

Hw1 High Dynamic Range Imaging

資工三 b06902016 林紹維 b06902066 蔡秉辰

p.s.1 照片為 b06902001 陳義榮所拍攝的。p.s.2 此份報告中，圖片皆以截圖呈現，因為原圖檔案太大，無法上傳至HackMD做後續編輯

程式執行方式與環境

```
python hw1.py [-h] [-a, --alignment] [-d, --dodge_type]
```

其中參數代表意思如下：

- [-h]：查看幫助。
- [-a]：若設置，則讀完檔案後會先做alignment再進行assemble HDR。
- [-d]：實現 automatic dodging-and-burning 的方式，共有兩種，在底下 tone-mapping 的分歧點2有詳細說明。設成1則為該段前者的實作方式，設成2則為後者的實作方式。預設值為1。

我們的環境如下：

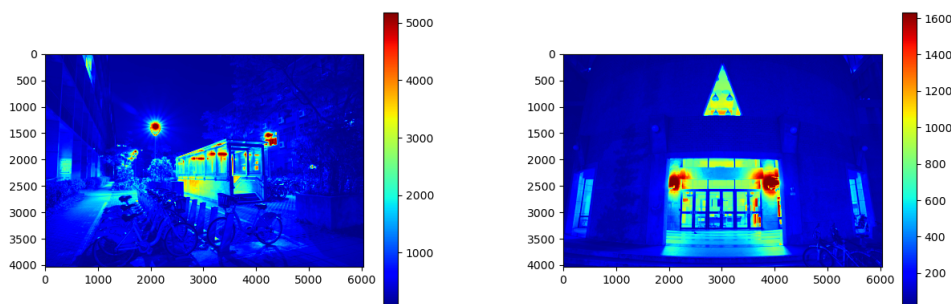
- rawpy == 0.14.0
- numpy == 1.18.2
- pyexr == 0.3.7

實行細節

概述

照片以RAW的方式儲存，以rawpy來讀取。雖上課說存成12bit即可，但因可支援到存16bit，故我們將其存成16bit的圖片。而因rawpy讀檔完即有三個channel，故我們demosaicking的部分並不是自己做的。

接著我們有實作alignment(細節放在下一小節)，並使用上課所提的對RAW image 做 assemble HDR 的式子($E_i = \sum_{j=1}^p \Delta t_j X_i / (\Delta t_j)^2$)，算出每個pixel的能量，並合成一張HDR影像。結果會輸出成.exr的HDR image。若用 LDR 的影像來看，成果如下：



最後再實作 "Photographic Tone Reproduction for Digital Images" 論文¹中的 tone mapping 方式，輸出 tone-mapped image。我們總共有兩個場景的照片。但因上傳大小限制，作業繳交所附的檔案只會附其中一張，程式也只會讀一個場景的照片並輸出 tone-mapped image 和 HDR image。不過底下實驗部分我們會提供兩組照片在我們程式的結果以供比較。

Alignment

我們使用hierarchical MTB將圖片中的pixel取灰階亮度的median後，用bitwise判斷最好的shift量，而shift過後的照片邊緣我們用原本edge的pixel補上，實際做出來的shift量x,y方向也都維持在8個Pixel以內。以下為過程中轉換成bitmap的圖片：



最後合成的影像中，有沒有經過alignment肉眼其實看不出差別，我們推估是因為照片間的晃動很小，移動的Pixel量太少，但透過diff函式可以證實照片的確不同。

tone-mapping

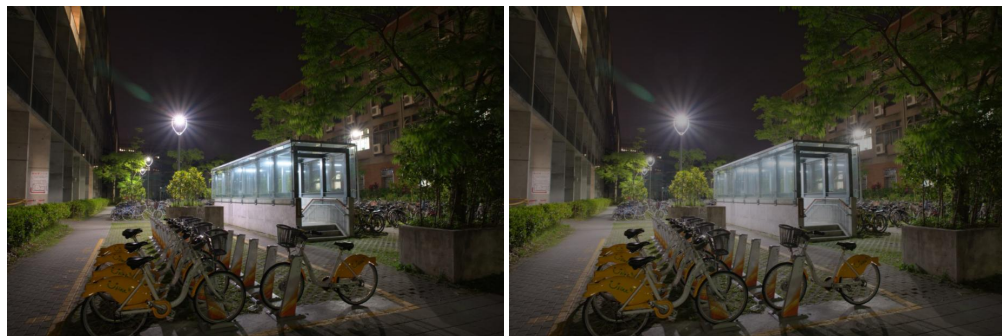
我們有實現 "Photographic Tone Reproduction for Digital Images"¹ 中 tone mapping 的方式，然而文中有部分地方並沒詳細說明，故我們將可能的實行方式所做出的結果均輸出，再根據效果決定最終採用的方式。詳細結果如下：

- 分歧點1：在實行 "Initial luminance mapping" 時(原論文中 Section 3.1, 以下稱 global operator)，我們並不確定在取能量時，是否需要將圖片轉成灰階再去調整亮度(參考自²)，最後再輸出。以下兩張分別為：沒有先轉成灰階(左)和有先轉成灰階(右)。



(註：a在此採用0.18) 可以看出兩者有一些差別，左圖稍微較亮一點。對我們而言，我們較喜歡右邊那張，故在程式中我們預設是使用先轉成灰階去調整亮度之方式。

- 分歧點2：在實行 automatic dodging-and-burning 時，我們並不確定是要將得到的 $V(x, y, s_m(x, y))$ 直接替換 global operator 的分母，還是先做完 global operator 後，再對圖片做 $L_m / (1 + V(x, y, s_m(x, y)))$ 的轉換。以下為用前者、後者的方式所得出之結果：



(註： ϕ 在此採用15， ε 在此採用0.05) 可以看出右圖有種灰濛濛的感覺，整體而言我們較喜歡左圖。故我們預設是使用將 $V(x, y, s_m(x, y))$ 直接替換 global operator 的分母的方式。

我們做完有加上 automatic dodging-and-burning 的圖片(左圖)後，發現其和沒做的圖片肉眼看不出差別(為此有使用diff來確定兩張圖片真的是不同的)。我們推測應該是因為我們拍攝的照片導致有無使用 automatic dodging-and-burning 並不會改變太多。

實驗

我們針對兩個場景都做了一個和 global operator 的 a 值有關的實驗。我們調整該值，並觀察其對結果的變化。實驗結果如下：(paper中使用的值為0.18)

- 圖片一：當 $a = 0.09, 0.18, 0.36$ 時:



- 圖片二：當 $a = 0.09, 0.18, 0.36$ 時:



我們可以看出 a 值影響畫面的整體亮度。 a 值愈大，畫面整體愈亮，反之愈暗，而當 $a = 0.18$ 時有最好的效果。

參考資料

http://www.cmap.polytechnique.fr/~peyre/cours/x2005signal/hdr_photographic.pdf

http://users.eecs.northwestern.edu/~ollie/eecs395/HW4/HW4.htm?fbclid=IwAR32uw1qEKKcQfiF0rfOEU6mf7Ugz68dbk6BgtzHbhToJnzdHUrdlg7b_o

1. Photographic Tone Reproduction for Digital Images [↗](#)

2. LDR to HDR 實現 [↗](#)