



第十三章

彩色影像處理

內 容

- 13.1 前 言
- 13.2 RGB 轉換為 $Lu'v'$ 彩色模式
- 13.3 調色盤的最佳對應
- 13.4 對比加強
- 13.5 作 業

13.1 前言

將 RGB 彩色模式轉換為 CIE Lu'v' 彩色模式。接下來，我們介紹彩色影像調色盤 (Palette) 的對應和彩色對比加強 (Color Contrast Enhancement)。

13.2 RGB 轉換為 Lu'v' 彩色模式

範例 13.2.1：如何將 RGB 彩色模式轉換為 CIE Lu'v' 彩色模式？

解答：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.49000 & 0.31000 & 0.20000 \\ 0.17697 & 0.81240 & 0.01063 \\ 0.00000 & 0.01000 & 0.99000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (13.2.1)$$

由式(13.2.1)所得到的 Y 可以視為色彩的亮度 L。

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z}, \quad v' = \frac{9X}{X + 15Y + 3Z} \quad (13.2.2)$$

範例 13.2.2：可否給一個 RGB 彩色模式轉換到 CIE $Lu'v'$ 彩色模式的例子？

解答：

| R | G | B | R | G | B | R | G | B |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 117 | 62 | 70 | 162 | 101 | 115 | 136 | 73 | 101 |
| 132 | 70 | 97 | 162 | 102 | 116 | 132 | 70 | 97 |
| 159 | 100 | 115 | 156 | 97 | 113 | 154 | 100 | 93 |

(a)

| L | u' | v' | L | u' | v' | L | u' | v' |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 71.82 | 0.2629 | 0.4692 | 111.94 | 0.2478 | 0.4670 | 84.44 | 0.2609 | 0.4528 |
| 81.26 | 0.2620 | 0.4529 | 112.76 | 0.2470 | 0.4700 | 81.26 | 0.2620 | 0.4529 |
| 110.60 | 0.2471 | 0.4661 | 107.61 | 0.2480 | 0.4652 | 109.48 | 0.2444 | 0.4815 |

(b)

圖 13.2.1 一個 RGB 彩色模式轉換到 CIE $Lu'v'$ 彩色模式的例子

範例13.2.4：如何由 CIE Lu'v' 彩色模式轉回成 RGB 彩色模式？

解答：

$$x = \frac{9u'}{6u' + 16v' + 12}$$

$$y = \frac{4v'}{6u' + 16v' + 12}$$

$$Y = L \quad (13.2.3)$$

利用 x 、 y 和 Y 得到 CIE XYZ 中三個元素值：

$$X = x(X + Y + Z)$$

$$Y = Y$$

$$Z = z(X + Y + Z) \quad (13.2.4)$$

在式(13.2.4)中， $z = 1 - x - y$ 及 $\frac{Y}{y} = (X + Y + Z)$ 。最後再透過式(13.2.1)的逆過程便

可將 CIE Lu' v' 彩色模式轉回成 RGB 彩色模式。

13.3 調色盤的最佳對應

範例 13.3.1：何謂影像的調色盤？

解答：

| R | G | B |
|-----|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 |
| 100 | 100 | 100 |
| 255 | 255 | 255 |
| 200 | 200 | 200 |

圖 13.3.1 一個例子

| 編號 | R | G | B |
|----|-----|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 100 | 100 | 100 |
| 2 | 255 | 255 | 255 |
| 3 | 200 | 200 | 200 |

圖 13.3.2 賦予編號

如何將各個顏色賦予它一個整數編號，則可得到圖 13.3.2 的調色盤圖表

範例 13.3.2：可否給一個小例子以再次明白調色盤的功用？

解答：

| | | | |
|-----|---|-----|-----|
| 200 | 0 | 255 | 100 |
| 200 | 0 | 255 | 100 |
| 200 | 0 | 255 | 100 |
| 200 | 0 | 255 | 100 |

圖 13.3.3 一個子影像

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 0 | 2 | 1 |
| 3 | 0 | 2 | 1 |

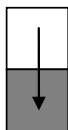
圖 13.3.4 按編號轉換

我們可將圖 13.3.3 的彩色子影像轉換成圖 13.3.4 的編號圖 (Index Map)。有了編號圖後，根據調色盤圖表自然很容易將編號圖轉換回原彩色影像。

範例 13.3.3：改變調色盤圖表中的顏色與編號對應關係，是否可達到壓縮效果？

解答：JPEG-LS 壓縮標準中，一個像素可進行下列八種預測方法：

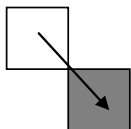
1. 由上預測：



2. 由左預測：



3. 由左上預測：



4~7. 由三個交錯而成的二維預測：



8. 不做任何預測：

若鄰居像素值較接近，我們可以得到較好的壓縮效果。以圖 13.3.4 中的編號圖為例，如果將其改變成圖 13.3.5 的編號圖，則的確可達到鄰近像素值較接近的效果。

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 1 | 2 | 3 |
| 0 | 1 | 2 | 3 |

圖 13.3.5 改良後的編號圖

| 編號 | R | G | B |
|----|-----|-----|-----|
| 0 | 200 | 200 | 200 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 255 | 255 | 255 |
| 3 | 100 | 100 | 100 |

圖 13.3.6 改良後的對應表

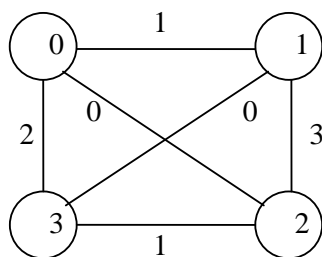
範例 13.3.4：如何利用圖論的技巧設計出有效的調色盤對應關係？

解答： 假設某一 4×4 的子影像經調色盤轉換為

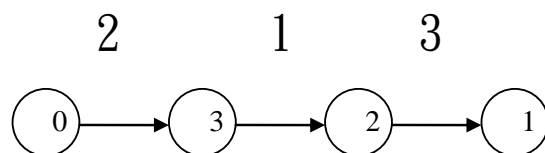
| | | | |
|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 3 | 2 |
| 2 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 0 | 0 |

依據列優先的掃描次序，我們得到序列 $\langle 3, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 1, 2, 1, 0, 0, 3, 3, 0, 0 \rangle$ 。如果將調色盤的編號定義為節點的編號，則可得到下列的兩關係圖

| | 0 | 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 1 | 1 | 0 | 3 | 0 |
| 2 | 0 | 3 | 0 | 1 |
| 3 | 2 | 0 | 1 | 0 |



在上圖中找出一條最重的漢彌頓路徑(Heaviest Hamiltonian Path)



我們可取得 $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$ 和 $\langle 0, 3, 2, 1 \rangle$ 的對應了，開始給定的 4×4 子影像就可以轉換為

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 1 | 2 |
| 2 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 3 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |

就左預測而言，上述的新調色盤對應關係可達到較好的壓縮效果。

13.4 對比加強

範例 13.4.1：

如何在 CIE $Lu'v'$ 彩色模式下做彩色影像對比加強？

解答：

由於在彩色區域三角形做 u 及 v 的色彩飽和，並不會影響到 Y 值，
因此 $C_S = (u'_{C_S}, v'_{C_S}, Y)$ 。

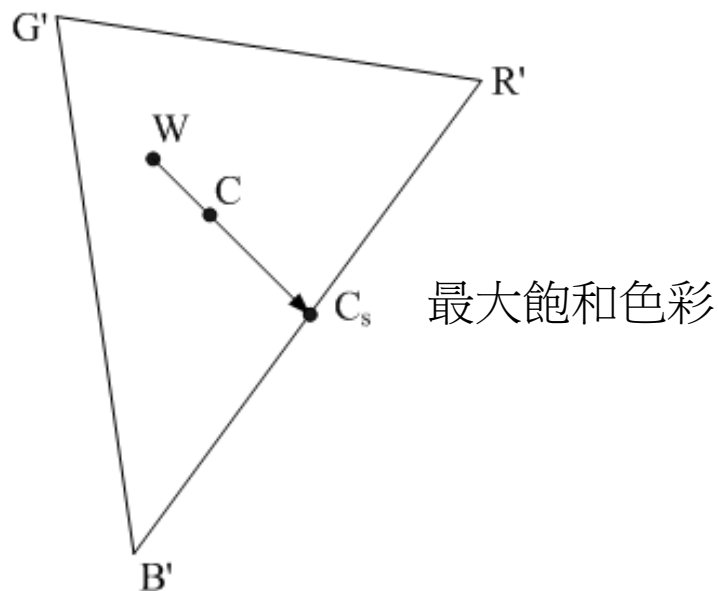


圖 13.4.1 色彩飽和化示意圖

範例 13.4.2：

如何使色彩飽和的影像增加色彩呢？

解答：

我們必須對飽和影像做「反飽和」的動作。

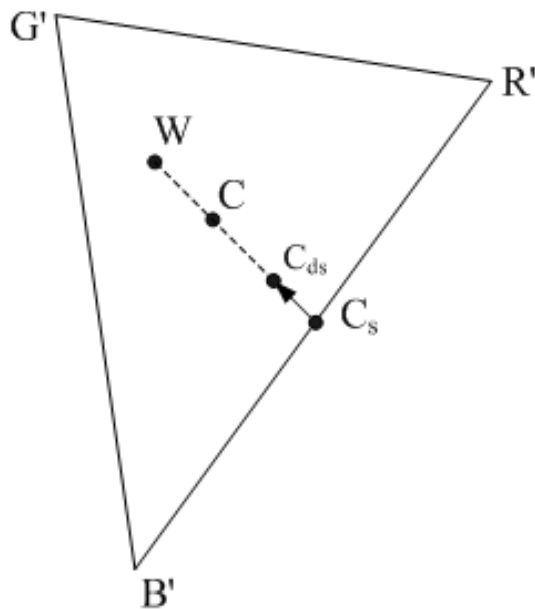


圖 13.4.2 色彩反飽和示意圖

$C_{ds} = (u'_{Cds}, v'_{Cds}, Y_{Cds})$ ，CIE 色彩混合公式如式(13.4.1)所示：

$$u'_{Cds} = \frac{u'_W \frac{Y_W}{v'_W} + u'_{Cs} \frac{Y}{v'_{Cs}}}{\frac{Y_W}{u'_W} + \frac{Y}{u'_{Cs}}}$$

$$v'_{Cds} = \frac{Y_W + Y}{\frac{Y_W}{u'_W} + \frac{Y}{u'_{Cs}}}$$

$$Y_{Cds} = Y + Y_W \quad (13.4.1)$$

其中， $Y_W = k\bar{Y}$ ， \bar{Y} 為整張圖片的平均亮度值， k 則是由使用者自定的參數，用以調整增強後影像的亮度。

13.5 作 業

- 作業一：閱讀參考資料 [1]，比較各種的 CIE 彩色平面。
- 作業二：寫一 C 語言以完成印出彩色色域三角形之實作。
- 作業三：寫一 C 語言以完成彩色影像的對比增強之實作。