

普适计算之电器用户界面

作者：Stephen Porter (家用电器解决方案部主任应用工程师) 和
Keith Curtis (安防、单片机和技术开发部技术顾问级工程师)
Microchip Technology Inc.

在设计任何一种嵌入式系统时，最大的难题之一就是确定要使用何种用户界面。是使用相当直观的简单按钮和旋钮；还是使用计算机GUI界面的缩小版（具有高科技外观，并提供更多的选项和图形）？问题在于在决定使用何种界面拓扑时，影响较大的因素通常是对于一些“花哨功能”的需求，而设计实际需求的影响通常较小。因此，在做出决定时，设计人员需要尽力在这些因素之间实现平衡：追求亮丽外观的营销需求、设计的功能需求，以及相关的生产成本。

本文将简单介绍当前市场上的各种用户界面选项系统。同时，本文还给出了一些关于如何使用这些选项的示例，并说明了它们对于系统成本和处理要求的一些影响。为了简单起见，我们将界面划分为显示和输入部分。

显示：发射式，还是非发射式？

显示系统通常可分为一些大类，并且通常根据它们的基本技术进行划分。举例来说，LED和LCD显示系统。这些系统各具优缺点，但总体来说，它们通常能够产生类似的显示效果。确切的显示形式会有所不同，但主要的类别有：单一指示灯、分段式显示和图形模块。

LED显示系统涉及到一些适用于单片机的历经时间检验的电路。实际上，大多数单片机（MCU）都具有一些通用输入/输出驱动器，它们的电流足以直接驱动LED，只需使用一个简单限流电阻即可（因为LED显示屏只需几mA的驱动电流）。此外，适用于单一指示灯和分段式显示的LED品种繁多。但是，由于多个LED的累积热量较大，它们通常不用于较大的图形模块。

LCD显示系统利用液晶流体来阻隔光线或让光线通过显示屏。通过这种功能，LCD显示系统可以制造为从指示灯到全图形面板的任意形式。用作分段式显示屏和指示灯时，LCD显示系统点亮液晶所需的能量很低，这使它们非常适用于MCU。许多小型MCU中包含了一些外设，能够在采用少量外部元件的情况下驱动指示灯和分段式显示屏。

此外，市场上也存在通常包含必需驱动电路的较大图形模块。这些模块通过组合使用多像素和滤色器，提供了全彩色功能。LCD显示屏仅有的两个缺点是：它们不直接发射光线，而是依赖外部光源或背光来提供必需的照明；并且，LCD显示屏的温度范围相对有限。

一些MCU制造商（例如Microchip Technology）提供了完整的图形函数库来协助图形应用的开发。图1给出了一个用户界面示例，它展示了几种显示和用户输入类型。该示例利用16位PIC24F MCU来处理该参考设计中的所有输入和输出。



图1：LCD图形用户界面的示例

用户输入：按钮还是触摸屏？

与显示屏非常类似，用户输入也可分为不同的主要类别——按钮/旋钮或触摸屏。按钮/旋钮与单一指示灯和分段式显示屏一样，具有简单直观的特点。触摸屏与图形显示屏的相同之处在于，它们都支持通过可显示不同功能的图形显示屏来动态地重新排列输入控制项。按钮和旋钮简单而直观。实际上，对于手持式PDA和计算机鼠标滚轮，对菜单系统使用简单的旋钮形式的选择控制可以很好地工作。

按钮/旋钮界面的缺点在于用户可能需要处理过多的功能。通常，对于按钮/旋钮设置，除非界面经过特别设计而可处理鼠标和键盘这种程度的复杂性，否则较好的做法是限制所使用命令的数量和复杂性。

触摸屏可替代按钮/旋钮。在这些系统中，显示屏的整个表面都是用户输入区域。采用这些系统时，设计人员可以通过创建多个较简单的按钮/旋钮界面来动态地重新定义用户输入。该系统唯一的缺点是触摸屏界面的复杂性较高，并且要找到特定控制项可能需要滚动选择多个菜单。

与显示选项非常类似，大多数开关和场效应用户输入技术都适用于按钮/旋钮和触摸屏系统。我们从最简单的系统开始——机械接触。在按钮/旋钮系统中，这涉及到开关、旋转编码器和电位计。这些元件带来一些难题，例如机械磨损、难以安装，以及难以进行密封以防止粉尘和湿气。制造商在可靠性、安装和密封等方面已取得了长足的进步，但在元件运动时会产生磨损的问题仍然存在。

电阻式触摸屏中也使用了机械技术。其中，当用户按下时，两个塑料层会因相互接触而产生电气连接，可以使用电流驱动器和模数转换器（ADC）通道来读取电流。图2给出了电阻式触摸屏的横截面。这是一个很简单的系统，但它会产生磨损问题，并且需要进行系统校准、滤波和线性化来补偿物理差异。由于可简便地与MCU进行接口，所以机械接触系统很常用，虽然另外还需要一个简单算法对接触进行消抖。

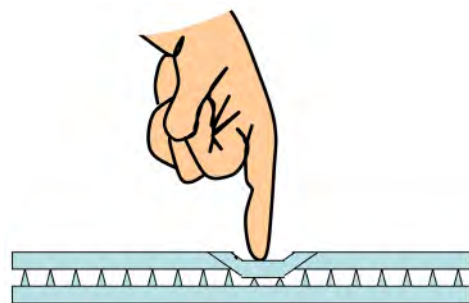


图2：电阻式触摸屏的横截面

电容触摸是另一种可能的电器用户界面选项。该技术利用了电容的基本构造——即，使用绝缘体分隔两个导体。当该电场施加到人体血液中的铁离子上时，系统会使人体每个表面与每个其他表面容性耦合，包括指尖和脚底。电容触摸技术的工作原理是测量由于指尖触摸导电板表面时产生的电容变化。测量该电容增量之后，将它与未下压时的极板电容进行比较。图3给出了电容式触摸技术的模型。如果发生的电容偏移足够大，则会认为有人触摸了传感器，并激活相应的功能。该系统的基本要求是一个传感器极板、一个诸如玻璃或塑料之类的绝缘覆盖层，以及一些以足够的分辨率测量电容的方法。一些MCU具有内置的电容传感模块，例如一些8位和16位PIC® MCU。

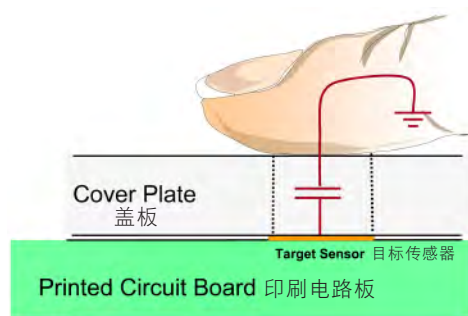


图3：电容触摸技术电气模型

对于按钮和旋钮形式，只需要构造相应的传感器衬垫、电容测量电路和驱动软件即可。一些MCU制造商提供了一些参考设计和支持开发工具来协助此项工作。唯一的难题是开发相应的求均值算法来确定传感器的未触摸电容。

电容式触摸技术在触摸屏中也相当流行，当前具有两种主要形式——表面电容式技术和投射电容式技术。

表面电容式技术利用了传感器背面的氧化锡锡层的有限电阻。当用户触摸传感器时，用户与地之间会产生电容，使传感器在触摸点发生交流短路。然后，在通过交流波形驱动传感器的每一边时，可以通过测量传感器消耗电流来确定触摸情况。之后，可以使用相对电流来计算从每一边到用户触摸点的距离。由于检测信号处于MHz范围，设计通常由专精于该技术的公司完成。

投射电容式触摸技术的工作原理是构造触摸传感器的两个层，一个层具有一系列横条，另一层具有一系列纵条。为了确定哪些横条和纵条最靠近用户的触摸点，界面电路对系统进行检查，并确定最终的位置。投射电容式系统通常比相应的表面电容式系统简单，但为了检测触摸情况，它们需要扫描的输入会多很多，这会增大系统开销和降低响应速度。

当今的许多厨房电器都涉及到由金属、塑料和玻璃组成的装饰表面。有时，电器设计人员会组合使用它们，以提供当今电器消费者所希望的光洁外观。例如，不锈钢是许多电器上常见的装饰表面。但是，对于不锈钢装饰表面，电器制造商仍然必须使用不锈钢外观的塑料或者甚至玻璃板来实现电容式触摸控制按钮。对于采用该方法的产品，技术和制造成本会影响产品的整体外观。电器制造商要如何解决这个问题呢？答案在于本文最后将讨论的用户输入技术——电感触摸传感。



图4：使用电感触摸用户界面的电器

通过电感式触摸技术，电器设计人员可以利用金属（例如不锈钢或铝）作为产品本身的主表面，用于检测弯曲（见图4）。实现方法是在要放置按钮的金属后面安装一个特别设计的电路板。使用一个很薄的隔离层来产生一个小间隙，从而使金属可以轻微地弯曲。所需的弯曲量非常小，如图5中所示。电路板也可以用作其他功能的主控制板，因为该技术的处理器要求和用量很低。

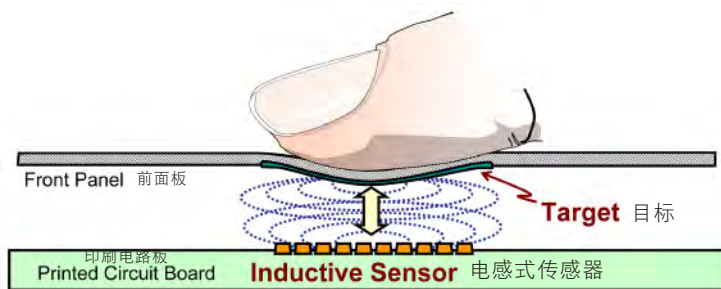


图5：电感式触摸技术的机械模型

除了提供美观宜人的用户界面之外，即使在按钮表面上存在液体时，电感式触摸传感技术也可以良好工作。例如，按钮上的水或油不会触发该技术，它甚至可以在水下工作。对于存在液体的环境（例如横向炉灶），这是一个极大的优点。即使在清洁按钮时，只要每个按钮上的压力不会使金属发生弯曲，都不会触发它。

Microchip提供了专有的技术，帮助设计人员使用PIC MCU快速简便地实现电感触摸传感应用。它是一项免版税的技术，可以从www.microchip.com/mtouch下载。

本文目前为止介绍了如何对金属装饰表面使用电感触摸技术，但如果要设计采用黑色非金属装饰表面（例如塑料）的产品，又该如何呢？此时，仍然可以实现电感触摸技术，方式是在该表面之后插入一个很小的金属目标层。目标层用于通过互感改变电感的值。在前表面弯曲时，它会导致目标层也发生弯曲。目标层的材料可以是铜、铝或可导电的其他材料。目标层的厚度取决于用于驱动传感器的频率。这可以产生与仅使用不锈钢时相同的最终结果。由于需要测量位于电路板一面的金属目标层，所以可以在PCB背面填充一些铜，构成EMC屏蔽层来防止噪声干扰和发射。

设计人员可以从一系列广泛的电器显示和用户输入技术中进行选择。这包括通过简单LED显示屏向最终用户提供基本反馈，一直到通过图形显示屏提供丰富的信息。本文介绍了这些技术，并给出了一些通过电容或电感触摸技术来增强电器用户界面外观的新方法。所有这些技术都通过嵌入式处理器进行驱动。

更多信息，请访问<http://www.microchip.com/appliance> 和 <http://www.microchip.com/humaninterface>。另外，还请访问作者的用户界面博客<http://notesfromthelab.com>。