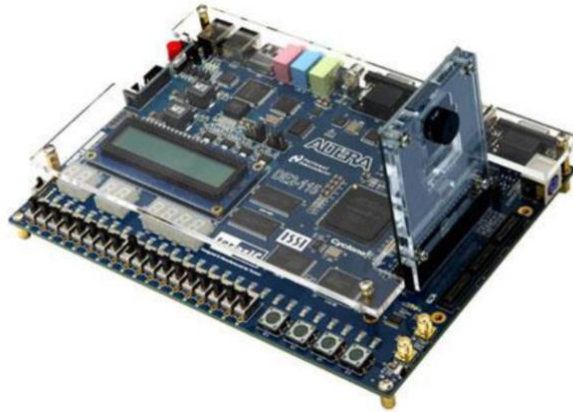


SDRAM and Camera

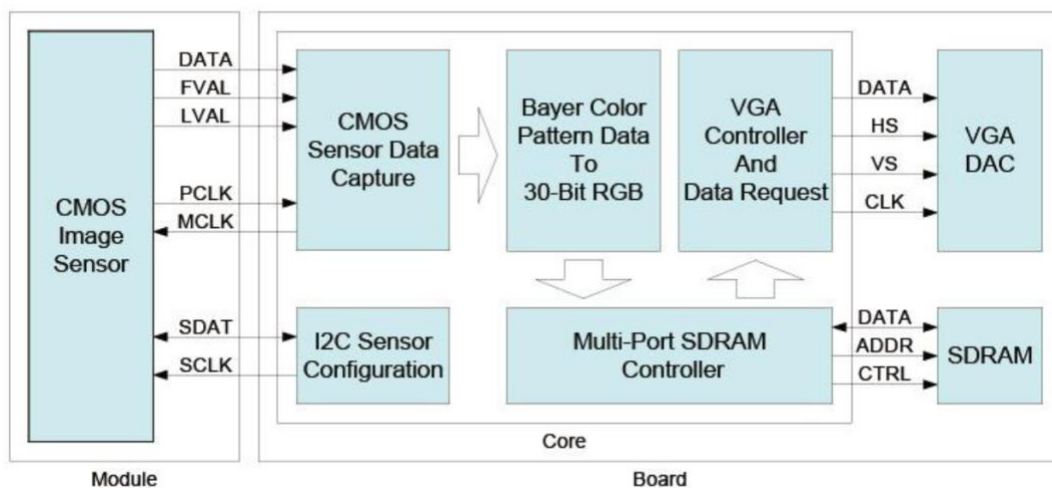
Author: B03901017 董子維 (b03901017@ntu.edu.tw)



I. 功能描述

從 D5M 相機模組擷取影像，並存入 SDRAM 做緩存。並從 SDRAM 讀出資料，以 VGA 控制螢幕顯示。達成可即時顯示相機拍攝畫面的功能。

II. 架構



III. 推薦使用方式

若要針對相機拍攝畫面做影像處理，建議以 VGA controller 端著手。無論是 VGA controller 給 VGA 的 DATA，或是 VGA Controller 從 Multi-Port SDRAM Controller 讀出的資料，都是將 D5M 相機 RAW 資料處理成 RGB 的結果。同時，也省去處理相機寫入速度與 VGA 讀出速度落差的麻煩。

若想進一步了解整個 design，請先看過 TRDB_D5M_UserGuide.pdf 對整個使用情境的說明，再搭配模組介紹 trace code。

IV. 模組介紹 (以 DE2_115_CAMERA.v 內的順序介紹)

A. I2C Sensor Configuration (*I2C_CCD_Config*)

Sequentially 寫入 D5M 相機，設定參數值。使用 D5M 的 clock。主要功能為調整相機的曝光值 (*KEY[1]*調整曝光值，*SW[0]*控制正向或負向調整(曝光值變大或變小)，*SW[16]*控制放大或縮小)

B. CMOS Sensor Data Capture (*CCD_Capture*)

將 D5M 相機的 D5M_D 轉成 RGB 值，並且輸出該 pixel 的座標(最左上角為(0, 0))。要注意的是，D5M_D 並非所有時刻都是可以使用的資料，需要再 FVAL (frame valid)和 LVAL (line valid)都為 1 時才可使用。

CCD_Capture 使用的是~D5M_PIXLCLK，即在 negedge 取 D5M 相機的值。而 iSTART 與 iEND 代表的是操控相機的模式：開始即時影像或畫面定格(即固定在前一個 frame，忽略之後 D5M 所擷取到的畫面)。關於相機模式的操作可以參考 TRDB_D5M_UserGuide.pdf

C. RAW2RGB

如其名，將 RAW (D5M 相機輸出的資料格式)轉成 RGB 格式。

D. sdram_pll

如果大家還有印象的話，上一次看到 pll 是在 Lab2 的時候，作為產生 clock 之用。此處的 pll 也是類似功能，以 FPGA 的 50MHz clock 產生 25MHz 給 D5M 與 VGA 使用。

*NOTICE: VGA_640x480p60 使得是 VGA 有兩種模式，分別是低解析度與高解析度。更改方式為將 VGA_Param.h 中`define VGA_640x480p60 取消註解，即可使用 800*600 的高解析度模式。

E. Sdram_Control

整個範例中最關鍵的部分，也是最崩潰的部分。由於 D5M 的速率和 VGA 不同，且螢幕顯示需支援相機的「即時顯示」模式與「畫面定格」模式，因此勢必需要將 D5M 擷取的影像資料暫存起來。由於 DE2-115 上的 SRAM 大小不夠，因此需要使用 SDRAM。

SDRAM 基本上和 DRAM 相同，都需要一定時間就進行一次 refresh。

Sdram_Control 即具有這樣的功能。另外，Sdram_Control 也是兩種不同 clock 的中介處(D5M 的 clock 與 VGA 的 clock)，因此也需要具備兩種不同時域溝通時需要的 buffer 功能。這樣的 buffer 以 FIFO (First-in-first-out) 實現。至於怎麼運作的.....恕在下才疏學淺，實在未能弄明白。也誠心建議各位不要在此花費太多時間，盡量避免更動這部分的 code，把這個 module 當作一個黑盒子人生會比較快樂。

F. VGA_Controller

在理解這部分的 design 前，建議能夠先理解 VGA 的運作原理。可以參考以下網頁：

(<https://www.cnblogs.com/spartan/archive/2011/08/16/2140546.html>)

(D5M 的原理也有部分類似，可以輔助理解)

整個 controller 最主要的目標便是正確的處理 H_SYNC 與 V_SYNC。

H_SYNC (H for Horizontal) 在每一行的結尾時都會變為 0；V_SYNC (V for Vertical) 則是在一個 frame 結尾時會變為 0。這一部分也是撿現成，直接以這個 module 控制 VGA 會省事不少，把時間留給影像處理的演算法與硬體設計比較實在。