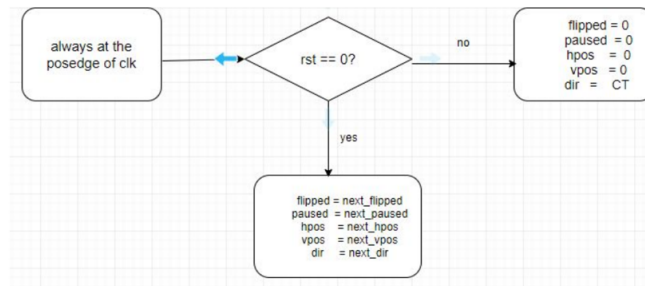


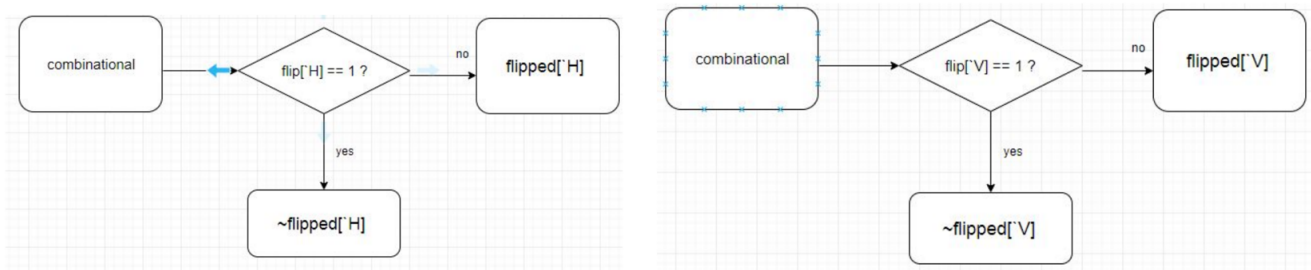
Lab6 Team6 Report

1. Block Diagram:

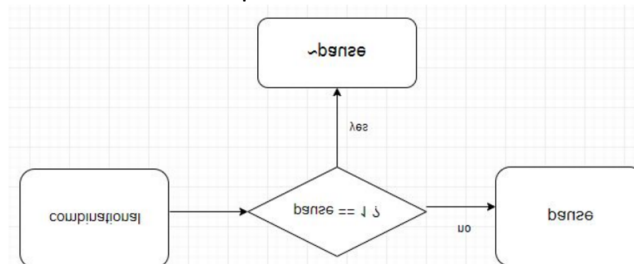
a. D flip-flop:



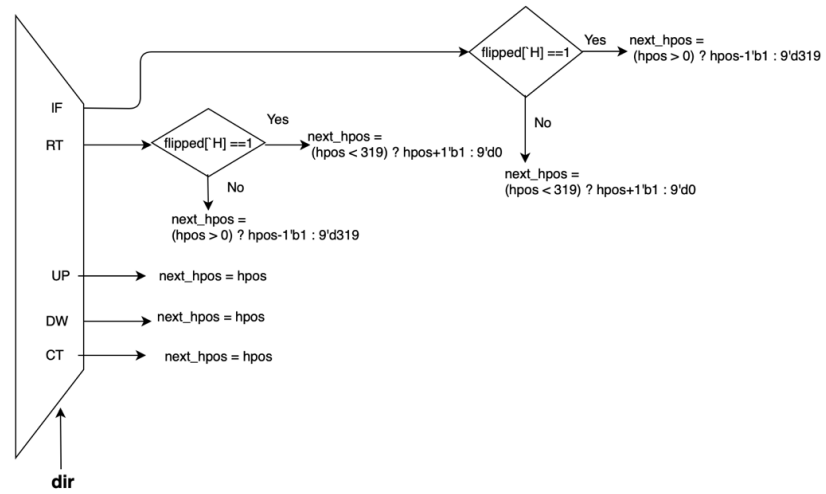
b. Combinational Block for "flipped":



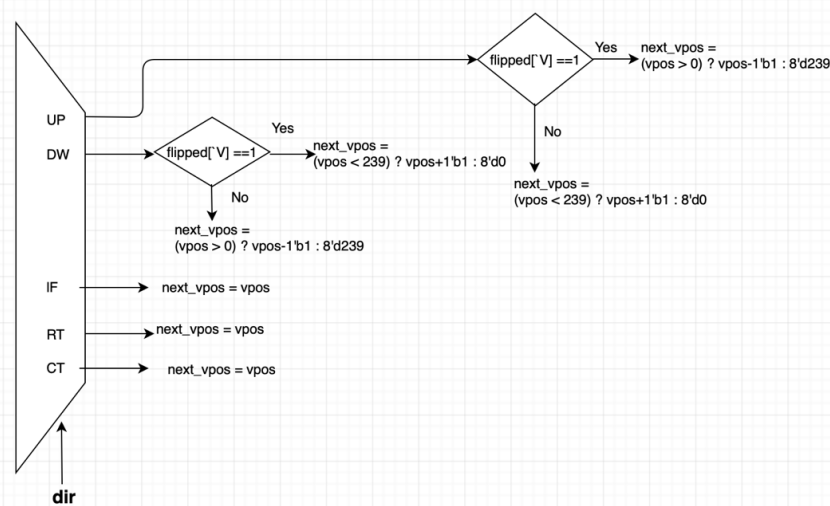
c. Combinational Block for "paused":



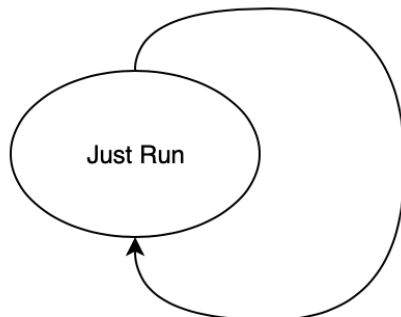
d. Combinational Block for “hpos”:



e. Combinational Block for “vpos”:



2. State transition Diagram:



3. Design Explanation:

- a. 在 top module 接出 PS2 的兩個信號，並接上 keyboard decoder module。從 keyboard decoder 取得信號 key_down，以製造按下按鍵的信號。
- b. 在 memory address generator 中，信號 pixel_addr 的 assignment 是 $\text{index} + \text{hpos} + 320 * \text{vpos}$ 。信號 index 指的是靜止的時候 pixel 在 data 裡面的 address，hpos 和 vpos 分別指水平位移和垂直位移的 position。
- c. 在 memory address generator 中，有三個獨立的暫存器：flipped, paused, dir。
- d. 暫存器 flipped 儲存畫面是否有翻轉，暫存器 paused 儲存畫面是否暫停，暫存器 dir 儲存畫面的移動方向。
- e. 暫存器 flipped 的初始值為 0，在信號 flip 拉起（按鍵 H 或 V 被按下）時，暫存器 flipped 便 invert 自己的值。
- f. 暫存器 paused 的初始值為 1，在信號 pause 拉起（按鍵 P 被按下）時，暫存器 paused 便 invert 自己的值。
- g. 暫存器 dir 的初始值為 UP（代表向上），根據信號 key（按鍵 WASD 被按下）決定 dir 的值。
- h. 暫存器 hpos 和 vpos 的值由以上三個暫存器決定。以 hpos 為例：
 - i. 若暫存器 paused 等於 1，畫面不能動，所以 hpos 固定。
 - ii. 若非以上狀況，則 hpos 依暫存器 dir 的值決定 hpos 的增減。
 - iii. 當 dir 方向往左，若沒有水平翻轉，hpos 增加以取得右方的 pixel，畫面才會向左移動。
 - iv. 當 dir 方向往左，若有水平翻轉，因為取得的 pixel 排列方式左右相反，所以畫面向左移動，需要取得左方的 pixel。
 - v. 同理，當 dir 方向往右，若無水平翻轉 hpos 減少，反之則 hpos 增加。
- i. 信號 index 即原本 pixel_addr 的 assignment，唯 Hcnt 和 Vcnt 做了變化。
 - i. 信號 Hcnt 沒有水平翻轉時是 h_cnt，反之則作水平鏡射 $640 - \text{h_cnt}$ 。
 - ii. 信號 Vcnt 沒有垂直翻轉時是 v_cnt，反之則作垂直鏡射 $480 - \text{v_cnt}$ 。

4. Contributions:

- a. 兩人一起討論出程式的架構，由陳騰鴻實作，兩人一起 debug。
- b. 王駿負責畫 block diagram，陳騰鴻負責其他部分。

5. Design Testing:

- a. 個別功能測試：寫出單一功能如 flip，並用 FPGA 測試畫面是否與預期相符。
- b. 基本操作：接上 keyboard 測試 spec 要求的 8 個按鍵是否正常運作。
- c. 複合操作：接連按兩個方向 keyboard 按鍵，測試是否正常運作。
 - i. 按 H 再按 V：期待畫面可以翻轉兩次。
 - ii. 按完 WASD 再按 HV：期待畫面移動方向固定，並正常翻轉。
 - iii. 按完 P 之後按 WASD 或 HV：期待畫面不移動可翻轉，但記錄方向。

6. What I've learned:

- a. 沒有對到兩個 signal 的 bit width 是自己最常犯錯的一個地方。
- b. 了解 VGA Display 是如何運作的。