ML56滑塊型電容式觸控感測器來控制 ARGB LED

NuMicro® 8 位系列微控制器範例代碼介紹

文件資訊

應用簡述	本範例代碼使用ML56 系列的滑塊型電容式觸控感測器來調整 ARGB LED 亮度並利用SPI 來模擬ARGB LED 的時序
BSP 版本	ML51 Series BSP V2.00.001
開發平台	ML56 Demo Board v1.0

1 概述

此範例代碼使用ML56 系列的滑塊型電容式觸控感測器來調整ARGB LED 亮度並利用SPI 來模擬ARGB LED 的時序，達到直覺式亮度調整的目的。

ML56 演示板是帶有滑塊和滾輪的演示板，該板上的所有感測器都是電容式觸控按鍵感應。其中，滑塊是使用6 個電容式觸控按鍵所組成，連接到以下腳位：TK2(P29)、TK3(P28)、TK4(P27)、TK5(P26)、TK6(P25) 和 TK7(P24)。當手指觸摸 PCB 上的銅箔區域時，可藉由偵測其電容變化量來得到當下的位置。滑塊支持4 種分辨率(10、20、50 以及 100)，校正參數如圖 1-1所示。以此範例代碼為例子，使用的分辨率為100，代表滑塊的有效位置範圍為0-100，其值會對應到LED 燈條亮度為 0-100%。

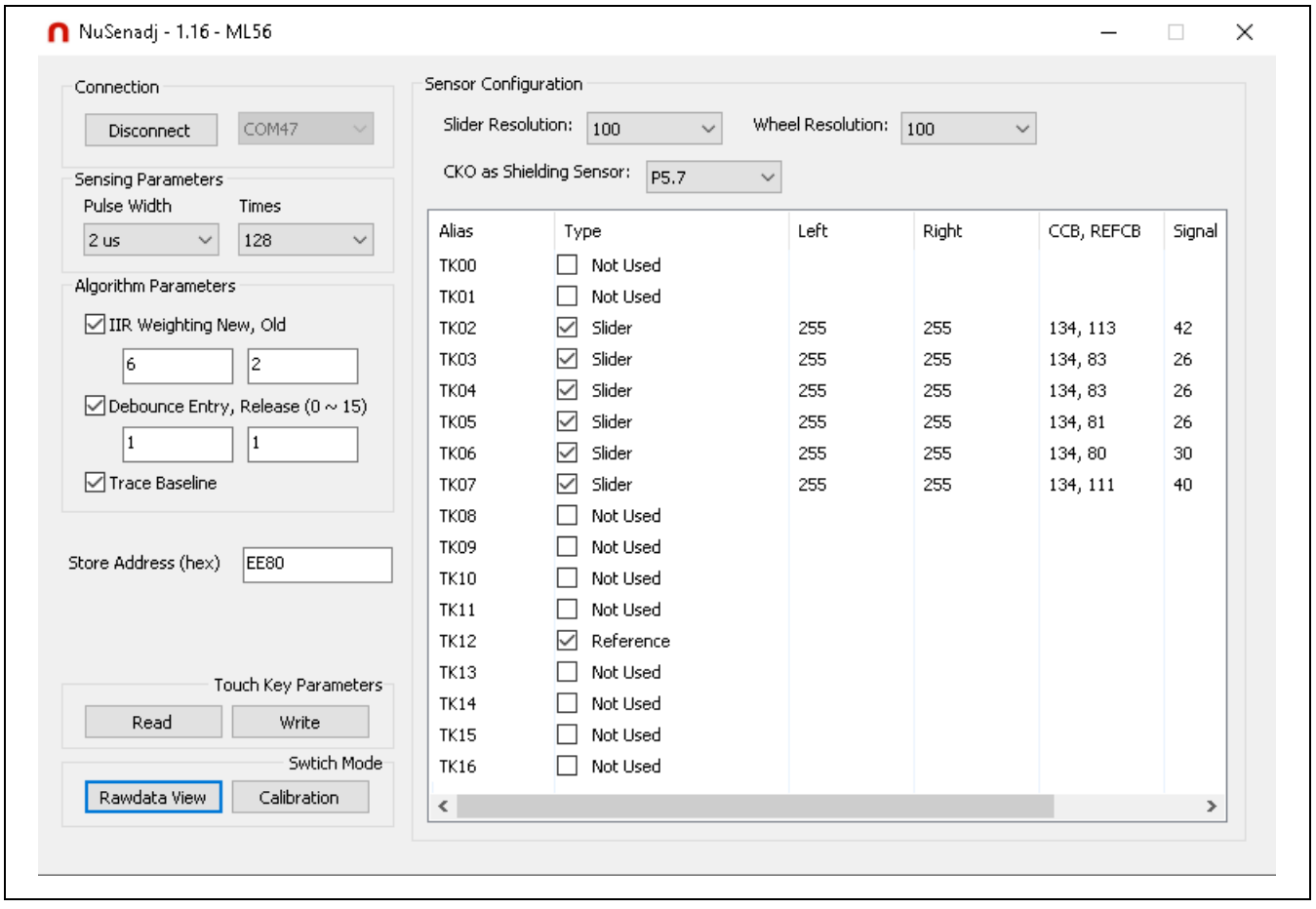

圖 1-1 ML56 電容式觸控感測器校正參數

1.1 原理

1.1.1 ARGB LED 資料傳輸時間(TH+TL=1.25 us ± 600 ns)

ARGB LED 時序圖如圖 1-2到圖 1-4所示。邏輯'0'定義為高準位0.4 us ± 150 ns 與低準位0.85 us ± 150 ns; 邏輯'1'定義為高準位0.8 us ± 150n s 與低準位0.45 us ± 150 ns;重置訊號定義為大於50 us的低準位。

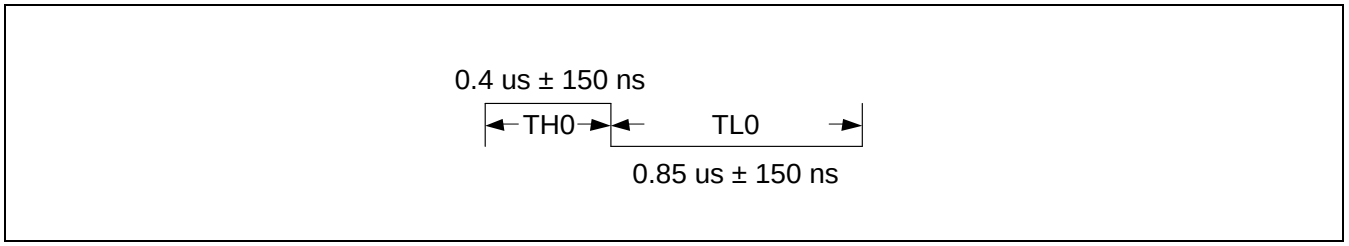

圖 1-2 邏輯'0'

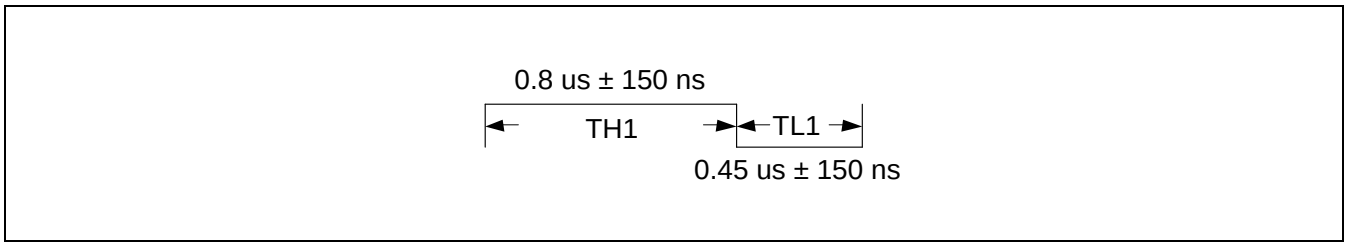

圖 1-3 邏輯'1'

圖 1-4 重置

1.1.2 SPI 時鐘頻率

程式中設定系統時鐘HIRC 為24 MHz 以及SPI 時鐘除頻值為8，由此可計算出SPI 時鐘速率為3 MHz，這代表一個SPI 時鐘為 0.333 us。換句話說，邏輯'0' 映射為SPI 位元樣式為'1000'; 輯'1' 映射為SPI 位元樣式為'1110'，亦即3 個位元組的RGB 資料格式可轉化成12 個位元組的SPI 資料格式。

1.2 如何使用 NuSenadj

請按照以下操作步驟操作。

1. 使用 ICP programming tool 燒錄 calibration.bin 檔案，如圖 1-5 所示。此檔案存在 TK_Utility 資料夾中。

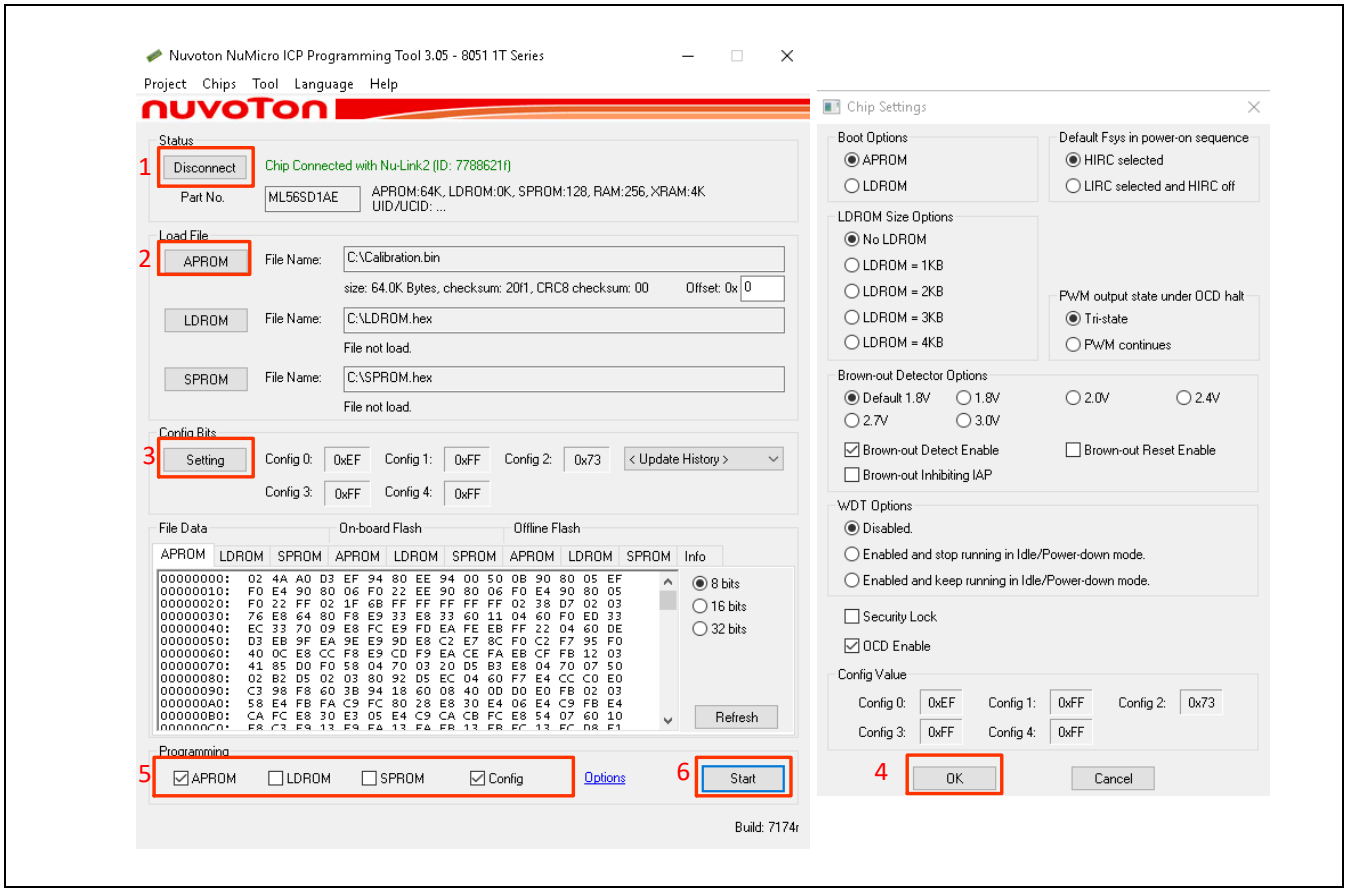

圖 1-5 燒錄 Calibration.bin 檔案

2. 使用 NuSenadj.exe 設定校正參數與啟動校正程序，如圖 1-6 與圖 1-7 所示。

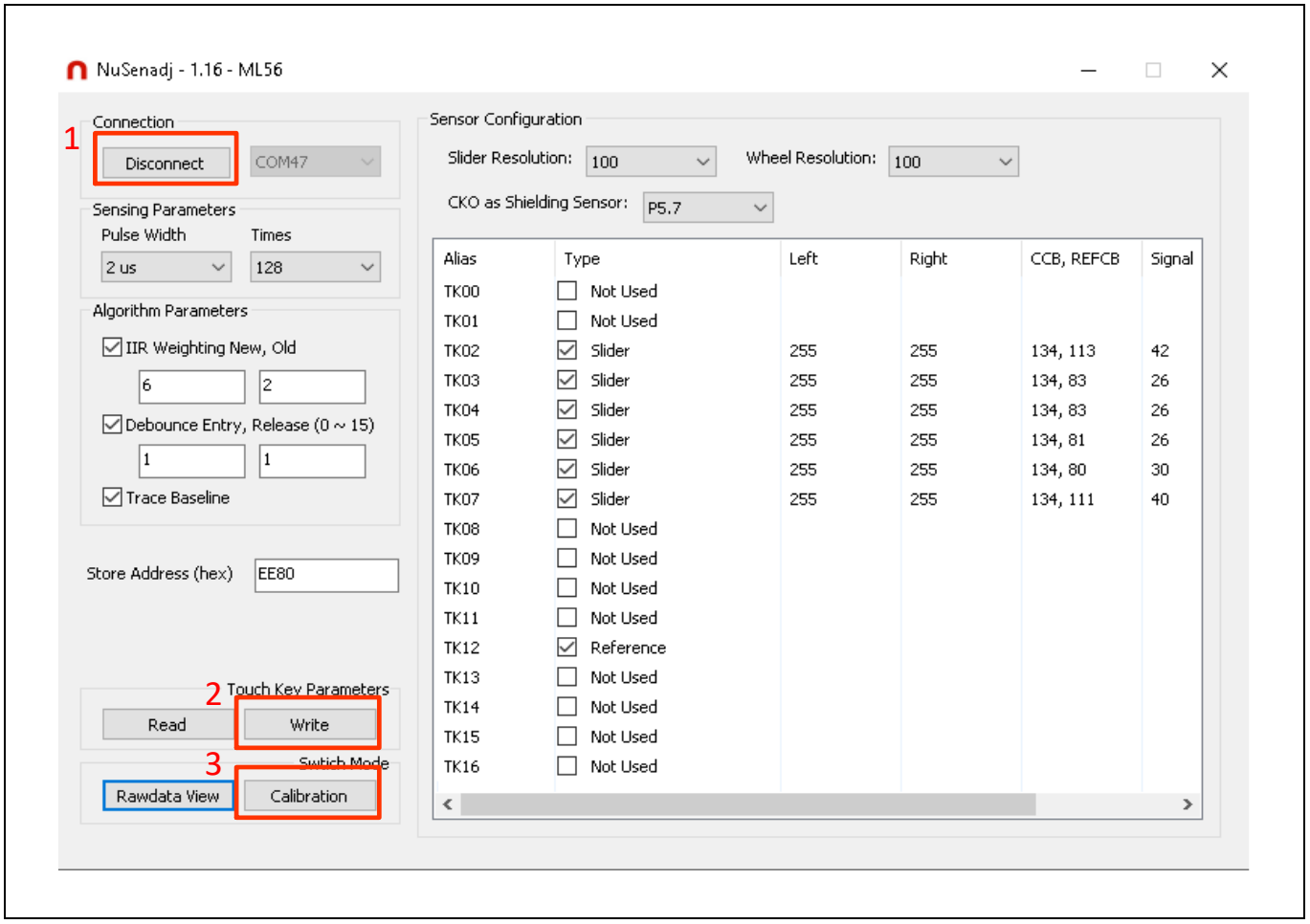
NuSenadj - 1.16 - ML56
1
Connection
Disconnect
COM47
Sensing Parameters
Pulse Width
Times
2 us
128
Algorithm Parameters
IIR Weighting New, Old
6
2
Debounce Entry, Release (0 ~ 15)
1
1
Trace Baseline
Store Address (hex)
EE80
2
Touch Key Parameters
Read
Write
3
Switch Mode
Rawdata View
Calibration
Sensor Configuration
Slider Resolution:
100
Wheel Resolution:
100
CKO as Shielding Sensor:
P5.7
Alias
Type
Left
Right
CCB, REFCB
Signal
TK00 Not Used
TK01 Not Used
TK02 Slider 255 255 134, 113 42
TK03 Slider 255 255 134, 83 26
TK04 Slider 255 255 134, 83 26
TK05 Slider 255 255 134, 81 26
TK06 Slider 255 255 134, 80 30
TK07 Slider 255 255 134, 111 40
TK08 Not Used
TK09 Not Used
TK10 Not Used
TK11 Not Used
TK12 Reference
TK13 Not Used
TK14 Not Used
TK15 Not Used
TK16 Not Used

圖 1-6 設定校正參數

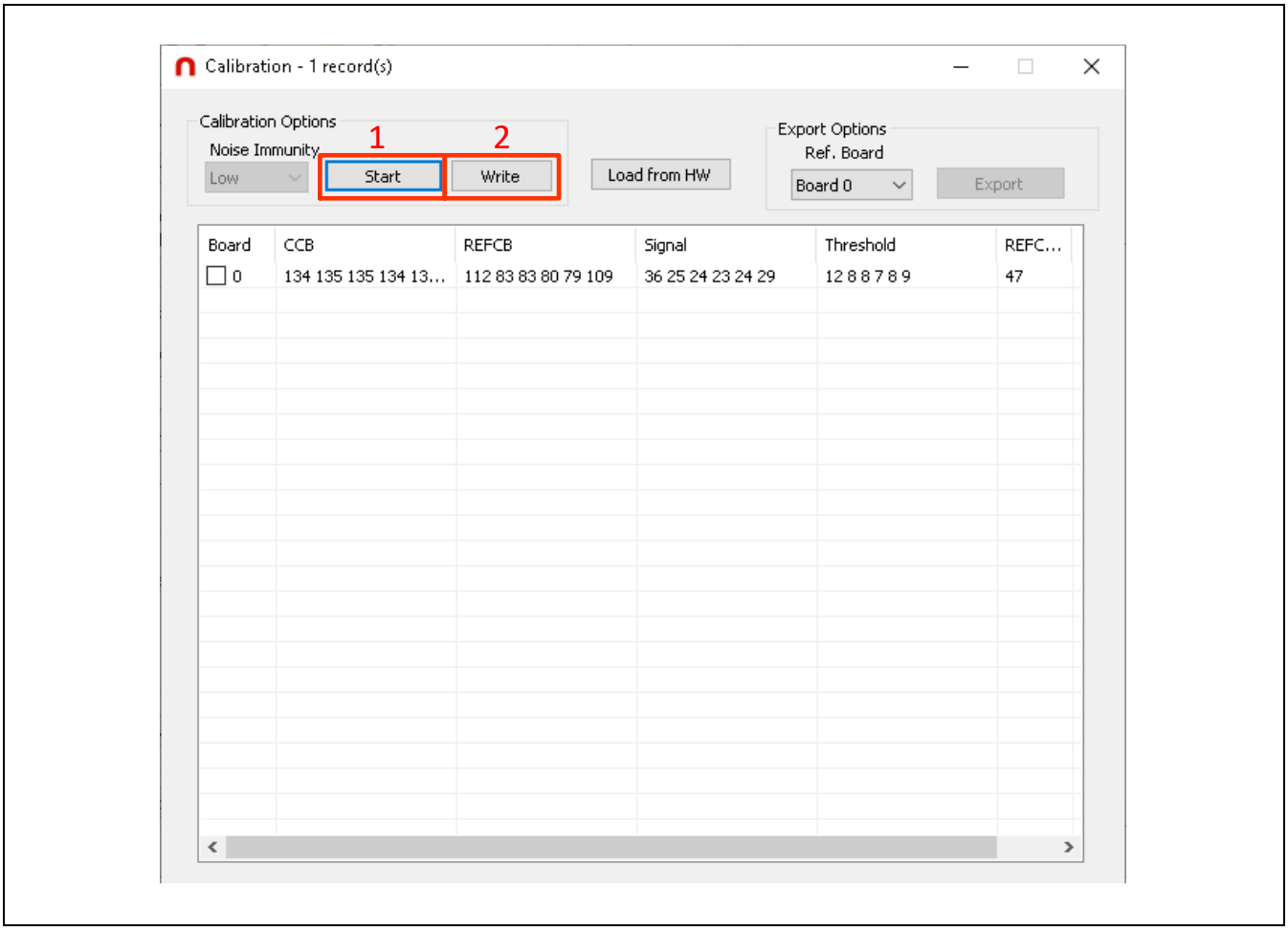

圖 1-7 進入校正程序

3. 使用 Keil 燒錄 ML56_Slider_ARGB 專案。

1.3 執行結果

執行結果如圖 1-8所示。

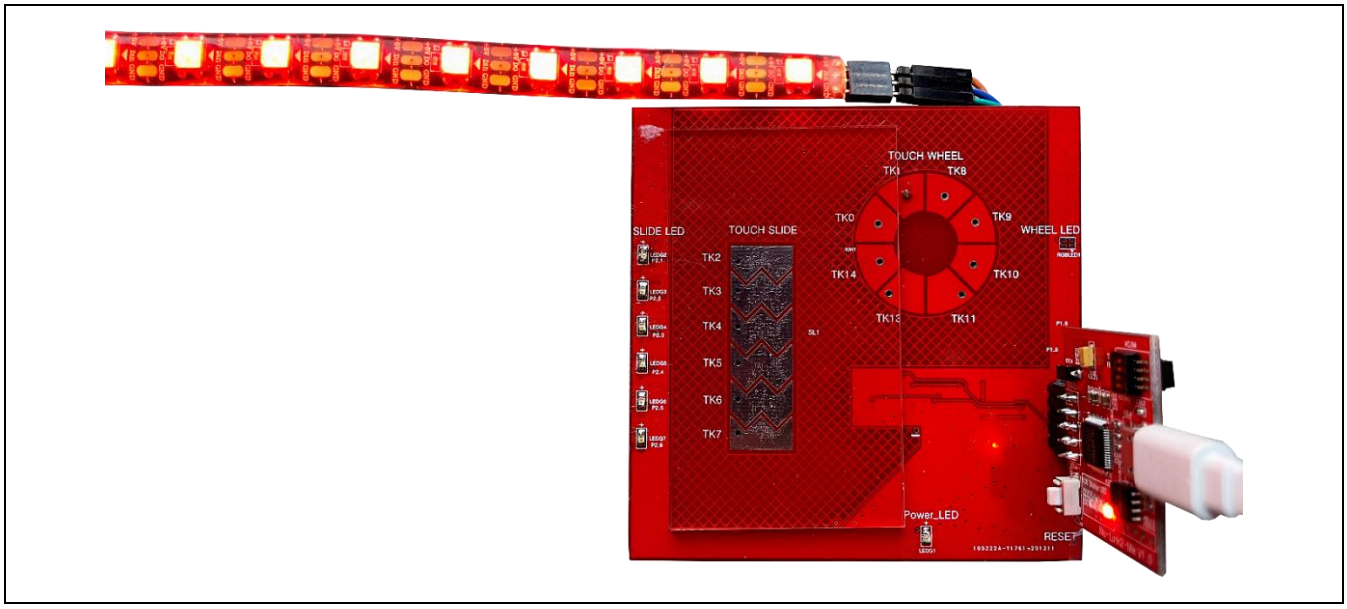
TOUCH WHEEL
TK1
TK8
TK0
TK9
SLIDE LED
TOUCH SLIDE
WHEEL LED
TK2
TK14
TK10
TK3
TK4
TK13
TK11
TK5
TK6
TK7
Power_LED
RESET

圖 1-8 執行結果

2 代碼介紹

代碼工作流程如下：

1. main.c 中初始化 ML56 相關外設，包含 FMC、touch key、SPI、與 Timer 2

   - FMC 是用來從 flash 載入電容式觸控感測器的設定與校正參數
   - Touch key 是用來使能滑塊模組
   - SPI 是用來模擬 ARGB LED 時序
   - Timer 2 是用來設定電容式觸控感測器的掃描時間

2. 在 while 迴圈中呼叫 TK_RawDataView() 來得到手指觸摸滑塊當下的位置；並將此值代入 Slider_TOPDOWN() 的引數中來計算出相對應的 ARGB LED 亮度

3. 使用 SPI_Send() 來模擬 ARGB LED 時序

```
int32_t main(void)
{
    uint32_t u32ChanelMsk;
    int8_t i8Ret = 0;
    uint8_t rate;

    /* Initialize FMC to Load TK setting and calibration data from flash */
    FMC_Open();
    i8Ret = TK_LoadPara(&u32ChanelMsk);

    /* Fail to load TK setting and calibration data from flash */
    if(i8Ret < 0)
    {
        while(1);
    }

    /* Init TK Controller */
    TK_Init();

    /* Initialize Multiple Function Pins for TK */
    SetTkMultiFun(u32ChanelMsk);

    /* Init systick 20ms/tick */
    Init_SysTick();
```

```
    /* Install Tick Event Handler To Drive Key Scan */
    TickSetTickEvent(1, TickCallback_KeyScan);
    TickSetTickEvent(5, TickCallback_SliderScan);

    /* Init SPI Controller */
    SPI_Init();

    /* Enable all interrupt */
    set_IE_EA;

    /* Init LED to all disable */
    Disable_TOPDOWN();
    SPI_Send();
    do
    {
         /* Report slider position */
        TK_RawDataView();

         /* Control LED */
        if (spi_finish_flag == 0 )
        {
             /* Calculate LED brightness */
            Slider_TOPDOWN(i8SliderPercentage);

             /* Using SPI to control LED strip */
            SPI_Send();
        }

    }
    while (1);
    return 0;
}
```

當 TK_RawDataView() 被呼叫時，會回傳滑塊當下被手指觸摸到的位置。預設 20 ms 會更新一次滑塊位置。

```
void TK_RawDataView(void)
{
    /* The buffer size is equal to the ML56 TK channels*/
    xdata int8_t ai8Signal[TKLIB_TOL_NUM_KEY];
    int8_t ai8TmpSignal[TKLIB_TOL_NUM_KEY];

    if (u8EventKeyScan == 1)
    {
        uint8_t i;
        u8EventKeyScan = 0;

         /* Scan all enable key, slider and wheel channels */
        i8Ret = TK_ScanKey(&ai8Signal[0]);

#if defined(OPT_SLIDER)
        {
            /** To save buffer size, re-used the ai8Signal[] buffer
              * Remember that the buffer will be destroied
              */
            uint16_t u16ChnMsk; /* ML56 is only 15 TK channels */
            uint8_t u8Count = 0, i;
            static uint8_t updatecount = 0;

            updatecount = updatecount+1;
            if(updatecount < 5)
                return;
            updatecount = 0;
```

```
            /* Get slider channels */
            u16ChnMsk = TK_GetEnabledChannelMask(TK_SLIDER);

            /* Check slider be pressed */
            if(TK_CheckSliderWheelPressed(TK_SLIDER) == 1)
            {
                for (i = 0; i < TKLIB_TOL_NUM_KEY ; i++)
                {
                    if (u16ChnMsk & (1ul << i))
                    {
                        ai8TmpSignal[u8Count] = ai8Signal[i];
                        u8Count = u8Count+1;
                    }
                }
                i8SliderPercentage = TK_SliderPercentage(ai8TmpSignal, u8Count);
            }
        }
#endif
    }
}
```

Slider_TOPDOWN() 將滑塊位置當作參數，其值會對應到 LED 燈條亮度為 0-100%。

```
void Slider_TOPDOWN(unsigned int slider_percentage)
{
    unsigned char TempR, TempG, TempB;
    unsigned long TempCal;

    /* Calculate brightness */
    TempCal = *(TestBright + (HDIV_Mod(HDIV_Div(slider_percentage, 2), TestArraySize)));
    TempCal = HDIV_Div((TempCal * TOPDOWNBrightness), 200);

    /* Calculate color and set transfer data */
    TempR = HDIV_Div((TOPDOWNRGBColor[0] * TempCal), 200);
    TempG = HDIV_Div((TOPDOWNRGBColor[1] * TempCal), 200);
    TempB = HDIV_Div((TOPDOWNRGBColor[2] * TempCal), 200);
    Set_TOPDOWN_RGB(TempR, TempG, TempB);
}
```

3 軟體與硬體需求

- **軟體需求**
  - BSP 版本
    - ML51 Series BSP V2.00.001
  - IDE 版本
    - Keil uVersion 5.26
- **硬體需求**
  - 電路元件
    - ML56 Demo board
    - ARGB LED
  - 示意圖

使用 SPI MOSI 腳位來模擬 ARGB LED 時序圖，如圖 3-1 所示。

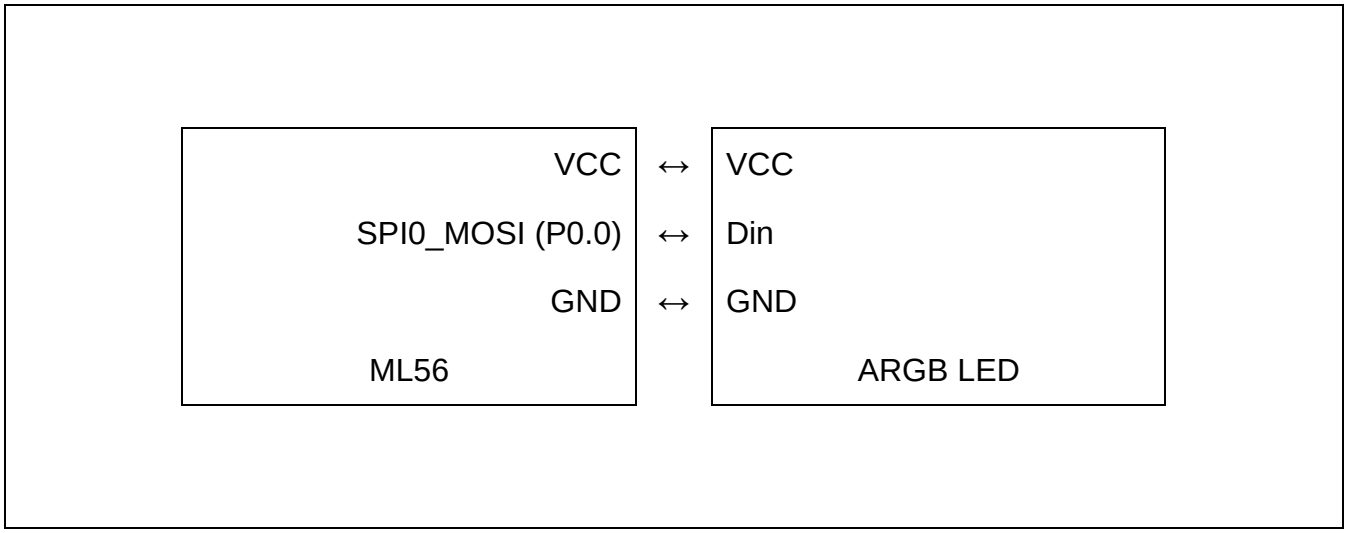

圖 3-1 硬體接線示意圖

4 目錄資訊

目錄資訊如圖 4-1所示。

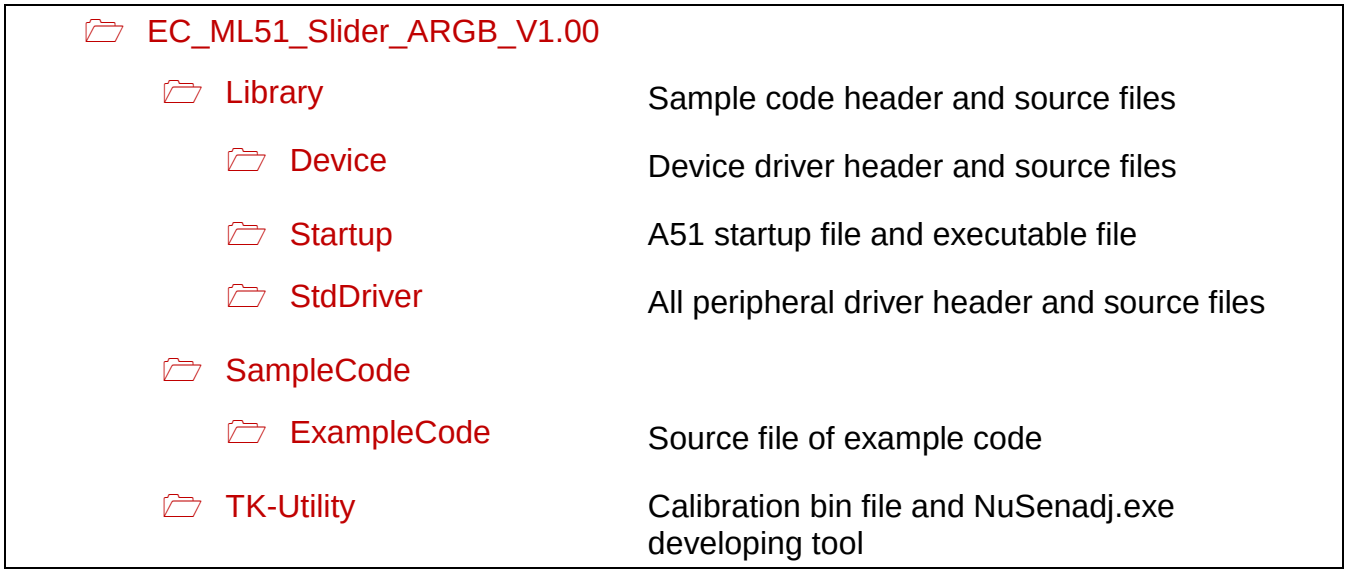

圖 4-1 目錄資訊

5 範例程式執行

1. 根據目錄資訊章節進入 ExampleCode 路徑中的 KEIL 資料夾，雙擊 *ML56_Slider_ARGB.uvproj*。
2. 進入編譯模式介面
   a. 編譯
   b. 下載代碼至記憶體
   c. 進入 / 離開除錯模式
3. 進入除錯模式介面
   a. 執行代碼

6 修訂紀錄

Date	Revision	Description
2021.07.29	1.00	1. 初始發布.

Important Notice

Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.