

HW5

Image Display Controller

一、 檔名說明：

1. VLSI_2010_HW5.pdf：本作業的說明文件，請務必詳讀。
2. testfixture.v 測試樣本檔。
3. lcd_ctrl.v Verilog 檔案，已包含系統輸/出入埠之宣告
4. cmd1.dat 第一組測試樣本之指令
5. image1.dat 第一組測試樣本使用之影像檔
6. out_golden1.dat 第一組測試樣本之正確結果
7. cmd2.dat 第二組測試樣本之指令
8. image2.dat 第二組測試樣本使用之影像檔
9. out_golden2.dat 第二組測試樣本之正確結果

二、 作業說明：

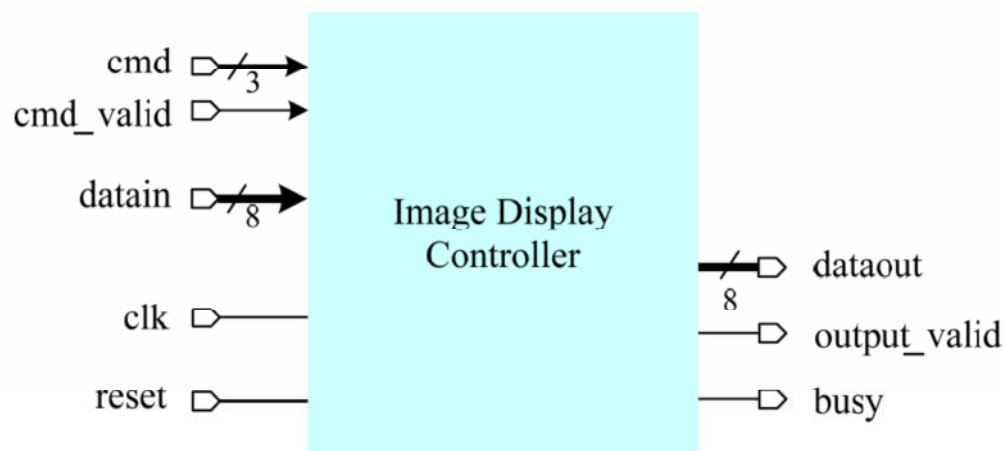
1. 問題描述

請完成一影像顯示控制(Image Display Control)電路設計。此控制電路，可依指定之操控指令，使顯示端的影像進行水平及垂直方向的平移(Shift)功能。

本控制電路有 5 個信號輸入(cmd,cmd_valid,datain,clk,reset)及 3 個信號輸出(dataout, output_valid, busy)，關於各輸入輸出信號的功能說明，請參考表一。

2. 設計規格

2.1 系統方塊圖



圖一、系統方塊圖

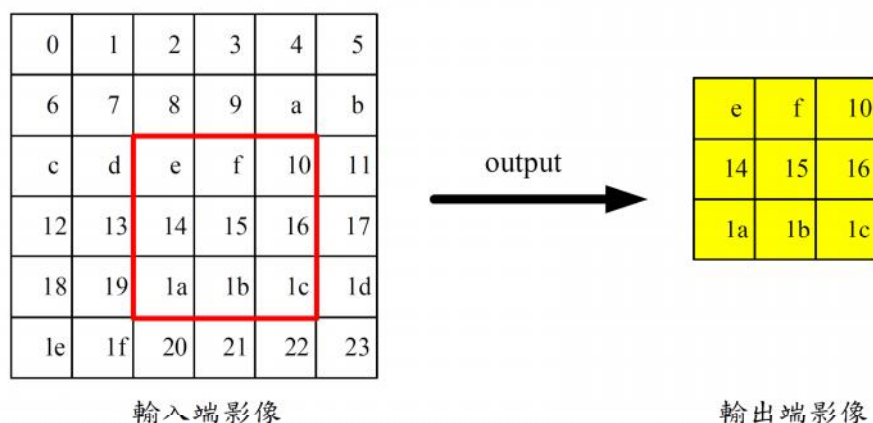
2.2 輸入/輸出介面

表一、輸入/輸出訊號

信號名稱	輸/出入	位元寬度	說明
reset	input	1	高位準非同步之系統重置信號。 說明:本信號應於系統啟動時送出。
clk	input	1	時脈信號。 說明:此系統為同步於時脈正緣之同步設計。
cmd	input	3	指令輸入信號。 說明:本控制器共有六種指令輸入,相關指令說明請參考表二。指令輸入只有在cmd_valid 為high 及busy 為low 時,為有效指令。
cmd_valid	input	1	有效指令輸入信號。 說明:當本信號為high 時表示cmd 指令為有效指令輸入。
datain	input	8	八位元影像資料輸入埠。
dataout	output	8	八位元影像資料輸出埠。
output_valid	output	1	有效資料輸出信號。 說明:當本信號為high 時表示dataout 為有效資料輸出。
busy	output	1	系統忙碌信號。 說明:當本信號為high時,表示此控制器正在執行現行(current)指令,而無法接收其他新的指令輸入。

2.3 系統功能描述

影像顯示控制器之輸入端,為一張6x6 大小的影像資料。而輸出端則為3x3 大小的顯示端 影像,如圖二所示。影像顯示控制器必須處理使用者輸入之指令,取得顯示相關之座標(origin) 參數,使顯示端達到平移功能。



輸入端影像

輸出端影像

圖二、輸入與輸出影像示意圖

2.3.1 輸入與輸出端之影像及參數規範

[影像輸入]

將提供輸入端影像資料，此影像資料為 6x6 共 36 筆測試樣本，每筆樣本為 8 位元資料(如圖三所示)。並且依由左而右；由上而下，且以序列(Serial)的方式循序輸入至影像控制電路中。(如圖三所示資料，輸入順序為 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f, 10, ..., 21, 22, 23)。註：以下僅為圖例示範，詳細的輸入影像內容值未必如下圖三所示。

	0	1	2	3		
0-	0	1	2	3	4	5
1-	6	7	8	9	a	b
2-	c	d	e	f	10	11
3-	12	13	14	15	16	17
	18	19	1a	1b	1c	1d
	1e	1f	20	21	22	23

圖三、輸入端影像資料

[影像輸出]

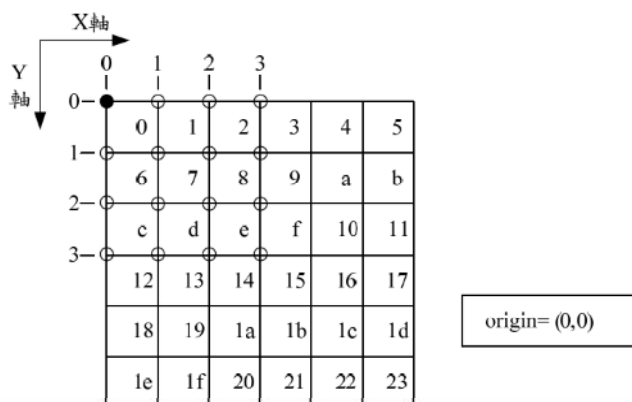
輸出端影像為 3x3 共 9 筆樣本輸出，每筆樣本為 8 位元資料(如圖四所示)。並且依由左而右；由上而下，且以序列(Serial)的方式循序輸出結果。(如圖四所示資料，輸出順序為 e, f, 10, 14, 15, 16, 1a, 1b, 1c)。註：以下僅為圖例示範，詳細的輸出影像內容值未必如下圖四所示。

e	f	10
14	15	16
1a	1b	1c

圖四、輸出端影像資料

[參考座標]

已定義輸入端影像之參考座標。輸入端影像之水平方向為 X 軸，垂直方向為 Y 軸，而原點座標則座落於輸入影像之左上端。此外，X 軸與 Y 軸座標範圍為 0~3。(如圖五所示)。需根據此參考座標，進行顯示端的畫面平移(Shift)功能設計。



圖五、輸入端影像參考座標

2.3.2 影像顯示控制器功能規範

[指令定義]

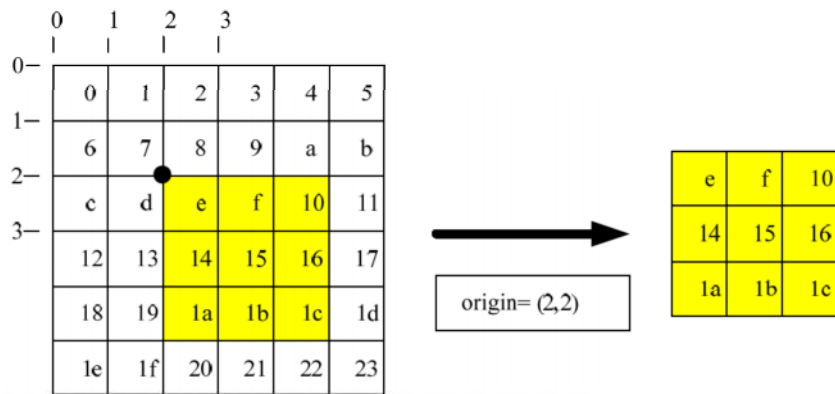
影像控制器電路有 6 項控制指令功能。控制指令(cmd)所對應之功能如表二所示。

表二、控制指令定義

控制指令	控制指令說明
0	Reflash
1	Load Data
2	Shift Right
3	Shift Left
4	Shift Up
5	Shift Down

對於所有有效之控制指令，不論其是否會更變原點參數，皆必須在系統處理結束後輸出 9 筆顯示端影像資料。以下分別就各項指令進行說明。

- 顯示端影像更新(Reflash)
 - 更新顯示端的輸出畫面
 - Reflash 指令不作任何處理，僅將現行顯示之 3x3 影像資料重新輸出。
- 資料載入(Load Data)
 - 將 36 筆影像資料依序載入於 6x6 影像緩衝器中。
 - Load Data 時，系統將輸入一張全新的 6x6 影像，且原點座標自動指向(2,2)，亦即輸出畫面自動顯示原輸入影像的中央區塊。
 - ◆ 設定原點座標為(2,2)
 - Load Data 必須為系統的第一個指令輸入。



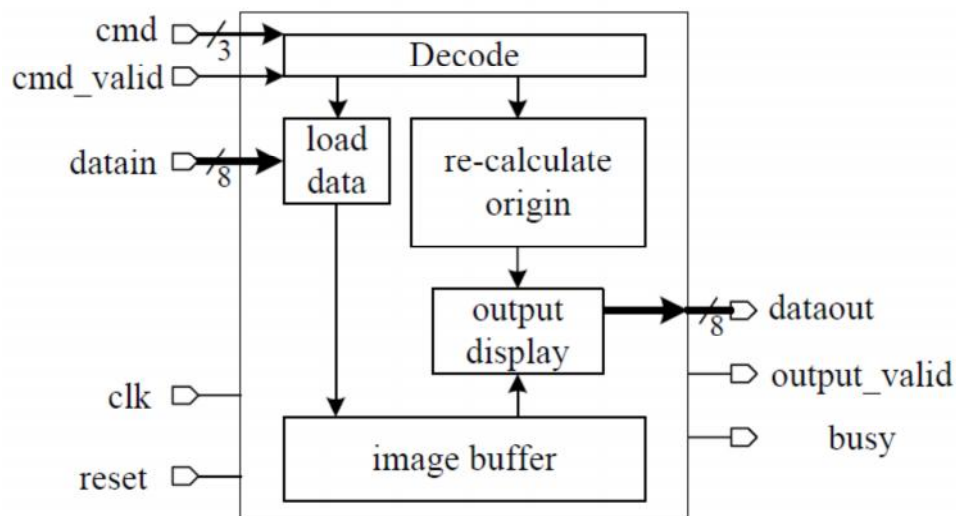
圖六、輸出畫面於資料載入(Load Data)之取樣相對位置

- 畫面右移(Shift Right) *
 - 右移顯示區塊。執行此 Shift Right 指令，使原點的 X 座標增加 1，但 X 軸座標最大不可超過 3。
 - 當 X 座標等於 3 時，倘若再收到右移指令，則 X 座標仍將為持 3，僅重覆輸出和現行指令前相同之顯示結果。
- 畫面左移(Shift Left) *
 - 左移顯示區塊。執行此 Shift Left 指令，將使原點的 X 座標刪減 1，但 X 軸座標最小不可低於 0。
 - 當 X 座標等於 0 時，倘若再收到左移指令，則 X 座標將仍為持 0，僅重覆輸出和現行指令前相同之顯示結果。
- 畫面上移(Shift UP) *
 - 上移顯示區塊。執行此 Shift UP 模式，將使原點的 Y 軸座標減少 1，但 Y 軸座標最小不可低於 0。
 - 當 Y 軸座標等於 0 時，倘若再收到上移指令，則 Y 軸座標將仍為 0，僅重覆輸出和現行指令前相同之顯示結果。
- 畫面下移(Shift Down) *
 - 下移顯示區塊。執行此 Shift Down 指令，將使原點的 Y 軸座標增加 1，但 Y 軸座標最大不可大於 3。
 - 當 Y 軸座標等於 3 時，倘若再次收到下移指令，則 Y 軸座標仍為持 3，僅重覆輸出和現行指令前相同之顯示結果。

* 關於顯示畫面與輸入畫面之原點相對位置，請參考附錄 A。

2.3.3 影像顯示控制器範例

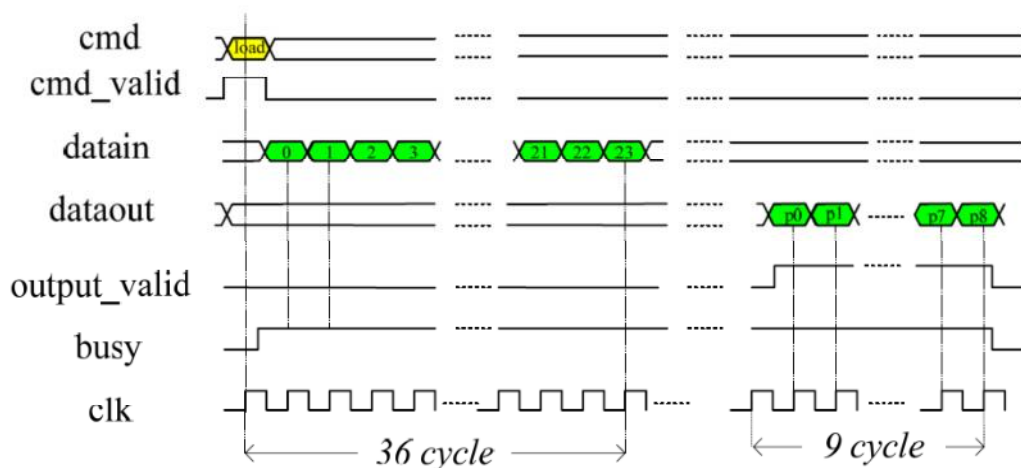
以下為影像控制器電路方塊圖，僅供作為設計之參考，亦可自行發揮創意。



圖七、影像控制器電路設計之參考方塊圖

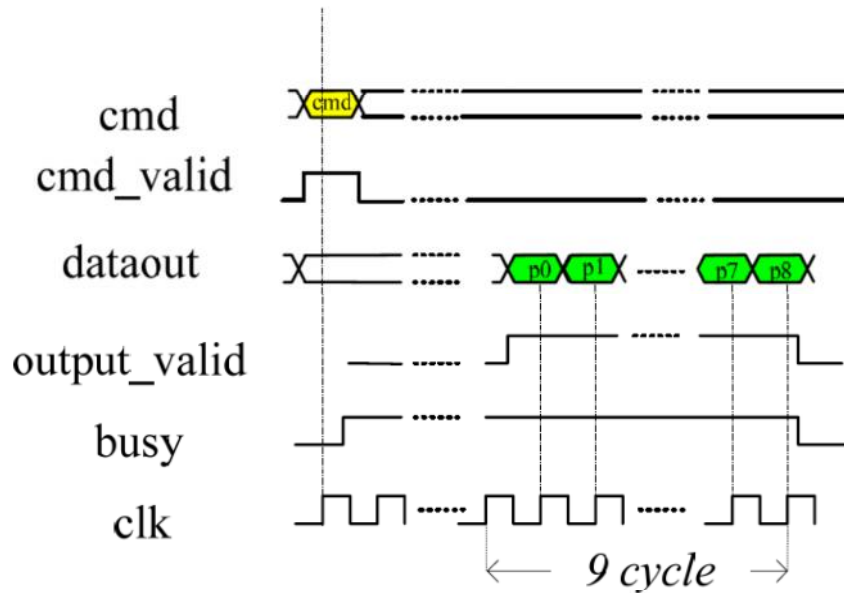
2.4 時序規格圖

- 載入資料(Load Data)之時序規格圖，如下圖八所示。
 - 在有效的 Load Data 指令之後，會緊接著連續輸入 36 筆影像資料
 - 當影像顯示控制電路內部處理完成，連續輸出 9 筆顯示資料，輸出同時須將 output_valid 設為 high。
 - 在整個處理過程中，busy 皆維持為 high。並在輸出完成後，將 busy 設回 low 以接受新指令輸入。



圖八、資料載入之時序規格圖

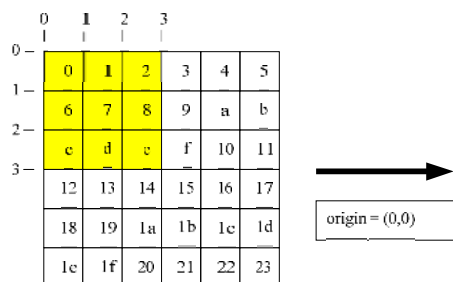
- 其它控制指令(reflash、shift right、shift left、shift up、shift down)之時序規格圖，如下圖九所示。
 - 當影像顯示控制電路內部處理完成，連續輸出 9 筆顯示資料，輸出同時須將 output_valid 設為 high。
 - 在整個處理過程中，busy 皆維持為 high。並在輸出完成後，將 busy 設回 low 以接受新指令輸入。



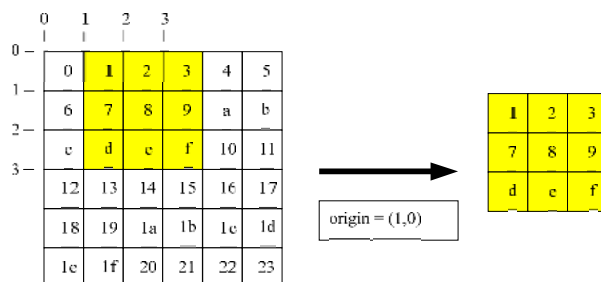
圖九、其它控制指令之時序規格圖

附錄 A 顯示畫面與輸入畫面之原點相對位置參考

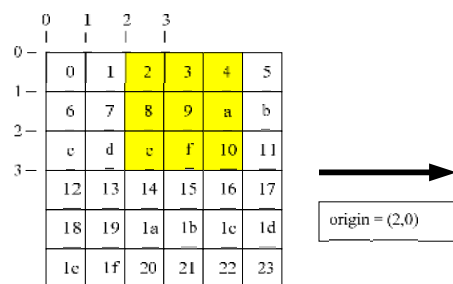
本試題中的平移功能(畫面上移、下移、左移、右移),關於顯示畫面與輸入畫面之原點相對位置如圖十~圖二十五所示。請注意,每一次控制指令的輸入,僅能單獨使X 軸座標值或單獨使Y 軸座標值增加或減少一個單位。



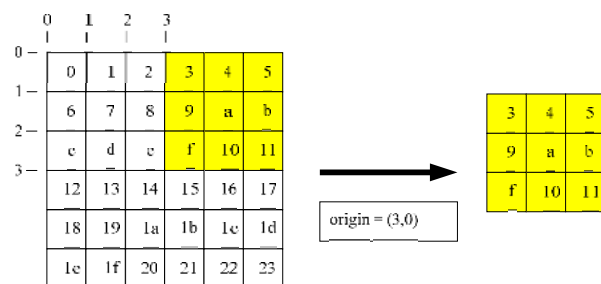
圖十、原點座標為(0,0)



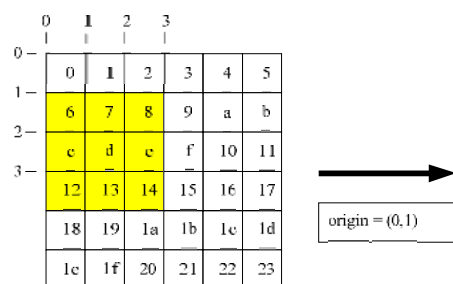
圖十一、原點座標為(1,0)



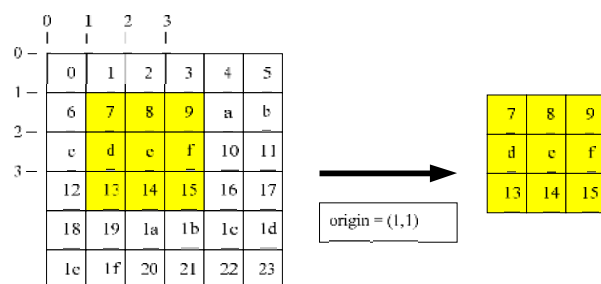
圖十二、原點座標為(2,0)



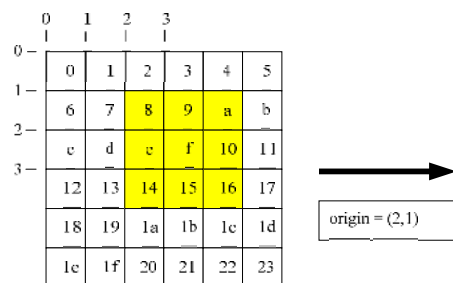
圖十三、原點座標為(3,0)



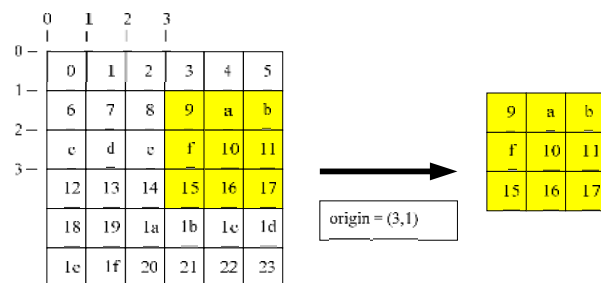
圖十四、原點座標為(0,1)



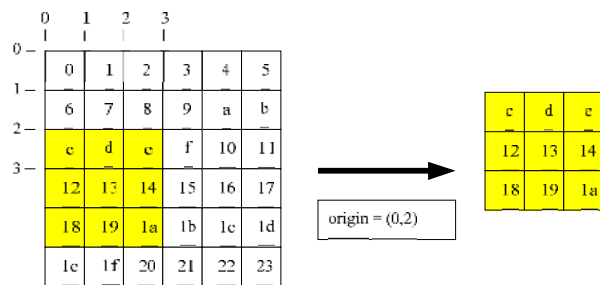
圖十五、原點座標為(1,1)



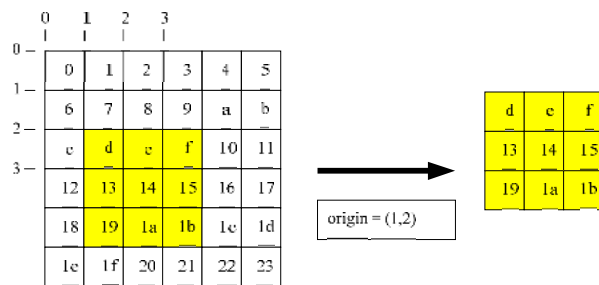
圖十六、原點座標為(2,1)



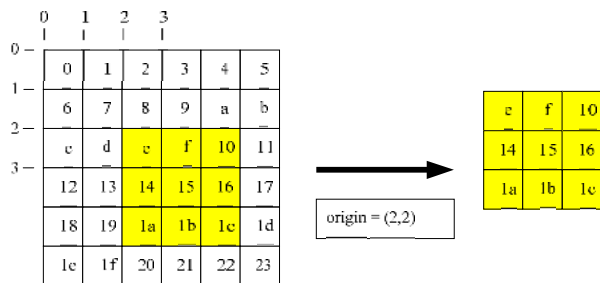
圖十七、原點座標為(3,1)



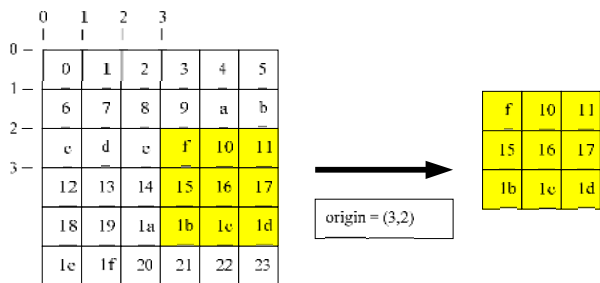
圖十八、原點座標為(0,2)



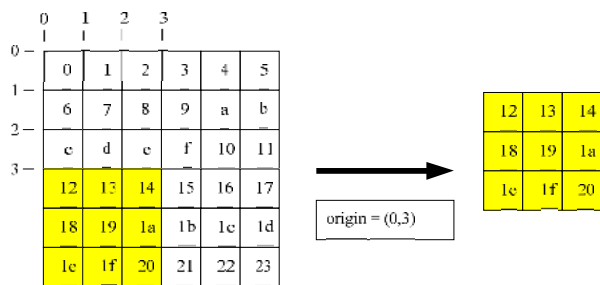
圖十九、原點座標為(1,2)



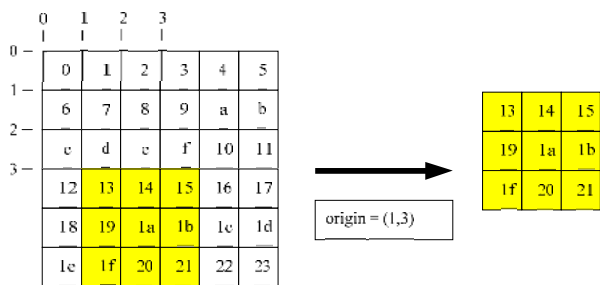
圖二十、原點座標為(2,2)



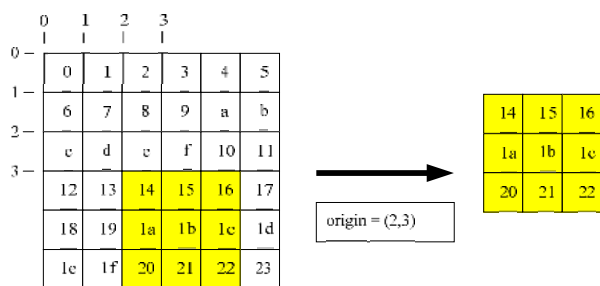
圖二十一、原點座標為(3,2)



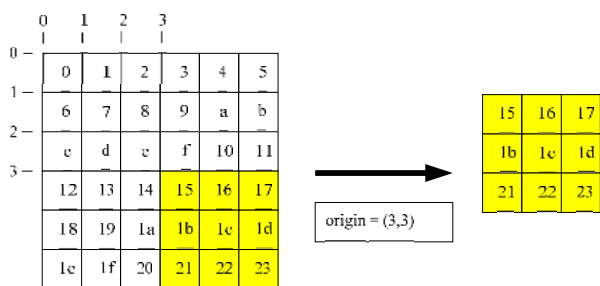
圖二十二、原點座標為(0,3)



圖二十三、原點座標為(1,3)



圖二十四、原點座標為(2,3)



圖二十五、原點座標為(3,3)

附錄 B 測試樣本

比賽共提供兩組測試樣本，為方便設計者除錯之用，將測試樣本之影像資料及指令輸入詳如下：

測試樣本一

☒ 相關檔案: image1.dat , cmd1.dat , out_golden1.dat

影像資料:

0	1	2	3	4	5
6	7	8	9	a	b
c	d	e	f	10	11
12	13	14	15	16	17
18	19	1a	1b	1c	1d
1e	1f	20	21	22	23

測試樣本二

☒ 相關檔案: image2.dat , cmd2.dat , out_golden2.dat

影像資料:

20	57	30	eb	af	ec
49	93	22	67	a0	05
44	62	66	cc	76	97
28	09	ff	40	18	80
f0	e9	ea	87	dd	ed
d4	d3	bb	f4	77	52

三、 作業繳交方式(使用FTP)

1. 請將作業上傳到HW5 資料夾，並且壓縮成以下格式：

#HW?_學號_名字_版本.zip

附註：

第一版為HW5_學號_名字_001.zip

若有更改則為HW5_學號_名字_002.zip，以此類推

2. 請將繳交檔案分成三個資料夾，如下表分別為說明文件、Pre_Sim與Post_Sim

目錄名稱	檔案名稱
Pre_sim	lcd_ctrl.v testfixture.v
Post_sim	lcd_ctrl.v，testfixture.v，lcd_ctrl.sdo
說明文件	HW5_學號_名字_版本.doc 附註： 請於報告內說明設計概念、技巧、使用面積、電路操作速度…

3. 為避免網路擁塞影響作業繳交，請盡早上傳作業

四、 評分方式

1. 作業DEMO的時間公佈在網頁。
2. 評分比例：Pre-Sim (70%)、Post-Sim (30%)。
3. 遲交或上傳檔案有病毒者一律以0 分計算。
4. 抄襲他人作業者一律以0 分計算。
5. 工作時脈越高、面積越小者，分數越高。

五、 Q&A

有任何問題請 mail 給助教(hwei jet@gmail.com)