

## AD7147和AD7148 CapTouch控制器应用中的传感器设计

作者: Susan Pratt

### 简介

本应用笔记将简要介绍与AD7147和AD7148 CapTouch™控制器配合使用的电容传感器。

AD7147和AD7148是用于单电极传感器的电容-数字转换器(CDCs)。AD7147具有13个电容输入通道, AD7148则为8输入器件。AD7147设计用于电容传感器, 以实现按钮、滚动条、滚轮和触摸板等功能。AD7148设计用于按钮、滚动条和滚轮。

AD7147/AD7148具有片内校准逻辑, 用以补偿周围环境发生的变化。传感器未被触摸时, 校准时序将自动按一定时间间隔连续执行。由此避免发生因环境变化导致的外部传感器误触或触摸未记录事件。

AD7147具有一个SPI兼容型串行接口, AD7147-1型号和AD7148则分别具有一个I<sup>2</sup>C兼容型串行接口。AD7147-1和AD7148两种器件都有一个中断输出, AD7147型则有一个通用输入/输出(GPIO)。一个独立于V<sub>CC</sub>的V<sub>DRIVE</sub>引脚设定串行接口的电平。

AD7147采用24引脚4 mm × 4 mm LFCSP封装。

AD7148采用16引脚4 mm × 4 mm LFCSP封装。

这些器件均采用2.6 V至3.6V电源供电。

### 传感器类型、尺寸和连接

表1列出了针对该器件的传感器类型, 推荐的最小、典型和最大传感器尺寸, 以及各类传感器对AD7147/AD7148的输入引脚数要求。

最重要的是传感器的总面积而非确切的长宽尺寸。大面积的传感器在用户的作用下, 可以产生较大的电场, 因此激活时可提供最大响应。

各传感器需物理连接至AD7147/AD7148 CIN输入引脚之一。所需输入数取决于传感器类型。建立连接后, 必须对AD7147/AD7148序列器进行配置, 以使传感器在器件转换过程中连通至CDC。

表1. 传感器尺寸和输入连接引脚数

传感器类型	最小尺寸	典型尺寸	最大尺寸	CIN输入引脚数
按钮	直径3 mm	直径8 mm	--	1
滚动条	25 mm × 4 mm	40 mm × 10 mm	60 mm × 20 mm	5至8, 取决于滚动条的长度8
滚轮	直径16 mm	直径30 mm	直径50 mm	
矩阵键盘	1行×1列	12键, 3行×4列	36键, 6行×6列	每列1个输入, 每行1个输入
X-Y 触摸板/ 触摸屏	20 mm × 20 mm	2.4", 高宽比16:9	3", 高宽比16:9	12(仅限AD7147)

## 目录

简介 .....	1	滚动条 .....	4
传感器类型、尺寸和连接 .....	1	滚轮 .....	4
传感器 .....	3	触摸板/触摸屏 .....	5
按钮 .....	3	传感器库 .....	5
矩阵键盘 .....	3		

## 传感器

### 按钮

图1所示为一种按钮传感器的一些典型设计。按钮可采用任意尺寸(最小直径为3mm)。各按钮传感器连接至AD7147/AD7148上的一个CIN输入引脚。按钮可以是圆形、椭圆形、方形或不规则形状。

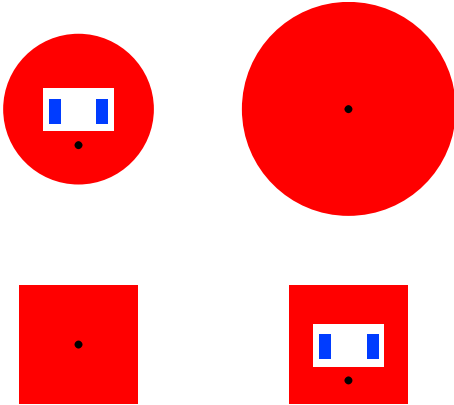


图1. 按钮设计

图1中,有些按钮传感器中间有一块挖空区域,并配有元件焊盘。这种设计可用于印刷电路板(PCB)带LEDs的应用,其中,LED安装在电路板背面。LED发出的光可直接通过按钮挖空区域,可编程为在按钮被激活时点亮。按钮中挖空区域的最大尺寸取决于按钮尺寸。表2列出了一些最大按钮挖空尺寸的示例。

表2. 按钮挖剪区尺寸

按钮直径	最大挖空尺寸
5 mm	2 mm × 1.6 mm
6 mm	2.8 mm × 1.2 mm
8 mm	4 mm × 2 mm

### 典型按钮传感器响应

传感器响应为传感器被触碰时与未被触碰时的CDC输出值之差。传感器响应取决于多种因素:传感器面积、使用者手指大小以及传感器覆盖物的厚度和介电常数。AN-830应用笔记更为详细地介绍了影响传感器响应的各种因素。

图2和图3所示为不同直径的按钮传感器的典型响应。对于直径为4mm的按钮,传感器激活时,CDC输出代码大约变化800个码字。对于8mm按钮,CDC输出大约变化4000个码字。测试过程中,全部按钮均以2mm厚的塑料覆盖。

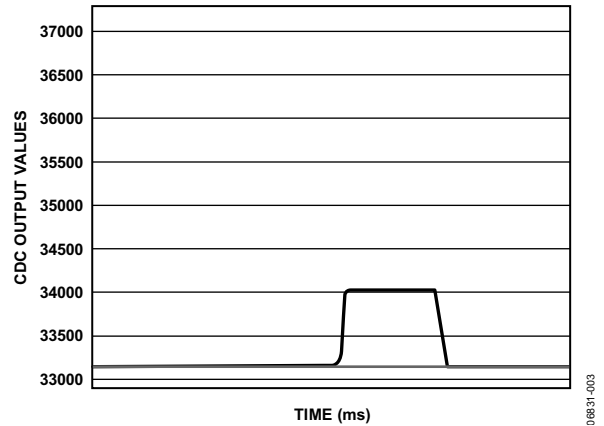


图2. 直径4 mm的按钮响应

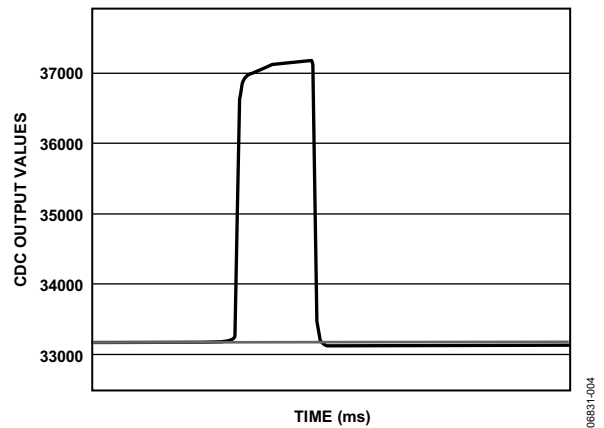


图3. 直径8 mm的按钮响应

### 矩阵键盘

AD7147/AD7148可用于实现矩阵键盘。AD7147最多可支持36个键。AD7148最多可支持16个键。键以行列排列,与标准矩阵键盘类似。键盘中的每行和每列都需连接至AD7147/AD7148的一个输入。键的设计采用以下结构:一半键连接至列输入线路,另一半连接至行输入线路。图4所示即为一种矩阵键盘的键,与两个CIN输入相连,一个为行连接,另一个为列连接。

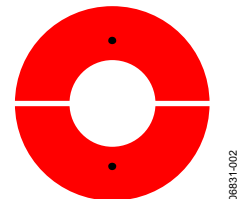


图4. 矩阵键盘按钮

当用户激活键盘上的任意键时,状态寄存器中的状态位被置1。主机可从AD7147/AD7148读回数据,以确定按下的是哪个键。解码原理与常规机械矩阵键盘相同。被激活的键位于行、列状态位均被置1的位置。

## 滚动条

图5所示为一种滚动条传感器设计。滚动条可设计为不同宽度(5 mm至12 mm)和不同长度(10 mm至60 mm)。滚动条可以是直线型，可以是垂直位置或水平位置。

根据不同传感器长度，滚动条可采用5至8个分立传感器段，各段需连接至AD7147/AD7148上的一个CIN输入引脚。对于要求可重复线性输出位置的应用，可使用分立式滑块，由分立传感器元件构成，呈条状次序排列。

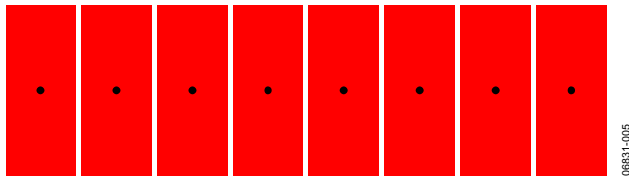


图5. 分立式滚动条传感器设计

这些分立式传感段的工作原理与按钮类似。各传感段与下一传感段紧密相邻；因此，当使用者沿滚动条移动手指时，同时有一个以上的传感器段被激活。这种滑块最多可产生128个输出位置。滑块中的各个段都需连接至AD7147/AD7148的一个CIN输入。

若要仅用8个传感器段实现128个输出位置，则需用各个传感器的CDC结果进行某种插值运算。将各个段的CDC结果加权并相加，结果生成一个正态分布曲线。该正态分布的平均值为滑块的输出位置。ADI提供实现这种线性化运算的软件算法。该算法以C语言代码提供，签署一份软件许可协议即可获得。该代码的程序代码大小为7391字节；若要成功运行，需占用主机处理器481字节RAM。在软件串行接口应用中，代码大小增加至7948字节程序代码和496字节数据存储器。

## 滚轮

滚轮是一种特殊的分立式滚动条。滚动条中的每个分立段被排列成一个圆形，如图6所示。滚轮最多可提供128个输出位置。

若要仅用8个传感器段实现128个输出位置，则需用各个传感器的CDC结果进行某种插值运算。将各个段的CDC结果加权并相加，结果生成一个正态分布曲线。该正态分布的平均值为滚轮的输出位置。ADI提供用于实现这种线性化运算的软件算法，以C语言代码提供，只需签署一份软件许可协议即可获得。该代码的程序代码大小为8467字节；若要成功运行，需占用主机处理器468字节RAM。

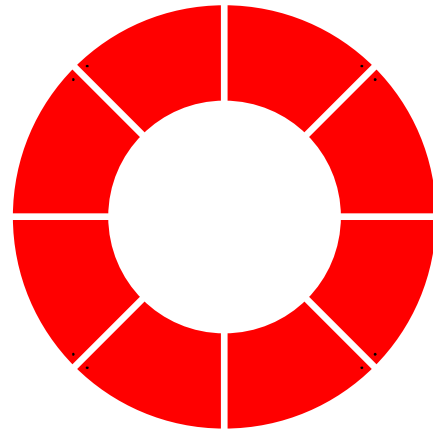


图6. 滚轮传感器设计

## 触摸板/触摸屏

可用AD7147控制一个X-Y触摸板或触摸屏传感器。这种双层触摸板/触摸屏的顶层和底层均设有传感器，分别对x-轴和y-轴进行检测。传感器按一定模式排列，如图7所示。

触摸板/触摸屏的最大尺寸为3"对角线，高宽比为16:9。对于不要求触摸屏X-Y输出的应用，可采用更大的屏幕尺寸。例如，要求在屏幕中的指定位置选择图标的应用就可以使用较大尺寸的屏幕。

3"传感器的最大输出分辨率为 $320 \times 240$ 点。同时检测传感器上的两点同时触碰是可能的。

ADI提供用于实现高分辨率输出的软件算法，以C语言代码提供，只需签署一份[软件许可协议](#)即可获得。该代码的程序代码大小约为11kB；若要成功运行，需占用主机处理器

700字节RAM。代码总大小取决于所需功能。

## 传感器库

可从AD7147产品页面下载传感器库。在该产品页面中，选择“访问系统设计支持和常见问题页面”(Visit our detailed system design support and FAQ page)。传感器库提供设计支持和常见问题(FAQ)解答。传感器库以两种格式提供：Mentor Graphics PADS 2005库和.dxf文件。从库中选择传感器，既可直接在设计中使用，也可作为自定义传感器设计的基础。

程序代码大小约为11 kB；若要成功运行，需占用主机处理器700字节RAM。代码总大小取决于所需功能。

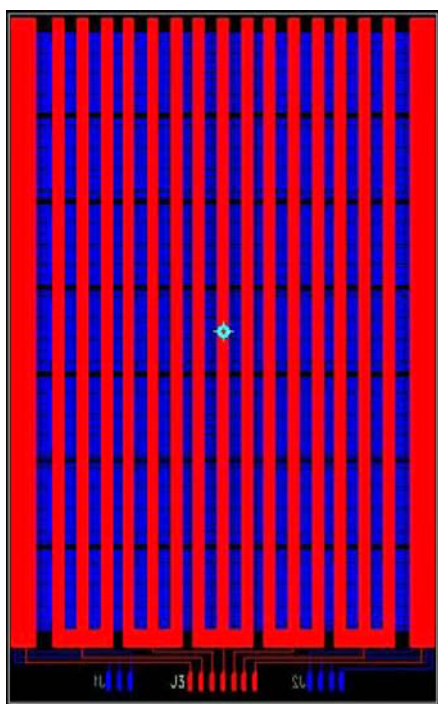


图7. 双层触摸板/触摸屏设计

AN-925

**注释**

**注释**

AN-925

## 注释