使用M030G的I2C讀取NCT7712Y 溫度感應器

NuMicro® 32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 M030G I2C 來讀取 NCT7712Y 溫度感應器
BSP 版本	M030G_Series_BSP_CMSIS_V3.02.000
開發平台	NuMaker-M030GTD V1.2

1. 概述

微控制器廣泛的應用在不同的環境溫度下，Nuvoton NuMicro® Cortex®–M0 M030G/M031G 系列搭配 NCT7712Y 高精準度的溫度傳感器，以此可以隨時監控當下的溫度。此範例程式將說明如何使用 I2C 取得溫度傳感器的溫度值。

1.1 原理

NCT7712Y 是一顆高精度的晶片熱傳感器。NCT7712Y 內建一組 12bit 的 ADC，以 0.0625°C 的分辨率轉換監測的溫度值。

1.1.1 NCT7712Y 暫存器簡介

NCT7712Y 暫存器編制，如圖 1-1 所示。

Idx	Register Name	Attr	Dft	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	LDT Readout	RO	0000	MNTREG_LT[12:0]/MNTREG_LT[11:0], 1'b0													RSV		EM
1	Configuration	RW	6080	OS	R[1:0]		F[1:0]		POL	TM	SD	CR[1:0]		AL	EM	RSV			
2	LT Low Alert Temp	RW	2580/ 4B00	LTLL[12:0]/LTLL[11:0], 1'b0													RSV		
3	LT High Alert Temp	RW	2800/ 5000	LTHL[12:0]/LTHL[11:0], 1'b0													RSV		
FD	CID (Chip ID)	RO	D1B5	16'hD1B5															
FE	VID (Vendor ID)	RO	50	8'h50								RSV							
FF	DID (Device ID)	RO	10	8'h10								RSV							

圖 1-1 NCT7712Y 暫存器編制

NCT7712Y 溫度讀出暫存器，如圖 1-2 所示。

Location : Address 00h
Type : Read Only
Power on default value : 00h

BIT	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
NAME	**Local Diode Temperature Readout Value.** The real temperature value calculation is referred to TEMPERATURE MEASUREMENT DATA FORMAT.															
VALUE	Sign	MNTREG_LT_MSB[10:4]							MNTREG_LT_LSB [3:0]				RSV			0
		*MNTREG_LT_MSB[11:4]								*MNTREG_LT_LSB [3:0]				RSV		*1

* The extended mode 13-bit configuration when EM bit is set 1'b1.

BIT	DESCRIPTION
15-0	The MNTREG_LT_MSB is an integer part. The MNTREG_LT_LSB is a decimal part.

圖 1-2 NCT7712Y 溫度讀出暫存器

NCT7712Y 配置暫存器描述，如圖 1-3 所示。

BIT	15	14	13	12	11	10	9	8
NAME	OS	R[1:0]		F[1:0]		POL	TM	SD
DEFAULT	0	1	1	0	0	0	0	0
BIT	7	6	5	4	3	2	1	0
NAME	CR[1:0]		AL	EM	RSV			
DEFAULT	1	0	0	0				

BIT	FLAG NAME	DESCRIPTION
15	OS	**One Shot :** Write 1 ADC will monitor one time If read '1' indicates ADC is busy converting, '0' indicates ADC is idle status.
14-13	R	**Converter Resolution :** 00: decimal point set 1 bit (0.5'C) 01: decimal point set 2 bits (0.25'C) 10: decimal point set 3 bits (0.125'C) 11: decimal point set 4 bits (0.0625'C)
12-11	F	**Fault Queue :** 00=1 times (default), 01=2 times, 10=4 times, 11=6 times
10	POL	**Polarity :** The polarity bit lets the user adjust the polarity of the ALERT pin output. If the POL bit is set to 0 (default), the ALERT pin becomes active low. When POL bit is set to 1, the ALERT pin becomes active high and the state of the ALERT pin is inverted. 0: low active 1: high active
9	TM	**Mode Alert :** ALERT output mode: 1=interrupt mode, 0=compare interrupt mode
8	SD	**Shutdown :** 1 indicates deep shut-down is enable
7-6	CR	**Conversion Rate:** 00 : 0.25Hz conversion rate; 01 : 1Hz conversion rate; 10 : 4Hz conversion rate; 11 : 8Hz conversion rate
5	AL	**Alert status (read only) :** Comparator mode (real time) status.
4	EM	**Extended Mode :** 0: normal mode: 12 bit, -128~127.9375 1: extended mode: 13 bit, (temperature register, high- & low-limit registers)

圖 1-3 NCT7712Y 配置暫存器描述

1.2 資料格式

NCT7712Y 提供 I2C 存取內部暫存器，支援 I2C Byte 讀/寫 和 Word 讀/寫 協議。

1.2.1 溫度傳感器公式

溫度傳感器可感應溫度範圍為 -50°C ~ +128°C，溫度資料格式採用 12 位元 2 的補數，如表格 1-1 所示。

TEMPERATURE	12-BITS DIGITAL OUTPUT
+128°C	0111 1111 1111
+127.9375°C	0111 1111 1111
+25°C	0001 1001 0000
+1°C	0000 0001 0000
+0.125°C	0000 0000 0010
+0°C	0000 0000 0000
- 0.125°C	1111 1111 1110
- 1°C	1111 1111 0000
- 25°C	1110 0111 0000
- 50°C	1100 1110 0000

表格 1-1 溫度資料格式採用 12 位元 2 的補數

1.2.2 資料寫到內部暫存器的格式

資料寫到內部暫存器的格式，如圖 1-4 所示。

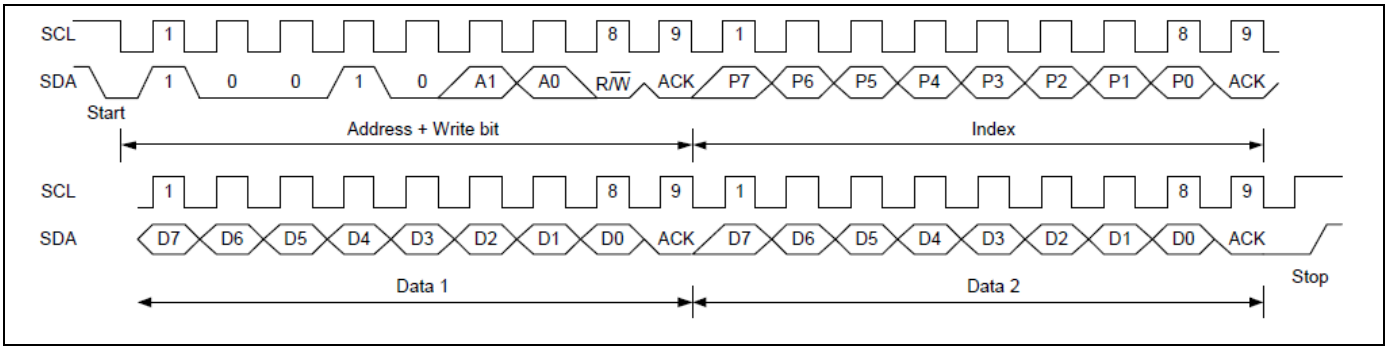

圖 1-4 資料寫到內部暫存器的格式

1.2.3 從內部暫存器讀取資料的格式

從內部暫存器讀取資料的格式，如圖 1-5 所示。

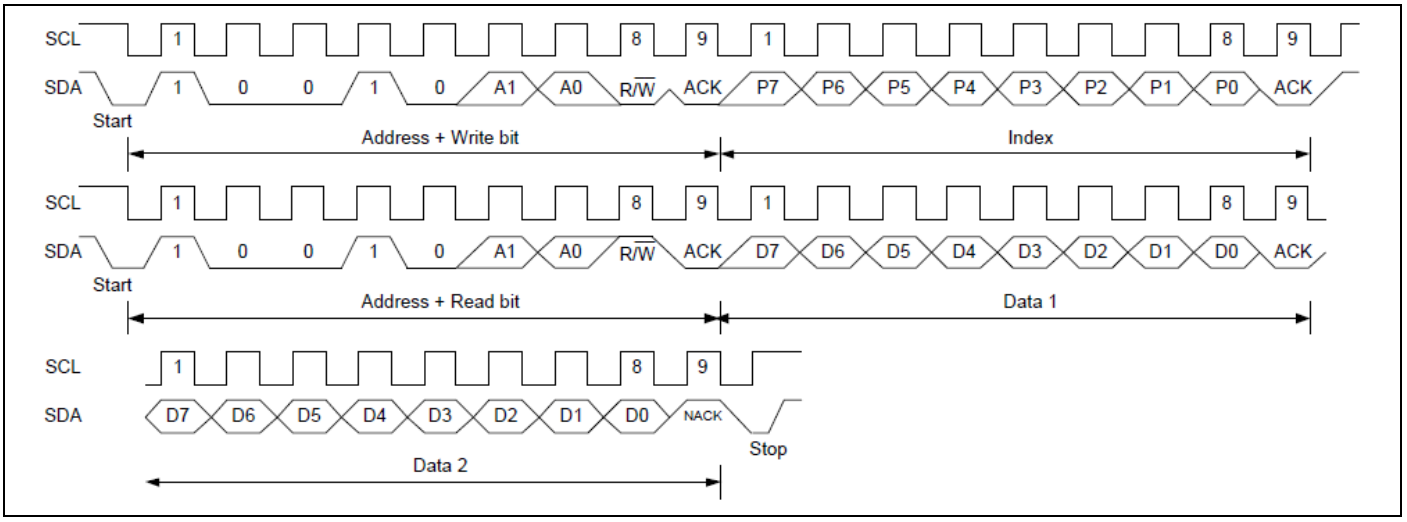

圖 1-5 從內部暫存器讀取資料的格式

1.2.4 裝置位址設定

NCT7712Y 的裝置為只設定，如圖 1-6 所示。

ADR pin connection	Interface Address
V_{SS}	1001_000xb
V_{DD}	1001_001xb
SDA	1001_010xb
SCL	1001_011xb

圖 1-6 裝置位址設定

注1. 以上使用圖片來自 NCT7712Y 規格書。

1.3 執行結果

1.3.1 I2C 讀出暫存器資料

用 I2C 讀出的暫存器資料，如圖 1-7 所示。

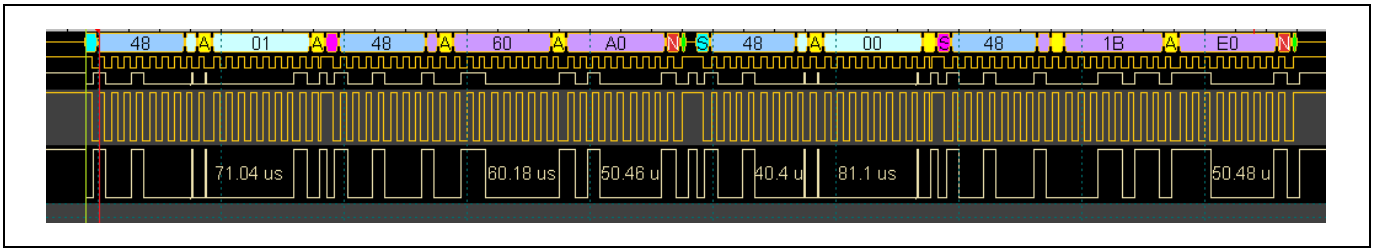

圖 1-7 用 I2C 讀出的暫存器資料

讀出資料是 01beh，LSB bit0 ~ bit3 是保留的，不使用。

Hexadecimal	Decimal	Temperature (°C)
01beh	446	27.8750

1.3.2 UART 輸出當前的溫度值

透過 UART 將當前的溫度值輸出，如圖 1-8 所示。

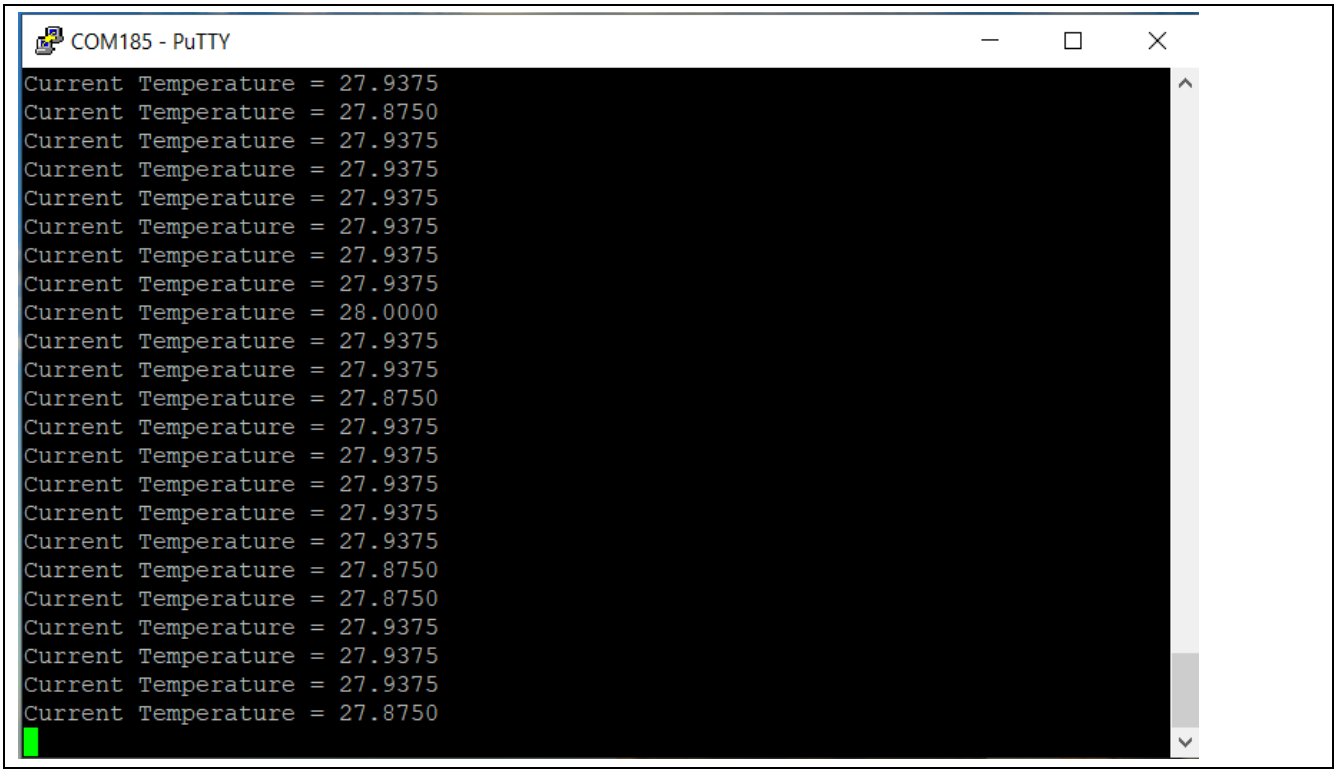

圖 1-8 UART 輸出當前的溫度值

2. 原始碼介紹

2.1 主程式流程圖

主程式流程圖，如圖 2-1 所示。

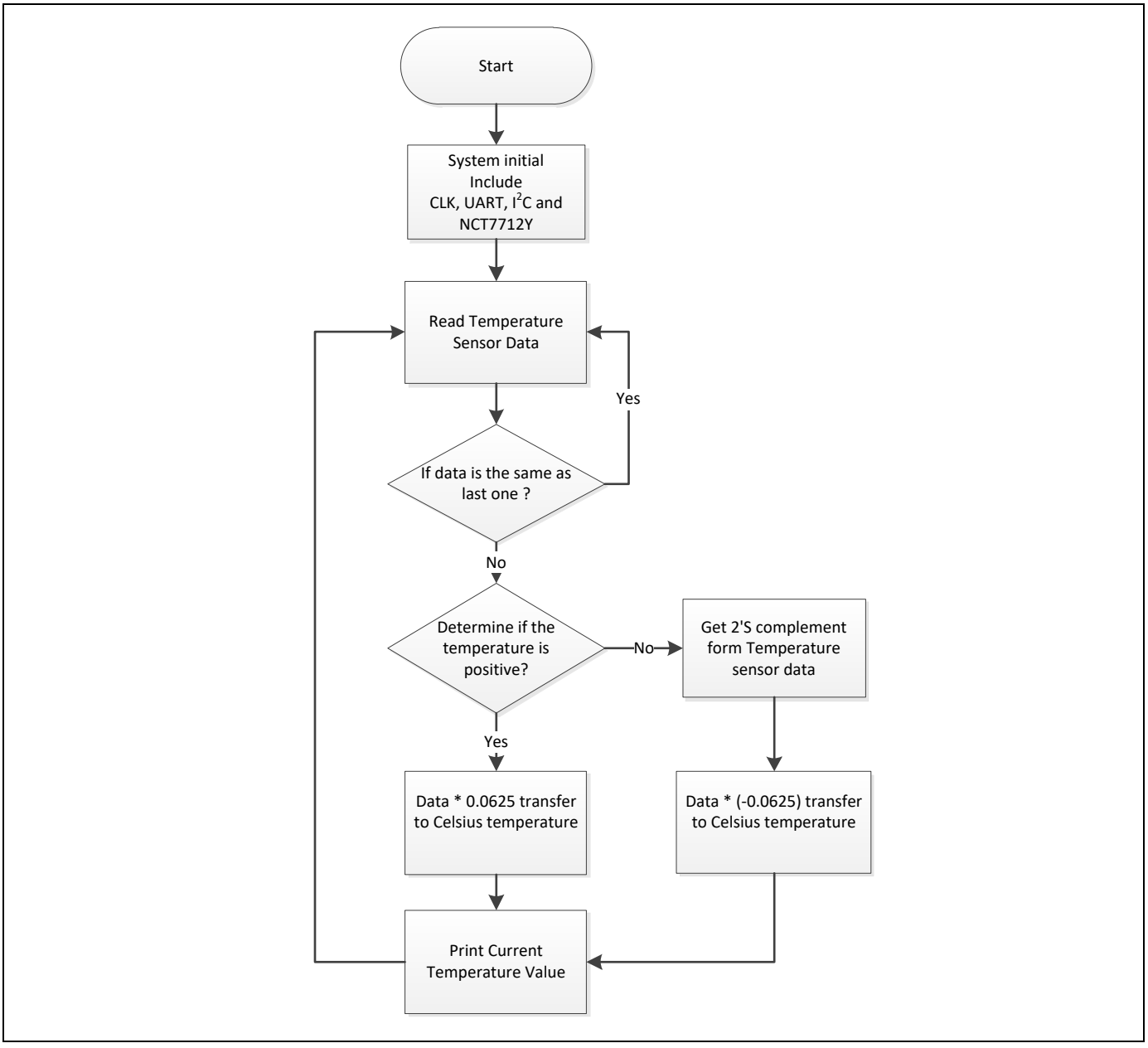

圖 2-1 主程式流程圖

2.2 定義 NCT7712Y

定義 NCT7712Y 位址, 資料和暫存器

```
#define OPT_NCT7712Y_RAWDATA
#define NCT7712Y_SLAVE_ADDR      0x48   // NCT7712Y ADR pin is Low
#define NCT7712Y_REG_WIDTH       0x02   // register data width 2 bytes
#define NCT7712Y_DATA_READY      BIT15  // NCT7712Y DataReady flag in bit-15 of Config.
#define NCT7712Y_REG_TEMP        0x00   // temp data in regIndex 0x00
#define NCT7712Y_REG_CONFIG      0x01   // Config. register in regIndex 0x01設置 NCT7712Y
配置暫存器
```

2.3 設置 NCT7712Y 配置暫存器

設置 NCT7712Y 配置暫存器和描述說明

```
void NCT7712Y_set_data(uint8_t u8RegIndex)
{
    uint8_t u8i2cBuf[2];

    u8i2cBuf[0] = 0x60;// High Byte : Converter Resolution :  0.0625 ;
    u8i2cBuf[1] = 0x80;// Low Byte  : Conversion Rate : 4Hz conversion rate;
    /*-------------------------------------------------------------------------*/
    /* bit3~0 :   Reserved                                                     */
    /* bit4   :   Extended Mode :                                              */
    /*                  0: normal mode: 12 bit, -128~127.9375;                 */
    /*                  1: extended mode: 13 bit;                              */
    /*                  (temperature register, high- & low-limit registers)    */
    /* bit5   :   Alert status (read only)                                     */
    /*                  Comparator mode (real time) status;                    */
    /* bit7~6 :   Conversion Rate :                                            */
    /*                  00 : 0.25Hz conversion rate;                           */
    /*                  01 : 1Hz conversion rate;                              */
    /*                  10 : 4Hz conversion rate;                              */
    /*                  11 : 8Hz conversion rate;                              */
    /* bit8   :   Shutdown :                                                   */
    /*                  1 indicates deep shun-down is enable;                  */
    /* bit9   :   Mode Alert :                                                 */
    /*                  ALERT output mode:                                     */
    /*                  1=interrupt mode;                                      */
    /*                  0=compare interrupt mode;                              */
    /* bit10  :   Polarity :                                                   */
    /* The polarity bit lets the user adjust the polarity of the ALERT pin output.  */
    /* If the POL bit is set to 0 (default), the ALERT pin becomes active low.      */
    /* When POL bit is set to 1, the ALERT pin becomes active high             */
    /* and the state of the ALERT pin is inverted.                             */
    /* 0: low active                                                           */
    /* 1: high active                                                          */
    /* bit12~11:  Fault Queue :                                                */
    /* bit14~13:  Converter Resolution :                                       */
    /*                  00: decimal point set 1 bit  (0.5'C)                   */
    /*                  01: decimal point set 2 bits (0.25'C)                  */
    /*                  10: decimal point set 3 bits (0.125'C)                 */
```

```
    /*                  11: decimal point set 4 bits (0.0625'C)                   */
    /* bit15   :  One Shot :                                                      */
    /*                  Write 1 ADC will monitor one time                         */
    /* If read'1' indicates ADC is busy converting, '0'indicates ADC is idle status.*/
    /*----------------------------------------------------------------------------*/

    I2C_WriteMultiBytesOneReg(I2C0, NCT7712Y_SLAVE_ADDR, u8RegIndex, u8i2cBuf,
    NCT7712Y_REG_WIDTH);

}
```

2.4 獲取 NCT7712Y 資料

獲取 NCT7712Y 溫度資料

```
static uint32_t NCT7712Y_get_data(uint8_t u8RegIndex)
{
    uint32_t u32NCT7712YData;
    uint8_t u8i2cBuf[2];

    u8i2cBuf[0] = 0x00;
    u8i2cBuf[1] = 0x00;
    I2C_ReadMultiBytesOneReg(I2C0, NCT7712Y_SLAVE_ADDR, u8RegIndex, u8i2cBuf,
                             NCT7712Y_REG_WIDTH);
    u32NCT7712YData = u8i2cBuf[0];
    u32NCT7712YData <<= 8;
    u32NCT7712YData &= 0xff00;
    u32NCT7712YData |= u8i2cBuf[1];
    return u32NCT7712YData;
}
```

3. 軟體和硬體需求

3.1 軟體需求

- BSP 版本
  - M030G_Series_BSP_CMSIS_V3.02.000
- IDE 版本
  - Keil uVersion 5.36

3.2 硬體需求

- 電路元件
  - NuMaker-M030GTD V1.2
- 腳位連接示意圖
  - 將 I2C_SDA (PB.4) pin 腳連接到 NCT7712Y_SDA (Pin6) 和 I2C_SCL (PB.5) pin 腳連接到 NCT7712Y_SCL (Pin1)，並將 NCT7712Y_ADR (Pin4) 連接到 V_{SS}，將 slave address 設定為 0x48h，與 NCT7712Y 進行通訊，以獲取此範例程式量測結果的溫度值。

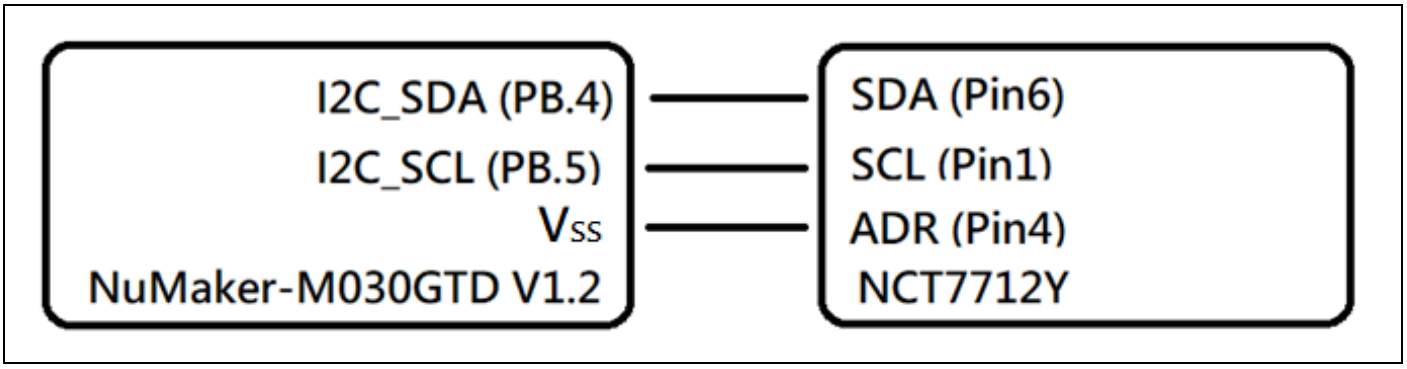

圖 3-1 腳位連接示意圖

4. 目錄資訊

目錄結構如圖 4-1 所示。

EC_M030G_Read_NCT7712Y_Thermal_Sensor_V1.00	
Library	Sample code header and source files
CMSIS	Cortex® Microcontroller Software Interface Standard (CMSIS) by Arm® Corp.
Device	CMSIS compliant device header file
StdDriver	All peripheral driver header and source files
SampleCode	
ExampleCode	Source file of example code

圖 4-1 目錄結構

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 ThermalSensor_Measure.*uvprojx*。
2. 進入編譯模式介面
   - 編譯
   - 下載代碼至記憶體
   - 進入 / 離開除錯模式
3. 進入除錯模式介面
   - 執行代碼

6. 修訂紀錄

Date	Revision	Description
2022.08.26	1.00	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.