

第八組：林鉉博 吳孟霖 吳霽函 李庭宇

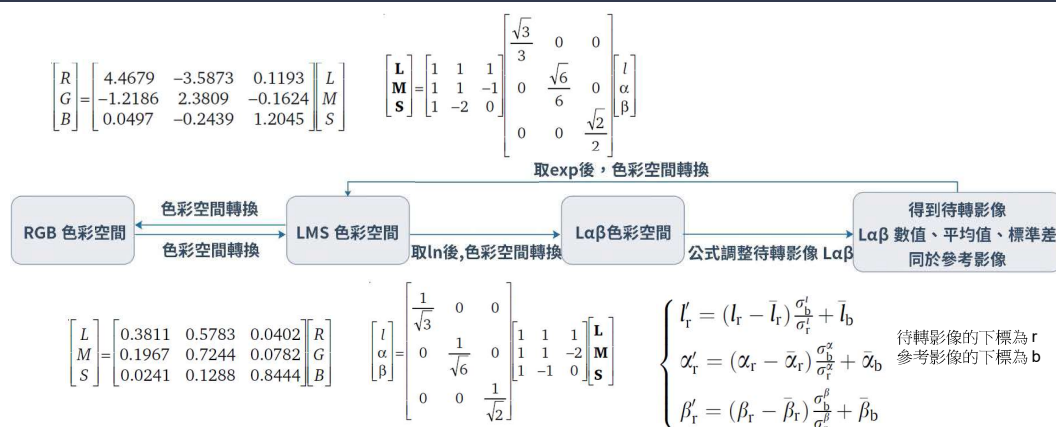
**Color transfer**的使用讓影像增添更多有趣的地方

但是在轉換的過程中面臨影像中的色彩  
變得讓人眼難以察覺

在此時我們透過在**exact HSI**此一色彩空間裡做影像增強的手續

使得經過影像增強的影像能夠貼近人眼  
所能察覺之色彩空間

## Color transfer



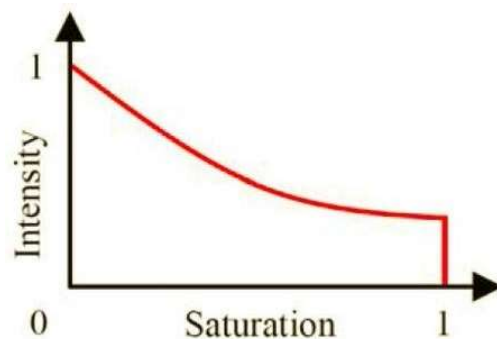
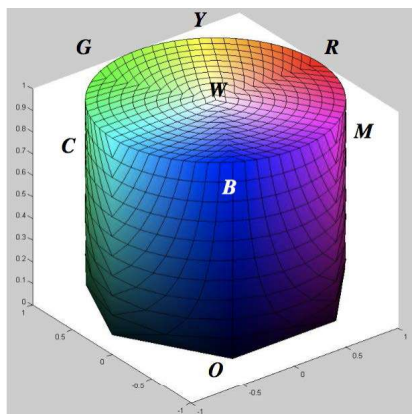
exact HSI

利用**HSI**將色彩上對比不明顯的地方增強，使得亮一點 色彩鮮明一點

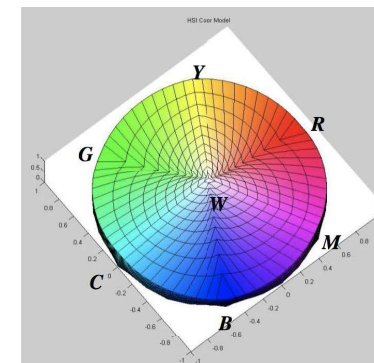
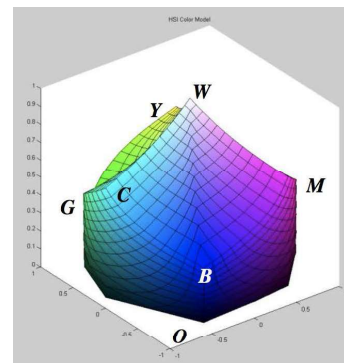
然而實際的人眼視覺，色度的覺知受到亮度的影響。  
意思是說，太亮時人眼都看成白色，太暗都看成黑色。

以往RGB轉至HSI想要調整亮度以增加對比，但反而導致影像色彩失真，此一現象稱之為**out of gamut**。

## eHSI



## eHSI cont.



從以上兩張圖我們可以發現人眼真實能感知的色彩模型長相並不如 HSI 那樣理想的圓柱型

而是在較暗處為圓柱型，較亮處為波浪狀的圓錐型。

(右圖為俯視圖)

## eHSI cont.

(1) 計算亮度 I

$$I = \frac{R + G + B}{3}$$

(2) 計算色相 H

$$H = \begin{cases} \theta, & \text{if } B \leq G \\ 360^\circ - \theta, & \text{if } B > G \end{cases}$$

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

(3) 修正色相 H

$$H = H \bmod 120^\circ$$

(4) 依亮度 I 計算飽和度 S

$$\text{if } I > \frac{2}{3} - \frac{\text{abs}(H - 60^\circ)}{180^\circ}, \text{ then } S = 1 - \frac{3(1 - \max(R, G, B))}{3 - (R + G + B)}$$

$$\text{else } S = 1 - \frac{\min(R, G, B)}{R + G + B}$$

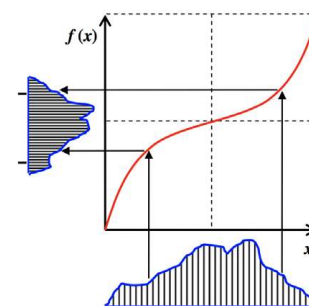
本論文的作者針對HSI色彩空間轉換做修改

假設輸入影像為[0,1]區間

利用左圖之公式得到原圖之HSI三值

括弧為與傳統HSI不同的地方

## eHSI cont.



$$f(x) = \begin{cases} \sqrt{0.5x}, & 0 \leq x \leq 0.5 \\ 1 - \sqrt{0.5(1-x)}, & 0.5 < x \leq 1 \end{cases}$$

針對影像之I值做Histogram Equalization

若是影像中有部分特別亮或暗，則equalization效果不大，且色彩表示不明顯

本論文作者提出S type 轉換，用來將做完equalization後的I值能集中於中等亮度範圍，使得色彩表現更明顯

圖中，水平軸為做完 Equalization 的亮度，有許多值座落在極亮與極暗的區域。垂直軸為透過 S 轉換後的亮度值，將影像的亮度集中於色彩表現豐富的中等亮度區。

右下為S轉換之公式，輸入值為hist equalization元素

## eHSI cont.

The YC section:  $60^\circ < H \leq 180^\circ$  &  $I > \frac{1}{3} + \frac{abs(H - 120^\circ)}{180^\circ}$

$$\begin{cases} H = H - 240^\circ \\ G = I(1 - S) + S \\ B = 1 - (1 - I) \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ R = 3I - (G + B) \end{cases} \quad (28)$$

The CM section:  $180^\circ < H \leq 300^\circ$  &  $I > \frac{1}{3} + \frac{abs(H - 240^\circ)}{180^\circ}$

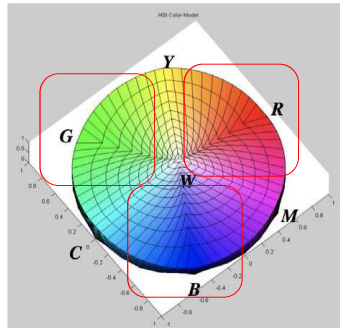
$$\begin{cases} B = I(1 - S) + S \\ R = 1 - (1 - I) \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ G = 3I - (R + B) \end{cases} \quad (29)$$

The MY section:  $300^\circ < H \leq 360^\circ$  &  $I > \frac{1}{3} + \frac{360^\circ - H}{180^\circ}$  or  $0^\circ < H \leq 60^\circ$  &  $I > \frac{1}{3} + \frac{H}{180^\circ}$

$$\begin{cases} H = H - 120^\circ \\ R = I(1 - S) + S \\ G = 1 - (1 - I) \left[ 1 + \frac{S \cos H}{\cos(60^\circ - H)} \right] \\ B = 3I - (R + G) \end{cases} \quad (30)$$

在eHSI中，比以前的HSI多了CM MY YC sections

所以從eHSI轉回RGB的過程中必須多處理這三個部分



## HSI vs eHSI

brightened cosmetic image



HSI

Intensity histogram equalized



Intensity histogram is centralized by S-type transformation



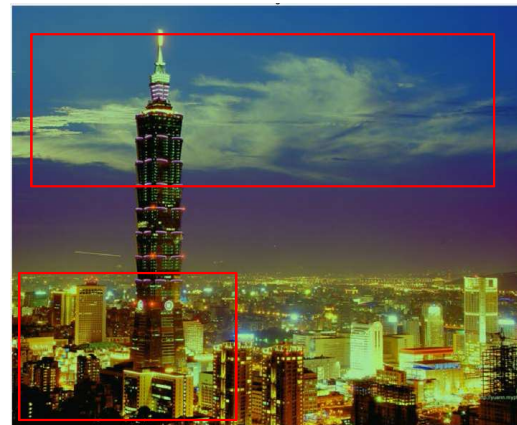
eHSI



## 當101遇上梵谷的露天咖啡廳



## Color transfer後的結果

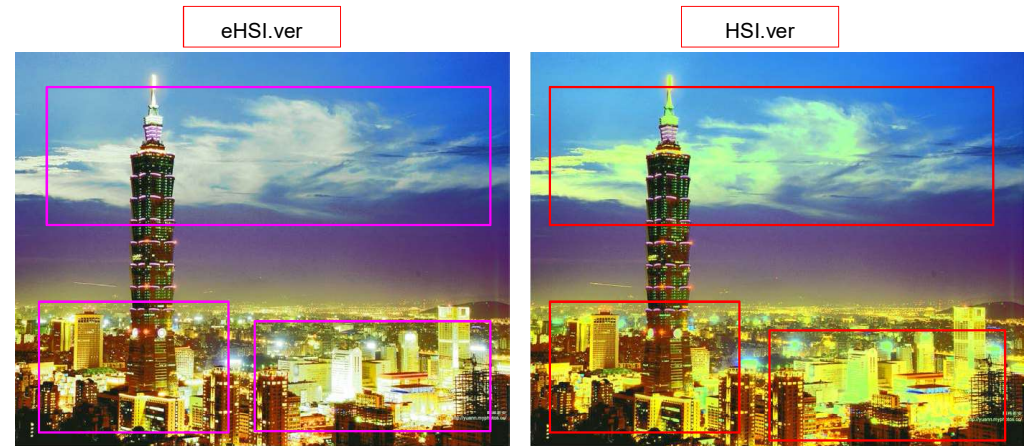




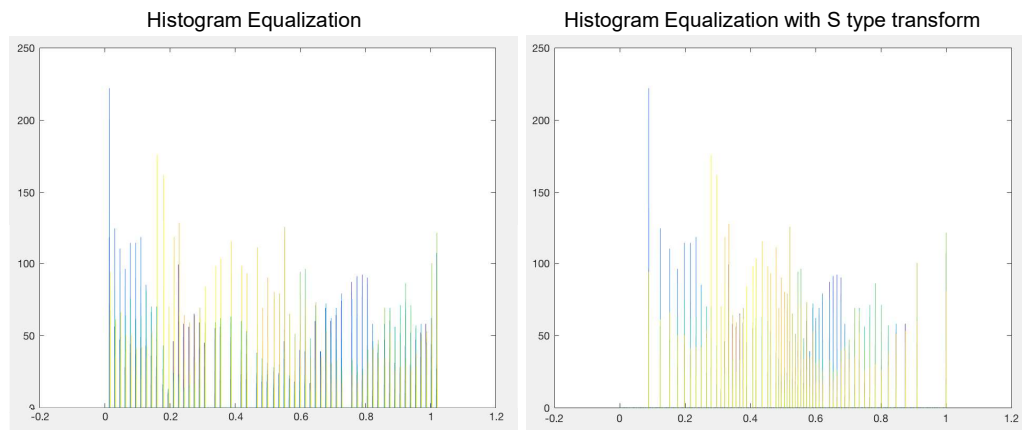
in eHSI



eHSI Compare to HSI



About Intensity



The other cases...



## The result

藉由此次期末專題，我們可以很快得到一張經過color transfer藉由在eHSI空間影像增強

是能夠正確貼近人類所能感受之色彩空間，如此一來，就不必忍受color transfer後的一些不自然的效果。

# Thank You!