

Application Note

基于 **MSPM0** 的电阻式触摸屏控制

Eason Zhou and Wiky Liao

摘要

本应用手册介绍了如何使用 MSPM0L1306 LaunchPad™ 通过 GPIO 和 ADC 来控制 4 线电阻式触摸屏，这在应用中更常见。获取位置后，MCU 通过 LaunchPad 上的反向通道 UART 将结果上传到 PC。

本应用手册详细说明如何通过 GPIO 和 ADC 基于 MSPM0L1306 实现电阻式触摸屏控制。本文档介绍了控制方法以及开发过程中的关键注意事项。

内容

1 简介	2
2 硬件连接	2
3 LaunchPad 设置	3
4 软件结构	4
5 设计注意事项	5
5.1 IO 选择注意事项	5
5.2 Y 轴和 X 轴测量方法	6
5.3 触摸检测方法	6
6 评估步骤	7
7 总结	8
8 参考资料	8

插图清单

图 2-1. 系统方框图	2
图 2-2. 实际硬件设置	2
图 3-1. 拆除 Launchpad 跳线	3
图 4-1. 软件工程	4
图 5-1. 测量设置	6
图 5-2. 触摸检测设置	6
图 5-3. 触摸检测阈值	7
图 6-1. 运行时结果	7

表格清单

表 3-1. LaunchPad 引脚连接	3
表 5-1. 绝对最大额定值	5

商标

LaunchPad™ and Code Composer Studio™ are trademarks of Texas Instruments.

所有商标均为其各自所有者的财产。

1 简介

电阻式触摸屏的工作原理是：在电阻器网络上施加电压，并测量矩阵中给定点（输入触控笔、笔或手指触摸屏幕处）的电阻变化。它由 ITO 制成的两个透明电阻层组成。电阻比的变化标示了触摸屏上的位置。两种最常用的电阻式架构使用 4 线或 5 线配置。相关软件可在 [MSPM0L1306 RESISTIVE-TOUCH-APPSW](#) 获取。

2 硬件连接

图 2-1 展示了系统方框图。在设置中使用电阻式触摸屏和 MSPM0L1306 LaunchPad。

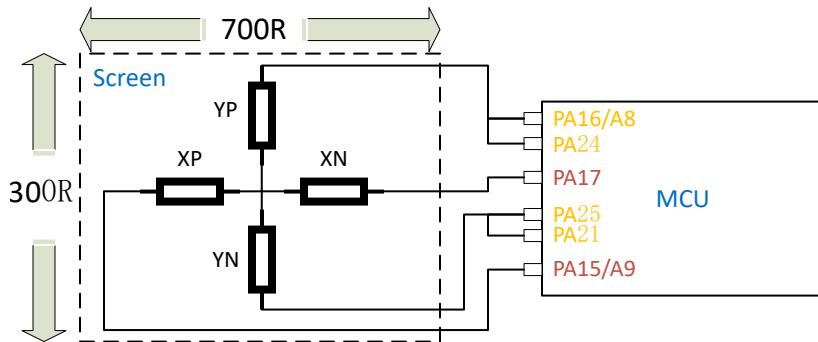


图 2-1. 系统方框图

实际设置如图 2-2 所示。

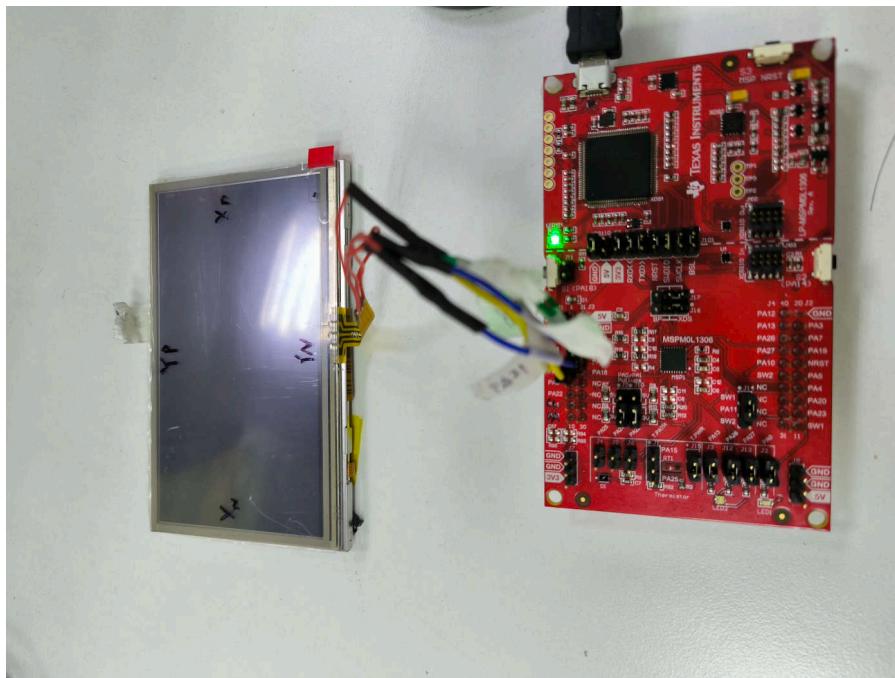


图 2-2. 实际硬件设置

3 LaunchPad 设置

对于 MSPM0L1306 LaunchPad，表 3-1 显示了引脚和引脚功能。也可以在图 2-1 中查看。有关更多详细信息，请参阅软件工程中的 SysConfig 文件。

表 3-1. LaunchPad 引脚连接

使用的引脚	引脚功能	屏幕控制
PA16	GPIO ; ADC 通道 8	
PA24	GPIO	Y 轴正方向
PA17	GPIO	X 轴正方向
PA25	GPIO	
PA21	GPIO	Y 轴负方向
PA15	GPIO ; ADC 通道 9	X 轴负方向

本演示中使用的引脚也会连接到 LaunchPad 上的外设。如图 3-1 所示，执行测试之前，请先拆除这些跳线。

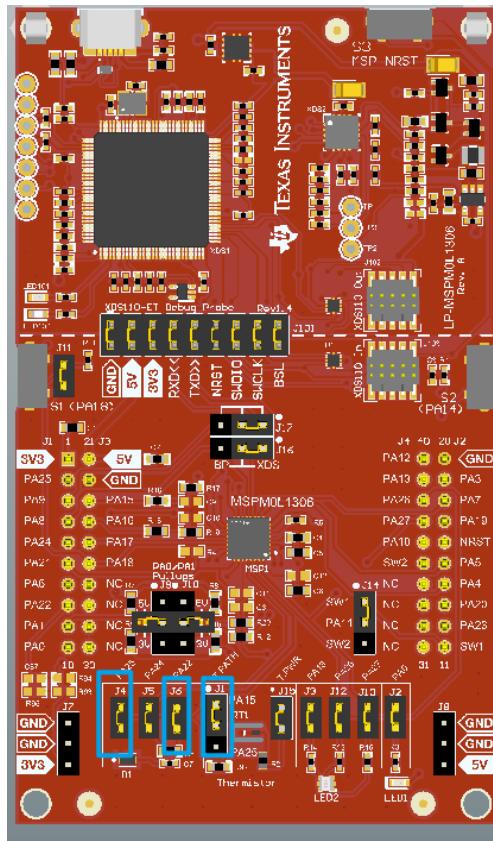


图 3-1. 拆除 LaunchPad 跳线

4 软件结构

在 CCS 中开发的软件工程如图 4-1 所示。软件工程主要由三个部分组成。

resistive_detection 部分包含 IO 和 ADC 控制，用于获取 Y 轴和 X 轴。

UART 部分主要包含基于 UART 协议的 M0 写入函数，并通过反向通道 UART 将测量结果上传到 PC。

Main 部分包含系统中权限最高的功能代码。MCU 上电后，MSPM0 将开始电阻式屏幕检测。如果检测到触摸，则电阻式屏幕检测会测量 Y 轴和 X 轴的电压，并将坐标上传到 PC。

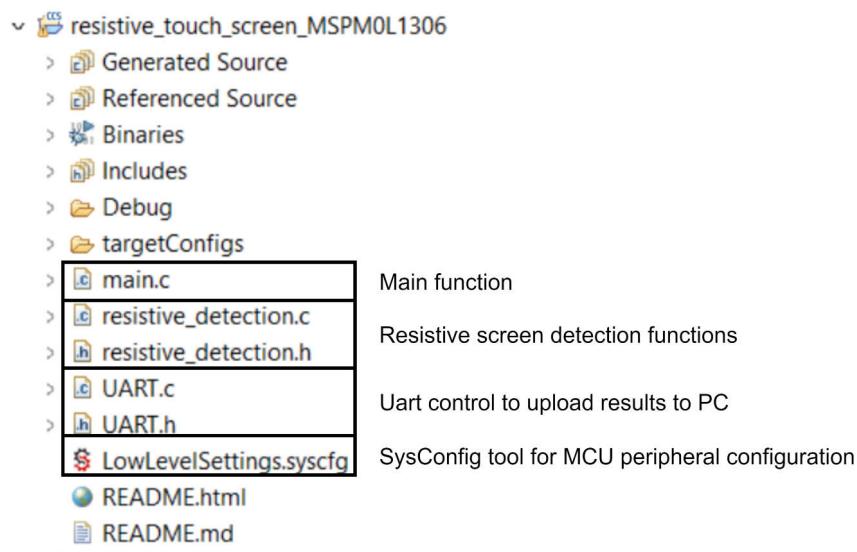


图 4-1. 软件工程

5 设计注意事项

5.1 IO 选择注意事项

在图 2-1 中，两个 IO 用于 Y 轴方向驱动，一个 IO 用于 X 轴驱动。请注意以下两个注意事项：

1. MSPM0 IO 电流输出和输入限制
2. MSPM0 IO 内部电阻

电阻式触摸屏的 X 轴电阻为 700 欧姆，Y 轴电阻为 300 欧姆。使用 3.3V 作为系统电源。这意味着，用户需要 11mA 来驱动 X 轴上的电阻，并需要 4.7mA 来驱动 Y 轴上的电阻。如表 5-1 所示，MSPM0 L1306 电流限制为 6mA，可以在数据表中找到。如果用户超过此规格，则 MSPM0 可能会发生永久性损坏。因此，TI 建议使用两个 GPIO 来驱动 Y 轴，使用一个 GPIO 来驱动 X 轴。

表 5-1. 绝对最大额定值

参数		测试条件	最小值	最大值	单位
VDD	电源电压	在 VDD 引脚处	-0.3	4.1	V
V _I	输入电压	施加到任何 5V 容限开漏引脚	-0.3	5.5	V
V _I	输入电压	施加到任何常见容限引脚	-0.3 (最大值为 4.1)	V _{DD} + 0.3	V
I _{VDD}	流入 VDD 引脚的电流 (拉电流)	-40°C ≤ T _j ≤ 130°C		80	mA
	流入 VDD 引脚的电流 (拉电流)	-40°C ≤ T _j ≤ 85°C		100	mA
I _{VSS}	流出 VSS 引脚的电流 (灌电流)	-40°C ≤ T _j ≤ 130°C		80	mA
	流出 VSS 引脚的电流 (灌电流)	-40°C ≤ T _j ≤ 85°C		100	mA
I _{IO}	SDIO 引脚的电流	SDIO 引脚灌入或拉出的电流		6	mA
	HSIO 引脚的电流	HSIO 引脚灌入或拉出的电流		6	mA
	ODIO 引脚的电流	ODIO 引脚灌入的电流		20	mA
I _D	受支持的二极管电流	任一器件引脚上的二极管电流		±2 (1)	mA

(1) 应力超出绝对最大额定值下列出的值可能会对器件造成永久损坏。这些仅为应力额定值，并不意味着器件在这些条件下以及在建议运行条件以外的任何其他条件下能够正常运行。长时间处于绝对最大额定条件下可能会影响器件的可靠性。

MSPM0 内部 IO 电阻会导致电阻式屏幕检测出现偏移。对于某些高分辨率应用，这是不可接受的。如果用户希望降低影响，可通过两种方法进一步提高性能。

1. 添加更多 IO 来驱动屏幕，从而将负载电流分散到更多 IO 引脚。
2. 将 ADC 添加到正轴和负轴 IO。驱动屏幕时，直接测量分配给 IO 内部电阻器的电压。

5.2 Y 轴和 X 轴测量方法

图 5-1 展示了触摸检测方法。当有人触摸时，检测方法会将电阻式触控层连接到上下两端。

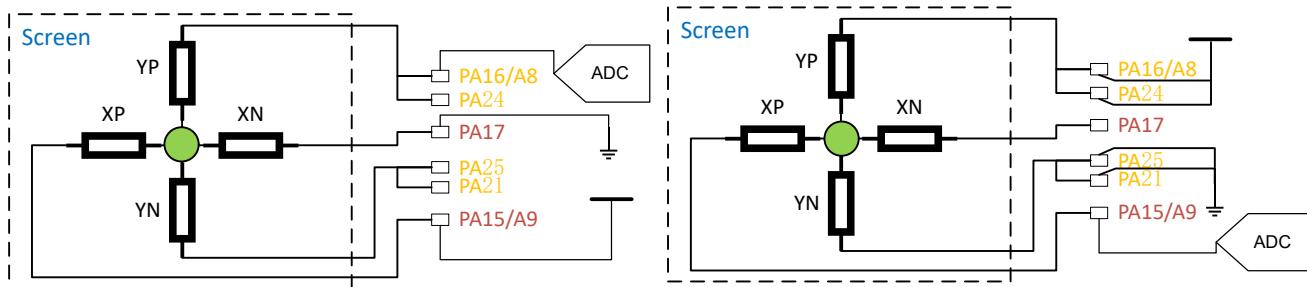


图 5-1. 测量设置

对于 X 轴检测，将 PA17 设置为输出高电平，将 PA15 设置为输出低电平。将其他引脚设置为模拟功能（高阻抗模式）。然后，启用 PA15 的 ADC 通道进行测量。

对于 Y 轴检测，将 PA16 和 PA24 设置为高电平输出，PA25 和 PA21 设置为低电平输出。将其他引脚设置为模拟功能（高阻抗模式）。然后，启用 PA15 的 ADC 通道进行测量。

在获取电压后，ADC 会进行过采样以降低噪声，并将 ADC 结果直接作为坐标输出，通过 UART 通信发送。

5.3 触摸检测方法

使用触摸检测的原因是：如果使用测量方法进行检测，可能会出现问题。

电阻式触控层未连接时，ADC 悬空。没有触摸时，结果会受到 IO 开关耦合的噪声的严重影响。这意味着，ADC 会不断输出固定坐标。发生触摸时，两个电阻式触控层之间包含一个电阻，当触摸非常弱时，电阻值会非常高。这也会对 ADC 输出产生干扰。

MSPM0 设置如图 5-2 所示。在进行检测时，将 Y 轴设为正向 IO，Y 轴设为负向 IO，以使所有输出为高电平。在本演示中，使用 ADC 进行测量。为了满足低功耗要求，用户可以改用 GPIO 并与唤醒功能结合使用。

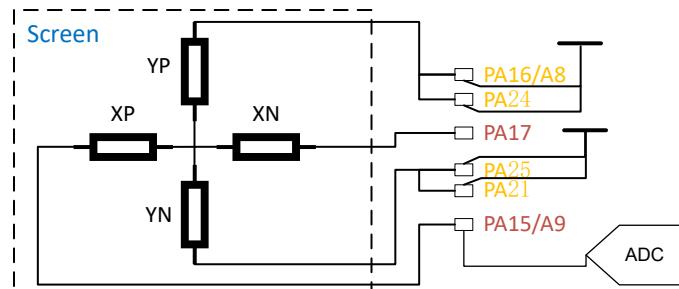


图 5-2. 触摸检测设置

使用 ADC 进行检测，以过滤触摸操作的低压条件。resistive_detection.h 中的 Touch_detection_THRESHOLD 用于实现此操作。MSPM0 ADC 配置为 8 位模式，这意味着最大输出计数器为 255。用户可以略微调整此参数值，以检查何时释放检测信号。

```

  1 #ifndef RESISTIVE_DETECTION_H_
  2 #define RESISTIVE_DETECTION_H_
  3
  4 #define X_ADC_CHANNEL      DL_ADC12_INPUT_CHAN_9
  5 #define Y_ADC_CHANNEL      DL_ADC12_INPUT_CHAN_8
  6
  7 #define TOUCH_DETECTION_THD 250
  8
  9 #include "ti_msp_dl_config.h"
 10
 11 uint8_t readTouchX(void);
 12 uint8_t readTouchY(void);
 13 bool touchIODetection(void);
 14 void touchIOReset(void);
 15 uint8_t ADC_sample(uint32_t adc_channel);
 16
 17#endif /* RESISTIVE_DETECTION_H_ */

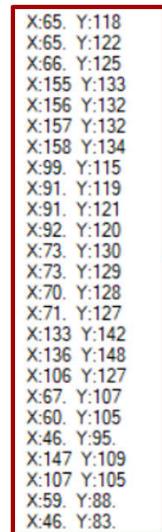
```

图 5-3. 触摸检测阈值

6 评估步骤

1. 按照 [节 5.1](#) 中的说明计算所需的 IO。
2. 按照 [节 2](#) 中的说明，在 MSPM0L1306 LaunchPad 和触摸屏之间建立连接。
3. 在计算机上安装 **Code Composer Studio™ (CCS)** 并加载代码示例。
4. 触摸 MSPM0 后，结果将通过反向通道 UART 上传到 PC，如 [图 6-1](#) 所示。坐标仅在有触摸时更新。

Only output coordinates
when touch is existed



```

X:65. Y:118
X:65. Y:122
X:66. Y:125
X:155 Y:133
X:156 Y:132
X:157 Y:132
X:158 Y:134
X:99. Y:115
X:91. Y:119
X:91. Y:121
X:92. Y:120
X:73. Y:130
X:73. Y:129
X:70. Y:128
X:71. Y:127
X:133 Y:142
X:136 Y:148
X:106 Y:127
X:67. Y:107
X:60. Y:105
X:46. Y:95.
X:147 Y:109
X:107 Y:105
X:59. Y:88.
X:46. Y:83.
  
```

图 6-1. 运行时结果

5. 根据经验调整 `TOUCH_DETECTION_THD` 和检测频率。

7 总结

本应用手册详细说明如何通过 GPIO 和 ADC 基于 MSPM0L1306 实现电阻式触摸屏控制。通过控制方法说明、开发中的重点注意事项以及软件示例代码，用户可以轻松将电阻式触控设计迁移到其他 MSPM0 平台。

8 参考资料

- 德州仪器 (TI) , [MSPM0L1306-RESISTIVE-TOUCH-APPSW](#)

重要通知和免责声明

TI“按原样”提供技术和可靠性数据（包括数据表）、设计资源（包括参考设计）、应用或其他设计建议、网络工具、安全信息和其他资源，不保证没有瑕疵且不做出任何明示或暗示的担保，包括但不限于对适销性、与某特定用途的适用性或不侵犯任何第三方知识产权的暗示担保。

这些资源可供使用 TI 产品进行设计的熟练开发人员使用。您将自行承担以下全部责任：(1) 针对您的应用选择合适的 TI 产品，(2) 设计、验证并测试您的应用，(3) 确保您的应用满足相应标准以及任何其他安全、安保法规或其他要求。

这些资源如有变更，恕不另行通知。TI 授权您仅可将这些资源用于研发本资源所述的 TI 产品的相关应用。严禁以其他方式对这些资源进行复制或展示。您无权使用任何其他 TI 知识产权或任何第三方知识产权。对于因您对这些资源的使用而对 TI 及其代表造成的任何索赔、损害、成本、损失和债务，您将全额赔偿，TI 对此概不负责。

TI 提供的产品受 [TI 销售条款](#)、[TI 通用质量指南](#) 或 [ti.com](#) 上其他适用条款或 TI 产品随附的其他适用条款的约束。TI 提供这些资源并不会扩展或以其他方式更改 TI 针对 TI 产品发布的适用的担保或担保免责声明。除非德州仪器 (TI) 明确将某产品指定为定制产品或客户特定产品，否则其产品均为按确定价格收入目录的标准通用器件。

TI 反对并拒绝您可能提出的任何其他或不同的条款。

版权所有 © 2025，德州仪器 (TI) 公司

最后更新日期：2025 年 10 月