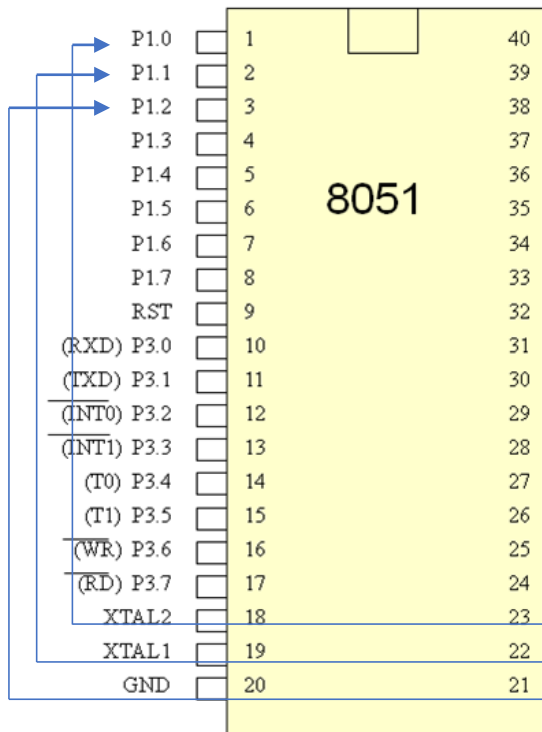
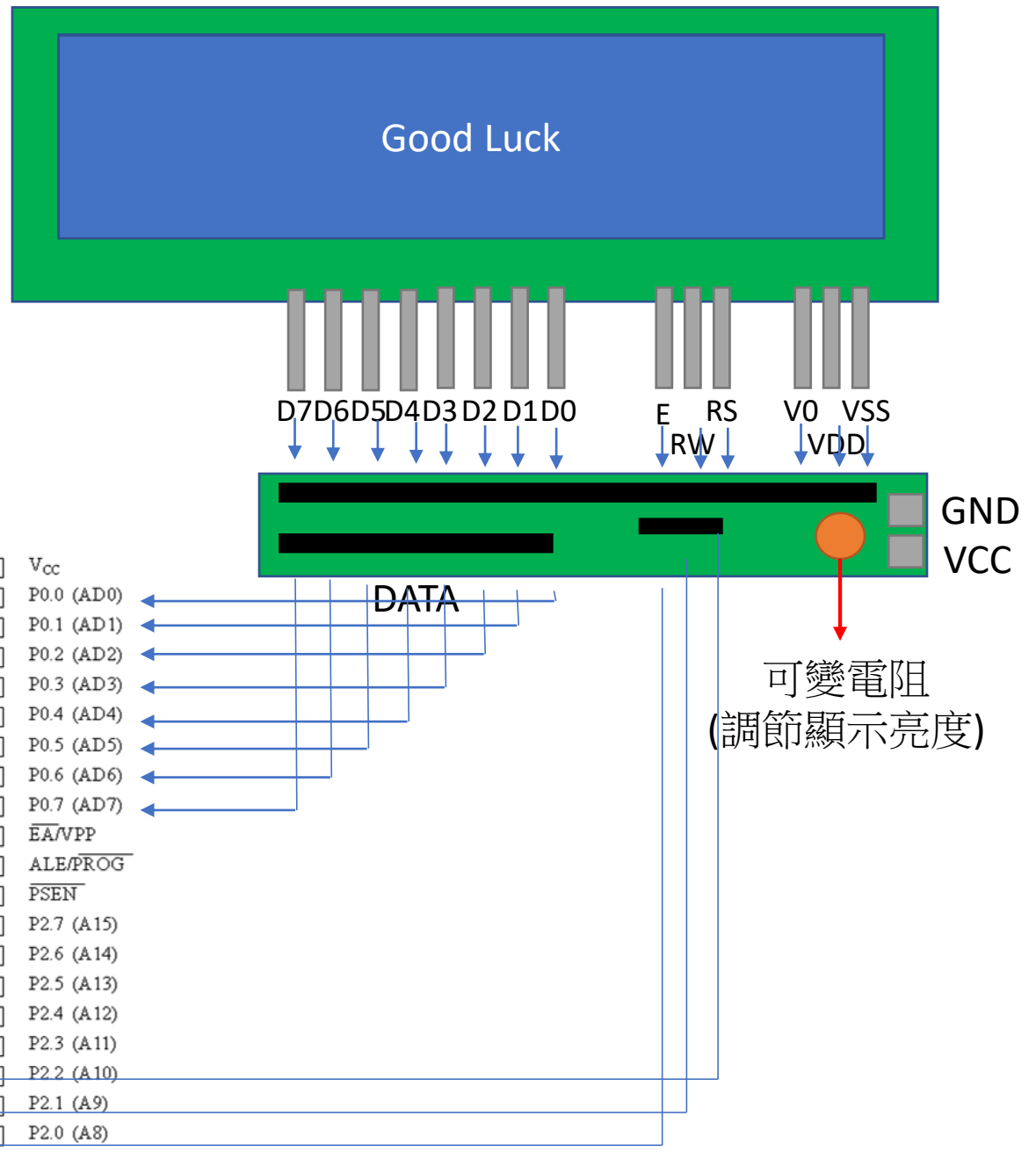


LCD控制實驗

- 編撰者:黃聖傑
- 日期:2018/11/11





LCM腳位介紹

腳位	符號	輸入/輸出(I/O)	功能說明
1	V_{SS}	I	接地腳。
2	V_{DD}	I	+5V電源。
3	V_O	I	顯示明暗對比控制。
4	RS (Register Select)	I	<u>$RS=0$，選擇指令暫存器。</u> <u>$RS=1$，選擇資料暫存器。</u>
5	R/W	I	<u>$R/W=0$，將資料寫入LCD。</u> <u>$R/W=1$，自LCD讀取資料。</u>
6	E (Enable)	I	致能
7	$DB0$	I/O	資料匯流排 (LSB)
8	$DB1$	I/O	資料匯流排
9	$DB2$	I/O	資料匯流排
10	$DB3$	I/O	資料匯流排
11	$DB4$	I/O	資料匯流排
12	$DB5$	I/O	資料匯流排
13	$DB6$	I/O	資料匯流排
14	$DB7$	I/O	資料匯流排 (MSB)

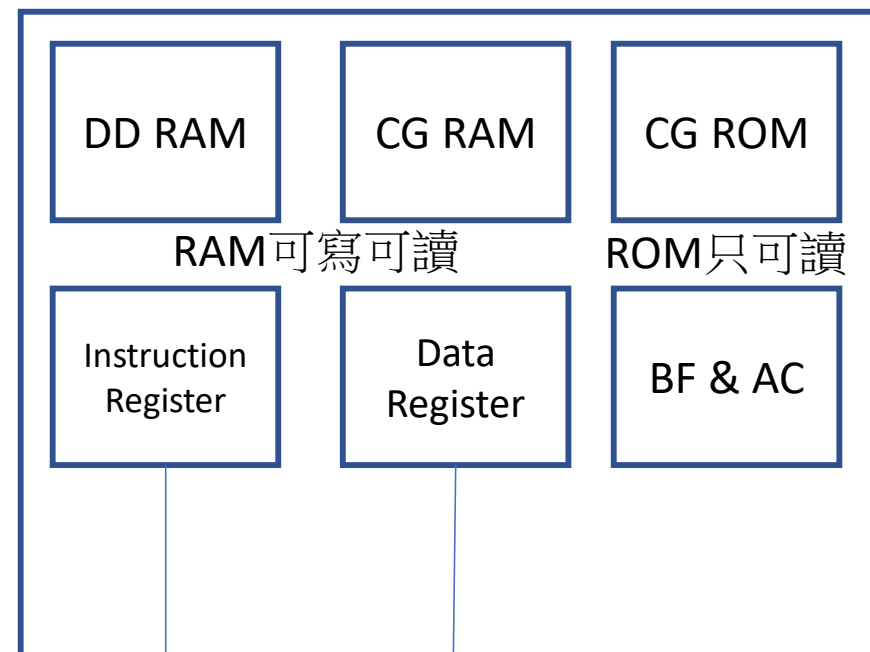
D0~D7是雙向的
可讀可寫

LCM結構與功能



內部有一個控制晶片:HD44780

E	RS	R/ \bar{W}	Operation
0	X	X	Read/Write Disable
1	0	0	Write to Instruction Register
1	0	1	Read Bust flag and Address Counter
1	1	0	Write to Data Register
1	1	1	Read from Data Register



RS = 0

RS = 1

數來寶:
RS RS 阿
1是Data 0是IR
RW RW 阿
1是讀取 0是寫入

LCM RAM & ROM



- DD RAM(可寫可讀)(80Byte):

- Display Data RAM

- 存放要顯示的資料(CG ROM或CG RAM的位址)，LCD內部控制器便會將指到的字形顯示出來。

一個位置1個Byte(8 bit)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Line 1	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
Line 2	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF

- CG ROM(內建的,只可讀):

- Character Generator ROM

- CG ROM裡面存著192個5x7 點矩陣的字形。這些字形由存放在DD RAM中的值叫出來顯示，例如"A"的字形碼為01000001(即41H)，對照圖表如下：

“A”的字形碼為01000001(即41H)

CHARACTER PATTERN CHART (5x7 DOTS +CURSOR)													
Higher 4 bit Lower 4 bit	0000	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1010	1011	1100	1101	1110	1111
XXXX0000	GRAM (1)		0	0	P	\	P		一	夕	ミ	α	p
XXXX0001	(2)	!	1	A	a	9	。	ア	チ	4	ä	q	
XXXX0010	(3)	"	2	B	R	b	r	「	イ	ツ	×	β	θ
XXXX0011	(4)	#	3	C	S	c	s	」	ウ	テ	モ	ε	ω
XXXX0100	(5)	\$	4	D	T	d	t	、	エ	ト	ハ	μ	Ω
XXXX0101	(6)	%	5	E	U	e	u	・	オ	ナ	1	℃	Ü
XXXX0110	(7)	&	6	F	V	f	v	ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
XXXX0111	(8)	'	7	G	W	g	w	ア	キ	ヌ	ラ	q	π
XXXX1000	(1)	(	8	H	X	h	x	ィ	ク	ネ	リ	フ	×
XXXX1001	(2)	)	9	I	Y	i	y	ウ	ケ	ル	リ	4	
XXXX1010	(3)	*	:	J	Z	j	z	エ	コ	ハ	ロ	i	チ
XXXX1011	(4)	+	;	K	[	k	[	オ	サ	ヒ	ワ	*	斤
XXXX1100	(5)	,	<	L	¥	l	l	ャ	シ	フ	ン	¢	円
XXXX1101	(6)	-	=	M	]	m	]	ユ	ズ	ヘ	ン	も	÷
XXXX1110	(7)	.	>	N	^	n	^	ヨ	セ	ホ	°	ん	
XXXX1111	(8)	/	?	O	_	o	_	ッ	リ	マ	°	ö	■

- **CG RAM(可寫可讀)(64Byte):**

- **Character Generator RAM**

- LCD模組除了提供標準的字形CG ROM供人使用之外，可由使用者自行設計8個5*7 點矩陣字形，存放至此64-Byte的CG RAM中。

- 一個字8個Bytes，可以設計8個字→共64 Bytes

- ✓ **如何設計呢?**

- 一個5x7的點矩陣(7列五行)

- 一列給游標(1Byte)，七列給字行或圖形(7Bytes) →合起來要用8個Bytes

寫進去會自動加1

AC

$2^6=64$ 行 ← $A_5A_4A_3A_2A_1A_0$

1行 = 1個Byte

共64個Bytes

CG RAM 位址						資料編碼							
5	4	3	2	1	0	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	*	*	*					00000
0	0	0	0	0	1	*	*	*		■	■	■	01110
0	0	0	0	1	0	*	*	*	■		■		10101
0	0	0	0	1	1	*	*	*	■	■	■	■	11111
0	0	0	1	0	0	*	*	*	■		■		10101
0	0	0	1	0	1	*	*	*	■	■		■	11011
0	0	0	1	1	0	*	*	*		■	■	■	01110
0	0	0	1	1	1	*	*	*					游標位置
0	0	1	0	0	0	*	*	*			■		00100
0	0	1	0	0	1	*	*	*			■		00100
0	0	1	0	1	0	*	*	*	■	■	■	■	11111
0	0	1	0	1	1	*	*	*			■		00100
0	0	1	1	0	0	*	*	*			■		00100
0	0	1	1	0	1	*	*	*					00000
0	0	1	1	1	0	*	*	*	■	■	■	■	11111
0	0	1	1	1	1	*	*	*					游標位置

(此圖版權屬張義和，例說89S51-C語言，新文京開發出版社所有)


```

SET_FONT:
    MOV    DPTR,#FONT    ;造字副程式
    MOV    R6,#8*2       ;指標指到字型表開頭
    ;一個字8筆資料，n個字共 8 x n 筆資料
NEXT:
    CLR    A              ;清除累加器內資料
    MOVC   A,@A+DPTR     ;讀取字型資料
    CALL   WRDR
    INC    DPTR           ;指標內容加1，指到下一行字型
    DJNZ   R6,NEXT
    RET

```

```

FONT:
    DB     00000B        ;第一個字的5x7字型
    DB     01110B
    DB     10101B
    DB     11111B
    DB     10101B
    DB     11011B
    DB     01110B
    DB     00000B

```

LCD_RS	EQU	P1.0	;定義LCD接線位置
LCD_RW	EQU	P1.1	
LCD_E	EQU	P1.2	
LCD_DATA	EQU	P2	

← 游標位置給0

```

    DB     00100B        ;第二個字的5x7字型
    DB     00100B
    DB     11111B
    DB     00100B
    DB     00100B
    DB     00000B
    DB     11111B
    DB     00000B

```

CLR LCD_RW	;習慣上直接將LCD的RW接腳直接接地，
MOV A,#01000000B	;設定寫入字型資料，從第一字的第一行開始
CALL WRIR	
CALL SET_FONT	;寫入字型資料

;需要造其他字形的話，以此類推

```

WRDR:
    SETB   LCD_RS        ;寫資料到LCD副程式
    SETB   LCD_E
    MOV    LCD_DATA,A
    MOV    R7,#50        ;延遲等訊號穩定
    DJNZ   R7,$
    CLR    LCD_E          ;讓Enable接腳產生負緣訊號
    MOV    R7,#60        ;延遲等訊號處理完畢
    DJNZ   R7,$
    RET

```

兩個暫存器介紹

• Instruction Register

➤ CLR RS (RS = 0)

寫入功能:

- ① 清除顯示
- ② 游標歸位
- ③ 輸入模式設定
- ④ 顯示器控制
- ⑤ 游標或顯示移位
- ⑥ 功能設定
- ⑦ 設定CG RAM位址
- ⑧ 設定DD RAM位址

讀取功能:

- ① 讀取忙碌旗標(BF)及位址計數器(AC)

• Data Register

➤ SETB RS (RS=1)

寫入功能:

- ① 寫入資料到CG/DD RAM

讀取功能:

- ① 從CG/DD RAM讀取資料

總共11個功能

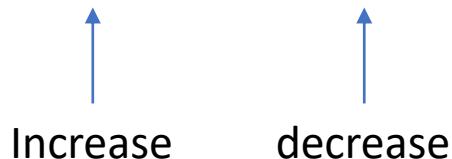
FLAG & Counter

- BF

- Busy Flag(因為每個指令的執行都需要時間)
- BF = 1 → 無法接收Data Bus 來的資料
- BF = 0 → LCM可以接收來自Data Bus 的指令

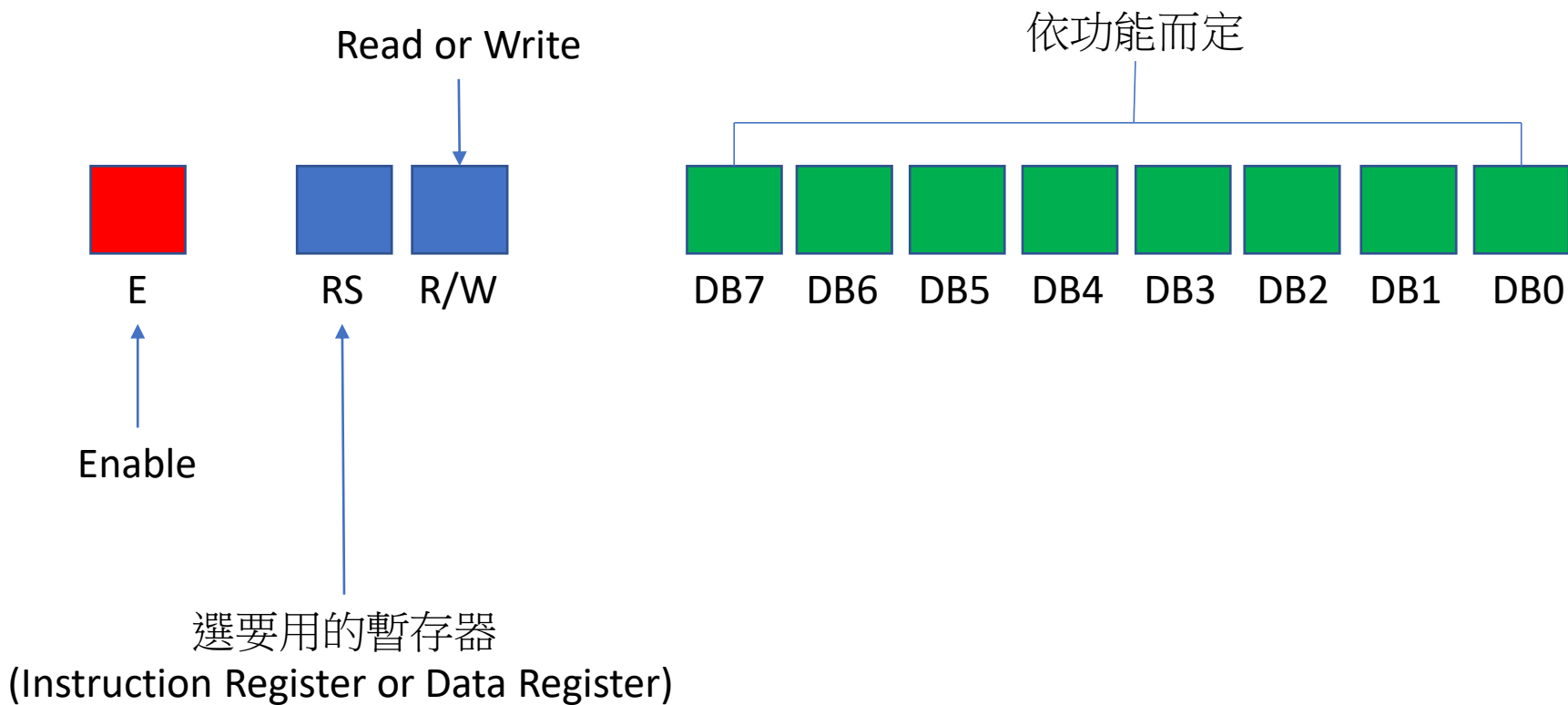
- AC

- Address Counter(位址計數器)
- 要讀取或寫入DD RAM或CG RAM時，必須設定AC來指定位置
- 是用來指定欲存取的DD RAM 和CG RAM 的位址。當資料存取之後，AC 便會自動+1(I/D=1)或-1(I/D=0)。



到底如何使用？

✓ 我們能控制的就1+2+8總共11隻腳



功能介紹(參考來源1)

✓ 每個指令都有最大執行時間，因此要加個Delay避免指令之間衝撞

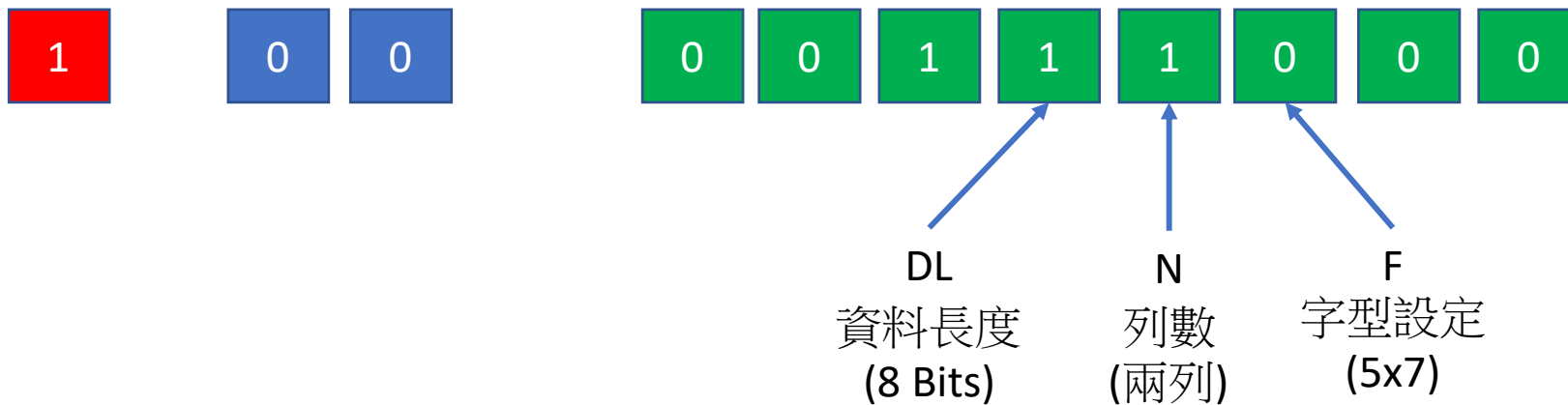
功能	R S	R /W	DB								說明	最大 執行時間					
			7	6	5	4	3	2	1	0							
清除顯示	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	將DD RAM 的資料全部填入空白字，並將游標移到左上角，將位址計數器(AC)歸0	1.64ms					
游標歸位	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	DD RAM 的資料不變，只將游標移到左上角，將位址計數器(AC)歸0	1.64ms				
輸入模式設定	0	0	0	0	0	0	0	0	1	I / D	S	I/D	S	動作說明			40us
												顯示字元	游標位置	AC			
												0	0	不動	左移	AC++	
												1	0	不動	右移	AC--	
												0	1	右移	不動	不變	
1	1	左移	不動	不變													
顯示器控制	0	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	D (Display)：顯示器控制位元，D=0，關閉；D=1，開啟 C (Cursor)：游標顯示控制位元，C=0，不顯示；C=1，顯示 B (Blink)：游標閃爍控制位元，B=0，不閃爍；B=1，閃爍			40us		

功能	R S	R /W	DB								說明	最大 執行時間		
			7	6	5	4	3	2	1	0				
游標或顯示移位	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x	S/C	R/L	動作說明	40us
											0	0	游標左移，AC--	
											1	0	游標右移，AC++	
											0	1	整個顯示幕右移	
											1	1	整個顯示幕左移	
											本類指令並不對DD RAM 的資料修改，僅 做游標顯示幕的移動			
功能設定	0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x	DL：資料長度設定，D=0，4 位元 (DB7~DB4)；D=1，8 位元。 N：列數設定，N=0，1 列顯示；N=1， 2 列顯示。 F：字型設定，F=0，5x7 字型；F=1， 5x10 字型。			40us
設定CG RAM位址	0	0	0	1	ACG				設定CG RAM 的位址為A5~A0，當寫入 本命令後，接著輸入資料至CG RAM			40us		
設定DD RAM位址	0	0	1	ADD				設定DD RAM 的位址為A6~A0，當寫入 本命令後，接著輸入資料至DD RAM			40us			
讀取忙碌旗標(BF)及 位址計數器(AC)	0	1	BF	AC				當BF=1 表示LCD 模組正在處理資料，不 可再寫入；當BF=0 時，表LCD 在閒置狀 態。 AC 即為最近設定的RAM 位址。			1us			

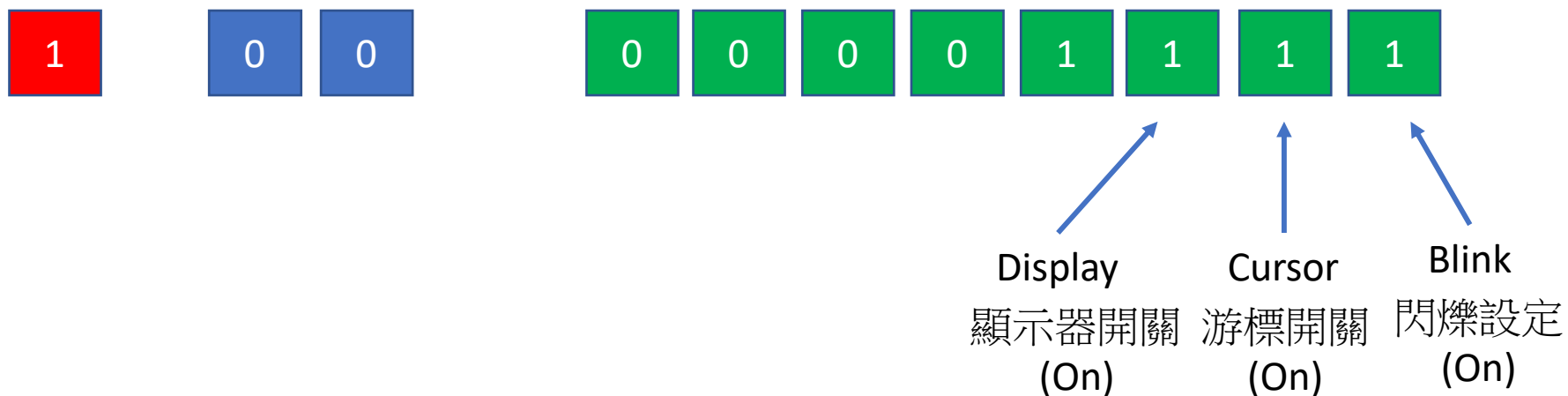
功能	R S	R /W	DB								說明	最大 執行時間
			7	6	5	4	3	2	1	0		
寫入資料至DD RAM/CG RAM	1	0	寫入的資料								寫入資料到CG/DD RAM	40us
讀取DD RAM/CG RAM資料	1	1	讀到的資料								從CG/DD RAM讀取資料	40us

最先執行的命令(功能設定):

(因為需先確定LCD與CPU間的介面形式，所以此命令必須最先執行)



第二執行的命令(控制器設定):



其他指令請同學自己嘗試，如有問題再與助教討論，感恩

參考資料

- ① <http://www.intra.idv.tw/data/8051/lcd/pg1/tech.htm>
- ② <http://www.csd.nutn.edu.tw/DSE/CH9.pdf>
- ③ 單晶片微控制器 MCS-51 王宜楷 著
- ④ <http://faculty.stust.edu.tw/~wjshieh/lcd.html>

Good Luck!