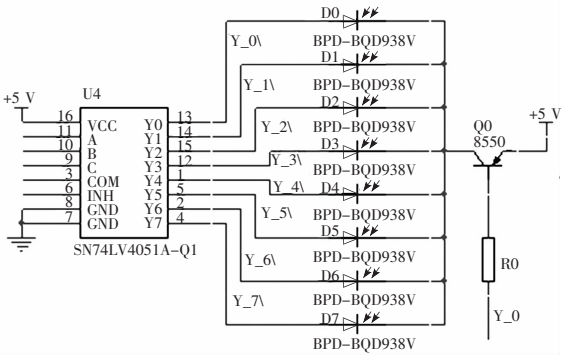


图 8 红外接收管控制电路图

Fig. 8 Circuit diagram of infrared receiver tube driver

在本文中, 采用由 74HC393 分别控制 CD74HC138 和 SN74LV4051A-Q1 的方式来控制多个发射管。将每 8 个接收管组成一个接收管组。每个组内的 8 个接收管负极接在一起由 CD74HC138 的一个输出端口控制, 组内的 8 个发射管正极分别由 SN74LV4051A-Q1 的一个输出端口控制, 然后 CD74HC138 与 SN74LV4051A-Q1 之间通过 74HC393 形成进位关系。电路连接图如图 9 所示。

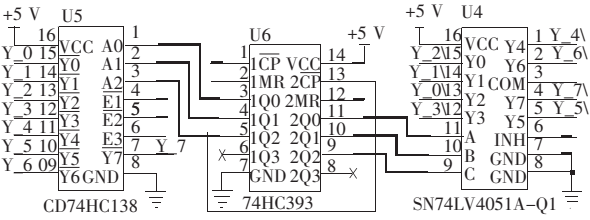


图 9 红外接收管级联控制电路图

Fig. 9 Infrared receiver tube cascade circuit

