

Lab 7: TB & BC **(Testbench for Video Processing** **and** **Brightness and Contrast)**

Outline

- Introduction
- Hardware Description
 - ◆ I/O Information
 - ◆ System Information
- Timing Generator Implementation
- Brightness and Contrast Implementation
- Practice
- Criteria
 - ◆ Grading Policy
 - ◆ Requirement & File Format
 - ◆ Deadline
 - ◆ Commands in Makefile



Introduction

■ Testbench and Timing Generator

這次lab我們需要完成testbench的填空，並且實作一個timing generator。Timing Generator會用來產生螢幕所需要的信號，包括 Vsync, Hsync, Den。之後的題目會有很多的影像處理問題，都是由這次testbench和timing generator為基礎實作的。

■ Brightness and Contrast

亮度和對比度的轉換是這次的影像處理問題，詳細的介紹會在後面提到。



Hardware Description(Timing Generator)

■ I/O Information (timing_generator.v)

Signal	I/O	Width	Description
clk	I	1	Clock signal
rst_n	I	1	系統重置訊號，為 active low
h_total	I	12	輸入影像的水平相素總數，包含有效與無效的相素
h_size	I	12	輸入影像的水平解析度，即一條線的有效相素個數
h_sync	I	11	水平同步訊號脈波寬度，以相素個數為單位
h_start	I	11	一條線內的有效相素起始點
v_total	I	11	輸入影像的垂直線條總數，包含有效與無效的線資料
v_size	I	11	輸入影像的垂直解析度，即一個畫面的有效線數目
v_sync	I	10	垂直同步訊號脈波寬度，以線為單位
hv_start	I	10	一個畫面內的有效線的起始點
vs_reset	I	23	timing generator 所產生的輸出時序與 lock 訊號同步的時間差，以 clk 為單位，23'h7FFFFFFF 為 free run
Synco	O	3	Synchronization signal output，共 3 位元 [26] 代表垂直(畫框)同步訊號(Vsync) [25] 代表水平(線)同步訊號(Hsync) [24] 代表有效資料區間(Den)

HDL 2022



Hardware Description(Brightness and Contrast)

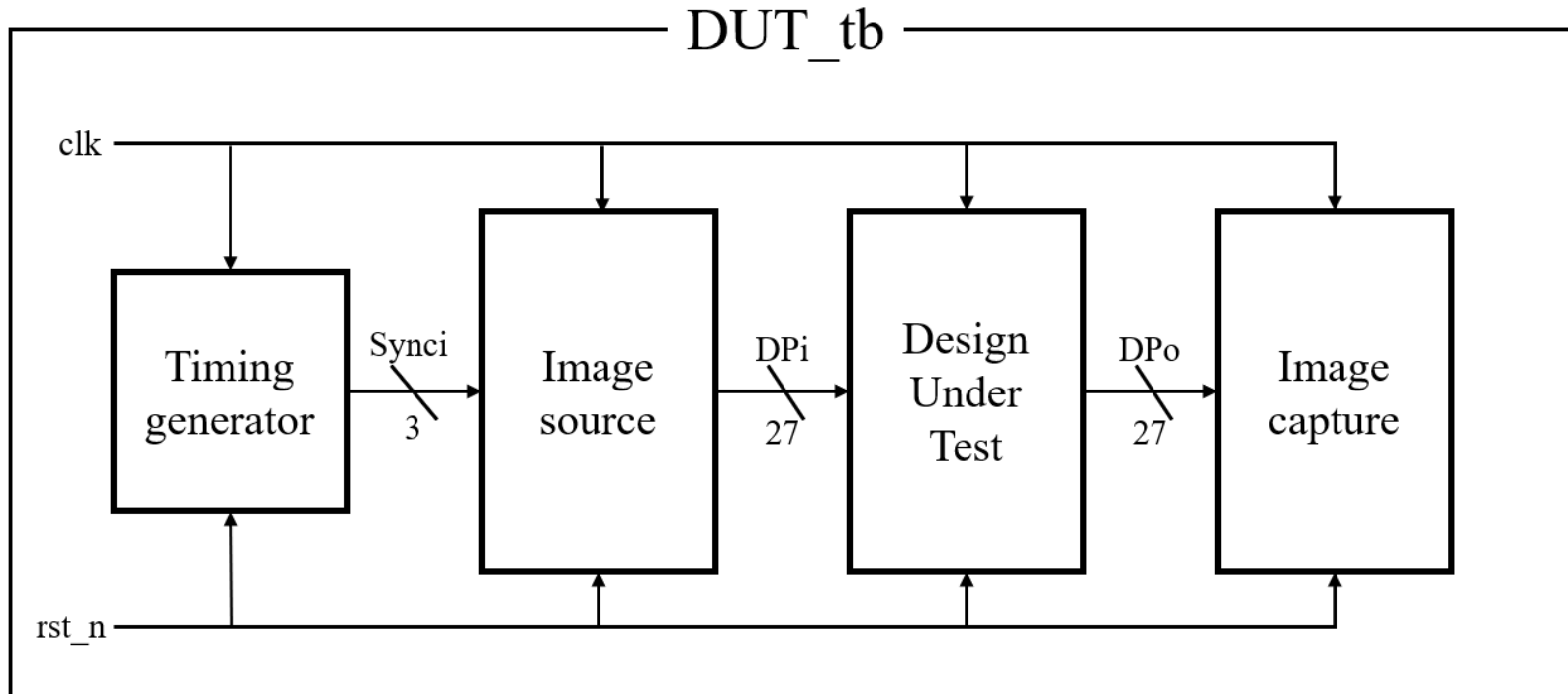
■ I/O Information (BC.v)

Signal	I/O	Width	Description
clk	I	1	Clock signal
rst_n	I	1	系統重置訊號，為 active low
pass	I	1	決定是否要調整亮度和對比度 0:要 1:原圖輸出
Brig	I	8	決定亮度調整的大小
Cont	I	8	決定對比調整的大小
DPi	I	27	input source，共27 位元 [26] 代表垂直(畫框)同步訊號 (Vsync) [25] 代表水平(線)同步訊號 (Hsync) [24] 代表有效資料區間 (Den) [23:0] 資料，R, G, B 各 8 位元
Dpo	O	27	Data Port output，共27 位元 [26] 代表垂直(畫框)同步訊號 (Vsync) [25] 代表水平(線)同步訊號 (Hsync) [24] 代表有效資料區間 (Den) [23:0] 資料，R, G, B 各8 位元



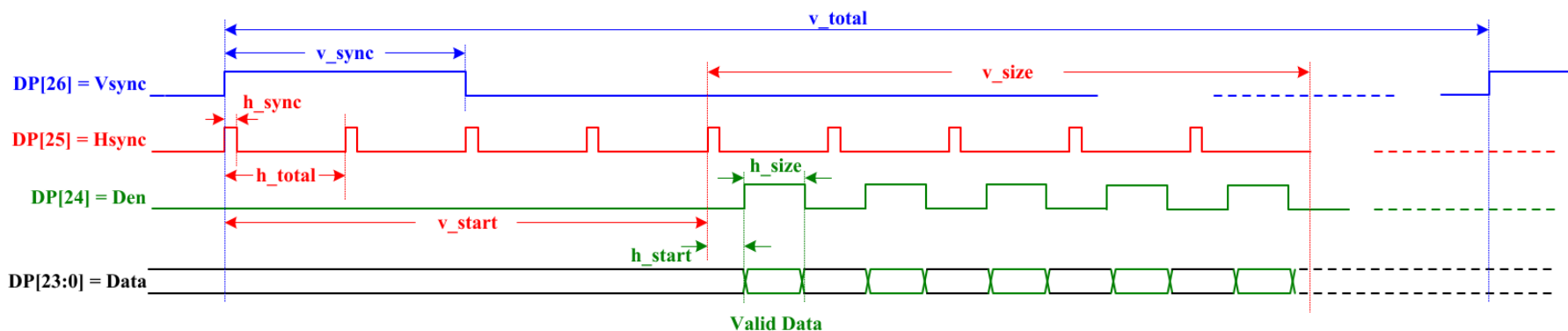
Hardware Description

■ System Information



Timing Generator Implementation

■ Timing Generator 時序圖



■ 相關資料:

- <http://www.3dexpress.de/displayconfig/timings.html>
- <https://glenwing.github.io/docs/VESA-DMT-1.13.pdf>



Brightness and Contrast Implementation

■ Formulas (通道為RGB)

- $R_{out} = (R_{in} \times contrast) + brightness;$
- $G_{out} = (G_{in} \times contrast) + brightness;$
- $B_{out} = (B_{in} \times contrast) + brightness;$

■ Contrast

- 利用 Cont [7:0] 調整對比
- $Cont = 255, R_{out} = R_{in} \times (11111111) \gg 7 \hat{=} R_{in} * 199\%$
- $Cont = 1, R_{out} = R_{in} \times (00000001) \gg 7 \hat{=} R_{in} * 1\%$
- 使得可調整範圍介於1%~199%之間

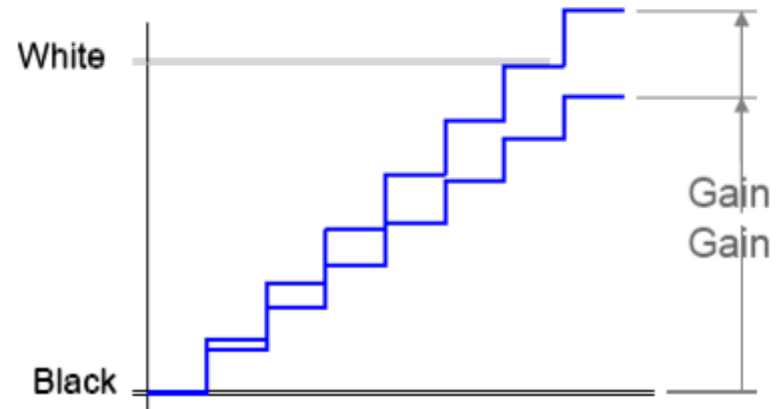
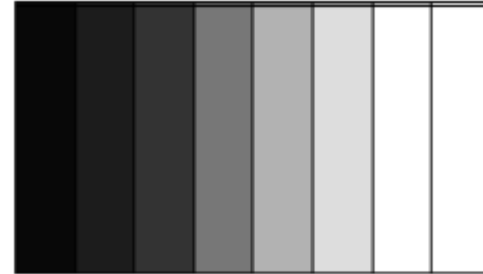
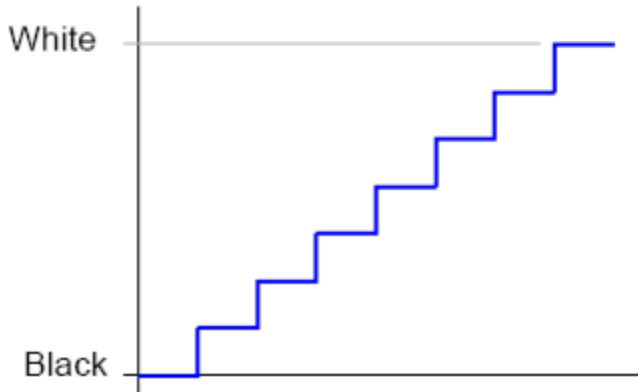
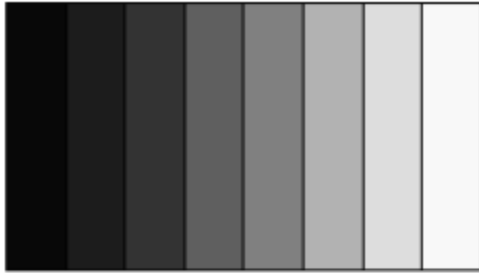
■ Brightness

- 利用 Brig[7:0] 的值調整亮度，是一個 **sign and magnitude** 的數。
- sign bit: Brig[7] 代表加或減
- magnitude: Brig[6:0] 是無號數，調整亮度的大小



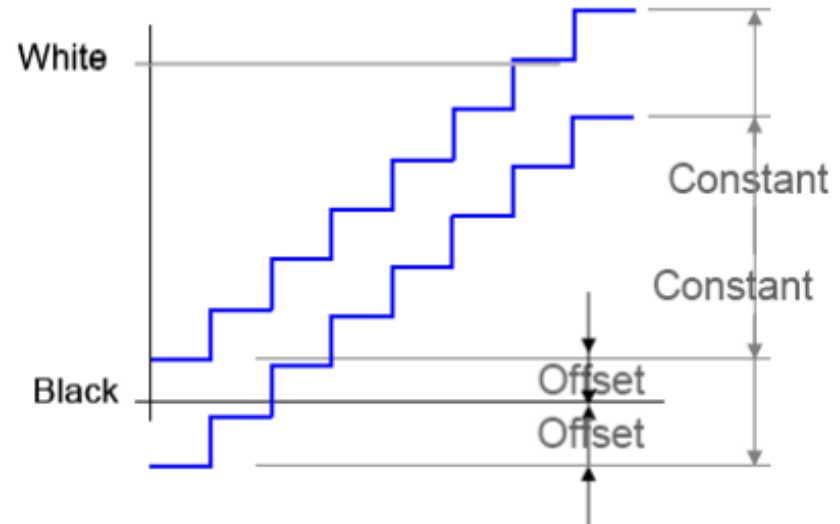
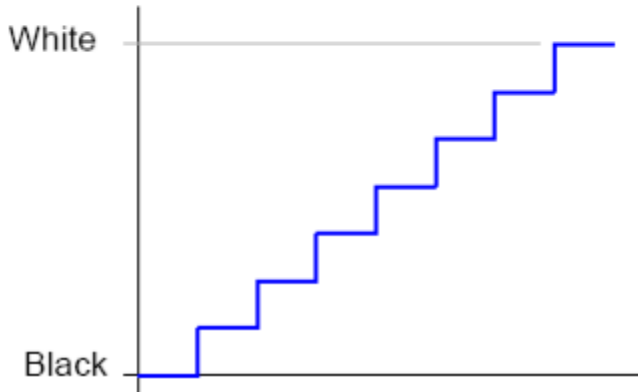
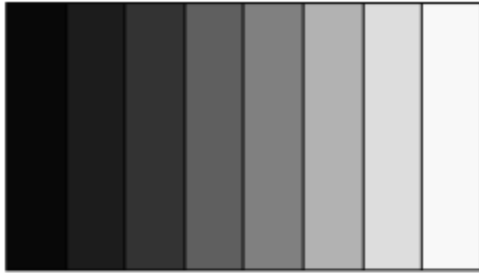
Brightness and Contrast Implementation

■ 示意圖 (Contrast)



Brightness and Contrast Implementation

■ 示意圖 (Brightness)





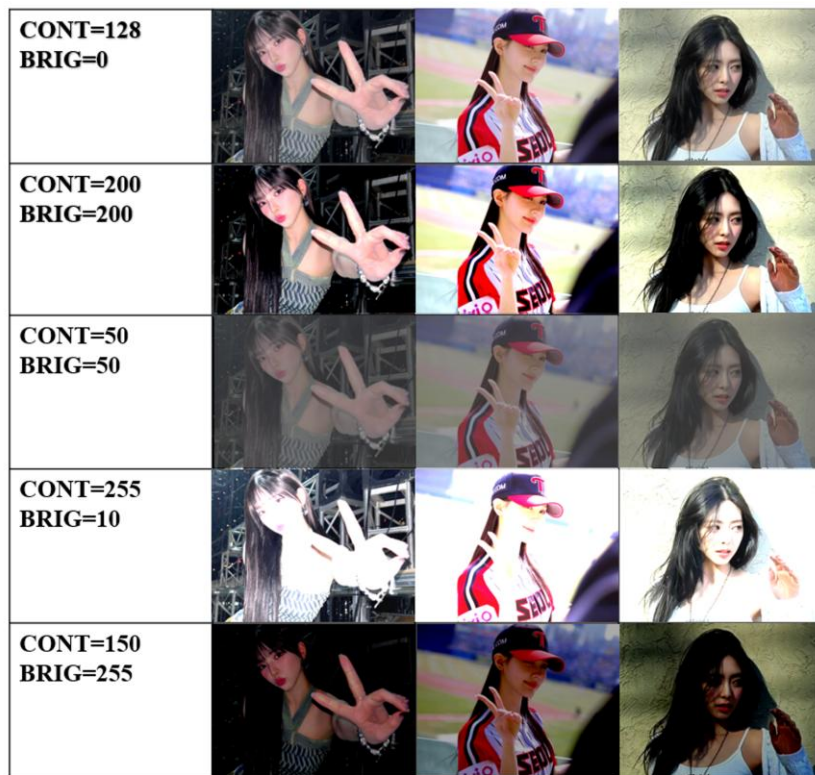
Practice

- 請同學自行驗證資料傳輸的通道是否為RGB(修改pass_img.v)。
- 透過將想要的通道保留值，將其他通道設為0來檢查
- 利用make vcs IMG=1 PASS=1 來確認圖片1

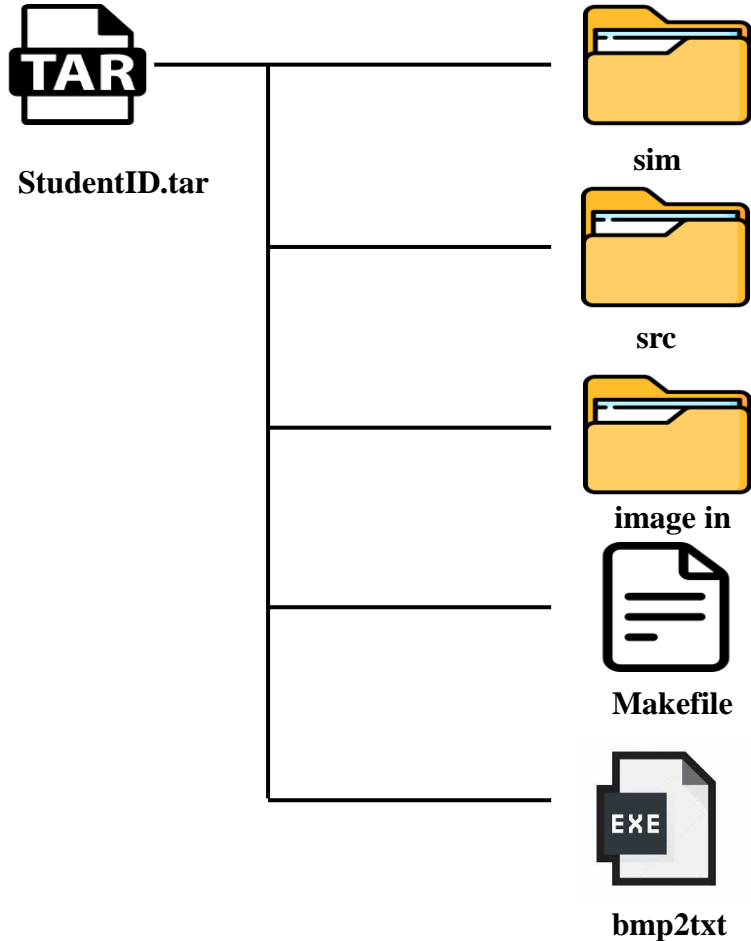


Criteria

- Grading Policy (已改為不用找助教demo) (100%)
 - ◆ 寫出 Testbench 並且透過 pass_img.v 送出原圖 (50%)
 - ◆ Brightness and Contrast 功能正確 (50%)
 - ◆ Brightness and Contrast，請通過以下測資，有破圖的話需要修改



■ Requirement & File Format



Criteria

■ Deadline: 2025/05/13 (Tue) 14:00

◆ Late submissions will receive a partial score as follow:

- 1 day late -> 80 %
- 2 day late -> 50 %
- 3 day late -> 20 %
- Over 3 days late - > 0 %

■ Commands in Makefile

Situation	Command
RTL simulation (BC.v) with IMG{X=1, 2,3}	make vcs IMG=X
RTL simulation (pass_img.v) with IMG {X=1, 2,3}	make vcs IMG=X PASS=1
Dump Waveform	make vcs WV=1 IMG=X
Launch nWave	make wave
Delete waveform files and output image and txt	make clean
Compress homework to tar format	make tar