



第一章 顏色、色彩轉換與浮水印

內 容

- 1.1 前言
- 1.2 光與顏色
- 1.3 色彩轉換
- 1.4 隱像術/浮水印的應用
- 1.5 作業

1.1 前 言

- 光的特性和組成。
- 五種彩色模式的轉換。
- 隱像術(Image Hiding)。
- 浮水印(Watermark)。

1.2 光與顏色

- 可見光的頻率範圍介於 400×10^9 米到 700×10^9 米之間。
- 低頻率的紅光和高頻率的紫光的亮度都不如比較中間頻率的黃綠光來的強。

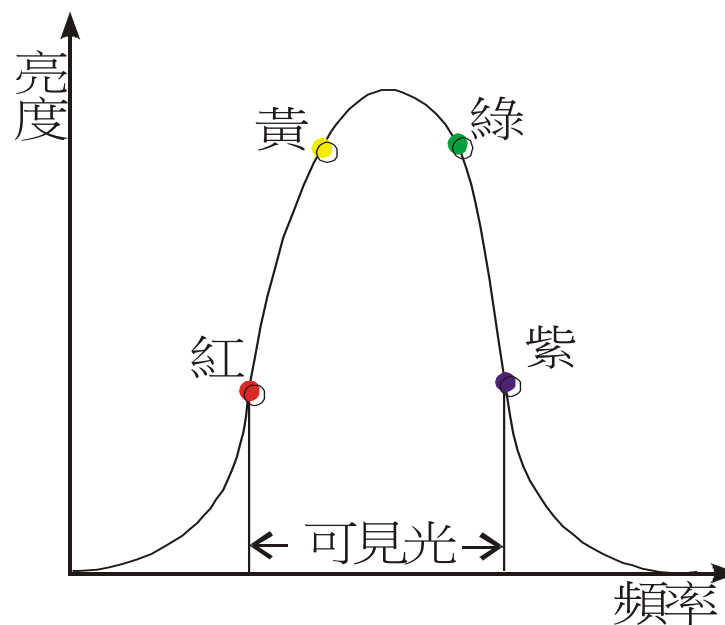


圖1.2.1 亮度與頻率的關係

1.3 色彩轉換

■ (1)RGB (2)YIQ (3)HSV (4)YUV (5)YCbCr ◦

■ RGB \leftrightarrow YIQ

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.523 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1.3.1)$$

範例 1.3.1：

$(R, G, B) = (100, 50, 30)$ ，灰階值 = ？

解答：

$$Y = 0.299 \times 100 + 0.587 \times 50 + 0.114 \times 30 \cong 63$$

範例 1.3.2 :

$$\text{RGB 影像 } I = \begin{bmatrix} (10, 20, 40) & (40, 30, 20) \\ (100, 150, 200) & (50, 250, 120) \end{bmatrix}, \text{ YIQ 影像} = ?$$

解答 :

$$Y_{11} = 0.299 \times 10 + 0.587 \times 20 + 0.114 \times 40 = 19.29$$

$$I_{11} = 0.596 \times 10 - 0.275 \times 20 - 0.321 \times 40 = -12.38$$

$$Q_{11} = 0.212 \times 10 - 0.523 \times 20 + 0.311 \times 40 = 4.1$$

$$I_{\text{YIQ}} = \begin{bmatrix} (19, -12, 4) & (32, 9, -1) \\ (141, -46, 5) & (175, -77, -83) \end{bmatrix}$$



圖1.3.1 彩色 Lena 影像



圖1.3.2 轉換後的高灰階 Lena 影像

■ RGB ↔ HSV

$$H_1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{0.5[(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\}$$

$$H = H_1 \text{ if } B \leq G$$

$$H = 360^\circ - H_1 \text{ if } B > G$$

$$S = \frac{\text{Max}(R, G, B) - \text{Min}(R, G, B)}{\text{Max}(R, G, B)}$$

$$V = \frac{\text{Max}(R, G, B)}{255} \quad (1.3.2)$$

- 在HSV系統中， H 代表色調， S 代表飽和度， V 代表亮度。
 $H=0^\circ$ 時代表紅色， $H=120^\circ$ 時代表綠色， $H=240^\circ$ 時代表藍色。
當 $S=0$ 時，表示影像為灰階式的影像。當 $H=0^\circ$ 且 $S=1$ 時，影像為深紅色。

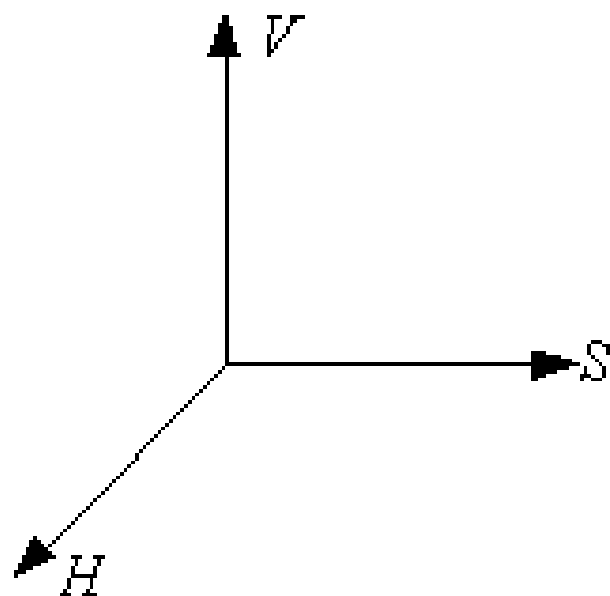


圖1.3.3 HSV 彩色系統

- YUV \leftrightarrow YIQ

$$I = -U \sin(33^\circ) + V \cos(33^\circ)$$

$$Q = U \cos(33^\circ) + V \sin(33^\circ)$$

- RGB \leftrightarrow YCbCr

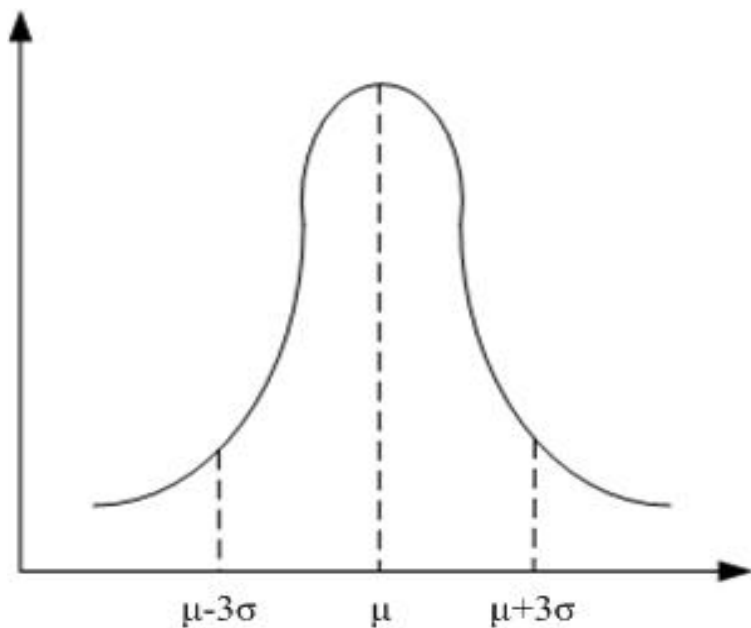
$$C_b = (B - Y) / 2 + 0.5$$

$$C_r = (R - Y) / 2 + 0.5$$

範例 1.3.3：

如何利用色調範圍來過濾皮膚色？

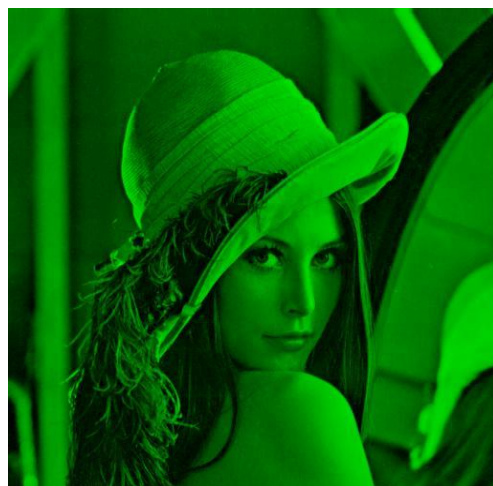
解答：



1.4 隱像術/浮水印的應用



(a) R平面

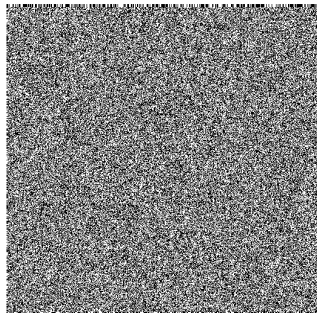


(b) G平面

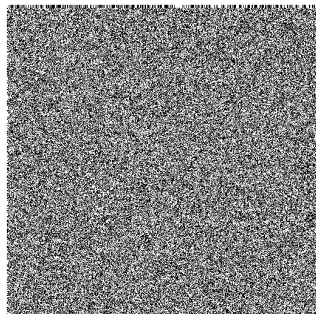


(c) B平面

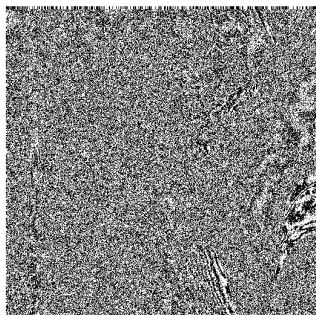
圖1.4.1 彩色 Lena 影像的三張分解圖



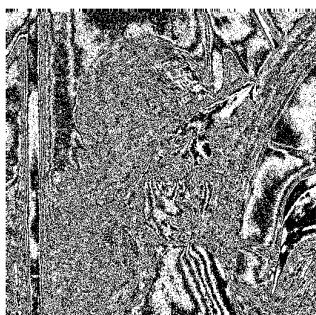
(a) 第一張位元平面



(b) 第二張位元平面



(c) 第三張位元平面



(d) 第四張位元平面



(e) 第五張位元平面



(f) 第六張位元平面



(g) 第七張位元平面



(h) 第八張位元平面

圖1.4.2 高灰階 Lena 影像的八張分解平面



圖1.4.3 圖1.4.2(e) ~ (h) 的合成影像

範例 1.4.1 :

給一如下的4 ×4子影像，第三張位元平面=?

8	7	6	5
32	31	30	29
10	11	12	13
0	1	2	3

解答：

00001000	00000111	00000110	00000101
00100000	00011111	00011110	00011101
00001010	00001011	00001100	00001101
00000000	00000001	00000010	00000011

第三張位元平面

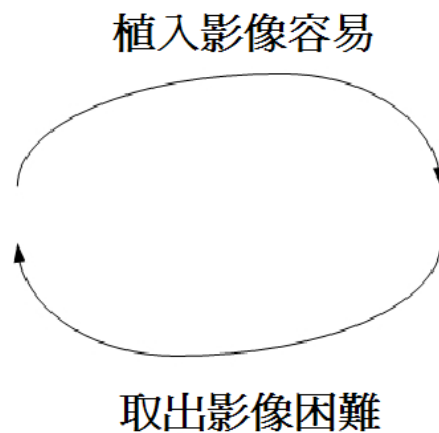
0	1	1	1
0	1	1	1
0	0	1	1
0	0	0	0

範例 1.4.2：

捨去低位元平面的隱像術之優缺點為何？

解答：

單程函數 (One way Function)



缺點：經過壓縮後，所植入的影像很容易受到破壞。

■ PSNR

令B'為將A隱藏在B後的結果。PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) 很常被用來評估B'和B的相似性，PSNR的定義如下：

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE}$$
$$MSE = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} (B'(x, y) - B(x, y))^2$$

■ 浮水印

而所謂的浮水印，可把 A 看成標誌(Logo)，通常這個標誌可想成一種版權。

範例 1.4.3：

假設每一個位元組(Byte)可以隱藏一個位元。我們的隱像術規則為：

1. 若從浮水印讀出來的位元為 0，則原影像的對應位元組之最後兩位元由 01→00，或 10→11。
2. 若從浮水印讀出來的位元為 1，則原影像的對應位元組之最後兩位元由 00→01，或 11→10。
3. 其餘情況則保持原狀。

原影像為

24	7	21	9
42	8	66	39
34	10	12	13
17	2	5	23

我們想隱藏以下的浮水印

1	0	0	1
1	0	1	0
0	1	0	0
0	0	1	1

依照上述的浮水印隱藏規則，請求出加入浮水印後的十進位影像。

解答：

24(1)	7(0)	21(0)	9(1)
42(1)	8(0)	66(1)	39(0)
34(0)	10(1)	12(0)	13(0)
17(0)	2(0)	5(1)	23(1)

- 浮水印(0)
- 01→00
- 10→11
- 浮水印(1)
- 00→01
- 11→10

00011000(1)	00000111(0)	00010101(0)	00001001(1)
00101010(1)	00001000(0)	01000010(1)	00100111(0)
00100010(0)	00001010(1)	00001100(0)	00001101(0)
00010001(0)	00000010(0)	00000101(1)	00010111(1)

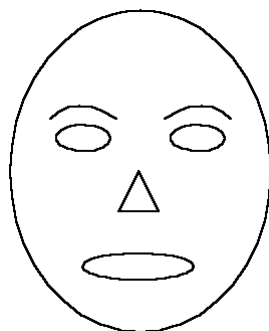
000110 01 (1)	00000111(0)	000101 00 (0)	00001001(1)
00101010(1)	00001000(0)	01000010(1)	00100111(0)
001000 11 (0)	00001010(1)	00001100(0)	000011 00 (0)
000100 00 (0)	000000 11 (0)	00000101(1)	000101 10 (1)

25	7	20	9
42	8	66	39
35	10	12	12
16	3	5	22

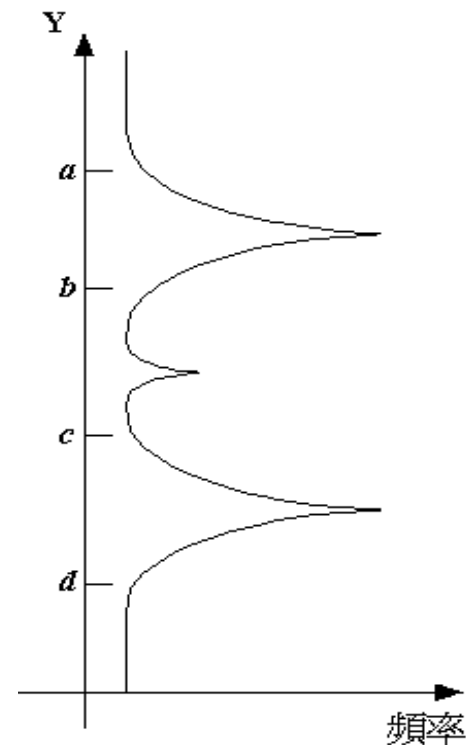
範例 1.4.4：

如何在臉部上找出眼睛和嘴巴的部位？

解答：



水平投射法 (Horizontal Projection)：
推估 (a, b) 區間為眼部所在，而 (c, d)
區間為嘴巴所在。



1.5 作 業

- 作業一：寫一程式以實作1.4節所提的植基於位元平面之浮水印。
- 作業二：利用一組訓練用的人臉，估算出人臉的色調範圍。