

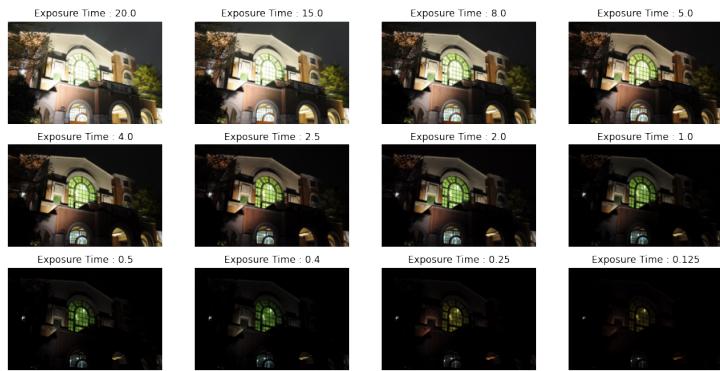
Digital Visual Effects - Project 1

第 28 組 - 李澤謙 陳宏昇

March 23, 2022

Implementation

以下為我們於本次作業中所使用的照片：



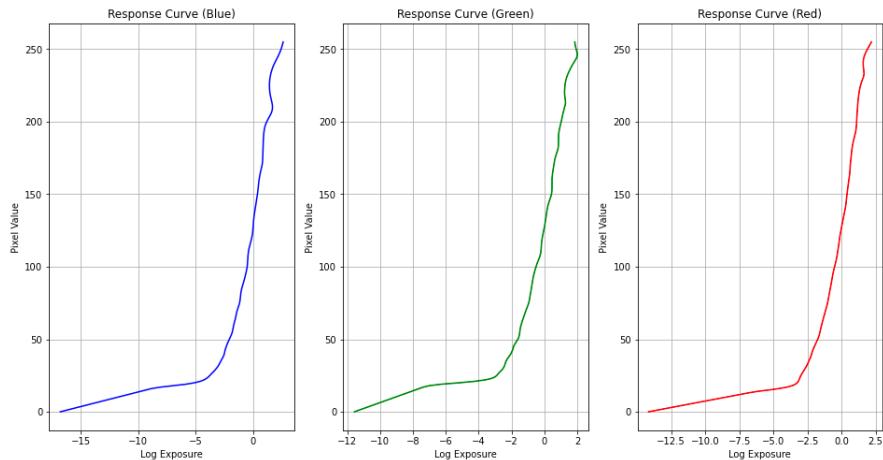
MTB (Median Threshold Bitmap Alignment)

我們實作了 MTB 將輸入的照片對齊。MTB 的作法如上課所述，而下圖為當每張照片所允許的最大移動量為 16 時使用 MTB 所得到的結果：

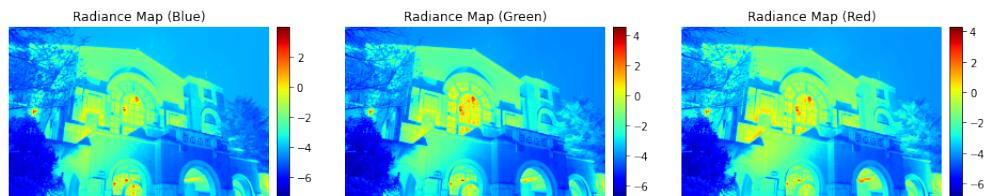


Debevec's Method

我們實作了 Debevec's method 以產生 HDR 影像。Debevec's method 作法如上課所述，其中值得注意的是，我們所使用的 sample point 是用 uniformly sample 所產生的，方法為將每張照片用 nearest neighbor interpolation 的方式縮小為 10×10 的大小，以此得到了 100 個 sample point。下圖為 Debevec's method 所得到的 response curve：



下圖為 Debevec's method 所得到的 radiance map：



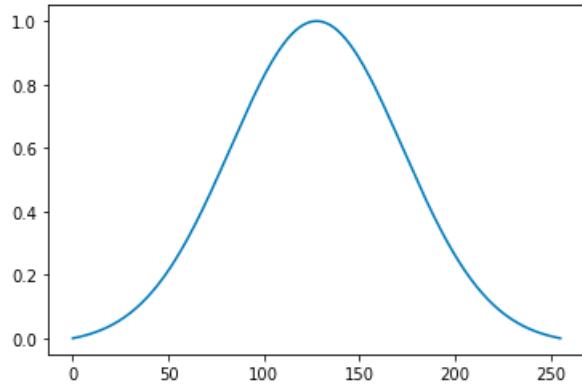
下圖為 Debevec's method 所得到的 HDR 影像：



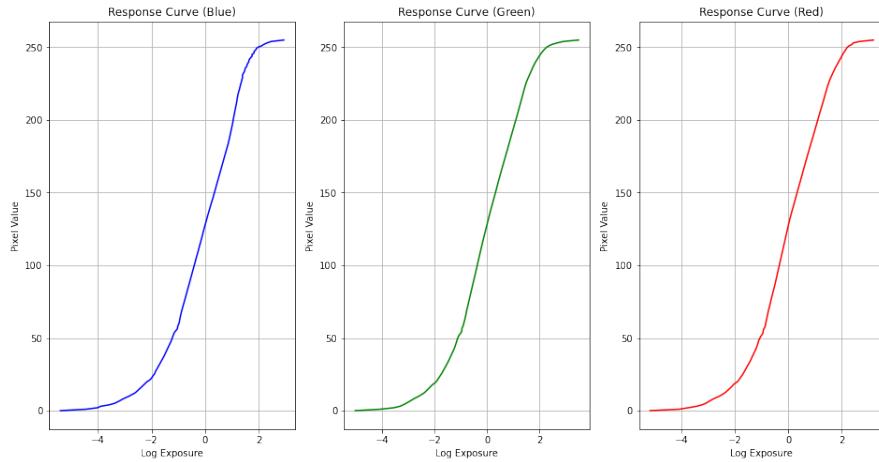
Robertson's Method

除了Debevec's method之外，我們也試著實作第二個HDR algorithm以進行比較。在閱讀了Mitsunaga的論文之後，由於其作法在針對彩色照片時，需要根據輸入照片的chromaticity去解方程式以找出RGB三個channel的radiance map之間的scale，認為其超出我們目前所學，因此改為實作Robertson's method。Robertson's method作法如上課所述，其中值得注意的是，我們使用了以下的函數作為weighting function(參考自Robertson的論文與OpenCV的source code)：

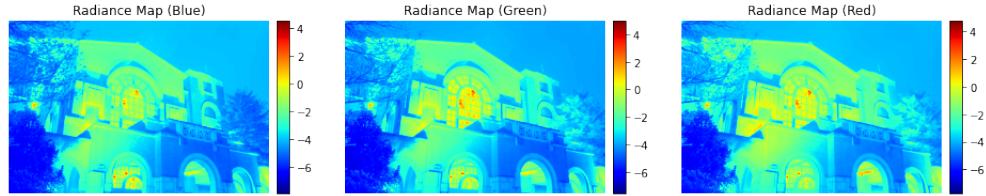
$$w(z) = \frac{e^4}{e^4 - 1} e^{-(\frac{4z}{255})^2} - \frac{1}{e^4 - 1}$$



下圖為 Robertson's method 所得到的 response curve：



下圖為 Robertson's method 所得到的 radiance map：



下圖為 Robertson's method 所得到的 HDR 影像：



Reinhard's method

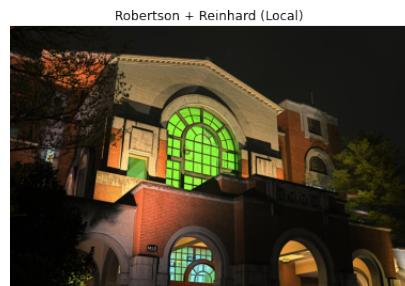
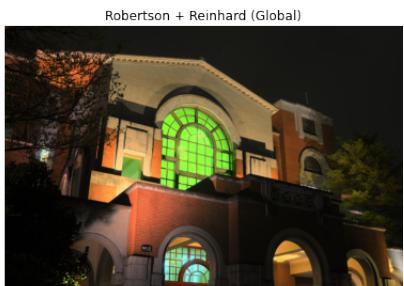
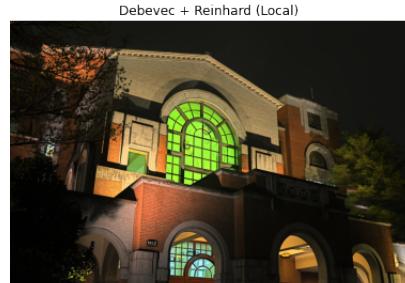
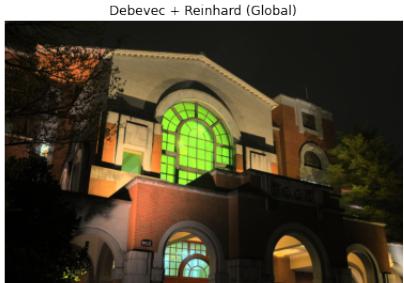
我們實作了 Reinhard's method 進行 tone mapping。Reinhard's method 作法如上課所述，其中值得注意的是，我們使用了 Reinhard 的論文中所使用的公式從 HDR 影像中計算出 L_w ：

$$L_w = 0.27 \times Red + 0.67 \times Green + 0.06 \times Blue$$

而在 parameter 的選擇上，我們使用了與 Reinhard 的論文中相同的 parameter：
 $a = 0.18$ ， $\phi = 8$ ， $\epsilon = 0.05$ ，而在 Reinhard's local operator 之中，Gaussian filter 的 kernel size 亦是使用 Reinhard 的論文中所提及的方式進行調整：

$$\begin{aligned} radius &= \lceil 1.6^k / \sqrt{2} \rceil \\ kernel_size &= 2 \times radius + 1 \end{aligned}$$

下圖為 Reinhard's method 所得到的 tone mapping 結果：

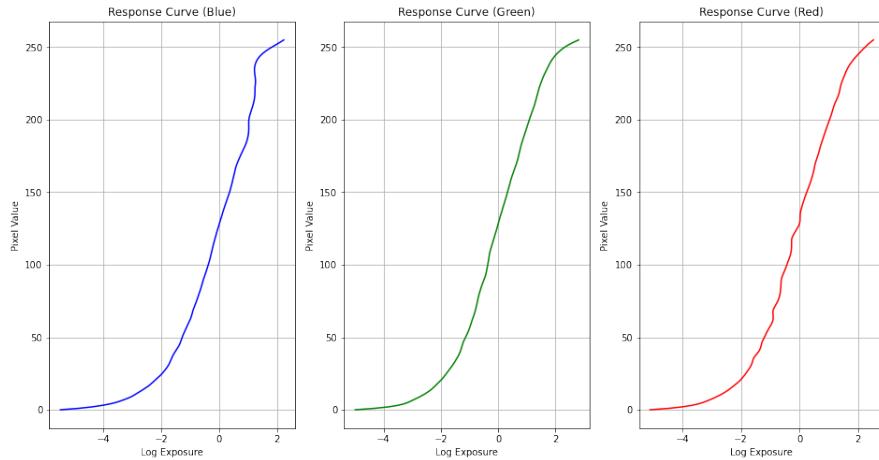


Discussion

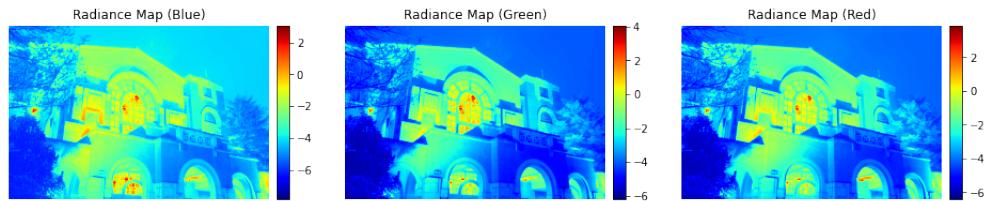
首先，即使不同張拍攝照片之間的相對位移很小，經過 MTB 之後有些照片仍然會被移動得非常多，尤其是 exposure 很小的照片，原本有猜想可能是因為我們是以 exposure 最大的照片作為基準將其它張照片與之對齊，當兩張照片的 exposure 相差太多時可能會導致兩者的 bitmap 相差太多誤差過大，進而使得對齊的結果不佳，因此我們有試著改為將每張照片去對齊與之 exposure 最接近的照片，然而結果依然不是很好，我們也有試過使用 OpenCV 寫好的 MTB 將照片進行對齊，結果也是如此，因此我們認為其原因可能是 MTB 算法本身的極限。而當照片的對齊結果不好時，會使得後續所產生的 HDR 影像有嚴重的鬼影（如下圖為使用助教所提供的範例照片先經過 MTB 進行對齊之後再進行 HDR reconstruction 所得到的結果，可以發現照片中天花板的圓窗部份出現了鬼影），因此在計算 HDR 時，我們並沒有使用 MTB 對齊過的照片，而是直接使用原圖。



接著，在 HDR 的計算上，除了 Debevec's method 和 Robertson's method 因為對於 response curve 所作出的假設不同，因此兩者最後所解出的 response curve 在外觀上稍微有所差異，以及 Robertson's method 因為是用迭代的方式求出 response curve，因此效率比 Debevec's method 差之外，兩者最後所產生的 HDR 影像似乎沒有太大的差異，且效果都很不錯。為了比較，我們也有使用 OpenCV 所寫好的 Debevec's method 和 Robertson's method 計算 HDR 影像，下圖為 OpenCV 的 Debevec's method 所得到的 response curve：



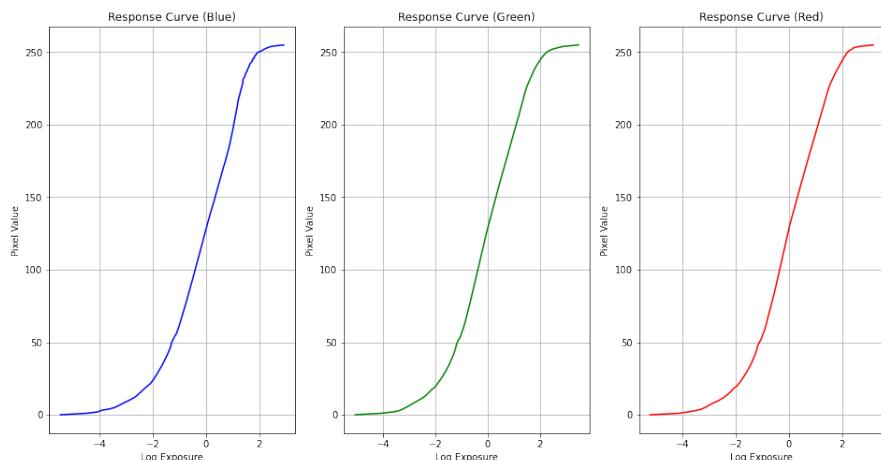
下圖為 OpenCV 的 Debevec's method 所得到的 radiance map：



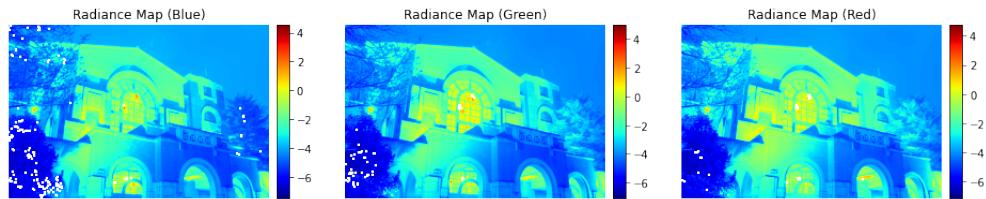
下圖為 OpenCV 的 Debevec's method 所得到的 HDR 影像：



下圖為 OpenCV 的 Robertson's method 所得到的 response curve：



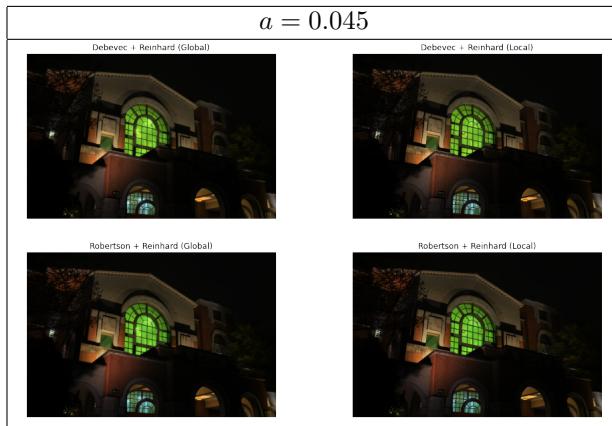
下圖為 OpenCV 的 Robertson's method 所得到的 radiance map：

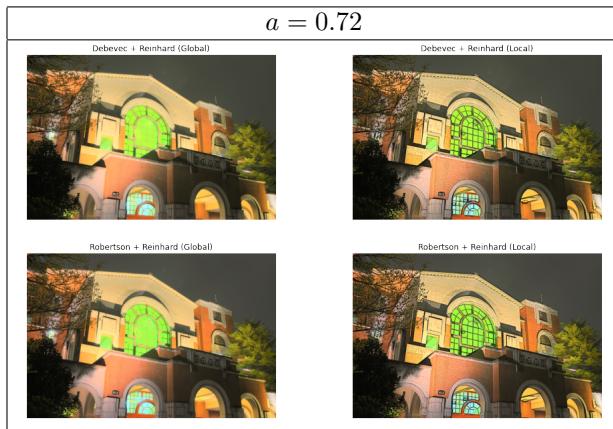
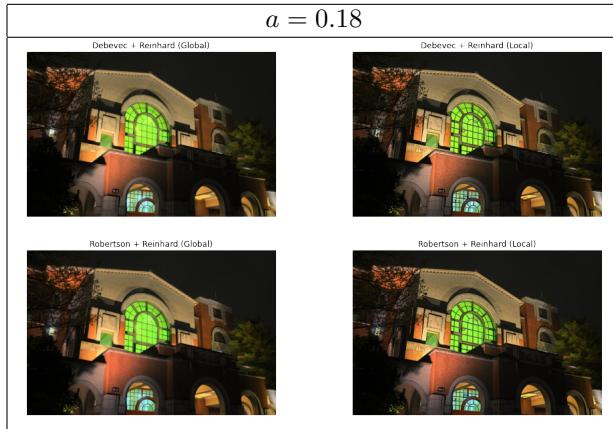


下圖為 OpenCV 的 Robertson's method 所得到的 HDR 影像：



最後，在 Reinhard's method 之中，透過調整 a 的值可以調整最後 LDR 影像的明暗程度，如下圖：





而由呈現的照片可以看出，Reinhard's local operator 在細節的處理上比 Reinhard's global operator 好很多。此外，為了比較，我們也有使用 OpenCV 寫好的 Reinhard global operator 進行 tone mapping，但 OpenCV 的 tone mapping 似乎還會進行 gamma correction 等等的運算，因此其所產生的結果在色調等方面與我們所實作的結果似乎有許多的不同：

