

# DigiVFX Project 1: HDR Imaging

資工三 B06902131 吳冠穎

## Description

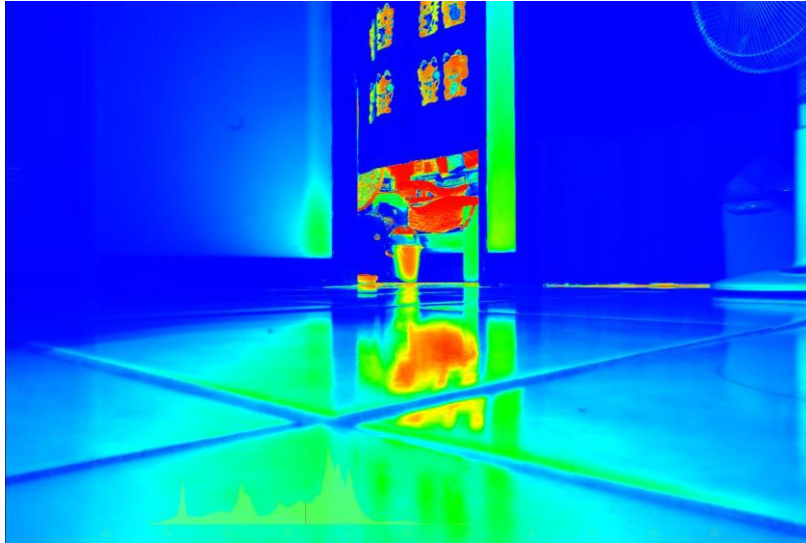
在這個 project 中，我實作了 MTB Algorithm 來做相片對齊，並用 Debevec's Algorithm 來還原出一組相片的 Response Curve，最後再用我實作出的兩種 Tone Mapping 演算法來將 HDR 影像轉換成 LDR。

## Result

原始圖片：



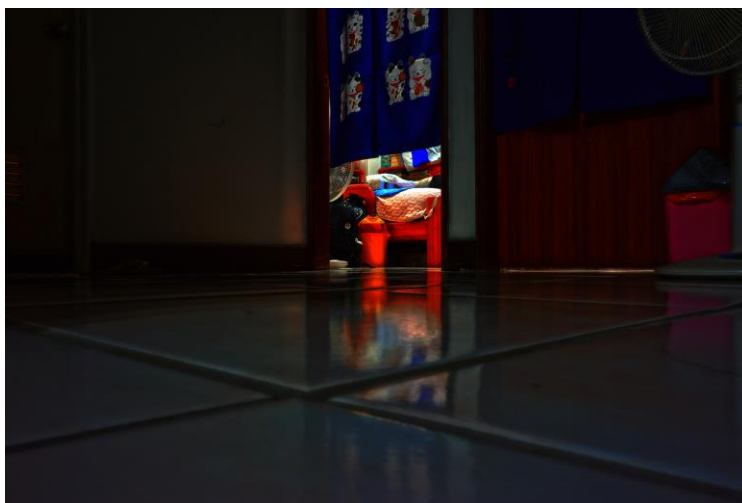
Radiance Map:



Tone Mapping – Reinhard's Method:



Tone Mapping – Bilateral Method:



## Alignment(Bonus)

### Implementation:

拍完照片後，會發現有些照片因為搖晃到相機而有些許位移，所以我實作 MTB Algorithm 來將影像對齊：

先將照片轉成 Median Threshold Bitmap，並將 P 張照片做 P-1 次比對。對於每一組比對的圖片，跑 n 次迴圈，將圖片縮小成  $\text{pow}(2, i)$  倍(i 為第幾次迴圈)，從最小的開始跑。檢查移動到圖片周圍(-1, -1), (-1, 0), (-1, 1), (0, -1), (0, 0), (0, 1), (1, -1), (1, 0), (1, 1)九個方向，看哪個方向產生的相異程度最小，並\*2 傳給上一層。

在比對的時候，我們會排除掉數值跟該圖片 threshold 差距在一定比例內的 pixel，以避免掉一些模稜兩可的誤差。

### Encounter Problems:

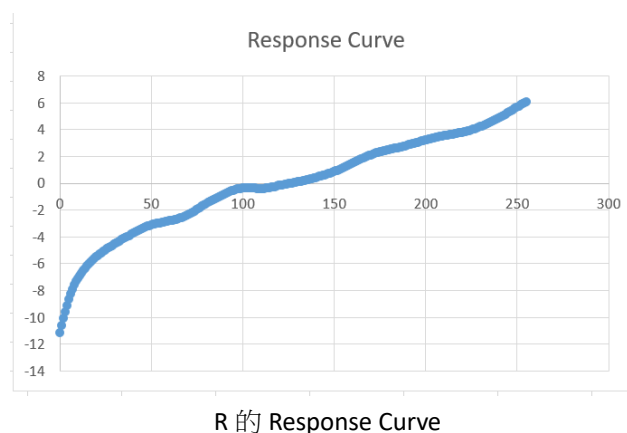
1. 如果兩張比對的照片曝光時間差異太大，會讓 bitmap 有非常大的差異，造成比對上的誤差。
2. 計算的誤差會讓我的比對有時候即使方向正確，但是移動距離太近或太遠。

## HDR Imaging

### Implementation:

有了對齊好的照片，我們需要生成出照片的 HDR 影像，這邊使用了課堂提到的 Debevec's Algorithm 來實作。

一開始我使用了 easyexif 這個開源的 library 來讀取影像 exif 的曝光數據。之後根據上課所提及的方法做實作。將三個顏色分別儲存並將數值如上課所提及的填入矩陣中，並給予不同權重，讓比較極端的數值有比較小的權重，並解  $Ax=b$  的線性系統還原 Response Curve，解出來的數值再查表代入原圖片的每個 pixel 中，生成.exr 格式的 HDR 影像。



### Encounter Problems:

1. 需要調整好權重，不然生成的 HDR 影像會不太自然。
2. 影像的暗處太暗，又沒有足夠曝光的照片，讓暗處的細節沒辦法還原的很清楚。

## Tone Mapping(Bonus)

### Implementation:

我實作了課堂上提到的兩種 Tone Mapping 演算法，分別是 Reinhard 的 Photographics 方法以及 Durand 的 Bilateral 方法，會分別還原出不同風格的 LDR 影像。

### Part 1: Reinhard's Method

我實作了此算法中的 Global Operator 部分。我首先在 log domain 算出整張影像的平均，再取 exp 得到整張影像的平均亮度( $L_m\_bar$ )。

之後算出每個 pixel 相對於平均亮度的比例，調整每一個 pixel，新產生的數值為  $L_m$ 。經過剛剛的線性轉換，我們會對  $L_m$  再做一次非線性轉換，並且讓新的曲線加上  $L\_white$  這個參數讓我們非線性函數會走到 1，然後將整張圖計算出新的亮度並還原顏色。



Reinhard's Method

我們可以發現此方法還原出來的顏色較為自然，但是某些太亮或是太暗的區域細節會比較不清楚。

### Encounter Problems:

1.  $L\_white$  的值要慎選，不然還原出的影像會有很多地方過曝。
2. 因為沒有實做 local operator 部分，所以還原出的影像還是會丟失一些細節。

### Part 2: Durand's Method

首先將影像的亮度及顏色分離，並用 open cv 內建的 bilateral filter

對影像做處理，會得到原始影像的低頻部分，同時不失細節；並將原本影像減掉低頻部分，便會得到此影像的高頻部分。然後對此影像的低頻部分用自訂的參數壓縮再跟高頻部分加回去，我們便會得到一張新的亮度影像，再將顏色還原回此影像。



Bilateral Method

我們可以發現此方法可以讓細節完全的還原出來，亮部或是暗部都有一定程度的清晰度，但是顏色相較於前一種方法較為失真。

#### Encounter Problems:

1. 一開始參數怎麼調都調不好，顏色會過於鮮豔，整張影像失真，後來決定採用論文作者推薦的參數，才能好好還原出影像。

#### Tools

Visual Studio 2017

C++

OpenCV

Easyexif(讀取曝光數據)

#### Instruction

1. 將要處理的多張影像直接放到跟執行檔同目錄，並由曝光短至曝光長命名成 名字 + 0~n + .jpg。(EX. 名字為 DSC，則照片命名為 DSC0.jpg, DSC1.jpg...以此類推)
2. 執行主程式，輸入要處理的照片數. 名字(不用加上數字編號)以及副檔名。
3. 等待執行(此步驟會有點久)
4. 執行完畢後會跳出處理完的影像視窗，處理好的照片會直接生成在執行

檔的目錄底下，其中有 bilateral, reinhard, .exr，以及 Response Curve 的數值會輸出到.csv，其中三列數值分別代表 R, G, B 的 Response Curve。

## Reference

- <1> Paul E. Debevec, Jitendra Malik, Recovering High Dynamic Range Radiance Maps from Photographs, SIGGRAPH 1997
- <2> Greg Ward, Fast, Robust Image Registration for Compositing High Dynamic Range Photographs from Handheld Exposures, 2003
- <3> Fredo Durand, Julie Dorsey, Fast Bilateral Filtering for the Display of High Dynamic Range Images, SIGGRAPH 2002
- <4> Erik Reinhard, Michael Stark, Peter Shirley, Jim Ferwerda, Photographics Tone Reproduction for Digital Images, SIGGRAPH 2002.
- <5> 課程投影片 (HDR, ToneMapping)