

EECS 2070 02 Digital Design Labs 2019
Lab 7
學號：107062314 姓名：陳柏均

0. 前言

這次 lab7 主要要我們實作螢幕顯示的部分，邏輯設計實驗愈做下去，愈是發現一個小小的 FPGA 板竟然可以做那麼多事情。從一開始的單純跑板子，到後來接鍵盤去操作，再到這次的接螢幕，愈做愈發覺其中的有趣之處。

這次的第一題由於有 Sample code 的指引，我認為相對較簡單，而 lab7 的第二題則能看出明顯的難度了。第一題花了不多時間解決，第二題則相對思考了許多。最後經過了努力，終於完成這次 lab7。

1. 實作過程

(i) 理解 Sample code 及螢幕顯示方式

在開始打 lab7 之前，我先跑過助教所提供的兩個 Sample code，這兩個檔案說真的幫助滿大的，若沒有它們，我大概無從開始打起。我從第一個 Sample code 中大概了解到了 RGB 的顯示方式及 h_cnt 和 v_cnt 大致的意思，我 Demo1 的 code 主要幫助了我去想到底如何將螢幕呈現黑屏，而 Demo2 的 code 則是讓我理解如何讓一張圖去動。

另外我也有看的 ilms 上的講義以得到關於 VGA 及諸多關於顯示的道理，當然還有學會如何運用助教給的 code 去轉換一張圖到 Vivado 可以接受的資料狀態，我覺得這次 lab 其中一個帶給我歡樂的地方就是我可以選自己想要的圖去呈現在螢幕上。

(ii)lab07_1 打法

Lab07_1 若能理解 Demo2 的 code 相信並不難，但我其實也花了諸多時間去理解它。最後我的寫法只是稍改一下助教的程式，因為原本是上下動，而題目要求的是左右動，我把原本的 `position*320` 改成 `position`，另外再去用 DFF 的觀念去更新每次 `addr` 需要去取的值；當然應題目要求，必須將 `position` 限制在 320 之中，以避免超過螢幕的寬度。

這裡的道理我理解的滿久的，我主要學到因為必須從(Sample code 的)上下跑變成左右跑，因此每次只要+`position` 就好，以表示取的值是在該位置的左或右而非原來的上下需要去乘上 320。而只要理解圖片移動是如何運作的，剩下的 `rst,dir` 等功能的調整就相對不難。

```
//assign pixel_addr = ((h_cnt>>1)+320*(v_cnt>>1)+ position*320 )% 76800; //640*480 --> 320*240
assign pixel_addr = ((h_cnt>>1)+320*(v_cnt>>1)+ position )% 76800; //640*480 --> 320*240
```

(註:原本需要乘上 320 而後來不用)

(iii)lab07_2 的打法

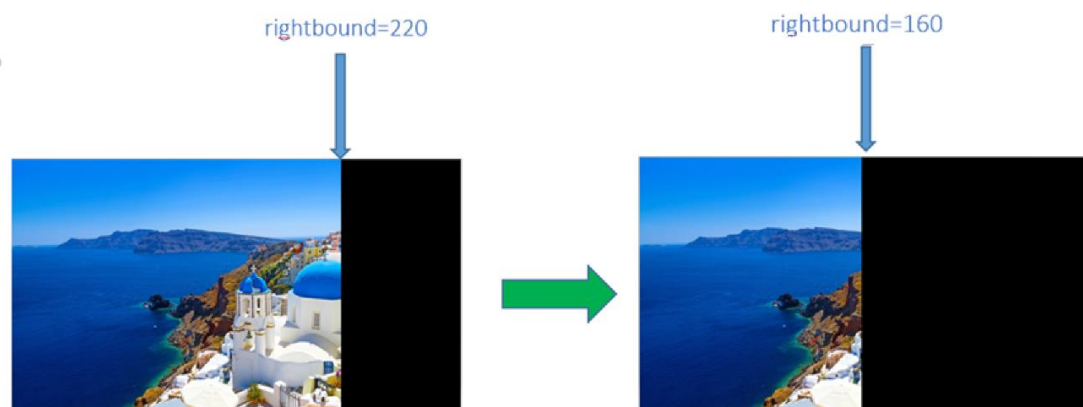
第二題主要是要做 **shift** 跟 **split** 的功能, 我個人認為 **shift** 比 **split** 簡單許多, 我的想法是來自 **Demo1**, 我理解到了如何在一定的範圍內或外給定顏色, 然後接下來我僅僅只要思考說我到底如何做才能把一張圖的黑屏部份去做增加及減少。

```
{vgaRed,vgaGreen,vgaBlue}=12'h0;
{vgaRed,vgaGreen,vgaBlue}=pixel;
```

(註:決定目前狀態下要呈現的是黑色或是 pixel)

Shift 主要有兩個階段, 第一個是從右到左圖片慢慢被覆蓋, 另一個則是覆蓋完全之後再從上到下去做顯示, 兩種做法類似, 我皆使用一個 **bound** 去讓它用 **counter** 更新。如第一種從右到左慢慢消失的部分, 我就是用一個 **rightbound** 及 **DFF** 去實作, **rightbound** 一直更新它的值(一直減少)直到全黑屏, 也就是從 319 一直減到 0。

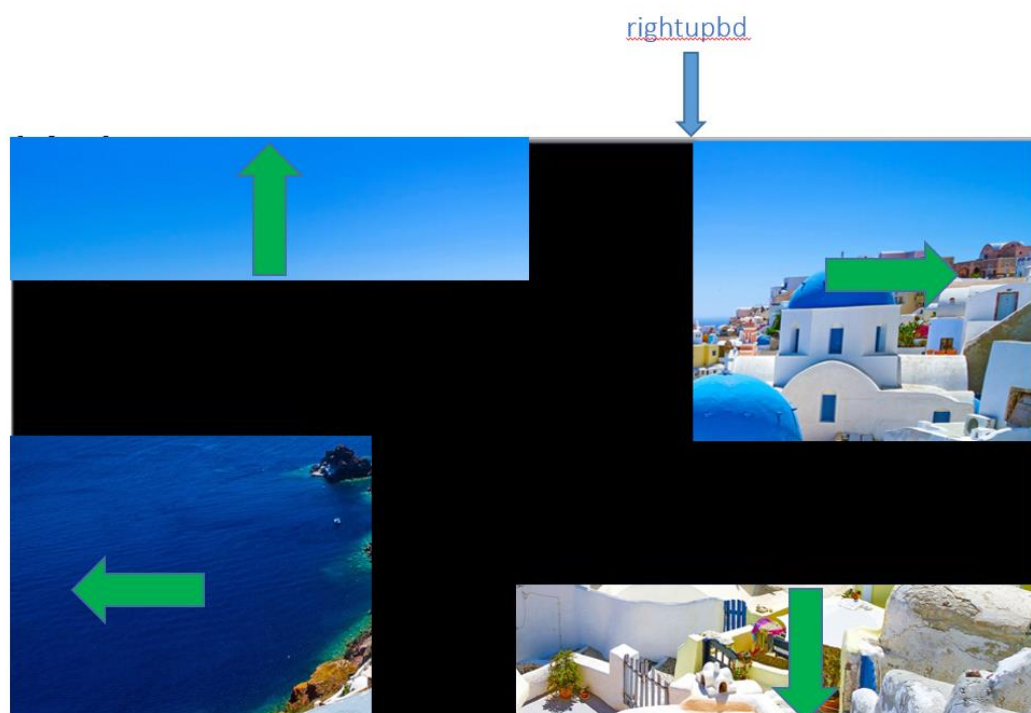
然後有了 **bound** 之後顯示的地方就輕鬆許多, 只要將 **rightbound** 的右邊變成黑屏, 左邊照常顯示原圖, 就可以達到圖片像是從右邊慢慢地往左邊消失的樣子, 而由上到下的圖片顯示則同理。



(註:如圖, **rightbound** 減少使得黑屏增加, btw 我是使用一張希臘風景圖)

至於 **split** 的功能，我認為就是結合各種前面所用到的東西以去實現成果，我的作法是讓黑屏與圖片本身同步去跑，這樣就可以呈現出一個像圖片自己分開的神奇效果，而黑屏慢慢增加及圖片慢慢移動大概就是像前幾個效果所實作的方式。

舉右上角的分割圖為例子好了，依題目要求，按下 **split** 之後，單單以這塊而言，我設一個 **rightupbd** 一樣用 **DFF** 去更新，使得黑屏能一直往右移，而圖片則是以同樣速度往右邊移動，作法跟前面大同小異，沒有太大的差別

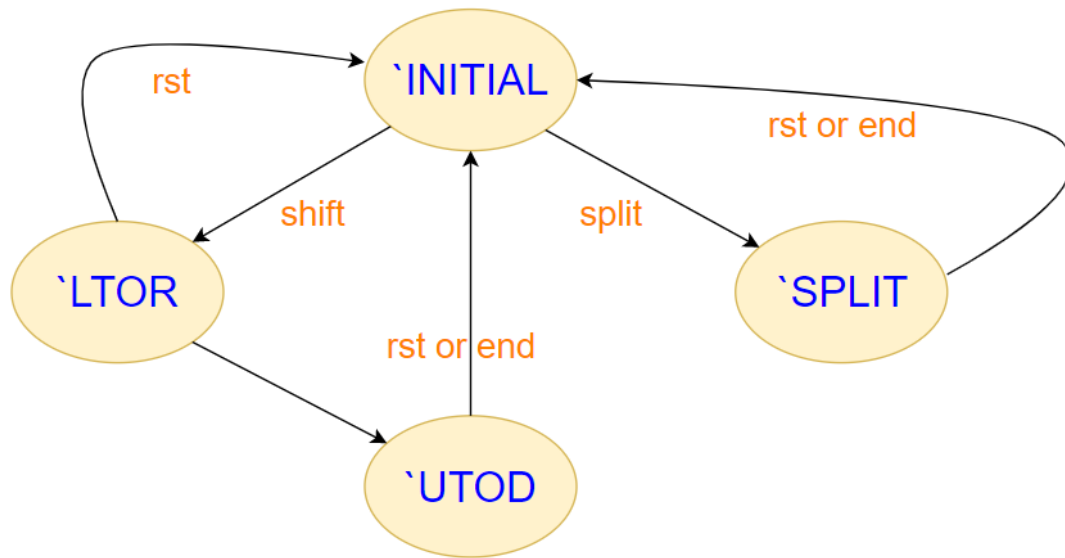


(註:四個圖片分別的移動方向以及右上角圖片的 **rightupbd**)

(iii)

最後，我這次也用了 **state transition** 這個方法，它可以使思路更加清晰且有條理性。在第二題之中，我共使用了四個 **states**，分別為 **`INITIAL**，**`RTOL**，**`UTOD**，**`SPLIT** 來進行轉換。**`INITIAL** 為初始值，也就是在此狀況圖片維持原樣，而當按下 **shift** 按鈕之時，則 **state** 進到 **`RTOL** 表示從右到左消失接而進到 **`UTOD** 表示從上往下顯示。

而當在 **`INITIAL state** 中按下 **split** 時，則進到 **`SPLIT state** 以進行圖片分割的動作。而在每種情況按下 **rst** 及動作結束後皆會回到 **`INITIAL state**，以等待下一次使用者的指令。以下是我簡易的 **state transition graph**.



(註:第二題簡易的 state transition graph)

2. 學到的東西與遇到的困難

(i)關於螢幕顯示

這次我主要有學到 FPGA 板是如何透過 VGA 將使用者的目標圖片顯示在螢幕上。我學到了我們所看到的畫面其實不過是由許多小 pixel 所組成，而運用了 12 bits 的 RGB 去給每一個 pixel 一個顏色，我認為這是以前讀資工系前從未認真仔細思考過的。



(註:由此圖片便可看出一張圖是由許多 pixel 所組成)

另外一開始其時我沒有到很理解為什麼需要再乘上 320 才能取值，後來才知道由於資料的型態大概是像一個一維陣列，而當我們人類在思考 2D 的圖片時，往往用二維陣列會好理解許多，而這部分由於要取資料而造成的不同是我這次 lab 中學到的其中一個寶貴知識。

在看圖片時，其實只要仔細一點，不難發現上面是由一個一個有顏色的點所組成，而由這裡我覺得可以延伸思考，一般我們在使用的電腦、看的電視，想必他們的 pixel 應該是小到我們完全分辨不出來，才能呈現出如此清晰的畫面。

(ii) state transition 的問題

當我寫到第二題的時候，我一開始只有做三個 state，而我需要跳到第三個 state 的時候它一直會跳會第一個 state，那時我想了很久，也認真思考過很多可能性，甚至很仔細地去看過哪些狀況會使螢幕顯示狀態跳回`INITIAL`。

最後當我快要暫時性放棄之時，我才發現我犯了一個很嚴重的錯誤，那就是當我在寫 state 的時候，我竟然只有給它一個 bit，這也難怪當我想要它到第三個 state 之時，它會自動跳到`INITIAL` state 去，因為發生了 overflow 的問題。

```
reg state;  
reg nextstate;  
reg [1:0]state;  
reg [1:0]nextstate;
```

(註:一開始只有給一個 bit，一直到後來才發現這樣會出錯)

這個狀況已非第一次遇到了，而且這一次我又花了特別久的時間去 debug，我認為一次次的錯誤應該要讓我學到更多經驗，使我在未來減少或不再去犯同樣的錯誤。這樣相信能省下自己很多時間，去思考那些真正值得思考的部分。

(iii) 圖片調整大小問題

我這次 lab 選擇使用自己的圖片去做，而在載入圖片之時，發生了一點小問題，那就是我一開始並無按照講義上所給的數字去輸入長和寬，而當我把圖片顯示在螢幕上之時，便會出現上下被壓縮過的圖，完全辨識不出來原圖的樣子，只能看到一些零碎的顏色組出來的圖片，剩餘的什麼都無法分辨。

我一開始以為圖片之長寬必須照著原圖的大小，後來才明白其實是需要符

合螢幕的大小的，理解這個原理之後，照著講義上的長寬輸入，便可以得到我想要它在螢幕上顯示的結果了。

3. 想對老師或助教說的話

這次 lab7 我認為前面一題主要是理解助教給的 **Sample code** 去進行更正，而第二題就相對較難了，需要多進行一點思考，這次的 lab 老師及助教無非是要我們熟悉 **FPGA** 連接螢幕的原理。經過那麼多次 lab，終於認真體會到 **FPGA** 板是多麼強大了。

剛開始拿到 **FPGA** 板時，甚至還一直嫌棄為何一個小小的板子值那麼多錢，那時的自己覺得既納悶又有點不服。而到如今，才大概知道為甚麼它會那麼昂貴了，之前太低估它的價值了。

這次所做的 lab 很明顯螢幕就是主題，而我們不能否認，螢幕與我們的生活息息相關，我們每一天或多或少都會接觸到它。但我們卻鮮少去深入思考其中的道理。螢幕顯示從早期的映像管顯示到如今的 **led** 顯示可看到就單單螢幕科技這一部分真的是發展的很快。

各種領域技術的結合，使現今的螢幕的清晰度與過去的根本不能比，由此可見科技真的使我們生活更加舒適便利，我們無形中早就擁有很多萬分珍貴的東西，但我們大部分人卻都習以為常，不會去特別注意了。

這次 lab 還有一個地方使我印象深刻，那就是圖片移動的部份，雖說我相信對於不同的顯示器，它之中的道理自然不盡相同。但是以 lab7 而言，我在真正做之前，從未想過移動是這樣的移動法，就是使黑屏也跟著動，造成圖片分開的效果。

Lab7 我也收穫甚多，除了對 **verilog** 及 **FPGA** 板更加熟悉外，也理解到了螢幕的顯示方式之一，如此一來將來看到這些有螢幕的電子產品時，就可以粗略想像那些動畫、效果是如何做出來的，其實仔細想想，學大部分新事物無非就是要我們能了解我們的周遭事物或甚至是優化我們的生活。

笑話時間:

醉漢在西門町攔了一部計程車

醉漢：我要到西門町

司機心想這裡就是西門町了

於是說：先生,西門町到了

醉漢看了看付了500塊

然後下車說：

下次不要開這麼快！！