

# Homework 3

姓名：楊哲旻  
學號：413511003  
學系：電機工程學系博士一年級  
日期：2024.11.07



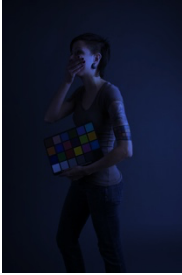

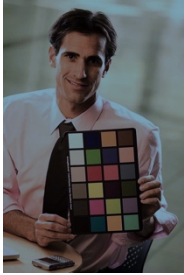

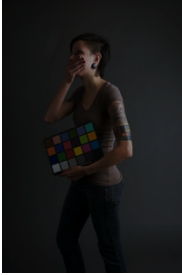





**1. Chromatic Adaptation (40%).** You should modify the color temperature of the input images to recover from the incorrect white balance of the given image. You can use the colorchecker (the color palette) as a reference to determine if it's correct. [\[Code Demo Video\]](#)

**色適應(Chromatic Adaptation)**是指人類視覺系統自動調整感知的顏色，使其在不同的光照條件下保持穩定性。相機或者數位影像的色溫調整，就是模擬人類視覺適應的過程，以減少或補償色溫帶來的色偏問題。白平衡問題可能會導致圖像整體的顏色呈現冷色調或暖色調，這些問題通常是由光源的色溫不均勻導致的。通過色溫調整，圖像可以被校正為更自然的顏色呈現，常見解決方法為 Grey world [1]與 Max-RGB [2]等，如下表 1、2。

表 1: 色適應解決色偏問題之方法比較

方法名稱	Grey world	Max-RGB
調整方式	將圖像的 RGB 三個通道的平均值調整到相等	將圖像的 RGB 三個通道的最大值調整到相等
優點/適用場景	適合大多數場景，尤其是圖像包含中性灰度或平均顏色平衡時	適合圖像中有明顯白色或光源較均勻的情況，能有效解決強烈的色偏問題
缺點	對於某些特定顏色主題的圖像(例如強烈色調)，效果可能較差	容易因極端亮度值而過度增強，導致圖像顏色失真

表 2: 各方法之結果圖

輸入影像	Input1	Input2	Input3	Input4
色偏影像				
Grey world				
Max-RGB				

在 Grey World 方法的應用中，對於 input1 和 input4 的影像調整效果相對較好；然而，input2 出現了輕微的偏黃色調，而 input3 則顯得過於昏暗。在 Max-RGB 方法下，input1 仍有一些偏黃的現象，而 input4 的變化則不太明顯，這可能是由於影像中的 RGB 值包含 255，導致增益係數接近於 1，使得影像調整的幅度不大。

從這兩種方法的應用結果可以觀察到，兩者各有其優缺點，無法僅依靠單一方法來獲得理想的白平衡效果。因此，選擇適當的白平衡調整技術需根據具體的影像特徵與場景特性來決定。

## 參考文獻

[1] G. Buchsbaum, "A Spatial Processor Model for Object Colour Perception," *Journal of The Franklin Institute*, vol. 310, pp. 1–26, 1980.

[2] B. Funt and L. Shi, "MaxRGB Reconsidered," *Journal of Imaging Science and Technology*, vol. 56, no. 2, 2012.

[3] Homework 3-1 Code Demo Video [https://youtu.be/G\\_KAXiBawbo](https://youtu.be/G_KAXiBawbo)

**2. Image Enhancement (30%).** You should enhance the image quality of your output images in part I, by operating at least one particular image enhancement technique on each image. Choices are: sharpness, saturation, contrast, or any content that has been mentioned in the lecture.


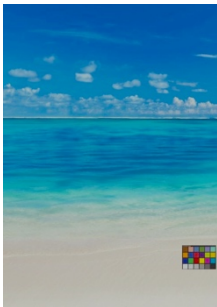


**[Code Demo Video]**

從第一題中的結果可以觀察到，影像都有過暗或過亮的問題，因此我選擇使用 Gamma Correction 來做亮暗的調整，公式如(1)，以及 RGB 轉為 HSV 調整 S 通道的飽和度。在第一題中的兩中方法各有其優缺，是主觀地選擇第一題較好的結果，再去做後續亮暗與飽和度調整，結果如表 3。

$$V_{New} = 255 \times (V_{Original} / 255)^\gamma \quad (1)$$

其中  $V_{New}$  為調整後的像素值； $V_{Original}$  為原始的像素值； $\gamma$  值用於調整影像亮度。當  $\gamma < 1$  時，影像變亮；當  $\gamma > 1$  時，影像變暗。本作業  $\gamma$  使用 0.6，而在飽和度調整是增加 1.5 倍。

表 3: 以第一題的兩個方法之影像進行影像增強，調整亮度與飽和度

第一題使用的方法	Grey world	Max-RGB	Max-RGB	Grey world
以 Gamma Correction 亮度與色彩 HSV 轉換之飽和度的調整				

程式碼如第 10-17 行為 Gamma Correction 方法，第 72-84 行為飽和度調整之方法。在第 112 與 115 行可以調整兩個方法之參數，詳細可見 Code。

**參考文獻**

- [1] Wikipedia Understanding Gamma Correction <https://www.cambridgeincolour.com/tutorials/gamma-correction.htm>
- [2] Homework 3-2 Code Demo Video <https://youtu.be/KE2Dxqvemq4>

**3. Color Temperature Adjustment (30%).** You should modify the color temperature of input images to create both warmer and cooler effects. **[Code Demo Video]**

以第二題的經過影像處理後(接近原始)的影像，進行色溫調整，包含兩種冷色調或暖色調 (如表 4)，詳細如下：

(1) 暖色調整的目的是使圖像看起來更溫暖，通常會增加紅色和綠色的強度，並減少藍色的強度，使圖像偏向黃色或橙色。這樣的效果可以模擬出黃昏或溫暖光源下的效果。在我的程式碼中 (如圖 1)，`applyWarmEffect()` 函數的具體調整過程如下：

- 紅色通道 增加一定的強度： $r' = \min(r + I, 255)$  其中  $I$  為 暖色調整強度 (`warmIntensity`)，並使用 `min` 函數確保結果不超過 255，以保持顏色值在有效範圍內。
- 綠色通道 也增加強度，但幅度為紅色的一半： $g' = \min(g + I/2, 255)$  這樣可以適當增加溫暖感而不過度偏向紅色。
- 藍色通道 減少一定的強度，使顏色不至於偏冷色調： $b' = \max(b - I/2, 0)$  使用 `max` 函數確保顏色值不小於 0，這樣可以控制藍色通道的強度不至於過低，並且避免負數出現。

```

11 // 暖色調整 (偏黃)
12 void applyWarmEffect(Pixel *pixels, int width, int height, int warmIntensity) {
13     for (int i = 0; i < width * height; i++) {
14         pixels[i].r = (unsigned char)(fmin(pixels[i].r + warmIntensity, 255)); // 增加紅色
15         pixels[i].g = (unsigned char)(fmin(pixels[i].g + warmIntensity/2, 255)); // 增加綠色 (稍弱於紅色)
16         pixels[i].b = (unsigned char)(fmax(pixels[i].b - warmIntensity/2, 0)); // 減少少量藍色
17     }
18 }

```

圖 1: 暖色調整之程式碼






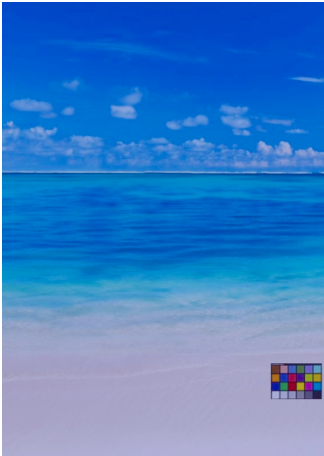
(2) 冷色調整的目的是使圖像看起來更冷峻或清爽，這通常透過增加藍色的強度，同時減少紅色和綠色的強度來實現。在我的程式碼中，`applyCoolEffect()` 函數的具體調整過程如下：

- 紅色通道 減少一定的強度，使紅色偏少： $r' = \max(r - I/2, 0)$  這樣可以使圖像中紅色成分降低，使色調變得更冷。
- 綠色通道 同樣減少一定的強度： $g' = \max(g - I/2, 0)$  通過減少綠色，增加藍色的相對突出度。
- 藍色通道 增加一定的強度，使顏色更偏向藍色： $b' = \min(b + I, 255)$  這樣可以使圖像整體看起來更冷，模擬出冬天或清爽的場景效果。

```
20 // 冷色調整 (偏藍)
21 void applyCoolEffect(Pixel *pixels, int width, int height, int coolIntensity) {
22     for (int i = 0; i < width * height; i++) {
23         pixels[i].r = (unsigned char)(fmax(pixels[i].r - coolIntensity/2, 0)); // 減少紅色
24         pixels[i].g = (unsigned char)(fmax(pixels[i].g - coolIntensity/2, 0)); // 減少綠色
25         pixels[i].b = (unsigned char)(fmin(pixels[i].b + coolIntensity, 255)); // 增加藍色
26     }
27 }
```

圖 2: 冷色調整之程式碼

表 4: 暖色與冷色的色溫調整之結果

第二題的影像	暖色	冷色
 output1_2.bmp	 output1_3.bmp	 output1_4.bmp
 output2_2.bmp	 output2_3.bmp	 output2_4.bmp





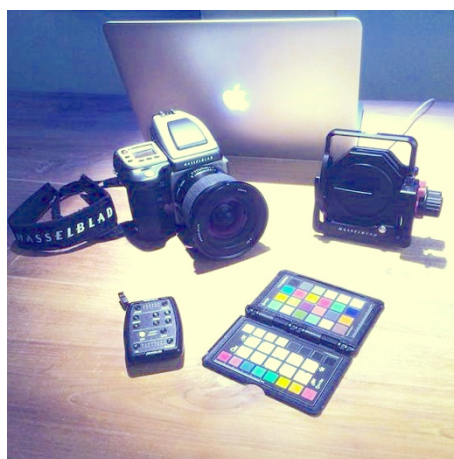
output3\_2.bmp



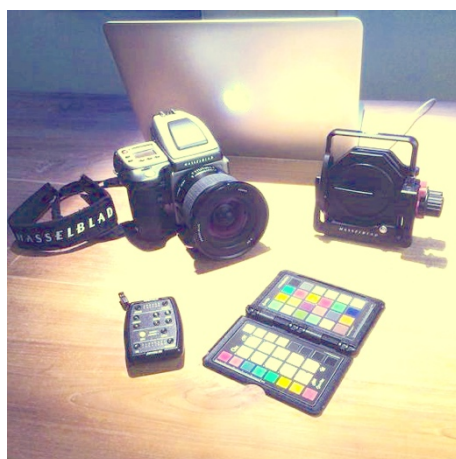
output3\_3.bmp



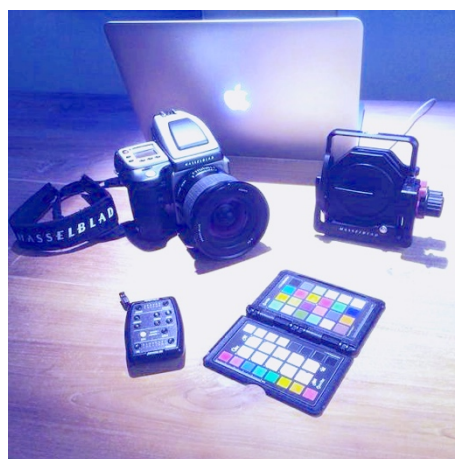
output3\_4.bmp



output4\_2.bmp



output4\_3.bmp



output4\_4.bmp

以上為增量法色溫調整（Incremental Color Temperature Adjustment），即直接更動 RGB 通道像素進行調整，其優點為計算簡單且容易控制，可以針對特定的色調效果進行精確的增量調整，例如使圖像變得更暖或更冷；但缺點為不考慮影像的全局顏色分布，因此可能會對圖像的顏色平衡造成一定影響，尤其是在顏色分布不均的情況下，可能會導致某些顏色過度飽和或過暗。

#### 參考文獻

- [1] Wikipedia Color temperature [https://en.wikipedia.org/wiki/Color\\_temperature](https://en.wikipedia.org/wiki/Color_temperature)
- [2] Homework 3-3 Code Demo Video <https://youtu.be/7hu45wj8cAg>