

本文件是針對 OTI 與 OTM 系列的通信方法進行說明，OTI 與 OTM 系列內建遠紅外線溫度感測元件，可以被應用於非接觸式之目標物體溫度量測。OTI 與 OTM 系列輸出的資料為數字格式，只需經過簡單的計算，便可得到實際的溫度值(°C)。

由於 OTI 與 OMT 系列的數據通信方法一樣，為了簡化說明，在接下來的說明文字中，我們將簡稱為 ”OTI-301”。

1. 通訊介面

OTI-301 使用 I2C 通訊介面，外部裝置可以經由簡易指令與 OTI-301 溝通。應用電路如圖一所示，在 SDA 和 SCL 的線路上，建議加裝 10K Ω 的提升電阻。

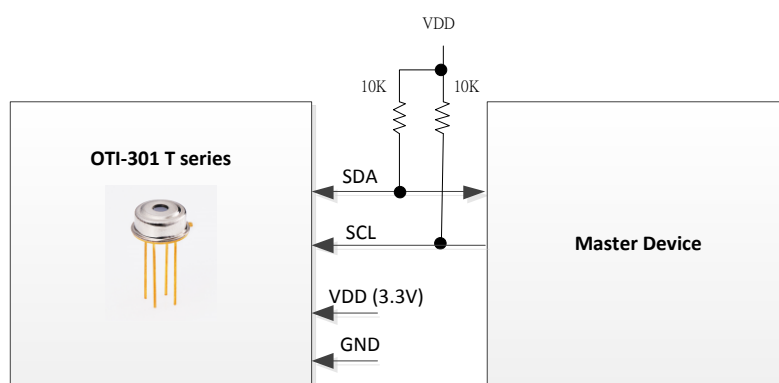


圖 1 應用電路

在 I2C 的通信過程中，OTI-301 是屬於從屬裝置，採用 7bits 的定址格式，它的位址為 10H，I2C 的參數值如表 1 所示。

表 1 I2C 參數

裝置位置	7 bits: 0010 000b (b=R/W bit) 8 bits: Read 21H, Write 20H
頻率	100 KHz
資料更新速率	2 records/second

2. 硬體腳位輸出定義

關於每個產品型號的硬件引腳定義及相關詳細訊息，請參閱相關產品規格書。

3. 數據讀取指令

當主控裝置要讀取 OTI-301 的目標溫度資料時，需要發送以下的指令集給 OTI-301，該指令集共由 2 個 bytes 所組成。

表 2 讀出命令集合

Byte sequence	Syntax	Value	Description
Byte 1	ADR	20H	Write data to I2C slave address 10H
Byte 2	CMD	80H	Readout request command

4. 回應之數據

在接收到數據讀取指令集後，OTI-301 會回應 6 bytes 的資料，此 6 bytes 的資料可以被劃分為 2 個溫度數據集，前 3 Bytes 可以被組合成一個環境溫度數據集，而後 3 Bytes 則可以被組合成一個目標溫度數據集。

表 3 OTI-301 回傳資料內容

Byte 1	Byte 2	Byte 3	Byte 4	Byte 5	Byte 6
Ambient_L	Ambient_M	Ambient_H	Object_L	Object_M	Object_H

5. 數據的讀取和回應過程

關於在第 3 節和第 4 節中提到的數據通信過程，經過整理後，歸納如圖 2 所示。

Temperature information reading process

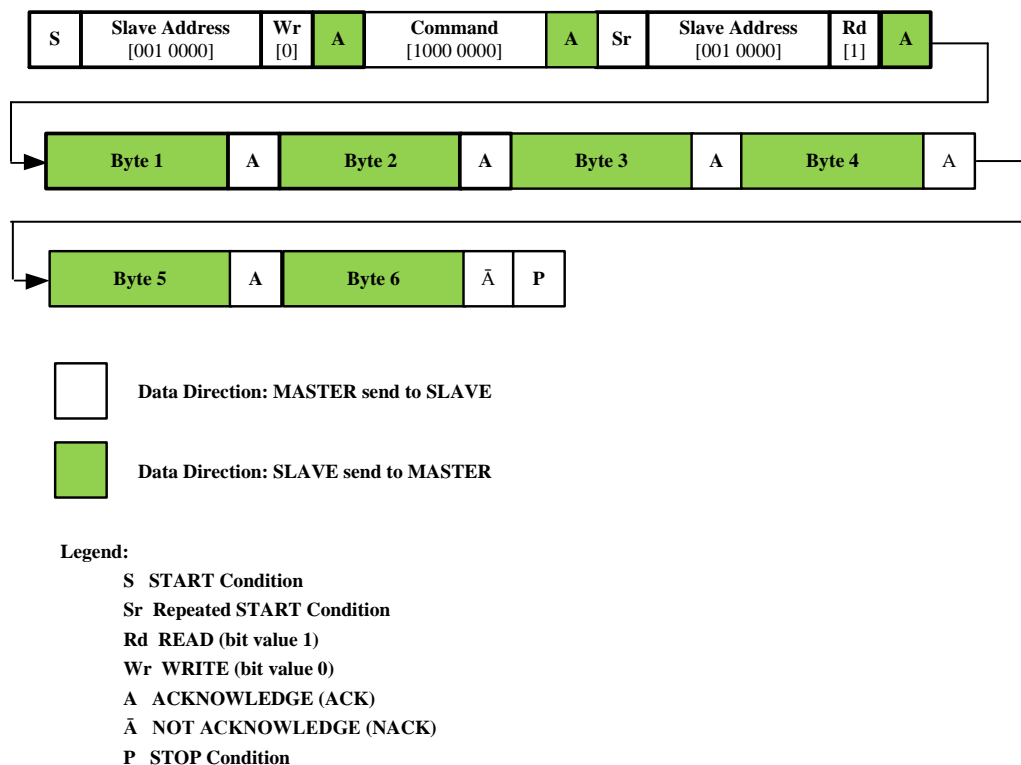


圖 2 溫度數據讀取過程

6. 溫度轉換方式

溫度信息是由二進制的 24bits 所組成的數據集，並按照 3 個 bytes 分別發送。

Ambient_L & Object_L: 最低 8 bits 的溫度信息。

Ambient_M & Object_M: 中間 8 bits 的溫度信息。

Ambient_H & Object_H: 最高 8 bits 的溫度信息。

6.1 正或負值的判斷

Ambient_H & Object_H 屬於 24bits 信息組合中之高位元組，此位元組包含正負號的信息；如果 Ambient_H 或 Object_H 的值小於 80H，這意味著讀出的數據集是正的。否則，讀取數據集是負的。如果檢查發現數據集是負值，該數據集必須通過 2 的補數計算處理，如下面章節之公式(2)及公式(4)所示。

6.2 環境溫度計算(Ta)

環境溫度(°C)可以經由以下的公式計算得到。

環境溫度值是取環境溫度數據集的資料來進行計算，若 Ambient_H 小於 80H，

$$Ta = (Byte_1 + Byte_2 * 256 + Byte_3 * 65536) / 200 \dots\dots\dots (1)$$

否則

$$Ta = \{[(Byte_1 + Byte_2 * 256 + Byte_3 * 65536)] - 16777216\} / 200 \dots\dots\dots (2)$$

6.3 目標溫度計算(To)

目標溫度(°C)可以經由以下的公式計算得到。

目標溫度值是取目標溫度數據集的資料來進行計算，若 Object_H 小於 80H，

$$To = (Byte_4 + Byte_5 * 256 + Byte_6 * 65536) / 200 \dots\dots\dots (3)$$

否則

$$To = \{[(Byte_4 + Byte_5 * 256 + Byte_6 * 65536)] - 16777216\} / 200 \dots\dots\dots (4)$$

6.4 計算溫度範例(正值)

假設 OTI-301 所回傳的6 bytes 資料為 “EC 14 00 F8 15 00”，經觀察各別的數據集內容後，可以發現 Ambient_H 為 “00H” 及 Object_H 為 “00H”，兩者都小於 80H，故可套用公式(1)以及公式(3)。

在環境溫度(Ta)部份，取前面 3 Bytes “EC 14 00”(Hex) 進行計算

$$Ta = (0ECH) + (14H) * 100H + (00H) * 10000H$$

$$= 236 + 20 * 256 + 0 * 65536 = 5326$$

$$5326 / 200 = 26.78 \text{ } ^\circ\text{C}$$

在目標溫度(To)部份，取後面 3 Bytes “F8 15 00”(Hex) 進行計算

$$To = (0F8H) + (15H) * 100H + (00H) * 10000H$$

$$= 248 + 21 * 256 + 0 * 65536 = 5624$$

$$5624 / 200 = 28.12 \text{ } ^\circ\text{C}$$

可得到環境溫度為 26.78 °C 目標溫度為 28.12 °C。

6.5 計算溫度範例(負值)

假設 OTI-301 所回傳的6 bytes 資料為 “70 FD FF 30 F6 FF”，經觀察各別的數據集內容後，可以發現 Ambient_H 為 “0FFH”及 Object_H 為 “0FFH”，兩者都大於 80H，故應採用公式(2)以及公式(4)。

$$\begin{aligned}
 T_a &= [(70H) + (0FDH) * 100H + (0FFH) * 10000H] - 1000000H \\
 &= [112 + 253 * 256 + 255 * 65536] - 16777216 = -656 \\
 -656/200 &= -3.28 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_o &= [(30H) + (0F6H) * 100H + (0FFH) * 10000H] - 1000000H \\
 &= [48 + 246 * 256 + 255 * 65536] - 16777216 = -2512 \\
 -2512/200 &= -12.56 \text{ } ^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

可得到環境溫度為-3.28 °C 目標溫度為-12.56 °C。

7. 睡眠和喚醒

OTI-301 為實現節能之目的，有建立睡眠模式的功能。

7.1 進入睡眠模式

如果主設備要讓 OTI-301 進入休眠模式，可以按順訊發送以下兩個命令。

- To send “20H”, “0EH”, “C9H”
- To send “20H”, “0FH”, “99H”

表 4 進入睡眠模式之命令

Byte sequence	Syntax	Value	Description
Byte 1	ADR	20H	Write data to I2C slave address 10H
Byte 2	CMD	0EH	1 st command
Byte 3	PRM	C9H	1 st parameter

Byte sequence	Syntax	Value	Description
Byte 1	ADR	20H	Write data to I2C slave address 10H
Byte 2	CMD	0FH	2 nd command
Byte 3	PRM	99H	2 nd parameter

進入睡眠模式過程的 I2C 位流如圖 3 所示。

Enter sleep mode process

S	Slave Address [001 0000]	Wr [0]	A	Command [0000 1110]	A	Parameter [1100 1001]	\bar{A}	P
---	-----------------------------	-----------	---	------------------------	---	--------------------------	-----------	---

S	Slave Address [001 0000]	Wr [0]	A	Command [0000 1111]	A	Parameter [1001 1001]	\bar{A}	P
---	-----------------------------	-----------	---	------------------------	---	--------------------------	-----------	---



Data Direction: MASTER send to SLAVE



Data Direction: SLAVE send to MASTER

Legend:

- S START Condition
- Sr Repeated START Condition
- Rd READ (bit value 1)
- Wr WRITE (bit value 0)
- A ACKNOWLEDGE (ACK)
- \bar{A} NOT ACKNOWLEDGE (NACK)
- P STOP Condition

圖 3 進入睡眠模式過程

7.2 從睡眠模式中喚醒

當 OTI-301 處於睡眠模式後並且主設備想要喚醒時，可以發送以下命令。

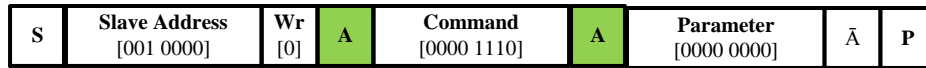
- To send “20H”, “0EH”, “00H”

表 5 從睡眠模式中喚醒之命令

Byte sequence	Syntax	Value	Description
Byte 1	ADR	20H	Write data to I2C slave address 10H
Byte 2	CMD	0EH	Command
Byte 3	PRM	00H	parameter

從睡眠模式中喚醒的 I2C 位流如圖 4 所示。

Wake-up process



Data Direction: MASTER send to SLAVE



Data Direction: SLAVE send to MASTER

Legend:

- S START Condition
- Sr Repeated START Condition
- Rd READ (bit value 1)
- Wr WRITE (bit value 0)
- A ACKNOWLEDGE (ACK)
- \bar{A} NOT ACKNOWLEDGE (NACK)
- P STOP Condition

圖 4 從睡眠模式中喚醒過程