

作業三：LCM控制實驗—文字走馬燈

資工三乙 陳梧婷 412391550

2025/10/26

(1) 問題

Q1:請說明HD44780U晶片之功能? 詳細解釋輸入腳位RS、E、R/W 與 DB0 ~ DB7 之意義(作用)為何?

HD44780U晶片之功能:用來接收微處理機(MPU)的指令和資料,並處理時序和訊號,讓字符可以正確顯示在LCD螢幕上。

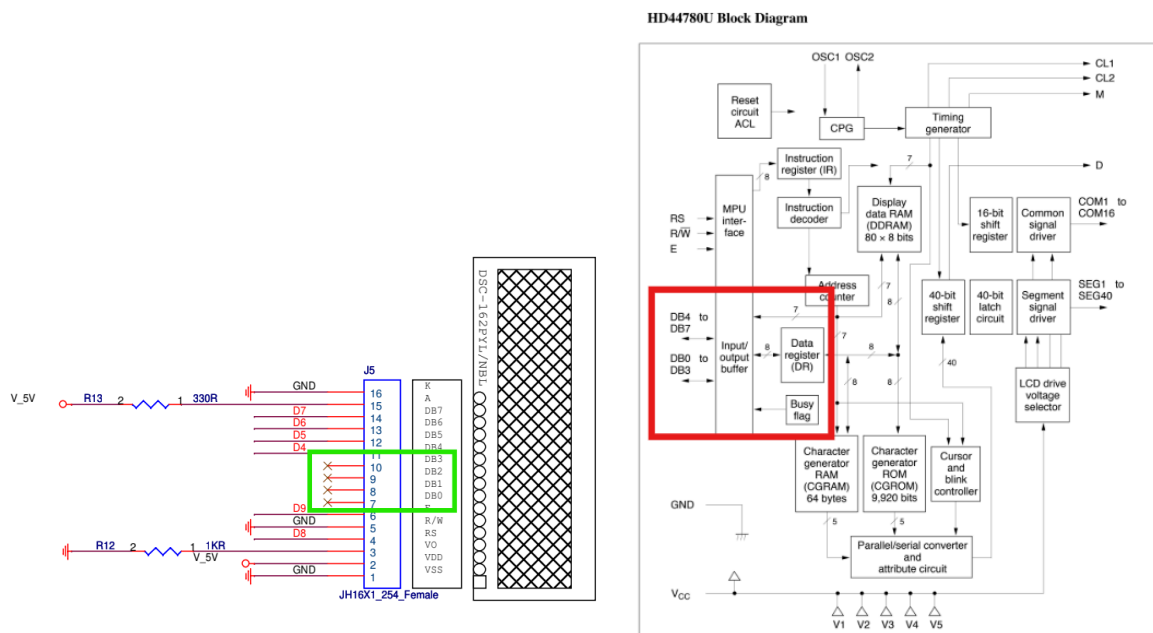
1. 暫存器:兩個8位元的暫存器,其中一個是指令暫存器(IR, instruction register),另一個是資料暫存器(DR, data register)。
 - IR 負責接收微處理機介面(MPU interface)發出的控制指令,例如清空螢幕 clear()、設定cursor位置 setCursor()、顯示設定 print()等。
 - DR 負責在MPU和DDRAM之間做為資料緩衝區,傳輸寫入或讀取DDRAM的資料內容。
2. 記憶體管理分為三個部分:
 - DDRAM 顯示資料,儲存要顯示在LCD上的內容。
 - CGRAM 自定義字符,可寫可讀,用來給使用者定義和創建專屬的字符。
 - CGROM 標準字符,只可讀取(only read),儲存內建設定好的標準字符。

腳位RS、E、R/W 與DB0 ~ DB7 之意義(作用):

腳位/ 訊號	意義	連線到
RS	0: write 1: read	D8
E (Enable)	1: start read	D9
R/W	0: write 1: read	GND(接地代表直接write)
DB4 ~ DB7	傳輸 input/output 到DR	D4~D7
DB0 ~ DB3	傳輸 input/output 到DR	D0~D3

詳細說明 DB0 ~ DB7 之意義:

DB0~DB7 是 HD44780U 晶片與微處理機(MPU)之間傳輸資料的匯流排,共同組成8位元的資料匯流排一次性傳輸到DR。不過根據以下兩張圖(電路圖與方塊圖),可以看出 DB0~DB3 在ACET-Shield_Board這塊板子上是不作用的,這是因為MPU為了節省I/O腳位,改成以4位元模式傳輸資料,也就是只使用了DB4~DB7這四根線,分成兩次傳到DR,依序是DB4~DB0先傳4位元過去,再傳DB0~DB3過去,但DB0~DB3在4位元模式下是不使用的(懸空或接地)。



Q2:請仔細說明Sitronix ST7066U晶片之4種指令分類。提示:與腳位RS、與R/W有關。

腳位	功能
RS(register select)	選擇要哪一個暫存器 0: 選擇IR 1: 選擇DR
R/W (read / write)	選擇要讀或寫 0: 寫入 1: 讀取

指令分類	RS	R/W	作用	方向
寫入指令	0	0	選擇IR並寫入	MPU -> 晶片
讀取狀態	0	1	選擇IR並讀取狀態 (例如busy flag, address counter)	晶片 -> MPU
寫入資料	1	0	選擇DR並寫入字符 (例如將資料寫到DDRAM或CGRAM)	MPU -> 晶片
讀取資料	1	1	選擇DR並讀取	晶片 -> MPU

Q3:請解釋AC(Address Counter) content 與cursor (游標)之關係。

AC 是晶片裡面7位元的暫存器, 主要功能是指定DDRAM或CGRAM中, 下一筆read/write要操作的位址。

cursor 是用來指定下一個字符要被寫在螢幕的哪個位置。

兩者的關係是, AC的內容(也就是記憶體位址)= cursor的螢幕位置

Q4:請說明DDRAM 與CGRAM 之用途為何? 2-line display mode 時, displayposition (顯示位置) 與DDRAM address (位址)之關係為何? 會如何改變?

DDRAM 與CGRAM 之用途:

- DDRAM 顯示資料, 儲存要顯示在LCD上的內容。
- CGRAM 自定義字符, 可寫可讀, 用來給使用者定義和創建專屬的字符。

displayposition (顯示位置) 與DDRAM address (位址)之關係:

- 因為是 2-line display mode, DDRAM的位址會分成兩行來映射到螢幕上顯示, 分別是第一行0x00~0x0F (0x10~0x27不顯示)和第二行0x40~0x47 (0x48~0x4F不顯示), 當MPU要將游標移動到第二行時, 會發出指令將AC設為第二行的起始位址 (AC跳躍到0x40)。
- AC儲存了DDRAM下一筆操作的位址, 同時也被拿來作為游標的顯示位置, 因此顯示位置和DDRAM的位址是相同的。

Display shift (位移)時, display position (顯示位置) 與DDRAM address (位址)之關係:

- 位移指令是用來scroll螢幕內容, 讓 display position 會往左或往右平移。
- 當位移時, DDRAM address 保持不變, 游標指向的記憶體位址沒有改變。

Q5:請詳細解釋Entry Mode Set指令之作用,包含各個control flag說明。

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

這個指令是用來設定資料寫入和讀取記憶體之後, AC會怎麼自動改變的模式, 也可以用來設定螢幕畫面是否要scroll。

- I/D(Increment/Decrement) flag: 遞增/遞減
 - 1 代表遞增, 位址+1, 游標向右移動。
 - 0 代表遞減, 位址-1, 游標向左移動。
- S(shift) flag: 顯示位移
 - 1 代表開啟位移顯示, 螢幕畫面會自動捲動(scroll)。
 - 0 代表關閉位移顯示, 螢幕畫面保持不動。

與Arduiono LCD library functions 的對應關係

- leftToRight()
- rightToLeft()
- autoscroll()
- noAutoscroll()

Q6:請詳細解釋Function Set指令之作用,包含各個control flag說明。

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

0	0	0	0	1	DL	N	F	-	-
---	---	---	---	---	----	---	---	---	---

Function set 的指令是用來設定晶片和MPU的 interface模式，以及顯示格式。是晶片運作的基本設定，會在其他指令之前就先設定好，優先執行。

- DL (data length) flag: 資料長度設定
 - 0 代表資料長度4-bit, 使用DB4~DB7的線, 分兩次傳輸資料, 先傳高的4位元, 再傳低的4位元。
 - 1 代表資料長度8-bit, 使用DB0~DB7的線, 一次性傳完整的8位元資料。
- N (number of display lines) flag: 顯示行數設定
 - 0 表示顯示行數為一行, 顯示在螢幕上就是單行。
 - 1 表示顯示行數為兩行, 顯示在螢幕上就會是兩行。
- F (character font) flag: 字元點陣格式設定
 - 0 代表5*8點陣, 字符由5個點寬和8個點高組成。
 - 1 代表5*10點陣, 字符由5個點寬和10個點高組成。

與Arduiono LCD library functions 的對應關係

- begin(cols, rows)
 - 例如 lcd.begin(16, 2)代表將顯示模式設定為16 cols, 2 rows(N=1)

Q7:請詳細解釋Display on/off Control指令之作用,包含各個control flag說明。

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

這個指令用來開關顯示器、游標和游標閃爍的狀態。

- D (display on/ off) flag: 顯示開關
 - 0 表示關閉, 螢幕畫面空白, 但DDRAM還是會保留內容。
 - 1 表示開啟, 字符會顯示在螢幕畫面上。
- C (cursor on/ off) flag: 游標開關
 - 0 表示隱藏, cursor被隱藏。
 - 1 表示顯示, cursor會在AC所指的位置, 以靜態底線或方塊顯示於螢幕上。
- B (blink on/ off) flag: 游標閃爍
 - 0 表示隱藏, 游標所在位置上的字符保持靜止。
 - 1 表示顯示, 游標所在位置上的字符會閃爍。

與Arduiono LCD library functions 的對應關係

- display()
- noDisplay()
- cursor()
- noCursor()

- blink()
- noBlink()

Q8:請詳細解釋Display or Cursor Shift指令之作用,包含各個control flag說明。

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-

這是用於移動游標或捲動畫面的指令，執行這指令時，DDRDRAM的內容會保持固定，不改變。

- S/C (shift select) flag: 選擇游標/顯示
 - 0 代表游標會向左/向右移動，AC也會隨之遞減/遞增。
 - 1 代表顯示畫面會scroll，向左捲/向右捲，但AC內容固定。
- R/L (right/ left) flag: 移動方向
 - 0 代表左移。
 - 1 代表右移。

S/C	R/L	action	AC
0	0	游標左移	AC--
0	1	游標右移	AC++
1	0	畫面左移	no change
1	1	畫面右移	no change

與Arduiono LCD library functions 的對應關係

- scrollDisplayLeft()
- scrollDisplayRight()

Q9:請詳細解釋Set DDRAM Address指令之作用。

用來直接設定AC的內容。

- 作用: 將一個二進制位址AAAAAAA寫道AC裡，設定完後，MPU會將接下來寫入或讀取的資料在此位址上進行，而AC內容會決定游標的位置，所以這個指令也可以用來將游標定位到螢幕上特定位置。

與Arduiono LCD library functions 的對應關係

- setCursor(col, row)
 - 例如 lcd.setCursor(5, 1) 代表將cursor移到col=5, row = 1位置

Q10:請詳細解釋Read Busy Flag & Address指令之作用,包含BF (Busy Flag)說明。

RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
0	1	BF	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC

此指令允許MPU查詢目前狀態，它主要會讀取一個8位元的組合，包含BF(busy flag)和AC(address counter)。

- BF (busy flag): 用來得知控制器是否正在執行操作
 - 0 代表空閒，可以接收下一個指令。
 - 1 代表忙碌中，如果有指令要加入，必須先等待。
 - 每次當MPU要發送新的寫入指令時，都必須檢查BF的狀態，確保它為0，避免指令衝突或資料有誤。
- AC (address counter): 當read BF時，這個指令也會讀取AC當前的值，讓MPU知道目前游標在記憶體中的確切位置。

Read Busy Flag & Address指令不需要使用者呼叫，它會在內部實現。

補充

- clear display 指令對應的 function 為 clear()
- return home 指令對應的 function 為 home()