

## 嵌入式軟體期中作業

# LCD1602 驅動程式開發

光機電所 碩一 993207006 徐鈞琨

使用周邊：LCD1602

### 1 LCD 硬體周邊原理介紹

#### 1.1 原理

利用單晶片進行時序控制及資料傳送，LCD 接收 ASCII 碼進行編碼在顯示在 LCD 螢幕上。

#### 1.2 規格

- 電壓：5V
- 字形黨：ASCII 碼
- 單行顯示字數：16 個字
- 行數：2 行
- 字體顏色：黑字
- 背光顏色：綠光
- 尺寸：80\*36\*13.5mm
- 腳位數：16
- 腳位定義：

編號	名稱	說明
PIN1	VSS	地，0V 輸入
PIN2	VCC	電源，5V 輸入
PIN3	VEE	字體亮度，對地接電阻 470~2K
PIN4	RS	RS = 0：命令暫存器。RS = 1：資料暫存器。
PIN5	R/W	R/W = 0：寫入。R/W = 1：讀取。
PIN6	E	E = 0：LCD 除能。E = 1：LCD 致能。
PIN7	DB0	資料線 0 (4 線控制使用)
PIN8	DB1	資料線 1 (4 線控制使用)
PIN9	DB2	資料線 2 (4 線控制使用)
PIN10	DB3	資料線 3 (4 線控制使用)
PIN11	DB4	資料線 4
PIN12	DB5	資料線 5
PIN13	DB6	資料線 6
PIN14	DB7	資料線 7
PIN15	LED+	背光正電源，5V

PIN16	LED-	背光負電源，0V
-------	------	----------

### 1.3 技術說明

- 顯示位置說明

字形顯示的位置由控制 **DDRAM** 來決定，以下為說明圖

#### 1 Line 顯示

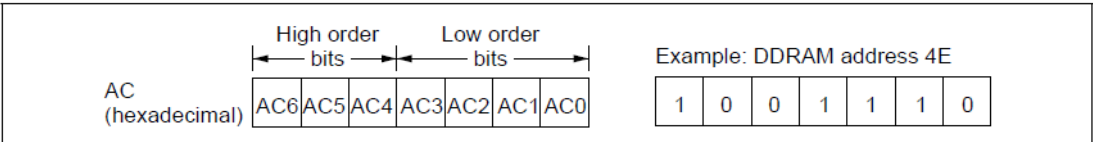


Figure 1 DDRAM Address

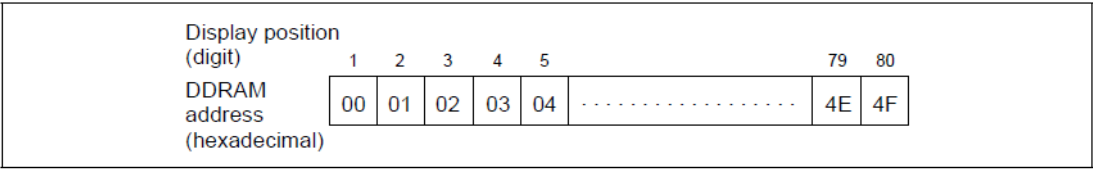


Figure 2 1-Line Display

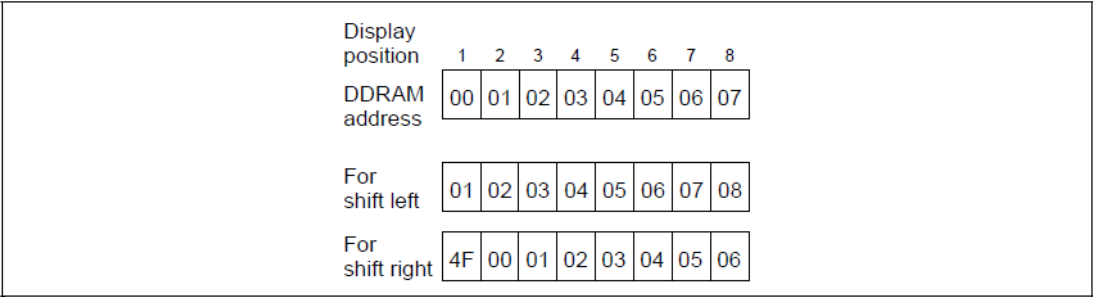


Figure 3 1-Line by 8-Character Display Example

1-Line 時，有 0x00~0x4F 一共 80 個位置，可以利用 display shift 來顯示 0x0f 以後的字形。

若顯示的字形超過 80 會回到開頭重新開始。

Display position	1	2	3	4	5		39	40
DDRAM address (hexadecimal)	00	01	02	03	04	.....	26	27
	40	41	42	43	44	.....	66	67

Display position	1	2	3	4	5	6	7	8
DDRAM address	00	01	02	03	04	05	06	07
	40	41	42	43	44	45	46	47

For shift left	01	02	03	04	05	06	07	08
	41	42	43	44	45	46	47	48

For shift right	27	00	01	02	03	04	05	06
	67	40	41	42	43	44	45	46

Display position	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DDRAM address	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

HD44780U display
Extension driver display

For shift left	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50

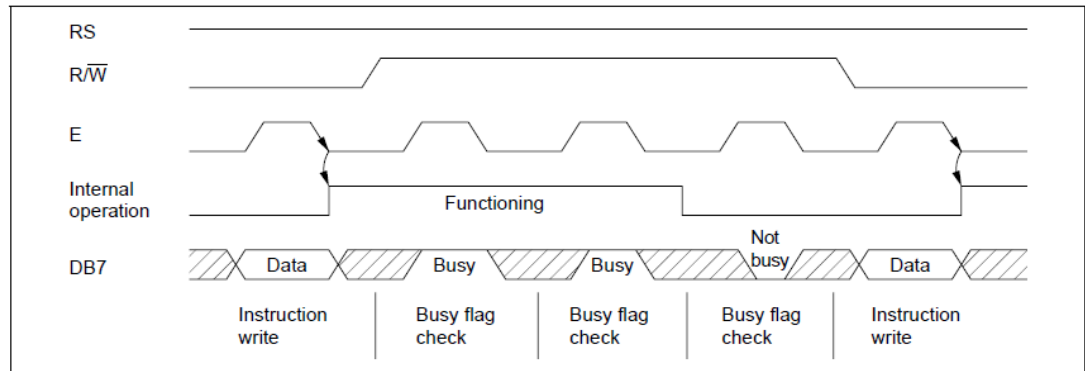
For shift right	27	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E
	67	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E

2 Line 時，第一行的位置由 0x00~0x27 共 40 個。第二行的位置由 0x40~0x67 共 40 個。

當 display shift 時第一行與第二行會一起移動。

- 時序圖

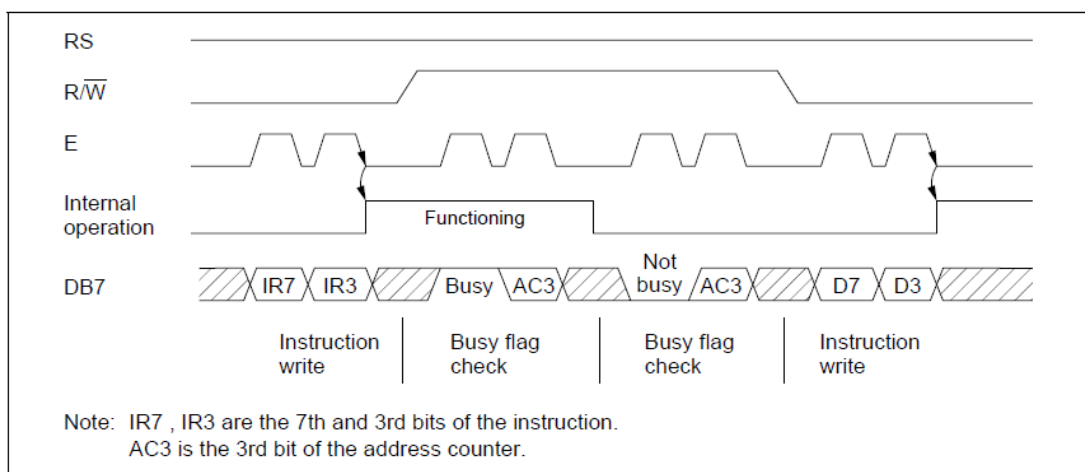
### 8Bit 控制



**Figure 15 Example of Busy Flag Check Timing Sequence**

由序圖可以看出，寫入一個命令後，要等待 Busy 時間結束才能進行下一個命令或 Data

### 4Bit 控制



**Figure 17 Example of 4-Bit Data Transfer Timing Sequence**

這裡要注意的地方是，我們將一筆資料拆成 High 4bit 與 Low 4bit，先傳 High 4Bit 再傳 Low 4Bit，在兩次傳送中，要將 E Pin Reset 在 Set 這樣才能完整傳送資料。

● 命令説明

**Table 6 Instructions**

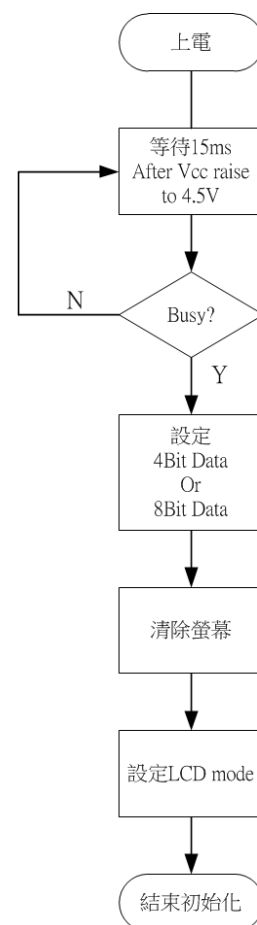
Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when $f_{op}$ or $f_{osc}$ is 270 kHz)	
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0			
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	Clears entire display and sets DDRAM address 0 in address counter.		
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	—	Sets DDRAM address 0 in address counter. Also returns display from being shifted to original position. DDRAM contents remain unchanged.	1.52 ms
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	Sets cursor move direction and specifies display shift. These operations are performed during data write and read.	37 $\mu$ s
Display on/off control	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	Sets entire display (D) on/off, cursor on/off (C), and blinking of cursor position character (B).	37 $\mu$ s
Cursor or display shift	0	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	—	—	Moves cursor and shifts display without changing DDRAM contents.	37 $\mu$ s
Function set	0	0	0	0	0	1	DL	N	F	—	—	Sets interface data length (DL), number of display lines (N), and character font (F).	37 $\mu$ s
Set CGRAM address	0	0	0	1	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	ACG	Sets CGRAM address. CGRAM data is sent and received after this setting.	37 $\mu$ s
Set DDRAM address	0	0	1	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	ADD	Sets DDRAM address. DDRAM data is sent and received after this setting.	37 $\mu$ s
Read busy flag & address	0	1	BF	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	Reads busy flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads address counter contents.	0 $\mu$ s

Instruction	Code										Description	Execution Time (max) (when $f_{op}$ or $f_{osc}$ is 270 kHz)
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Write data to CG or DDRAM	1	0	Write data								Writes data into DDRAM or CGRAM.	37 $\mu$ s $t_{ADD} = 4 \mu s^*$
Read data from CG or DDRAM	1	1	Read data								Reads data from DDRAM or CGRAM.	37 $\mu$ s $t_{ADD} = 4 \mu s^*$
<div><div>I/D = 1: Increment I/D = 0: Decrement S = 1: Accompanies display shift S/C = 1: Display shift S/C = 0: Cursor move R/L = 1: Shift to the right R/L = 0: Shift to the left DL = 1: 8 bits, DL = 0: 4 bits N = 1: 2 lines, N = 0: 1 line F = 1: <math>5 \times 10</math> dots, F = 0: <math>5 \times 8</math> dots BF = 1: Internally operating BF = 0: Instructions acceptable</div><div>DDRAM: Display data RAM CGRAM: Character generator RAM ACG: CGRAM address ADD: DDRAM address (corresponds to cursor address) AC: Address counter used for both DD and CGRAM addresses</div></div>												Execution time changes when frequency changes Example: When $f_{op}$ or $f_{osc}$ is 250 kHz, $37 \mu s \times \frac{270}{250} = 40 \mu s$

## 2 SIOC 的 Driver 設計及主要程式說明

Function name	LCD_IO_Set
Function prototype	LCD_IO_Set(void)
Behavior description	IO porting , 設定 IO
Input parameter1	None
Input parameter2	None
Output parameter	None

Function name	LCD_Init
Function prototype	LCD_Init(char function,char display, char mode);
Behavior description	LCD 初始化設定
Input parameter1	function : Bit_a_Line_b_Dot_5_y : a-> 4 = 4bit 資料線 8 = 8bit 資料線 b-> 1 = 1Line 2 = 2Line y-> 8 = 5*8 Dots 10 = 5*10 Dots
Input parameter2	display : Display_s_Cursor_s_Blanks_s s-> on = 開 off = 關
Input parameter3	mode : Decrements_Noshift Decrements_shift Increments_Noshift Increments_shift
Output parameter	None



Function name	LCD_Command
Function prototype	LCD_Command(char command)
Behavior description	LCD 命令控制
Input parameter1	command :

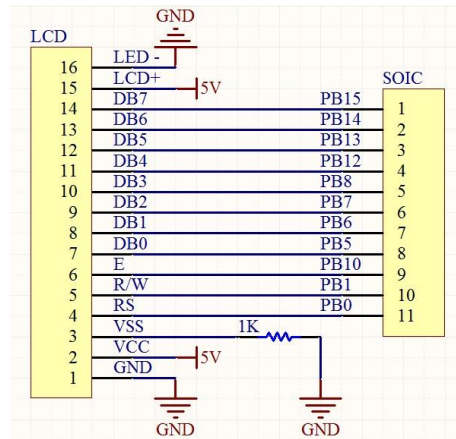
	Cleardisplay   //清除螢幕 RetuenHome   //回到最前面的位置 (命令說明內的命令都可以下)
Output parameter	None

Function name	LCD_putchar
Function prototype	LCD_putchar(char LCDdata);
Behavior description	輸出一個字
Input parameter	LCDdata : ASCII 碼
Output parameter	None

Function name	LCD_string
Function prototype	LCD_string(char *p)
Behavior description	輸出字串(最多 16 個字)
Input parameter	P : 字串開頭的位置
Output parameter	None

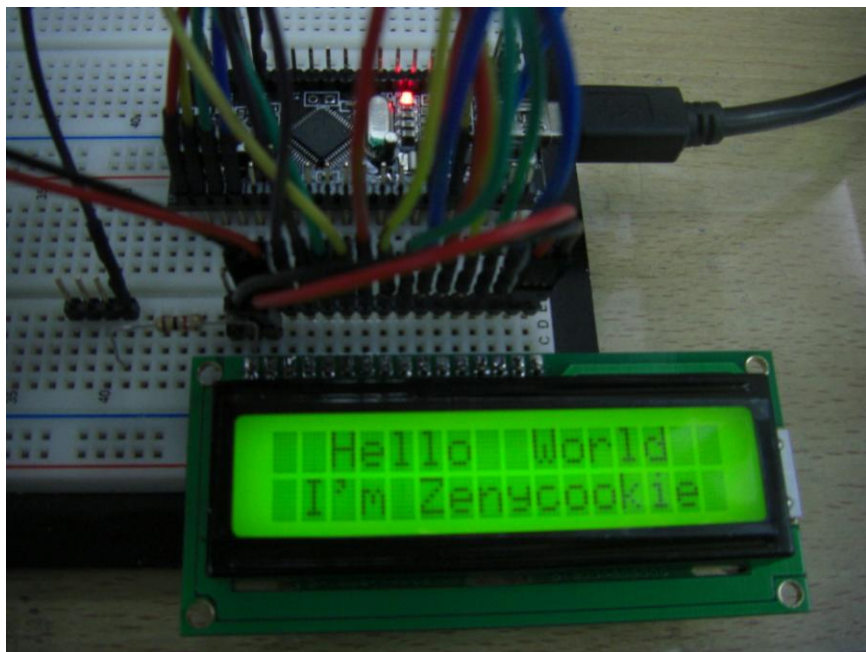
Function name	LCD_GoToxy
Function prototype	LCD_GoToxy(char x,char y);
Behavior description	移動游標，下一個輸出的字將會在當前的游標
Input parameter1	x：橫軸座標 0~79 (1Line) 0~39 (2Line)
Input parameter2	y：縱軸座標 1 (1Line) 1~2 (2Line)
Output parameter	None

### 3 SOIC 與周邊的接線圖



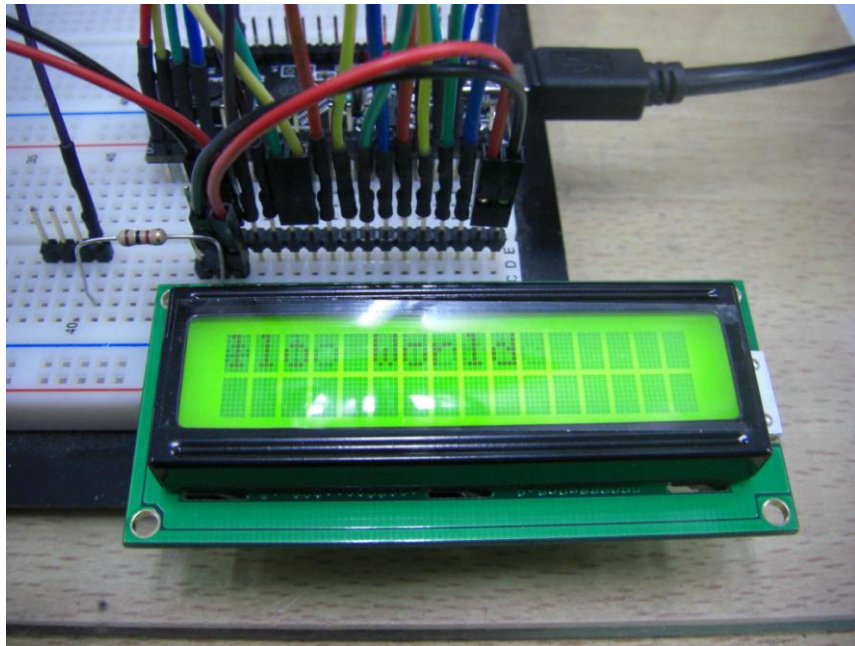
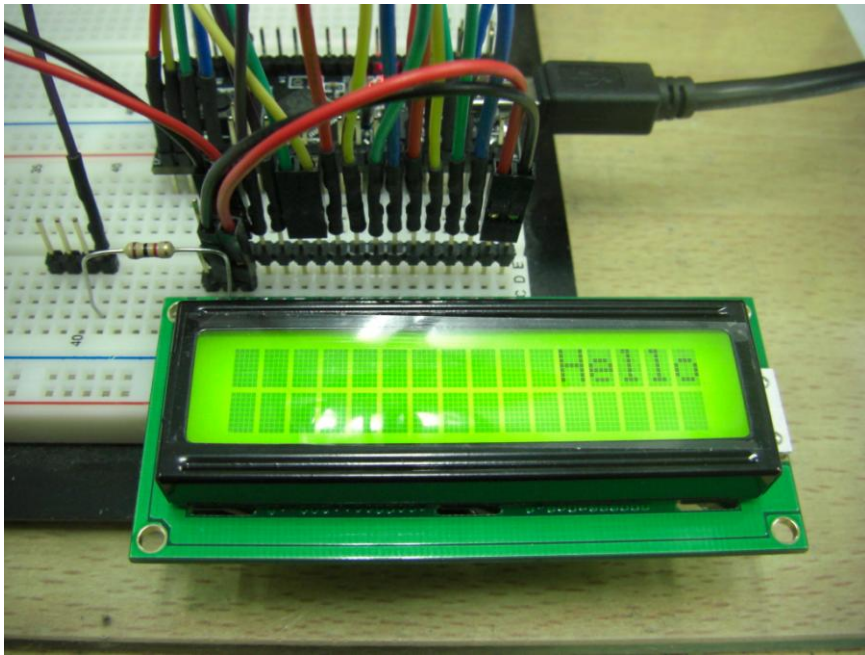
#### 4 SOIC 驗證

顯示： Hello World  
I ' m Zenycookie



Hello world 跑馬燈





## 5 參考資料

- HITACHI HD44780U Datasheet
- LCD1602 Datasheet