

手机电容屏的工作原理 及冬天戴手套时触控的实现

少年班学院
余家辉
PB12000301

指导老师：孙勇杰

引言：

✓近几年，触摸屏在手机上的应用成爆炸式增长。然而人们对于触摸屏的了解少之又少，甚至搞不懂电阻屏与电容屏的区别。网上对此的解释也是隔靴搔痒，并不深入。笔者决定介绍一下触摸屏（主要是电容屏）的工作及实现原理。

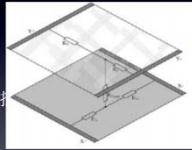
✓去年冬天合肥天气寒冷，同学们都戴上了手套，但是因为想操作手机，不得不一次又一次的脱下，非常麻烦（戴着普通手套进行触控操作是无效的）。更有同寝室者花了近100元买了能戴着触控手机的手套。借此，笔者希望能通过同学们的日常材料，自己动手，来对戴着手套实现电容屏操作进行探究与实现。

内容要点：

- 触摸屏的大致分类、工作原理、缺点
- 互电容式-投射式电容屏工作原理及当下手机电容屏的感测流程
- 对当下不同流行手机不同材料的触控测试
- 冬天戴手套时，对于触控实现的实验研究及解决方案

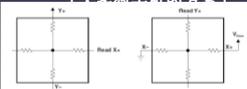
触控屏

电阻屏



电容屏

1. 表面电容式
(屏幕失真，触控漂移等)
2. 自电容式-投射式
(不能真正实现)
3. 互电容式-投射式
(大多数手机的方案)

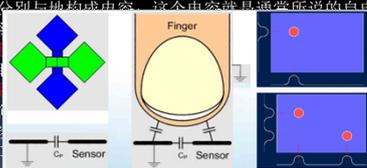


$$Y = V_{x0} / V_{drive} \times height_{screen}$$

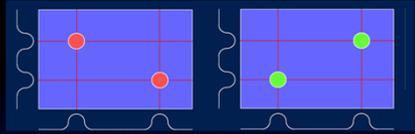
$$X = V_{y0} / V_{drive} \times width_{screen}$$

一、自电容式-投射式

在玻璃表面用ITO制作成横向与纵向电极阵列，这些横向和纵向的电极分别与地构成电容。这个电容就是通常所说的自电容(电极对地的电容)。手指触摸时，手指与电极接触，手指的电容与电极的电容并联，总电容增加。电容的变化量，分别确定横向和纵向的扫描位置，从而确定手指触摸的位置。



- C_p - 寄生电容
- 手指触摸时寄生电容增加: $C_p = C_0 / C_{finger}$
- 检测寄生电容的变化量，确定手指触摸的位置



That's A Question!

二、互电容式-投射式电容屏的工作原理

- 当行列交叉通过时,行列之间会产生互电容
- 驱动和感应单元之间形成边缘电容
- 行列交叉重叠处会产生耦合电容
- 注意:感应单元的自感应电容依然存在,但不必进行测量

简单来说:

自电容式-投射式电容屏检测的是二维坐标x轴、y轴轴线上电容变化,而互电容式-投射式电容屏检测的是整个二维平面所有(x, y)的电容。

可以实现多点触控

实验探究部分:

✓在探究冬天手机触控方案前,首先了解一下电容触摸屏感测流程

iPod-Touch工作原理 触控感测的过程



如何测试: (将感性的感觉理性数字化)

- 测试内容: 屏幕解锁; 屏幕向左划向右划各两次; 精确点击位于屏幕四角的四个图标。为减少实验偶然所带来的实验误差, 每组重复步骤3次。
- 测试现象的数据化方式: 我们根据测试内容, 并充分衡量平时操作手机的权重(如解锁是必须过程分数比值会加大), 给出结果算法:
 - 屏幕解锁成功加2分/次, 成功但不流畅(如屏幕的滑动相对手指而言有位移差等)加1分/次, 不成功加0分/次;
 - 左划(右划)成功加1分/次, 如成功但不流畅加0.5分/次;
 - 精确点击并打开图标对应的软件加1分/次。

效果(总分)/10分	三星i9300	苹果iphone5	诺基亚lumis920
手指	10	10	10
触控笔	10	10	10
导线(小面积)	4.5	5	7
导线(大面积)	9	9.2	9
橡皮	0	0	0
普通布制手套	0	0	9.2
棉纸(薄)	8.5	9.2	9.2
棉纸(厚)	9	8.2	9.2

根据现象得出结论:

- 手指和触控笔能控制电容屏且非常灵敏。
- 导线, 锡纸也能控制电容屏, 但反应灵敏度随不同情况而定:
 - 小面积导线相对于大面积导线而言, 触控要不灵敏很多。
 - 对于锡箔纸而言, 厚薄对触控屏的操作没有明显差别。
- 诺基亚lumia920相对于其它主流手机更为“特殊”具体原因为:



Lumia920采用的是电阻触控屏, 可以隔着手套对手机进行操作。这块屏事实上来自一家叫Synaptics的公司, 采用了clearpad 4系列的解决方案, 这个技术降低了屏幕的厚度, 将显示与触控控制芯片集成到了一起, 这样可以更好的给触控信号进行降噪, 将信号识别增强了三倍, 使得屏幕对于非常细小的手指触控依然敏感。笔者在Synaptics的网站上发现, 它不仅可以用隔着手套操作, 甚至用指甲也可以操作。

四. 冬天戴手套时, 对于触控实现的实验研究及方案

方案择优法:
 本论文前三部分我们可以得出: 用导线 (大面积) 或者锡纸, 将其用某种方式固定在右手套的食指和拇指上, 或者组合在一起固定在手套上, 使手指与材料有一定的接触, 在理论上便可实现戴着手套操作。

经过反复观察实验, 确定以下三种方案进行择优实验:

- 用一根**导线**穿过手套, 在手套内外部分别折弯弯曲形成一个小圆面积 (使其固定), 可用少量双面胶使其更好的固定。
- 在手套食指或大拇指部分挖一个小洞, 取而代之的是一小圆面积分的**锡纸**, 也可使用少量双面胶进行固定。
- 组合使用导线和锡箔纸**, 在手指与手套外部连接的部分使用导线, 在手套内外部使用锡箔纸。



评价标准	方案一	方案二	方案三
制作难易度	简单	略难	略难
手套美观性	美观	待美观	美观
手套稳定性	稳定	不稳定	稳定
触控灵敏度	相对略差	一般	好

根据比较结果, 笔者决定选择**方案三**为雏形进行冬天戴手套时触控的实现方案, 再加以**系统优化** (主要是增加导线的面积与锡箔纸的面积、使用较之前更牢固的双面胶、锡箔纸的剪裁更符合手指外型等)



结论:

如今市场的智能手机绝大部分采用的都是互电容式-投射式电容屏, 其主要原理是通过手指触摸到电容屏, 影响了触摸点附近两个电极之间的耦合, 改变了这两个电极之间的电容, 从而被检测器检测到 (通过监测带电量), 进而通过处理器的处理, 来实现 (多点) 触控。

冬天戴手套时, 因为人身上的静电不能传递到与电容屏表面相耦合的附加电容上, 以至于虽然改变了电容, 但是不能被检测器所检测到。但这也仅对市面上一般的手机而言。本实验就是帮助同学们解决这个问题。当然如果你所有的是Lumia920, 看完本论文你大可“不屑一顾”。如果不是, 本实验还是给出了比较好的对比示范以及制作流程, 仅供同学们参考。

谢谢!

百度百科: 电容屏, <http://baike.baidu.com/view/414068.htm?fromId=1779101>

百度百科: 电阻屏, <http://baike.baidu.com/view/650013.htm?fromId=2855127>

百度百科: 耦合, <http://baike.baidu.com/view/156245.htm>

《电容触摸屏原理》 陈伟 2011.6

《最新多点触摸屏技术介绍——多点位置识别》肖学军、郑赞、凌荣茹、彭涛

《电容式触摸屏技术交流资料》 周子玉

电容屏的构造及原理 机锋论坛 <http://bbs.gfan.com/android-726490-1-1.html>

Lumia920所使用的屏Synaptics官网