

编号:

哈尔滨工业大学 大学生创新创业训练计划项目验收书

项目名称: Gtouch

项目级别: 校级 (国家级、校级)

执行时间: 2016 年 9 月至 2017 年 11 月

负责人: 高天立 学号: 1150520423

联系电话: 18845787928 电子邮箱: 673193983@qq.com

院系及专业: 电子与信息工程学院电子信息工程专业

指导教师: 谷延锋 职 称 : 教授, 博士生导师

联系电话: 0451-86403020 电子邮箱: guyf@hit.edu.cn

院系及专业: 电子与信息工程学院信息对抗技术专业

哈尔滨工业大学本科生院

填表日期: 2017 年 11 月 16 日

一、课题组成员：（包括项目负责人、按顺序）

姓名	性别	所在院	年级	学号	身份证号	本人签字
高天立	男	电信学院	大二	1150520423	331082199709060017	
秦宇翔	男	电信学院	大二	1150520412	420821199708053031	
王梓屹	男	电信学院	大二	1150520311	230605199703311015	
王瀚笛	女	电信学院	大二	1150530107	230602199705225920	

二、指导教师意见：

<div>签 名：年 月 日</div>

三、院（系）专家组意见：

<div>组长签名：（ 盖 章 ） 年 月 日</div>

四、学校专家组意见：

<div>组长签名：（ 盖 章 ） 年 月 日</div>

五、项目成果：

（一）申请专利情况：

序号	专利名称	发明人	专利申请号	备注

注：请将专利申请书的电子版作为附件报送。

（二）发表论文情况：

序号	论文题目	作者	刊物名及期号	备注

注：请将所发表论文及当期刊物封皮、目录的电子版作为附件报送。

（三）其它成果（软件、模型、图纸或作品等）：

序号	名称	说明
1	支撑机构	支撑固定摄像头,激光器及蓝牙电池等
2	硬件设备	STM32F765VIT6 加 OV7725 加红外激光器构成发射接收处理系统
3	下位机程序	进行图像处理识别坐标后发送到上位机
4	驱动程序	根据识别的结果触发对应的事件

六、项目研究结题报告

目录

- 1. 课题研究目的 5
- 2. 课题背景 5
- 3. 课题研究主要内容 6
 - 3.1. 硬件的选择 6
 - 3.2. 原理 7
 - 3.2.1. 图像处理 8
 - 3.2.2. 坐标的检测 9
 - 3.2.3. 触碰判断 9
 - 3.3. 系统驱动 10
- 4. 成果介绍 11
 - 4.1. 光斑中心提取及干扰消除 11
 - 4.2. 矩形提取及坐标的映射转换 12
 - 4.3. Windows API 13
 - 4.4. 最终实现功能 13
- 5. 经费使用情况 14
- 6. 问题、体会与收获 15
 - 6.1. 存在的问题 15
 - 6.2. 待改进 15
 - 6.3. 收获体会 15
- 7. 参考资料 16

1. 课题研究目的

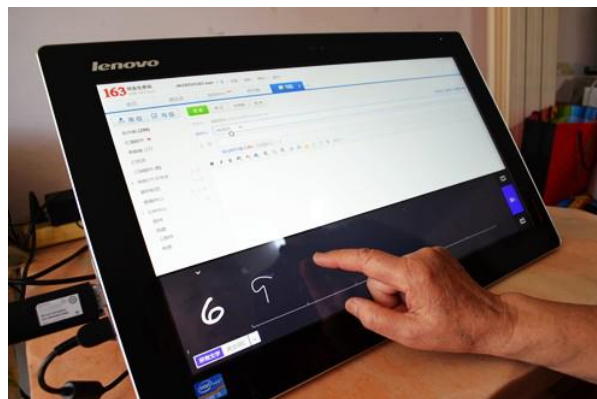
Gtouch 就是一个把普通显示屏改造为触控屏的项目，该装置可为电脑、投影等设备增加触屏的功能。他需要的仅仅是一个对应系统的驱动以及一个轻松固定可随时拆卸的小型外部装置。通过红外激光发射器扫描屏幕表面，手指放上去之后加了滤光片的摄像头即能捕捉到手指的反射的红外光，将其转化为二值图后通过算法把亮斑转化为单点的坐标，配合驱动通过校准程序得到的屏幕坐标转化参数矩阵将其映射到电脑屏幕上对应的坐标值，与前几帧的数据进行对比判断是否为单击，双击，长按或是上滑下拉，最后通过相应的 Windows API 触发对应事件。

这种触屏加装技术是目前市面上所没有的，Gtouch 的出现填补了当前技术与市场的空白，相信其小巧的身躯与强大的多设备适应性再配上亲民的价格，一定会让这个世界触手可及！

2. 课题背景

触控屏的发展趋势具有专业化、多媒体化、立体化和大屏幕化等特点。随着信息社会的发展，人们需要获得各种各样的公共信息。以触控屏技术为交互窗口的公共信息传输系统通过采用先进的计算机技术，运用文字、图像、动画、等多种形式，直观、形象地把各种信息介绍给人们，给人们带来极大的方便。我们相信，随着触控屏技术的迅速发展，触控屏的应用领域一定会越来越广！

随着 Windows 10 对平板模式的大力推广及最近 Surface Studio 触控一体机的发布，又把触控屏行业推向了风口浪尖。



目前的触控技术还是主要应用在手机，平板，电子书等电子设备上，按照触控屏的

工作原理和传输信息的介质分为四种，电阻式、红外线式、电容感应式改触屏的以及表面声波式。

它在计算机（笔记本，桌面计算机，一体机）、投影等设备的普及率并不高，目前类似的产品很少，触屏的普及是一个大的趋势，但是已有的设备不会很快的更新换代，所以我们的研究项目就是给已有的设备增加外部装置，通过编写驱动，以实现触屏的功能，据我们的调查，目前已有笔记本改装触屏的方案，但是其需要拆开计算机，在屏幕表面加装一层电容屏，并焊接上相应的控制板，但不仅非常不方便，而且不支持多点触控，性能极差还降低屏幕透光率。而我们的设备就没有这些缺陷。我们的设备预期的效果是在计算机自身的显示屏上外加一个便携式的摄像头，避开了麻烦的拆卸，可以做到不损坏计算机自身而实现触屏效果。

3. 课题研究主要内容

3.1. 硬件的选择

处理器:使用了 STM32F7 系列处理器(STM32F765VIT6),其拥有 2M 的 Flash 使我们能处理 VGA 分辨率的图像,并拥 216MHZ 的主频,此外还拥有 Chrom-ART 图形加速器及对应的 DMA 使得其能胜任图像处理的工作;此外其还具有高速 USB OTG 接口,日后还可实现即插即用

激光器:为避免激光器发出的光对屏幕图像产生干扰,这里选择了可见光范围外的线性红外激光器(810nm),较高的功率可以屏蔽环境干扰,利于图像处理,但会导致系统功耗与成本上升,故该项目中,我们将会尽量平衡成本与性能之间的关系。

摄像头:为使该项目最终产品尽可能小,摄像头应能拍摄屏幕所有内容,这要求摄像头视场角较大(接近 180°),故我们选择了鱼眼摄像头或在普通的低成本摄像头上加装聚焦透镜以实现相同的效果,最终我们还会在像素等方面综合考虑,争取做到性能与成本的平衡。

滤波片:为使摄像头拍摄的图像不会被激光器发出的红外光外的屏幕光或环境光干扰,我们需在摄像头前加滤波片以滤掉杂光,故该项目选择了 810nm 的滤波片

结构：

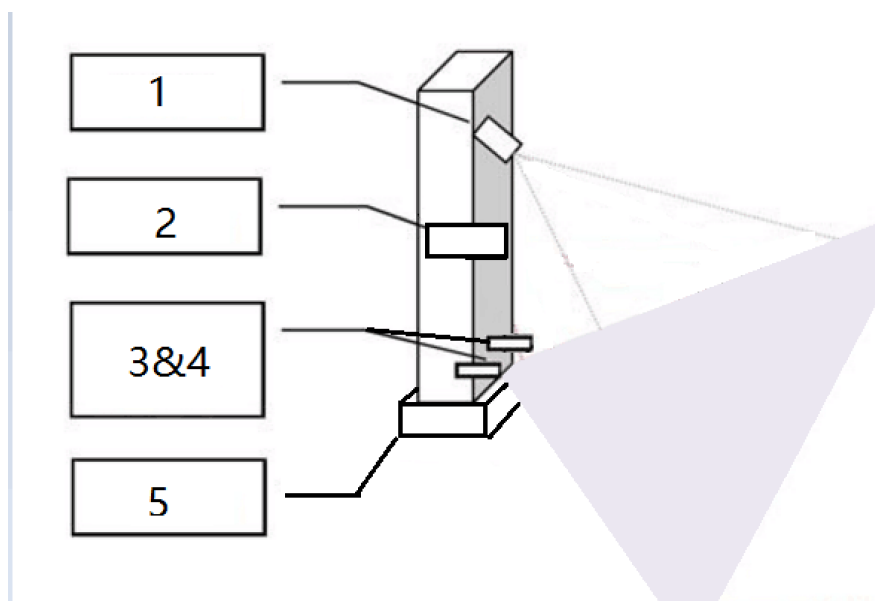


图 1：结构简图

图中①为摄像头及滤波片，②为控制板③④为激光器，⑤为固定装置。摄像头及激光器通过排线连接在控制板上，控制板通过 USB 与 PC 机通信。激光器平行底面放置，摄像头倾斜向下放置，滤波片置于镜头前。

3.2. 原理

手指触碰屏幕时，激光器产生的红外光光路被阻挡，产生反射，反射后的光经过滤波片滤波后被摄像头拍摄到，产生光斑。光斑经简单的图像处理，即可得手指的坐标，该坐标通过换算与 UI 界面上的坐标进行对比，触发操作系统中相应的操作，完成输入。下面将从图像处理及驱动方面详细介绍该项目的实现原理。

3.2.1. 图像处理

通过红外激光发射器扫描屏幕表面，摄像头实时获取图像并将其转化为二值图，若捕捉到反射光后通过算法把亮斑转化为单点的坐标，配合驱动通过校准程序得到的屏幕坐标转化参数矩阵将其映射到电脑屏幕上对应的坐标值，与前几帧的数据进行对比判断是否为单击，双击，长按或是上滑下拉，最后通过相应的 Windows API 触发对应事件。

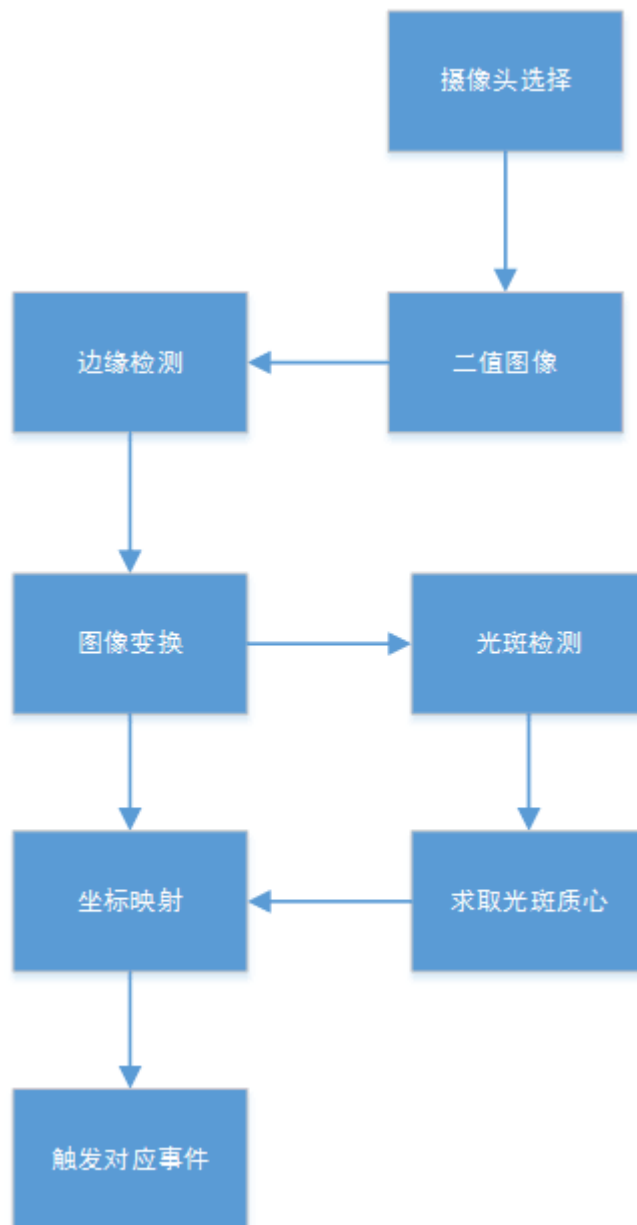


图 2：图像处理流程图

3.2.2.坐标的检测

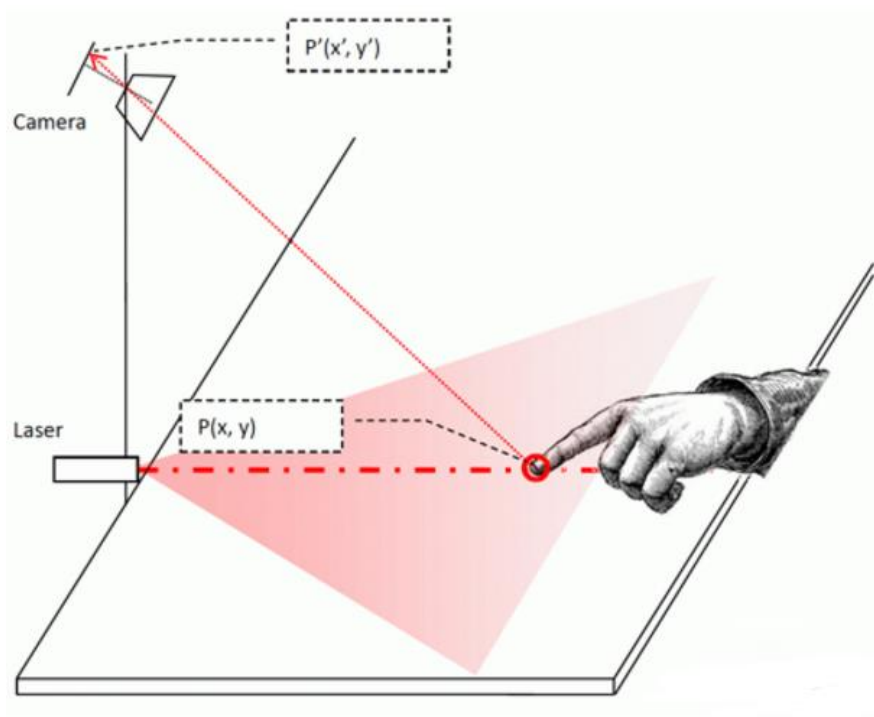


图 3：利用激光三角测距的手指空间坐标检测

用一束线型激光照射目标物体，在目标物体的反射光被摄像头捕捉到，得到图像及光点坐标及屏幕四角坐标，之后通过坐标变换求出光点对应屏幕坐标。

3.2.3.触碰判断

当我们检测到手指碰触到桌面时指尖在摄像头坐标内的坐标 $P(x, y)$ 后。但这与我们最终要产生对应的按键事件还有一定距离。我们需要建立一个映射机制，通过桌面坐标 $P(x, y)$ 找到对应触碰值，并最终通知操作系统触发一个对应触碰值的事件。

这里的做法与 GUI 系统进行 UI 元素碰撞判断的过程类似。在图形系统中，所有 UI 元素均保存有他们相对于屏幕的坐标值。GUI 系统不停地判断当前鼠标指针位置是否落入了某一个按钮或者选择框的坐标范围内。

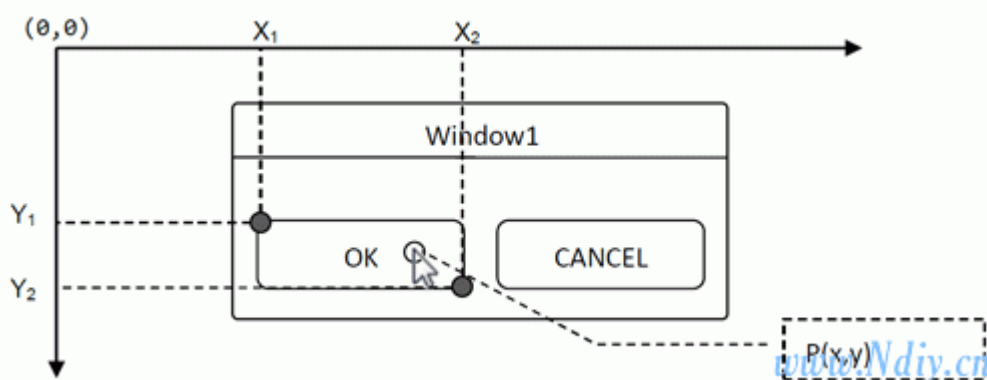


图 4: GUI 系统通过对比鼠标坐标和按钮 UI 元素的坐标来判断鼠标是否存在于按钮元素上方。

这里还是依靠视觉的手段来进行判断。在分析可行方案前，需要明确“触碰屏幕”的具体指标。若定义当手指碰触屏幕，或者距离屏幕足够接近为“按下”。那么其实问题的实质就是我们需要检测出手指距离屏幕的距离 z 。在求出该数值后，只需简单的判断它小于某一个值，就认为手指已经“触碰屏幕”。

综合起来看，我们只需要设计一种视觉处理算法：它可以在一副画面中找出每个手指相对画面的位置 (x, y) ，并且手指距离桌面的高度 z 。事实上我们就是在检测手指的三维空间坐标了 (x, y, z) 了。

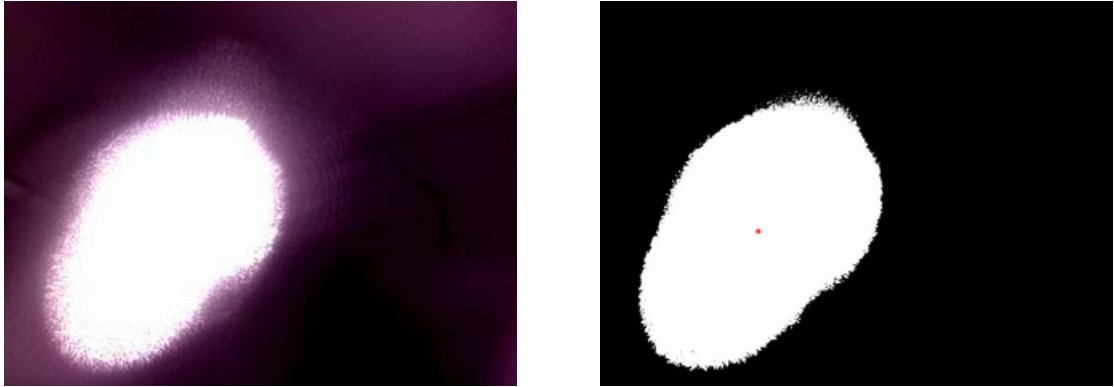
由于只有当手指靠近或者碰触到桌面才会遮挡住激光产生反光，而在距离屏幕较高的位置则不会被检测算法察觉。因此这里检测按键事件可以做出简化，不需要通过检测手指距离屏幕高度来判断。而只要当检测算法检测到手指反光，则可认为出现了触碰事件，且可直接用当前检测到的坐标来进行后续的处理。

3.3. 系统驱动

Windows 等系统均提供了触控屏的相关 API，我们可以调用这些 API 来触发相应的事件。

4. 成果介绍

4.1. 光斑中心提取及干扰消除



(处理前后效果图)

先用 canny 处理边缘降噪在利用高斯卷积函数和 hession 矩阵处理图像，再通过控制 find_blobs 中灰度阈值, ROI 区域, 最低长宽像素值, 最小总像素值等参数并合并附近的重叠块定位光斑，最后求出质心，即手指的触摸位置。

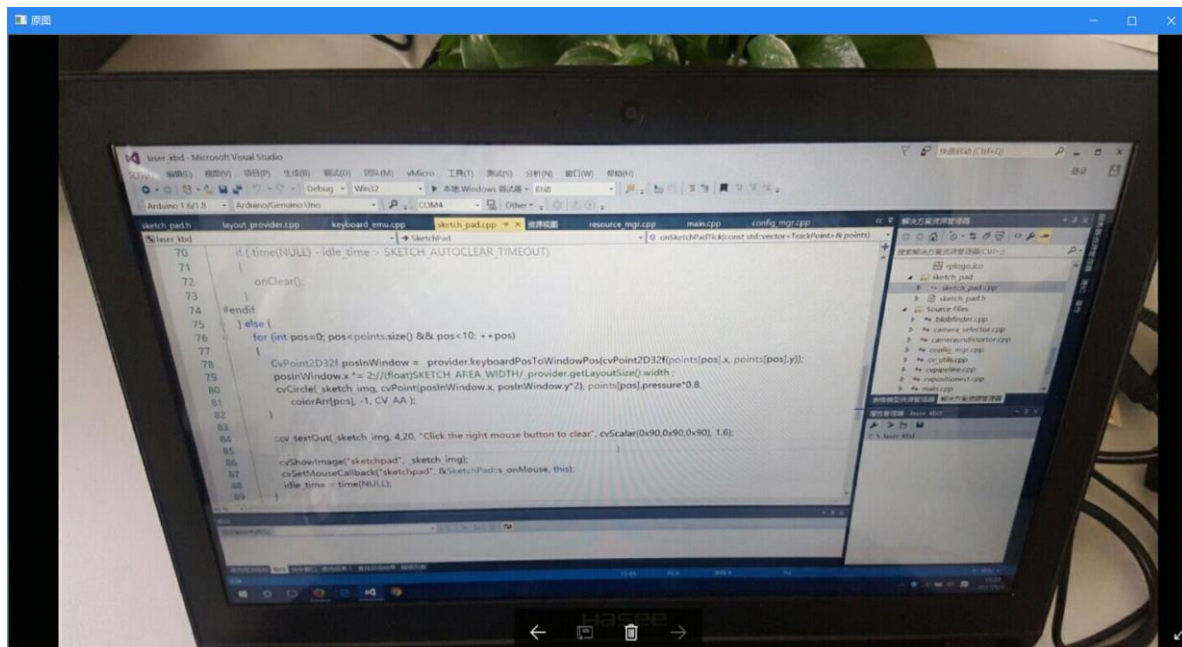


(含有光斑及噪声的图像，为显示清楚，报告中反色)

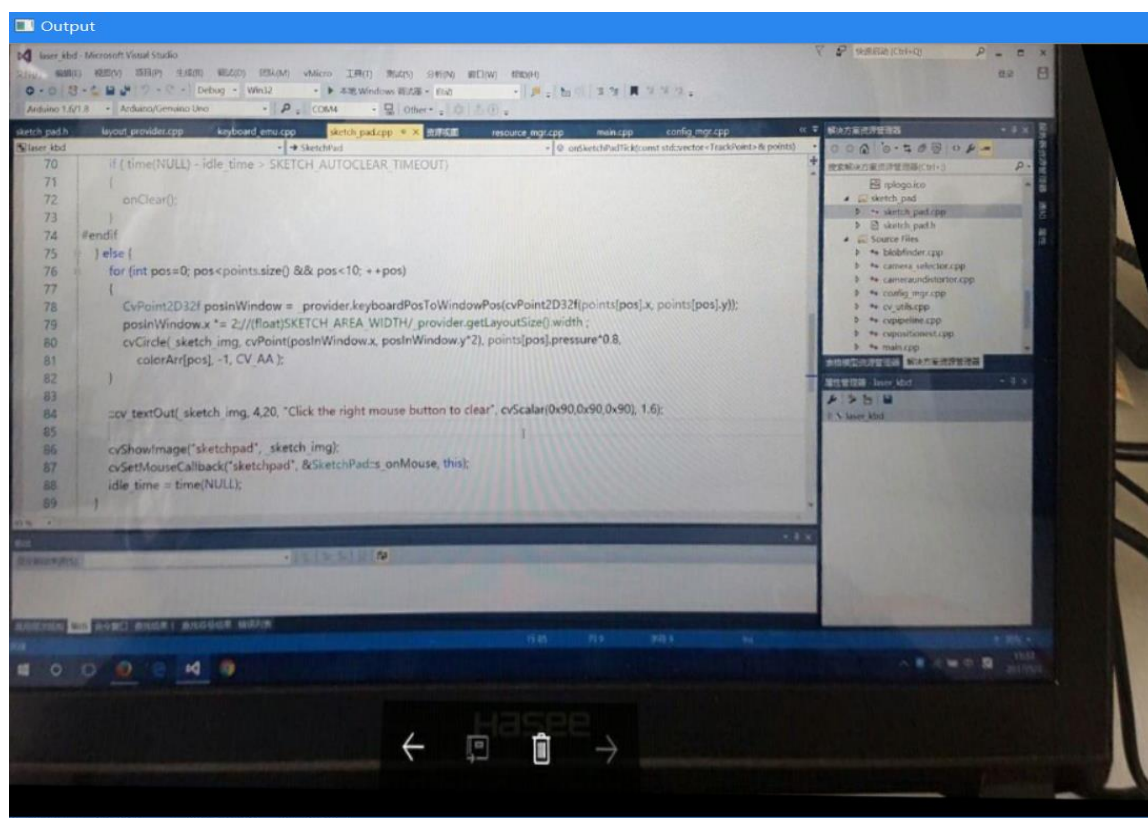
日光灯中含有 810nm 红外光分量, 容易造成干扰。我们抓住了日光灯图像为一狭长长方形而手指触碰图像为一正方形的特点, 通过对曝光阈值, x, y 最小像素值与总像素值及总面积区域值的限定, 成功排除日光灯图像产生的干扰。

4.2. 矩形提取及坐标的映射转换

在获取透视图中的原屏幕四角坐标后，再结合我们目标映射图像的参数，通过 `getPerspectiveTransform` 得到转换矩阵，再调用 `warpPerspective` 进行映射转换，效果如下图所示。



(模拟摄像头拍到的画面)



(坐标映射后得到的图像)

4.3. Windows API

在接收到碰触屏幕的手指坐标之后，我们使用了 MSDN 推荐的 SendInput 函数进行事件输入，具体逻辑如下：

当检测到有手指碰触屏幕时，延时一帧（约 100ms，避免多指先后按下造成误判），并根据下一帧碰触点数置位相应标志，锁定操作。（提升判断稳定性）

单指模式:当下一帧依旧为单个手指碰触且左键未按下时，在对应位置模拟鼠标左键按下，当下一帧数据依旧为一个手指时，刷新鼠标位置，当下一帧数据无手指碰触且左键已按下时，模拟鼠标左键抬起，至此完成一次完整的鼠标左键点击/按下拖动后松开的操作。

双指模式:当识别到两个手指碰触屏幕时，若为第一次识别则记录当前坐标，否则与之前坐标进行比对，若位移量超过阈值则认定为双指滑动事件，且置位对应标志值，再判断其滑动的方向触发对应的事件（先上下滑动对应滚轮），当位移量不大且滑动标志未置位时，判断其按下的时间，若大于一阈值则判定为双指触碰，模拟鼠标右键功能。

4.4. 最终实现功能

可实现触屏功能。

单指：单击，长按并拖动



图：实物效果图



摄像头接收图像（反色）

5. 经费使用情况

购买清单	价格
OV5640 摄像头	298
激光器及滤光片	242
USB 摄像头	146
USB 摄像头 2	280
STM32F765 加 OV7725 一体模块：（最终用的）	407
蓝牙模块	16
参考书	237
合计	1626

6. 问题、体会与收获

6.1. 存在的问题

因设备性能原因，未实现可行的去除畸变的方案, 若以后改用鱼眼镜头误差将更为明显。

精度较低有待提高。

程序不够稳定会出现一些预料之外的状况。

6.2. 待改进

现在使用的是移植到 STM32 的 MicroPython 的机器视觉库进行处理, 以后可考虑改用树莓派并使用 openCv 进行处理

算法的进一步优化以提高精度。

支撑结构的优化以便于装卸及调试。

6.3. 收获体会

项目实施过程中，意识到自己的不足，体会到真正做项目需要做到理论和实践相结合，把实际所学的知识用到实处。在研究方面，最深的体会就是要善于勤于思考，主动动手动脑。在学习知识上，我们认识到光靠学习书本知识是不够的，真正要动手做一个产品它需要各个方面的知识，要靠经验以及不断的摸索去解决。

感谢学校学院对创新创业项目的支持，以及谷延锋老师在项目中的帮助。

7. 参考资料

- [1] 吴晓阳. 基于 OpenCV 的运动目标检测与跟踪[D]. 浙江大学, 2008.
- [2] 秦小文, 温志芳, 乔维维. 基于 OpenCV 的图像处理[J]. 电子测试, 2011, 07:39-41.
- [3] 江超, 艾娇燕. 基于 OpenCV 的摄像头动态手势轨迹识别及其应用[J]. 计算机应用, 2012, S1:128-133.
- [4] 王福斌, 李迎燕, 刘杰, 陈至坤. 基于 OpenCV 的机器视觉图像处理技术实现[J]. 机械与电子, 2010, 06:54-57.
- [1] 鲜征征. USB 通信协议及接口驱动程序的研究与开发[D]. 电子科技大学, 2005.
- [2] 林小倩. 基于 CMOS 单点激光三角法测距系统研究[D]. 浙江大学, 2006.
- [3] 徐俊峰. 激光三角法测距系统[D]. 长春理工大学, 2012.
- [4] 刘立波, 赵辉, 张海波, 陶卫, 王占斌. 激光三角测距中光斑细分定位方法研究[J]. 计算机测量与控制, 2008, 10:1396-1398.
- [5] 孙军利, 赵辉, 陶卫. 具有亚像素级定位精度的激光三角测距新算法[J]. 激光杂志, 2006, 04:22-23.
- [6] 赵建林, 郝建华, 王军, 谭海蕴. 激光三角测距的一种实验标定方法[J]. 西北工业大学学报, 1998, 03:73-76.
- [7] 杨玉琴, 李亚宁. 触控屏技术研究及市场进展[J]. 信息记录材料, 2012, 01:35-46.
- [8] 张明. 抗强光干扰的高精度红外触控屏设计与实现[D]. 电子科技大学, 2008.
- [9] 刘思文. 触控屏界面通用设计原则研究[D]. 上海交通大学, 2009.
- [10] 张宏伟. 多触点抗强光干扰红外触控屏的设计与验证[D]. 电子科技大学, 2009.