

灵敏触摸屏的设计之路

在智能手机、笔记本电脑、汽车和工业应用，以及家用电器等领域，赛普拉斯半导体正借助仿真来优化触摸屏的设计。

作者：ALEXANDRA FOLEY

不论是打电话、发短信，还是希望“愤怒的小鸟”（Angry Birds）游戏再过一关，都需要在拿起智能手机之后与之互动。不论手指大小，是否刚涂过护手霜，抑或手机是不是放在平坦的表面上，触摸屏都会即时做出响应，把另一个来农场“偷动物”的小偷绳之以法。

赛普拉斯半导体（Cypress Semiconductors）是智能手机触摸屏和触摸传感解决方案的领先供应商，公司工程师正努力保证这些触摸屏解决方案能在各种条件下完美工作。“并非只是针对智能手机，”赛普拉斯触摸屏模拟小组的成员 Peter Vavaroutsos 解释说，“我们的技术将被用在智能手机、mp3 播放器、笔记本电脑、汽车、工业应用、家用电器等众多应用领域中，这当中每一个应用的设计需求都各不相同。”

在电子行业，电容触摸屏（见图 1 上）是触摸传感技术最常见的应用领域，其中包含透明镜片、基底、粘合剂以及铟锡氧化物（ITO）电极等结构层。这些元素的组合称作触摸屏面板（TSP）或层叠。每个层叠和电极图案设计都会根据使用产品的类型、预期环境和用途进行定制。每个层叠（示例见图 1 下）都包括一层 LCD 层，之上是基底，再之上是一层水平及垂直对齐的菱形 ITO 电极图案，最后是一层光学透明的粘合剂层，负责将玻璃罩粘在屏幕上。

在赛普拉斯，多物理场仿真和仿真 App 已经成为保

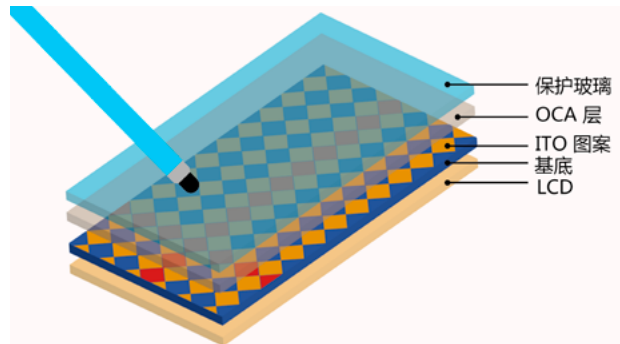


图 1: 上: 电容触摸屏模块。下: 典型的触摸屏传感器层叠, 根据电极耦合电容的变化监测出手写笔的位置。

证高效产品研发的重要工具。现在，设计人员无需开发各种物理样机就能预测各种设计的行为表现，并对其进行优化。

» 工程法则

根据通用的经验法则，触摸屏必须能够精确跟踪手指或手写笔的位置。这意味着，在任意时间点，触摸屏都要能够判断出它正被各种大小不一的对象触碰，还要能够确定被触摸的位置、时长，

以及“触摸对象”是否正沿着特定方向移动。为了实现这一点，电容传感器中包含了水平及垂直连接的 ITO 电极图案，用于感应位于格点交叉处的触摸对象。当手指或手写笔触碰屏幕表面时，静电场将发生扭曲，发射和接收电极之间的耦合电容会出现一个可测量的变化（见图 1 下）。

层叠组件会根据触摸屏的使用位置及使用方式进行方式不一的配置。

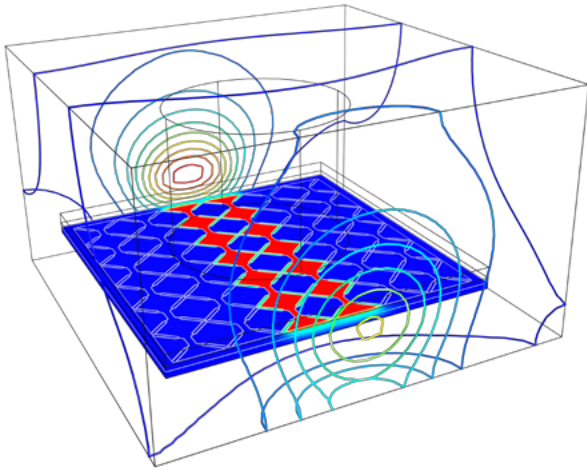


图 2: 使用 COMSOL Multiphysics 的 AC/DC 模块模拟了触摸传感器中的电场线。

“汽车行业触摸屏层叠的设计与其他应用不同，比如笔记本电脑中的触摸屏，” Vavaroutsos 介绍，

“我在赛普拉斯的工作主要是负责为不同的消费产品设计不同的层叠，举个例子，水平安装的 GPS 与能通过各种方式与用户交互的手持式智能手机中的交互方式就不同，这些都是我需要考虑的内容。”

赛普拉斯的研发工程师针对特定设备的几何结构和许多不同的参数开发了多个静电仿真模型，团队把它们叫做“设计箱”。

“我们根据具体设计箱做出的成果随后能够提供给销售工程师和客户支持团队使用，之

后他们就能按照客户的具体需求来优化某个设计参数。” Vavaroutsos 解释说。

赛普拉斯的研发工程师用 COMSOL Multiphysics® 仿真软件分析了 ITO 图案，以便确定其电气性能，包括测量手写笔或手指触碰屏幕时电极之间互电容的变化。在图 2 的示例中，赛普拉斯的工程师们在静电模型中使用了悬浮电位边界条件，这一特征使他们能够模拟触摸对象、电屏蔽的边界或尚未被激励的电极。受施加的外部电场的影响，这些对象持续处于恒定但未知的电势，因此被表征为电荷可以在其上自由再分配的表面。

“由于与屏幕的交互

方式多样，为了能够针对特定器件或产品优化一款层叠，我们需要运行多次静电仿真以便测试不同位置处的触摸对象。” Vavaroutsos 说，“我们会尽量使一些影响最小化，比如屏幕上有水时反应不够灵敏，或者当您把手机放在桌子上时它的响应较差等情况。仿真是一项非常重要的工具，它能帮助我们找出具体的影响因素，确定如何才能最有效地进行性能优化，因此帮助我们保证了产品能够在各种环境和条件下始终保持高效的响应。”

因为 COMSOL® 软件支持不限制内核数的多核计算，以及不限制计算机节点数的集群和云计算，赛普拉斯的工程师能够快速运行多个仿真，几乎不受所分析设计箱大小的限制。“我们能够减少必须进行原型测试的假设数量，还能在使用真实的几何和材料的同时，准确捕获活跃电极中的变化，从而能够精确模拟触摸屏。” Vavaroutsos 说道。

仅需通过单个设计箱，赛普拉斯的工程师就能测试不同保护玻璃的厚度、修改不同层的介电常数，或者修改图案参数。根据触摸屏的具体应用领域，工程师可能会在单个触摸屏中设计多个电极层，或改变各层的安放顺序。例如，设计箱中可能包括从 0.5 到 1.5 mm 厚的保护玻璃。为了能够精确地理解一项设计，赛普拉斯的研究团队需要模拟各种不同的参数，但是如果不经模拟，就只能保持未知。

» 用于定制设计的触摸仿真 App

为了拓展模型的可用性，赛普拉斯的工程师们使用 COMSOL Multiphysics 中的 App 开发器将模型转换为仿真 App。“为了能更有效地与客户支持团队交流，我们开始使用 App 开发器来开发简便的模型用户界面，” Vavaroutsos 说，“在使用仿真 App 之

“仿真保证了我们的产品能够在各种环境与条件下做出高效响应，它是一款非常棒的工具。”

—PETER VAVAROUTSOS, 赛普拉斯研发工程师

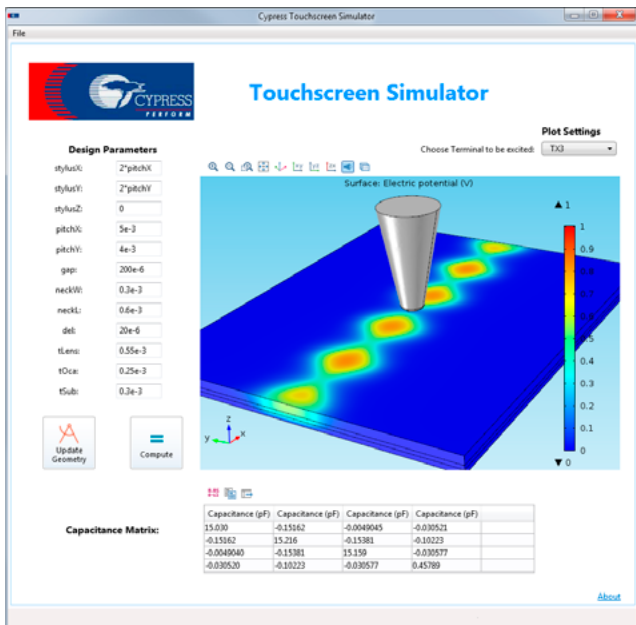


图 3: 利用 App 开发器创建的触摸屏 App, 通过连接至 COMSOL Server™ 的 Windows® 原生客户端运行。

前, 每当客户要求的设计不在设计箱内时, 我们就需要针对这些细微的参数调整重新运行仿真。很多时候, 虽然销售工程师几乎没有 COMSOL 的使用经验, 但是他们还是希望自己能够运行仿真。这时, 我们不仅要帮助他们检查仿真, 还会被他们占去软件的一个使用许可证。”

图 3 中的示例 App 显示了应包含在触摸屏 App 中的参数。正在触碰屏幕的手指和手写笔表示为一

个圆锥状结构, App 用户可以更改从手指位置到传感器不同层厚度等设计参数。App 随即会生成一份报告, 详细记录电容矩阵和整块电容传感器设计信息。App 还会显示传感器中的电场分布, 能够添加下拉列表, 方便选择对应于不同传感器所追踪激发的解决方案。

赛普拉斯公司还使用 COMSOL Server™ 许可证将他们的仿真 App 在全球同事中分享, 这样每个人都可以通过 Windows® 版

的 COMSOL Client 或网页浏览器访问仿真 App。“我们发现, 支持团队能够访问多物理场仿真结果对我们的帮助很大。我们可以控制 App 用户能够访问的参数, 借以保证 App 可以提供精确的结果; 同时, 支持工程师还能在没有研发工程师参与的情况下独立尝试数千种不同的设计选项, 并且不会占去我们的 COMSOL Multiphysics 许可证席位。”

» 试水汽车触摸屏设计

除了消费产品中的触摸屏, 赛普拉斯还开发了用于汽车行业的触摸屏设计。在这些应用中, 工程师需要根据汽车的具体要求尝试不同的设计。

“在汽车团队中, 我们的设计更加以客户为导向, 因此通常需要针对具体产品或客户需求进行个案设计, ”来自赛普拉斯汽车团队的研发工程师 Nathan Thomas 说道, “设计箱的形状并不规则, 会更多地针对具体客户运行仿真。举个例子, 汽车公司会在多种应用中使用触摸屏, 比如中控系统, 或者车顶娱乐系

统, 后排座椅的娱乐系统所有这些都需要独立的模型。”

相比针对每个案例开发一个新模型的做法, 汽车团队现在会使用 App 来测试不在设计箱内的新型设计。有些客户希望了解参数的更改对最终性能的影响, 就可以通过 App 来满足这些特殊需求。“对于这类情况, 我们会使用 App 开发器来为现场工程师开发仿真 App, 这样, 他们将能直接运行仿真, 无需我们再为他们开发。虽然仿真 App 相对还是一项非常新的技术, 但我可以预见, 它会成为现场工程师使用最多的重要工具。”

» 加速定制化设计

不论是智能手机设计、汽车应用, 还是其他工业过程, 现在, 赛普拉斯的研发工程师们都会为其他支持工程师创建仿真 App, 这样即使他们不具备研发工程师那样的专业技能, 也可以对设计进行实验。仿真使赛普拉斯的工程师们能够比以往快得多的速度提交更多的定制化设计。🕒