

影像處理作業報告

HW3

Spatial Image Enhancement

授課教授：柳金章

學 生：楊憲閔

學 號：613410047

Due date：2024/12/27

Date hand in：2024/12/27

目錄

Technical description.....	3
Experimental results.....	9
Discussions	16
References and Appendix.....	17

Technical description

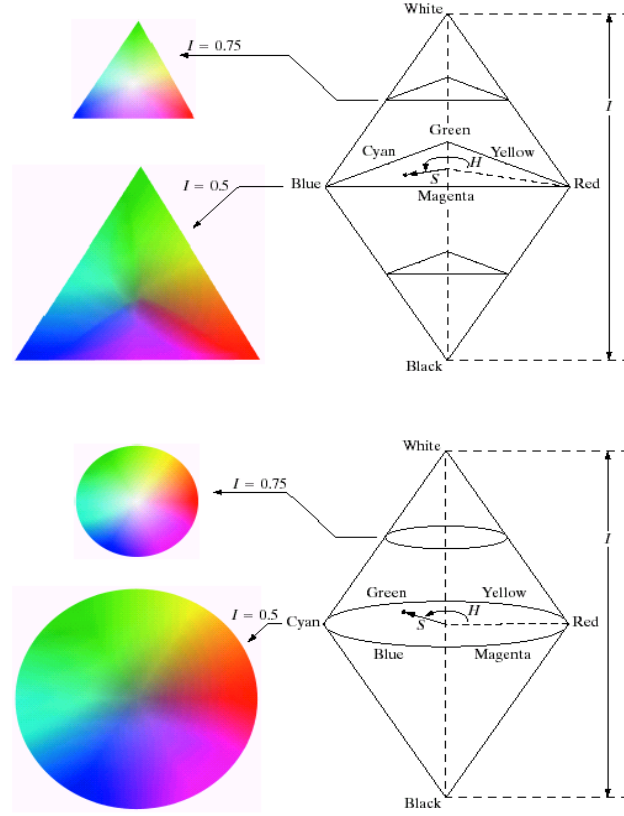
彩色影像是日常生活中很常見的，在表示上也有很多種方法，例如說 RGB、CMY、HSI、YCbCr、YUV、YIQ 與 $L^*a^*b^*$ 等等，本次作業即是要在 RGB、HSI 與 $L^*a^*b^*$ 進行影像處理，讓影像變得更適合需求。

1. RGB

又稱三色原光模式，其中三色為紅、綠、藍三種，是最常見的色彩空間，也是一種依賴於裝置的顏色空間：不同裝置對特定 RGB 值的檢測和重現都不一樣，因為顏色物質（螢光劑或者染料）和它們對紅、綠和藍的單獨回應水平隨著製造商的不同而不同，甚至是同樣的裝置不同的時間也不同。

2. HSI

HSI 是將 RGB 色彩模型表示在圓形或是三角形坐標系的表示法，其中 H 代表 Hue(色調)，S 代表 Saturation(飽和度)，I 代表 Intensity(強度)。其中圖示 HSI color model 與 RGB 轉換成 HSI 的公式如下：



圖(1) HSI color model based on triangular and circular color planes.

$$H = \begin{cases} \theta, & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta, & \text{else} \end{cases} \quad (1)$$

$$\theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\} \quad (2)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} [\min(R, G, B)] \quad (3)$$

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B) \quad (4)$$

其中轉換前須先對 RGB 值 normalize 到 $[0, 1]$ ，轉換後我們是對 I 進行處理，因為 H 與 S 是與色彩有關係，我們在這就是對亮度做處理。處理完後再將 HSI 轉回到 RGB 呈現，轉換的公式會分為三個部分，詳細如下：

RG sector ($0^\circ \leq H < 120^\circ$) :

$$B = I(1 - S) \quad (5)$$

$$R = I[1 + \frac{ScosH}{cos(60^\circ - H)}] \quad (6)$$

$$G = 3I - (R + B) \quad (7)$$

GB sector ($120^\circ \leq H < 240^\circ$) :

$$H = H - 120^\circ \quad (8)$$

$$R = I(1 - S) \quad (9)$$

$$G = I[1 + \frac{ScosH}{cos(60^\circ - H)}] \quad (10)$$

$$B = 3I - (R + G) \quad (11)$$

BR sector ($240^\circ \leq H \leq 360^\circ$) :

$$H = H - 240^\circ \quad (12)$$

$$G = I(1 - S) \quad (13)$$

$$B = I[1 + \frac{ScosH}{cos(60^\circ - H)}] \quad (14)$$

$$R = 3I - (G + B) \quad (15)$$

3. $L^*a^*b^*$

是常用來描述人眼可見的所有顏色的色彩模型， L^* 為亮度， a^* 為紅色與綠色間的位置， b^* 則為黃色與藍色間的位置，這個與 RGB 最大的差異在於 $L^*a^*b^*$ 是與設備無關的模型，也因此他是絕對色彩空間，故 RGB 與 $L^*a^*b^*$ 間是無法直接轉換的，必須透過 XYZ 色彩空間當中介做轉換。其中步驟為：

(1) sRGB 變換為 RGB：

我們所說的 RGB 通常為 sRGB，因此我們先需進行歸一化與

轉換為真正的 RGB：

歸一化：

$$R = r / 255 \quad (16)$$

$$G = g / 255 \quad (17)$$

$$B = b / 255 \quad (18)$$

gamma 變換(t 代表 R, G, B) :

$$t = \begin{cases} \left(\frac{t + 0.055}{1.055}\right)^{2.4}, & \text{if } t > 0.04045 \\ \frac{t}{12.92}, & \text{else} \end{cases} \quad (19)$$

(2)RGB 透過線性映射轉換為 XYZ :

$$X = R * 0.4124564 + G * 0.3575761 + B * 0.1804375 \quad (20)$$

$$Y = R * 0.2126729 + G * 0.7151522 + B * 0.0721750 \quad (21)$$

$$Z = R * 0.0193339 + G * 0.1191920 + B * 0.9503041 \quad (22)$$

(3)XYZ 轉換到 $L^*a^*b^*$:

透過白色參考點(X_{ref_white} 、 Y_{ref_white} 、 Z_{ref_white})歸一化 :

$$x = X / X_{ref_white} \quad (23)$$

$$y = Y / Y_{ref_white} \quad (24)$$

$$z = Z / Z_{ref_white} \quad (25)$$

非線性變換(t 代表 x, y, z) :

$$t = \begin{cases} t^{1/3}, & \text{if } t > \left(\frac{6}{29}\right)^3 \\ \left(\frac{1}{3}\right)\left(\frac{29}{6}\right)^2 \cdot t + \frac{16}{116}, & \text{else} \end{cases} \quad (26)$$

最後線性變換 :

$$L = 116 \cdot y - 16 \quad (27)$$

$$a = 500 \cdot (x - y) \quad (28)$$

$$b = 200 \cdot (y - z) \quad (29)$$

得到後就對 L^* 進行處理， a^* 與 b^* 皆不動。處理完後則是做相反動

作將 $L^*a^*b^*$ 轉回 RGB，步驟如下：

(1) $L^*a^*b^*$ 轉換到 XYZ :

線性變換:

$$y = \frac{L^* + 16}{116} \quad (30)$$

$$x = \frac{a^*}{500} + y \quad (31)$$

$$z = y - \frac{b^*}{200} \quad (32)$$

非線性變換(t 代表 x, y, z) :

$$t = \begin{cases} t^3, \text{if } t > \frac{6}{29} \\ (t - \frac{16}{116}) \cdot 3 \cdot (\frac{6}{29})^2, \text{else} \end{cases} \quad (33)$$

透過白色參考點($X_{\text{ref_white}}$ 、 $Y_{\text{ref_white}}$ 、 $Z_{\text{ref_white}}$)反歸一化 :

$$X = x \cdot X_{\text{ref_white}} \quad (34)$$

$$Y = y \cdot Y_{\text{ref_white}} \quad (35)$$

$$Z = z \cdot Z_{\text{ref_white}} \quad (36)$$

(2) XYZ 透過線性變換成 RGB :

$$R = X * 3.2404542 + Y * -1.5371385 + Z * -0.4985314 \quad (37)$$

$$G = X * -0.9692660 + Y * 1.8760108 + Z * 0.0415560 \quad (38)$$

$$B = X * 0.0556434 + Y * -0.2040259 + Z * 1.0572252 \quad (39)$$

(3) RGB 轉成 sRGB :

gamma 變換(t 代表 R, G, B) :

$$t = \begin{cases} 1.055 \cdot t^{1/2.4} - 0.055, \text{if } t > 0.0031308 \\ 12.92 \cdot t, \text{else} \end{cases} \quad (40)$$

裁減 :

$$t = \begin{cases} 1, & \text{if } t > 1 \\ 0, & \text{if } t < 0 \\ t, & \text{else} \end{cases} \quad (41)$$

反歸一化：

$$r = R \cdot 255 \quad (42)$$

$$g = G \cdot 255 \quad (43)$$

$$b = B \cdot 255 \quad (44)$$

Experimental results

1. 程式執行流程:

(1) 確保已安裝相關 module，本次作業使用 module 如下所示:

```
import cv2
import os
import glob
import numpy as np
from matplotlib import pyplot as plt
import matplotlib
```

圖(2) 會使用到的 module

- (2) 進到作業的目錄底下，會看到一個名為 HW3_test_image 的資料夾，一個 main.py，還有這份 pdf，點右鍵按在終端中開啟，輸入 python main.py，程式即開始執行。
- (3) 程式會讀取 HW3_test_image 資料夾底下的圖片，並輸出對每個圖片進行 transform 的結果，本次作業是使用合成型 Laplacian operator(中間係數為 5)進行處理，但在處理前會先進行 padding。順序會是讀一張圖片，輸出對該圖片在 RGB 進行處理後的結果，關掉視窗後會輸出對該圖片在 HSI 進行處理後的結果，再關掉視窗後會輸出該圖片在 $L^*a^*b^*$ 進行處理後的結果。到此一張圖片輸出結束，會繼續讀取下一張圖片，並做一樣的順序，直到所有圖片都被讀取完，

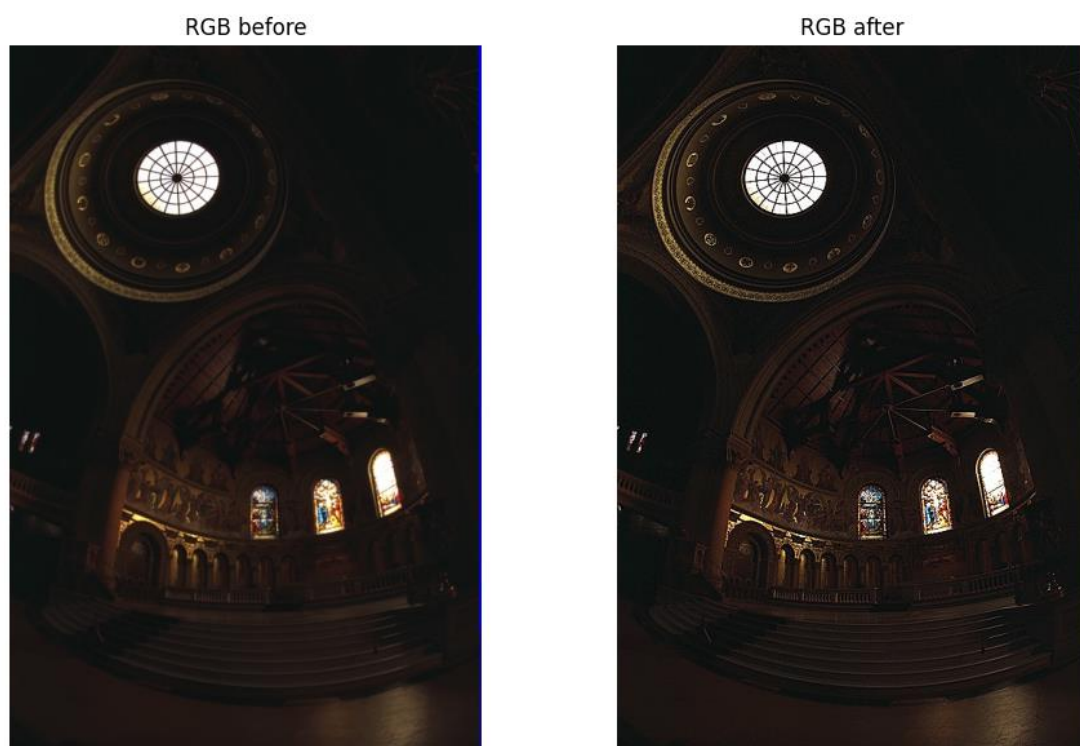
即結束程式。

2. 程式執行結果：

(1) RGB:



圖(3) aloe. jpg 原圖與轉換後之影像



圖(4) church. jpg 原圖與轉換後之影像



圖(5) kitchen. jpg 原圖與轉換後之影像



圖(6) house. jpg 原圖與轉換後之影像

(2) HSI:



圖(7) aloe. jpg 原圖與轉換後之影像



圖(8) church. jpg 原圖與轉換後之影像



圖(9) kitchen.jpg 原圖與轉換後之影像



圖(10) house.jpg 原圖與轉換後之影像

(3) $L^*a^*b^*$:



圖(11) aloe. jpg 原圖與轉換後之影像



圖(12) church. jpg 原圖與轉換後之影像



圖(13) kitchen. jpg 原圖與轉換後之影像



圖(14) house. jpg 原圖與轉換後之影像

Discussions

這次的作業相較於前面兩次而言費力許多，因為要考慮到許多，也遇到了許多困境，這邊講一下一些遇到的問題：

1. 顏色輸出怪怪的，原本我寫的讀取圖片為單純的

`cv2.imread()`，因此會是 BGR 通道順序，也因此在此

`ax.imshow()`時會變成輸出顏色錯誤，思考一下後就想到

好像有這麼一回事，便利用 `cv2.cvtColor()`轉換回去以便

展示圖片

2. 在查詢 $L^*a^*b^*$ 的轉換方法時結果都不太一樣，但大抵上是

相同的，也因此我決定了其中一個當作本次作業實作，在

實作時我的輸出變得很奇怪，會是全黑的，這時我沒意識

到是我在 `np.clip` 時出現了問題，因為我都是將

`laplacian` 後的結果進行 `np.clip` 到 $[0, 1]$ ，也因此 $L^*a^*b^*$

中的 L^* 會被 `clip` 掉，但實際上他的範圍應該是

$[0, 100]$ (黑色到白色)，導致說輸出會是全黑的。

References and Appendix

RGB

<https://zh.wikipedia.org/zh->

[tw/%E4%B8%89%E5%8E%9F%E8%89%B2%E5%85%89%E6%A8%A1%E5%BC%8F](https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E4%B8%89%E5%8E%9F%E8%89%B2%E5%85%89%E6%A8%A1%E5%BC%8F)

HSI

<https://ithelp.ithome.com.tw/m/articles/10297458>

padding

[https://medium.com/hccuse/numpy%E5%AD%B8%E7%BF%92%E7%AD%86%](https://medium.com/hccuse/numpy%E5%AD%B8%E7%BF%92%E7%AD%86%
E8%A8%98-%E5%A1%AB%E5%85%85%E6%96%B9%E6%B3%95-np-pad-5331f5a2dfb7)

[E8%A8%98-%E5%A1%AB%E5%85%85%E6%96%B9%E6%B3%95-np-pad-](https://medium.com/hccuse/numpy%E5%AD%B8%E7%BF%92%E7%AD%86%E8%A8%98-%E5%A1%AB%E5%85%85%E6%96%B9%E6%B3%95-np-pad-5331f5a2dfb7)

[5331f5a2dfb7](https://medium.com/hccuse/numpy%E5%AD%B8%E7%BF%92%E7%AD%86%E8%A8%98-%E5%A1%AB%E5%85%85%E6%96%B9%E6%B3%95-np-pad-5331f5a2dfb7)

XYZ

[https://www.getop.com/post/xyz%E8%89%B2%E5%BD%A9%E7%A9%BA%E](https://www.getop.com/post/xyz%E8%89%B2%E5%BD%A9%E7%A9%BA%E9%96%93?srsltid=AfmB0orThg695PwMw9RGJnGLp1EJoL1gn9zqVmfU2gI811WHB8c6rids)

[9%96%93?srsltid=AfmB0orThg695PwMw9RGJnGLp1EJoL1gn9zqVmfU2gI](https://www.getop.com/post/xyz%E8%89%B2%E5%BD%A9%E7%A9%BA%E9%96%93?srsltid=AfmB0orThg695PwMw9RGJnGLp1EJoL1gn9zqVmfU2gI811WHB8c6rids)

[811WHB8c6rids](https://www.getop.com/post/xyz%E8%89%B2%E5%BD%A9%E7%A9%BA%E9%96%93?srsltid=AfmB0orThg695PwMw9RGJnGLp1EJoL1gn9zqVmfU2gI811WHB8c6rids)

RGB to $L^*a^*b^*$

<https://blog.csdn.net/bby1987/article/details/109522126>

<https://blog.csdn.net/lz0499/article/details/77345166>