

## 解析:电容式触摸屏设计难点及注意事项

对触摸屏性能影响最为深远的技术改变要算是从电阻式转移至电容式触摸屏技术。根据市调机构 iSuppli 预测, 到 2011 年前, 近 25%的触摸屏手机将由电阻式转移至电容式触摸屏。电容式触摸屏技术带来的各种效益, 将促使市场快速成长。

传统的电阻式触控面板在感测到手指或触控笔时, 顶层柔性透明材料被下压, 接触到下方的导电材料层; 而投射式电容屏没有可移动部件。事实上, 投射式电容感测硬件包含玻璃材质的顶层, 之后是 X 与 Y 轴的组件, 以及覆盖在玻璃基板上的氧化铟锡 (ITO) 绝缘层。部分传感器供货商会做一颗单层传感器, 内嵌 X 与 Y 轴传感器和小型桥接组件于一单层 ITO 之中, 当手指或其它导电物体靠近屏幕时, 就会在传感器与手指之间产生一个电容。相对于系统而言, 此电容相当小, 但可利用多种技术测出此电容。

其中一种技术是采用 TrueTouch 组件, 包括快速改变电容, 并利用一个泄放电阻来测量放电时间。这种全玻璃的触控表面带给使用者光滑流畅的触感。终端产品制造商也偏爱玻璃屏, 因为玻璃材质会让终端产品拥有线条美观的工业设计感, 并能为测量触控提供优质的电容信号。最后, 不仅要考虑触控面板的外观, 了解其运作模式也相当重要。为设计出性能优良的触摸屏产品, 必须注意以下参数。

**精确度:** 精确度可定义为, 在一个预先定义的触摸屏区域中最大的定位误差, 以手指的实际位置与测量位置之间的直线距离为单位。在测量精确度时, 使用的是一只模拟或机械手指。手指置于面板上的一个准确位置, 再把手指实际位置与测量位置进行比较。精确度非常重要, 使用者希望系统能准确地找到手指位置。电阻式触摸屏最令人诟病的一项缺点, 就是低准确度, 而且准确度会随时间逐渐减弱。电容式触摸屏的精确度创造出许多新应用, 例如虚拟键盘, 以及不用触控笔的手写辨识。图 1 显示一个结构不完整的触控面板数据, 显示手指位置有游移现象, 而实际上模拟手指是进行直线移动。

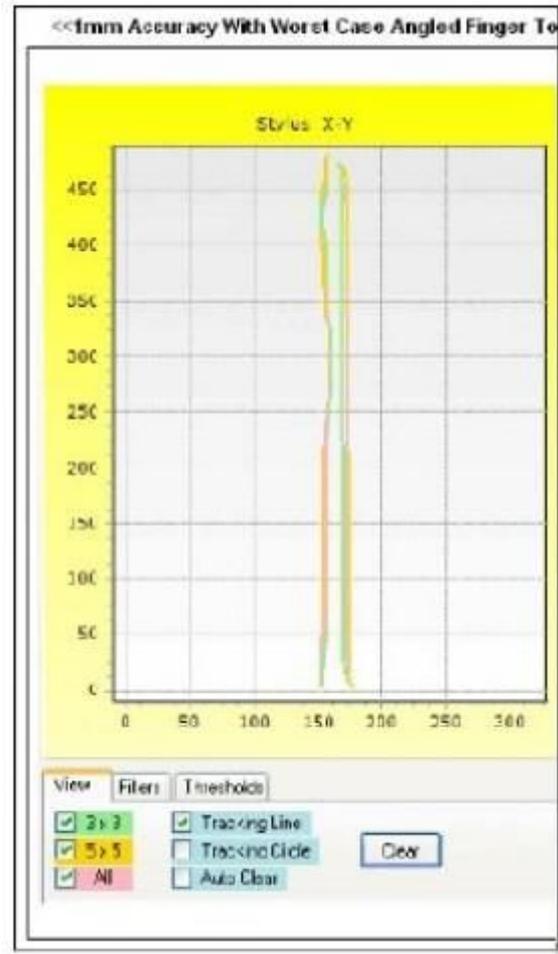


图 1 范例显示在触控面板追踪中的不准确度或误差

手指间距：手指间距定义为，当触摸屏控制器测量两只手指的位置时，两只手指中心点之间在屏幕上的最短距离。手指间距测量方法（图 2），是将两个模拟或机械手指置于面板上，然后逐渐拉近两只手指的距离，直到系统测到两只手指为一只手指为止。有些触摸屏供货商的手指间距是指边缘至边缘的距离，有些则是中心点之间的距离。10 毫米机械手指的 10 毫米手指间距，表明有多只手指触碰到屏幕，或是手指之间的距离为 10 毫米，实际状况取决于触控控制器的规格定义。如果没有良好的手指间距，就无法设计出多点触控解决方案。对于仿真键盘而言，手指间距尤其重要，因为一般在使用仿真键盘时，手指在屏幕上的间距通常很短。

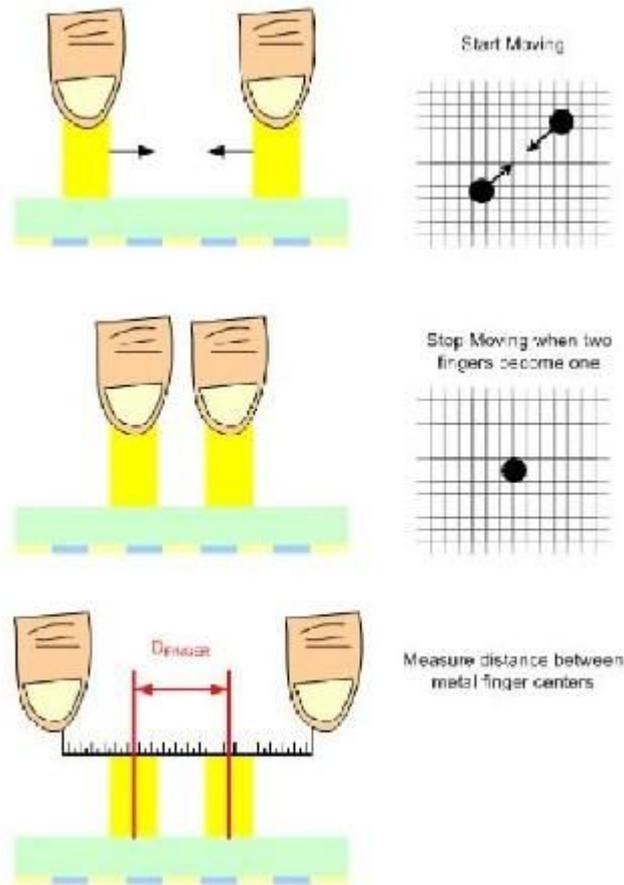


图 2 测量手指间距

响应时间：响应时间定义为，触摸屏上手指触碰事件与触摸屏控制器产生中断信号之间的时间。测量方法是以电子触动仿真手指触摸屏的环境，或在面板上移动一只模拟手指。响应时间尤其重要，因为它直接影响用户在屏幕上移动手指的速度；进行平移或轻弹的操作；用手指或笔在屏幕上书写。响应时间缓慢的触控面板，会有短暂停顿和侦测不到移动动作的情况。触摸屏的响应时间是系统响应时间的一部分，其中包括：

- X/Y 轴向扫描：触控控制器扫描与测量传感器上电容变化所耗费的时间。
- 手指侦测：比较面板电容变化与预先定义的手指默认值。若变化幅度超越手指默认值，就会侦测到手指的触碰。
- 手指位置：根据多个传感器得到的结果数据进行推算，判断手指的实际位置。
- 手指追踪：当传感器上置有多只手指，每只手指必须正确辨识，并指派一个独特的辨识符号。
- 中断延迟：是指主控端上岔断指示和服务之间的延迟，在大多数的系统中，这种延迟不会超过 100 微秒。

- 通信：一般系统在 400kHz 时使用 I2C，或在 1MHz 时使用 SPI 来与主控端进行通信。

市面上有许多工具能用来缩短响应时间，关键在于触控芯片的智能，比如较有创意的方法仅需扫描部分屏幕，即可侦测到手指位置，当侦测到手指后，就能快速扫描，计算出手指实际的定位，藉此节省耗电与时间。另一个重要工具是并行处理，使用不同的硬件组件进行扫描、手指处理及通信，使这些工作同步进行。采用高度优化的算法进行手指侦测、手指定位及手指识别码（ID），能够缩短处理与响应时间。

**画面更新率：**当手指出现在触摸屏上时，一个数据缓冲器内触摸屏数据的两个相邻帧之间的时间。低画面更新率会导致系统侦测动作有停顿现象，侦测到的移动路线也会变成不连续的线段，而不是流畅的曲线。换言之，若触控面板拥有高画面更新率，就能提供更多的数据点，可转译成流畅或完整的形状或动作轨迹，此外，高画面更新率还能改进手势的解译功能。诸如 TrueTouch 这类智能触摸屏控制器能够调整其画面更新率来配合系统需求。手绘或手写应用需要相当高的画面更新率，但手机拨号键盘仅需在使用者按下或放开按钮时，截断主控端即可。

**平均功耗：**是指触控系统的平均功耗，包括控制器 IC 工作时的时间扫描、处理、通信、休眠等，以及主处理器接收与解译触控数据的时间。

**功耗是很常见的性能参数：**测量装置消耗的电流乘以电压，就能推算出功耗。在触控面板的功耗方面，需要更精密的计算公式，因为不同使用模式会产生不同功耗。手机的待机时间取决于触摸屏的待机或休眠模式消耗的电流。

触摸屏在工作时，还分成许多种模式，例如触碰唤醒（WOT）、面颊侦测（CheekDetect），比如接听一通 5 分钟来电，正在检视或输入电话号码时，手机可能切换至触控模式达 10 秒，之后再切换至提醒通话时的 WOT 或面颊侦测模式。即使在传送文字信息（SMS）时，仍是混合 WOT 模式与实际手指接触，在按键输入或思考时，控制器 IC 会在各种睡眠模式之间进行切换。

若不考虑这些功耗模式，就会很容易被系统耗电量所误导，在大多数的情况中，触摸屏 90~99% 的时间都是切换至面颊侦测模式及触碰唤醒模式。有些系统允许使用者自行设定处理时间与休眠模式的比例，甚至手指仍置于面板的时候。若系统仅侦测到手指置于相同位置，就不需要 200MHz 的画面更新率。想要开发一个高性能触摸屏，必须运用休眠模式的低功耗系统，并搭配创新的休眠与唤醒模式来工作。

系统研发人员在设计一个电容式触摸屏系统时，还要考虑许多其它重要因素：

**手指电容:**是指手指与单一传感器组件之间测量到的电容。测量手指电容时,是使用一只真实手指,而不是金属的机械手指,以确保测得符合实际状况的数据。影响回授电容(CF)的因素包括覆盖上层的镜片厚度及覆盖外层材料的介电常数。

**系统本底噪声:**系统本底噪声是指电容至数字转换器输出端所测量到的噪声,是数据转换器的输入(电容)值。

**信噪比:**信噪比(SNR)是传感器测得的手指信号与测量噪声之比。这是个重要参数,设计人员必须深入了解它,才能开发出高效率的触控面板。系统必须能调节、适应并滤除移动系统中的寄生噪声。为获得高信号数以及极少的噪声数,可考虑针对触控功能采用精确的模拟前端组件。

诸如 TrueTouch 系列可编程解决方案这类产品,可在滤除噪声方面提供许多绝佳的机制。PSoC 可编程模拟组件能重新组态,以整合持续一段时间的信号,藉此滤除噪声。不同的信号频率,包括扩频与虚拟随机频率,亦可用来避免电磁干扰。标准的数字滤波器能移除 1~2 位的信号抖动或提供类似 IIR 的低通滤波器。智能数字滤波器能比对附近区域侦测到的样本,滤除不正常的样本,智能滤波器仅受限于系统设计人员的创意。图 3 显示一个组件的噪声水平范例,及侦测到的触控行为。在这个例子中,撷取到的 SNR 为 5。

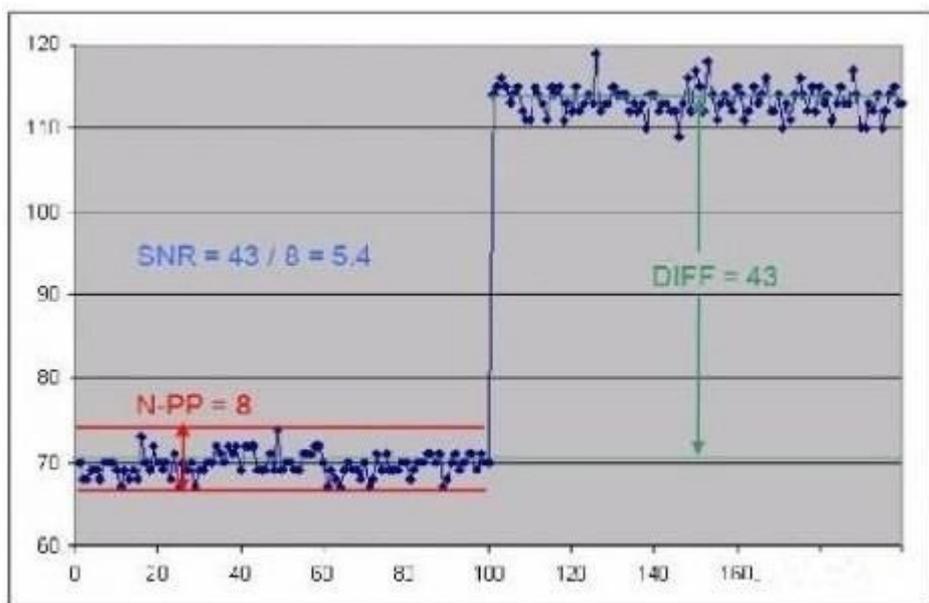


图 3 信噪比 (SNR) 范例

了解与掌握重要的触摸屏效能参数,就能大幅改进触摸屏设计。了解这些标准,也有助于选择理想的设计伙伴,这些业者拥有适合的技术,能妥善应对移动消费产品的噪声与电气问题。

触摸屏吸引人的优点，就在于其外表看似简单的设计。在取代笨重的按钮、轨迹球或传统屏幕后，触摸屏带来一种全新的操作模式，创造出令人喜爱的使用体验。触摸屏设计的难点在于，想要提供美观简洁的设计，必须采用精密复杂的硬件、固件以及制造技术。掌握触摸屏的设计要点、关键性能参数，以及触摸屏设计的权衡考虑要素，是开发出一流触摸屏产品的第一步。