



# 第十四章 彩色影像處理

# 內容

- 14.1 前言
- 14.2 RGB彩色模式轉換為CIE Lu'v'彩色模式
- 14.3 彩色影像調色盤的最佳對應
- 14.4 彩色影像測邊
- 14.5 彩色影像的分割
- 14.6 彩色影像的對比加強
- 14.7 馬賽克影像回復
- 14.8 結論

# 14.1 前言

介紹將RGB彩色模式轉換為CIE  $Lu' v'$  彩色模式。接下來，介紹彩色影像調色盤的對應、測邊與分割，彩色對比加強和彩色影像的應用實例。

## 14.2 RGB彩色模式轉換為Lu'v'彩色模式

範例1：如何將RGB色彩模式轉換為CIE Lu'v'彩色模式。

解答：

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.49000 & 0.31000 & 0.20000 \\ 0.17697 & 0.81240 & 0.01063 \\ 0.00000 & 0.01000 & 0.99000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (14.2.1)$$

$Y$ 可以視為色彩的亮度 $L$ ，得到

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \quad v' = \frac{9X}{X + 15Y + 3Z} \quad (14.2.2)$$

解答完畢

範例2：一個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

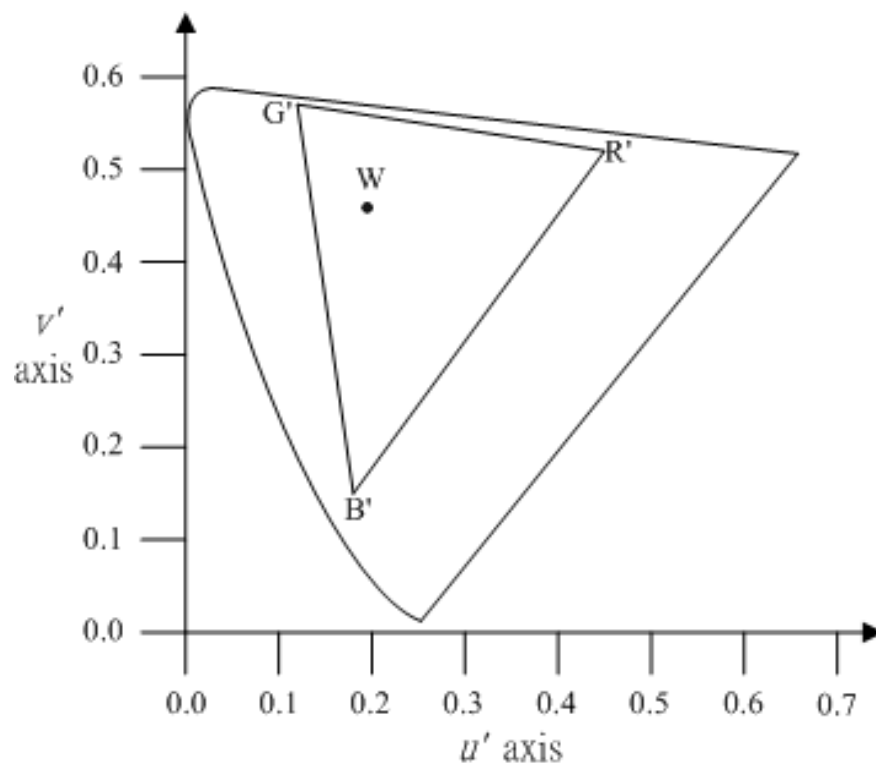
(a)

L	u'	v'	L	u'	v'	L	u'	v'
71.82	0.2629	0.5916	111.94	0.2478	0.5577	84.44	0.2609	0.587
81.26	0.2620	0.5895	112.76	0.2470	0.5557	81.26	0.2620	0.5895
110.60	0.2471	0.5559	107.61	0.2480	0.5582	109.48	0.2444	0.55

(b)

解答完畢

# CIE $u'v'$ 色彩分布



其中三頂點 $R'$ 、 $G'$ 及 $B'$ 座標分別為： $(u'_{R'}, v'_{R'}) = (0.4507, 0.5229)$ 、 $(u'_{G'}, v'_{G'}) = (0.1250, 0.5625)$ 及 $(u'_{B'}, v'_{B'}) = (0.1754, 0.1579)$ ，在三角形內部的點 $W = (u'_W, v'_W) = (0.1798, 0.4683)$ 則是對應到白色點。

範例4：如何由CIE Lu'v'彩色模式轉回成RGB彩色模式？

解答：

將CIE Lu'v'彩色模式轉換到CIE xyY彩色模式：

$$\begin{aligned}x &= \frac{9u'}{6u'+16v'+12} \\y &= \frac{4v'}{6u'+16v'+12} \\Y &= L\end{aligned}\tag{14.2.3}$$

利用x、y和Y得到到CIE XYZ中三個元素值，其轉換式如下：

$$\begin{aligned}X &= x(X + Y + Z) \\Y &= Y \\Z &= z(X + Y + Z)\end{aligned}\tag{14.2.4}$$

在式(14.2.4)中， $z = 1 - x - y$  及  $Y / y = (X + Y + Z)$ 。再透過式(14.2.1)的逆過程便可將CIE Lu'v'彩色模式轉回成RGB彩色模式。

解答完畢

# 14.3 彩色影像調色盤的最佳對應

## ■ 彩色影像調色盤

- 調色盤的用意在於利用一個整數集將影像中出現的顏色對應起來。例如，假設只有四種顏色可用，顯示於圖14.3.1，如果將各個顏色賦予一個整數編號，則可得到圖14.3.2的調色盤圖表。

R	G	B
0	0	0
100	100	100
255	255	255
200	200	200

圖14.3.1 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14.3.2 賦予編號



範例2：給一例子以說明調色盤的功用。

解答：

200	0	255	100
200	0	255	100
200	0	255	100
200	0	255	100

圖14.3.3一個子影像

3	0	2	1
3	0	2	1
3	0	2	1
3	0	2	1

圖14.3.4按編號轉換

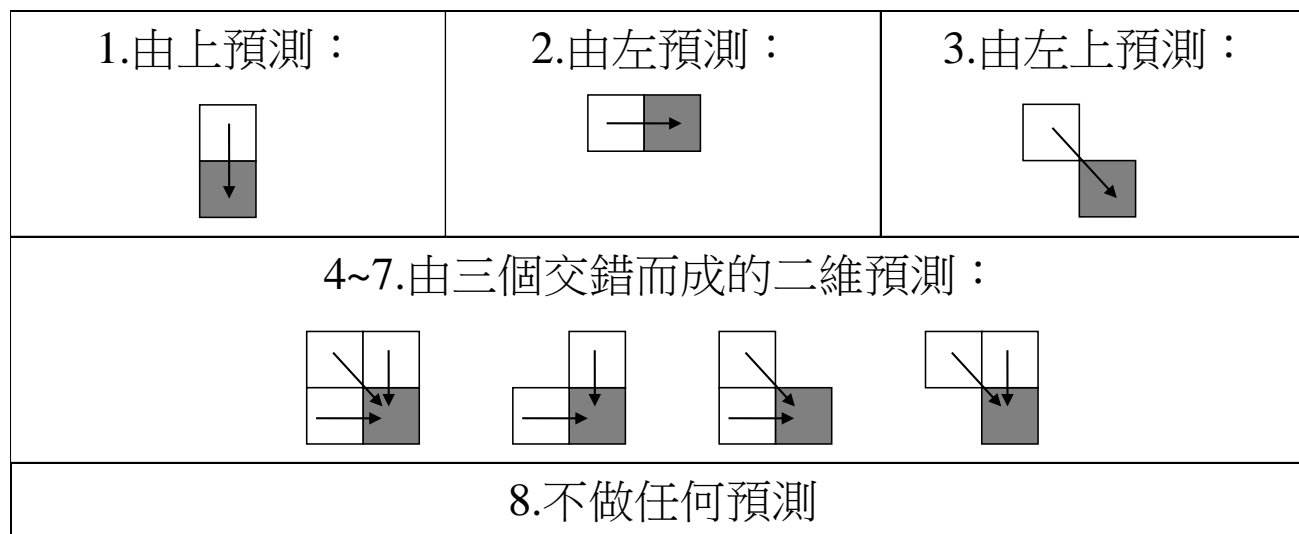
有了編號圖後，根據調色盤圖表自然很容易將編號圖轉換回原色彩影像。

解答完畢

範例3：改變調色盤圖表中的顏色及對應關係，是否可達到壓縮效果？

解答：

JPEG-LS壓縮標準中，



將14.3.4編號圖改變成圖14.3.5的編號圖，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14.3.5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14.3.6改良後的對應表

解答完畢

範例4：利用圖論的技巧設計出有效的調色盤對應關係。

解答：

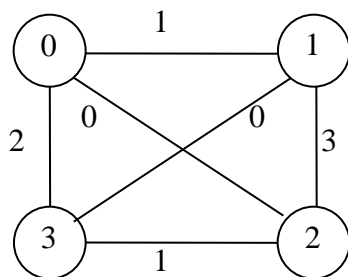
假設某一 $4 \times 4$  的子影像經調色盤的對應轉換為

3	3	3	2
2	1	1	1
2	1	0	0
3	3	0	0

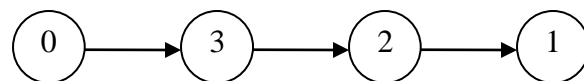
依據列優先的掃描次序，我們得到序列〈3, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 1, 2, 1, 0, 0, 3, 3, 0, 0〉。可得到下列的兩兩關係圖

	0	1	2	3
0	0	1	0	2
1	1	0	3	0
2	0	3	0	1
3	2	0	1	0

述的兩兩關係圖可表示為



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



如此一來，我們就取得  $\langle 0, 1, 2, 3 \rangle$  和  $\langle 0, 3, 2, 1 \rangle$  的對應了。依據此調色盤新的對應關係，原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。  
解答完畢

# 14.4 彩色影像的測邊

## 14.4.1 改良式的Prewitt測邊算子

$-\frac{1}{3}$	0	$\frac{1}{3}$
$-\frac{1}{3}$	0	$\frac{1}{3}$
$-\frac{1}{3}$	0	$\frac{1}{3}$

(a) 水平面罩

$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$	$-\frac{1}{3}$
0	0	0
$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$

(b) 垂直面罩

圖14.4.1 改良式Prewitt測邊面罩

範例2：利用改良式Prewitt測邊算子測得的水平反應值 $H$ 和平均垂直反應值 $V$ 來決定像素為可能邊點。

解答：

計算出合成值

$$M(x, y) = \sqrt{H(x, y)^2 + V(x, y)^2} \quad (14.4.1.1)$$

若其大於門檻值，則該點為邊點。

解答完畢

邊的方向性也可透過下式求得

$$\theta = \tan^{-1} \frac{V(x, y)}{H(x, y)} \quad (14.4.1.2)$$

範例3：利用局部最大(Local Maxima)的概念只濾出較細的邊出來。

解答：

若一可能為邊點  $E(x, y)$  同方向性的兩邊點其合成反應值  $M$  皆小於  $E(x, y)$  的合成反應值，則  $E(x, y)$  就可成為真正的邊點。圖 14.4.1.2 為此情形之示意圖。

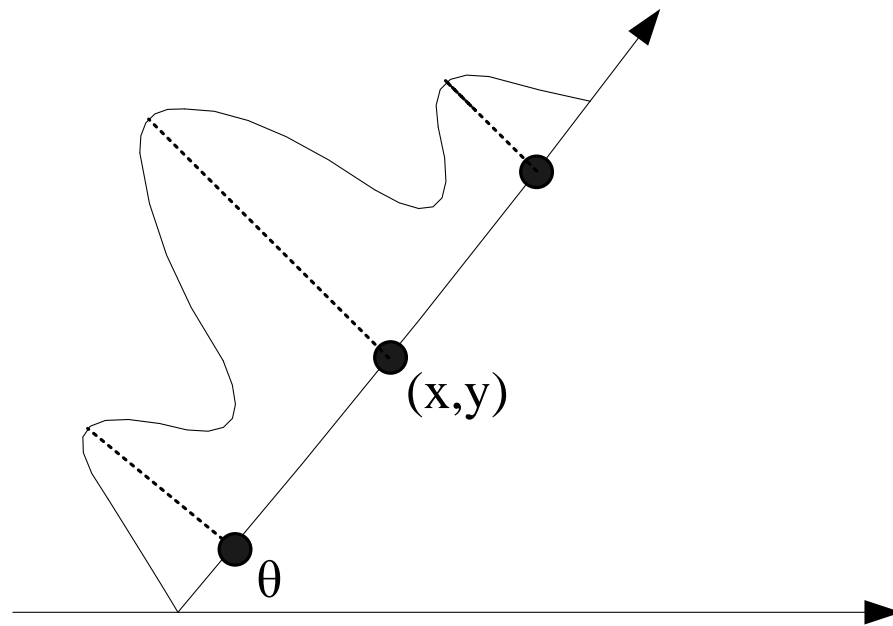


圖 13.4.1.2 局部最大示意圖



範例4:加強細邊的連結性(Linking Property)。

解答：

如果  $|\theta(e_1, e_2)| < |\theta(e_1, e_3)|$ ，則將EM中的 $e_2$ 加入細邊集中以便加強細邊 $e_1$ 的連結性。

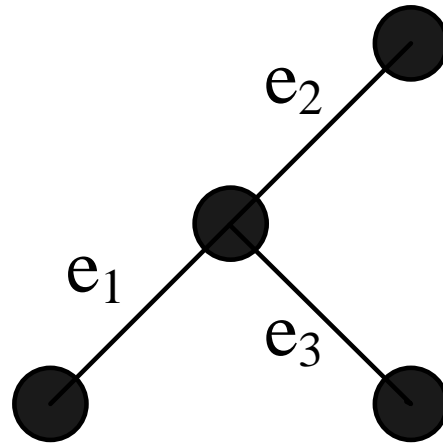


圖14.4.1.3 加強細邊的連結性

解答完畢

# 實作結果

給一張輸入的彩色影像，如圖14.4.1.4所示，利用上述的測邊法並細化邊圖，我們得到圖14.4.1.5的彩色測邊的結果。



圖 14.4.1.4 F16原影像

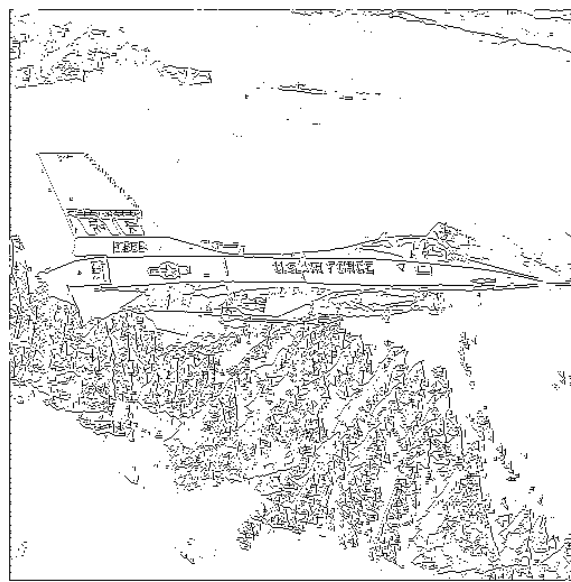


圖 14.4.1.5 F16細化邊圖

## 14.4.2 向量排序統計為基礎的彩色測邊器

範例2:向量式排序應用到側邊上。

解答:利用一個  $w^2$  大小的面罩取出一塊等大的彩色子影像。  
求出像素  $P_i$  與其餘的像素之差異總和  $d_i$  :

$$d_i = \sum_{k=1}^{w^2} \|P_i - P_k\|, \quad i = 1, 2, \dots, w^2$$

所得之序列為

$$d_{(1)} \leq d_{(2)} \leq \dots \leq d_{(w^2)}$$

利用  $VR = \|P_{(w^2)} - P_{(1)}\|$ ，得到一個較簡單的測邊器。當VR (vector range)值高於一個門檻值時，將面罩中心的像素視為一邊點。

解答完畢

範例3:提高VR測邊器的抗雜訊能力。

解答:(1)將VR修改成最小化向量化(Minimum VR,MVR)測邊器。

$$MVR = \min_j \left\{ \left\| P_{(w^2-j+1)} - P_{(1)} \right\| \right\}, \quad j = 1, 2, \dots, k; \quad k < w^2$$

(2)使用取平均值的方式來分散雜訊，VR可修改成Vector Dispersion (VD):

$$VD = \left\| P_{(w^2)} - \sum_{i=1}^l \frac{P_{(i)}}{l} \right\|, \quad l < w^2$$

(3)結合MVR與VD，

$$MVD = \min_j \left\{ \left\| P_{(w^2-j+1)} - \sum_{i=1}^l \frac{P_{(i)}}{l} \right\| \right\}, \quad j = 1, 2, \dots, k; \quad k, l < w^2$$

當MVD值高於一個門檻值，面罩中心的像素則可視為一個邊點。

解答完畢

範例4：測邊實作結果。

解答:給一張輸入的彩色影像，如圖14.4.2.1示，利用上述的MVD測邊法，我們得到圖14.4.2.2彩色測邊的結果。



圖 14.4.2.1 F16原影像

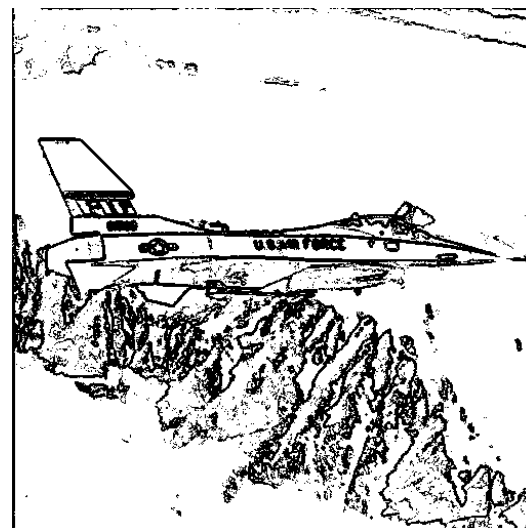


圖 14.4.2.2 F16邊圖

解答完畢

## 14.5 彩色影像的分割

得到彩色影像上邊和粗糙區域的訊息 先將彩色影像轉換成灰階影像。接下來，利用測邊法來求得該灰階影像的邊訊息。再利用分水嶺分割法求得灰階影像的粗糙區域。令這些粗糙的區域集為  $\{R_1, R_2, \dots, R_m\}$ 。

- 利用所得的邊和粗糙區域訊息來進行粗糙區域的合併:

$$\text{色調距離度} = \text{Min} \left\{ \left| \mu_h(R_i) - \mu_h(R_j) \right|, \left( 360 - \left| \mu_h(R_i) - \mu_h(R_j) \right| \right) \right\}$$

$$\text{交界邊近似度} = \left( \sum_{(x,y) \in B_{ij}} I_G(x,y) \right) / |B_{ij}|$$

$I_G(x, y)$ : 界邊點數;  $B_{ij}$ : 交界像素數

- 綜合差異度 =  $w_1 \times \text{色調近似度}(R_i, R_j) + w_2 \times \text{交界邊近似度}(R_i, R_j)$

# 14.6 彩色影像的對比加強

範例1：在CIE Lu 'v' 彩色模式下做彩色影像的對比加強。

解答:輸入的彩色像素  $C = (u'_C, v'_C, Y)$ 。將C點沿著  $\overrightarrow{WC}$  移動，會與  $\overline{B'R'}$  相交  $C_s$ ，我們稱  $C_s$  為C的最大飽和色彩。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  $C_s = (u'_{C_s}, v'_{C_s}, Y)$ 。

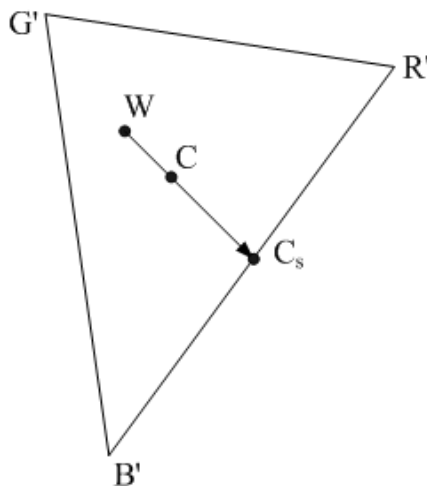


圖14.6.1色彩飽和化示意圖

解答完畢



範例2:增加飽和影像的色彩。

解答：為了增加飽和影像的色彩，我們必須對飽和影像做「反飽和」的動作，如圖14.6.2所示。

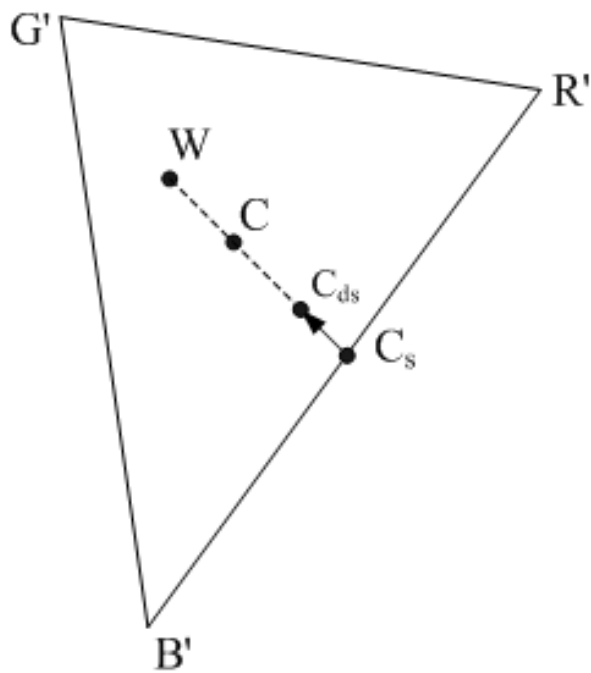


圖14.6.2 色彩反飽和示意圖

針對  $C_s$  與  $W$  做 CIE 色彩混合，以達到反飽和的效果，

得到的色彩為  $C_{ds} = (u'_{C_{ds}}, v'_{C_{ds}}, Y_{C_{ds}})$

$$u'_{C_{ds}} = \frac{u'_W \frac{Y_W}{v'_W} + u'_{C_s} \frac{Y}{v'_{C_s}}}{\frac{Y_W}{u'_W} + \frac{Y}{u'_{C_s}}}$$

$$v'_{C_{ds}} = \frac{Y_W + Y}{\frac{Y_W}{u'_W} + \frac{Y}{u'_{C_s}}}$$

$$Y_{C_{ds}} = Y + Y_W$$

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。

解答完畢

範例4:在對比增強時做保邊的处理。

解答：先透過14.4.2節所介绍的測邊器求得原影像的邊圖，然後我們調整顏色C以達到色彩對比加強與保邊的平衡，調整後的顏色稱為  $C_{es}$ ，如圖14.6.3所示。

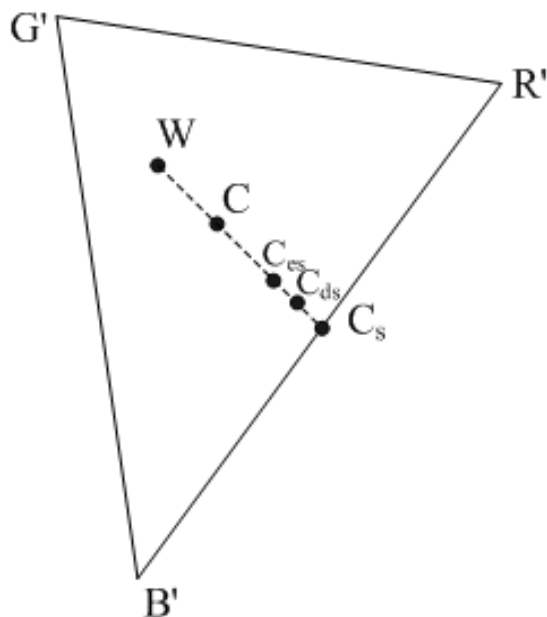


圖14.6.3 對比加強與保邊的平衡點 $C_{es}$  示意圖

圖14.6.4顯示一個被 $3 \times 3$ 的遮罩覆蓋的子影像，在以「列優先」的影像處理的方式之下，標示為P的像素代表已經做過加強的像素，標示為U的則為尚未加強的像素，中心標示為C的像素，即是我們正在做色彩對比加強處理的像素。

<i>P</i>	<i>P</i>	<i>P</i>
<i>P</i>	<i>C</i>	<i>U</i>
<i>U</i>	<i>U</i>	<i>U</i>

圖14.6.4 一個被 $3 \times 3$ 的遮罩覆蓋的子影像



圖14.6.5 交錯搜尋示意圖

# 對比加強與保邊的效果

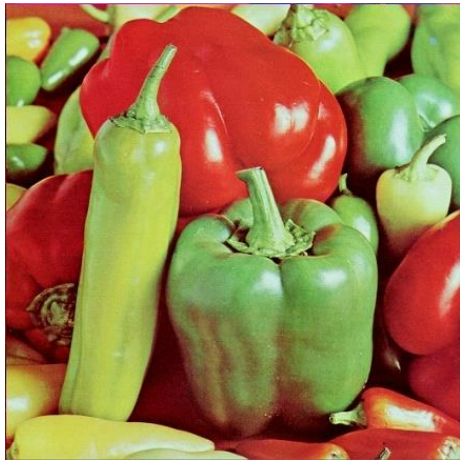


圖14.6.6 Pepper原影像



圖14.6.8對比 加強影像



圖14.6.10 保邊加強影像



圖14.6.7 原影像邊圖



圖14.6.9對比加強影像邊圖

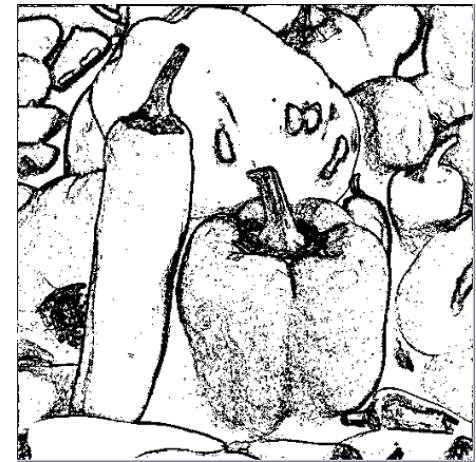


圖14.6.11 保邊加強影像邊圖

# 14.7 馬賽克影像回復

- 為了節省相機成本，在相機市場上出現只有一個CD(Charge Coupled Device)的數位靜態相機(Digital Still Camera, DSC)，圖14.7.1為此一類型相機較廣泛使用的拜耳濾波陣列。圖14.7.2及圖14.7.3為單一CCD及三CCD相機示意圖。

B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R
B	G	B	G	B	G
G	R	G	R	G	R

圖14.7.1 拜耳彩色濾波陣列

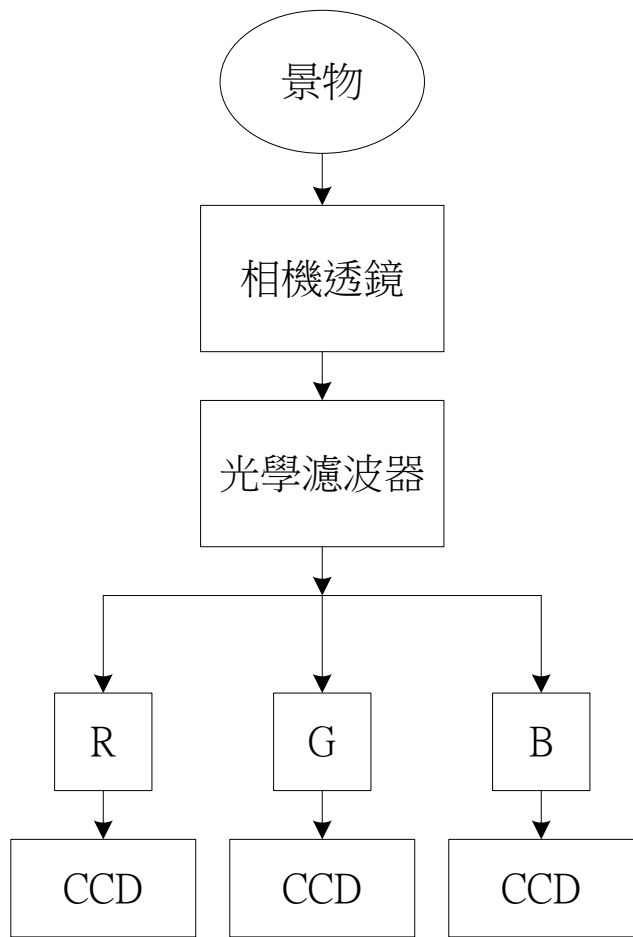


圖14.7.2 三個CCD的DSC相機

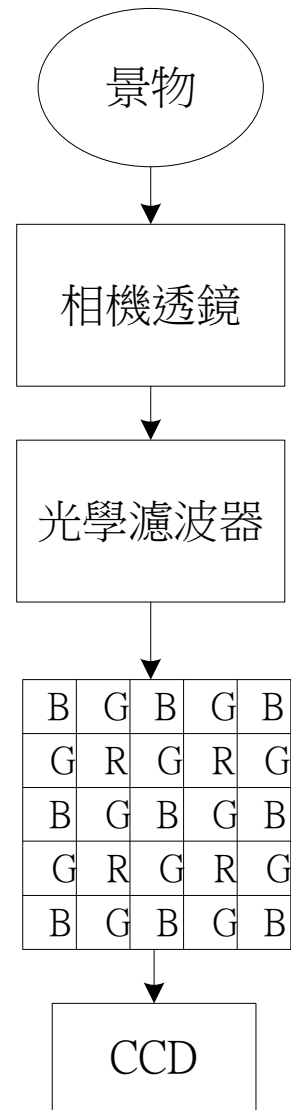


圖14.7.3 一個CCD的CFA相機

範例1：傳統去馬賽克方法。

解答：

R	G	R	G	R
G	B <sub>2</sub>	G <sub>3</sub>	B <sub>4</sub>	G
R	G <sub>6</sub>	R <sub>7</sub>	G <sub>8</sub>	R
G	B <sub>10</sub>	G <sub>11</sub>	B <sub>12</sub>	G
R	G	R	G	R

圖14.7.4 編號後的馬賽克影像



依據平均內插方式，對像素R7而言，其綠色和藍色值可被估計為

$$G'_7 = \frac{G_3 + G_6 + G_8 + G_{11}}{4}$$

$$B'_7 = \frac{B_3 + B_6 + B_8 + B_{11}}{4}$$

同理對像素G3而言，其藍色值為

$$B'_3 = \frac{B_2 + B_4}{2}$$

下圖14.7.5和圖14.7.6分別為馬賽克影像與去馬賽克結果。

解答完畢



圖14.7.5 馬賽克影像

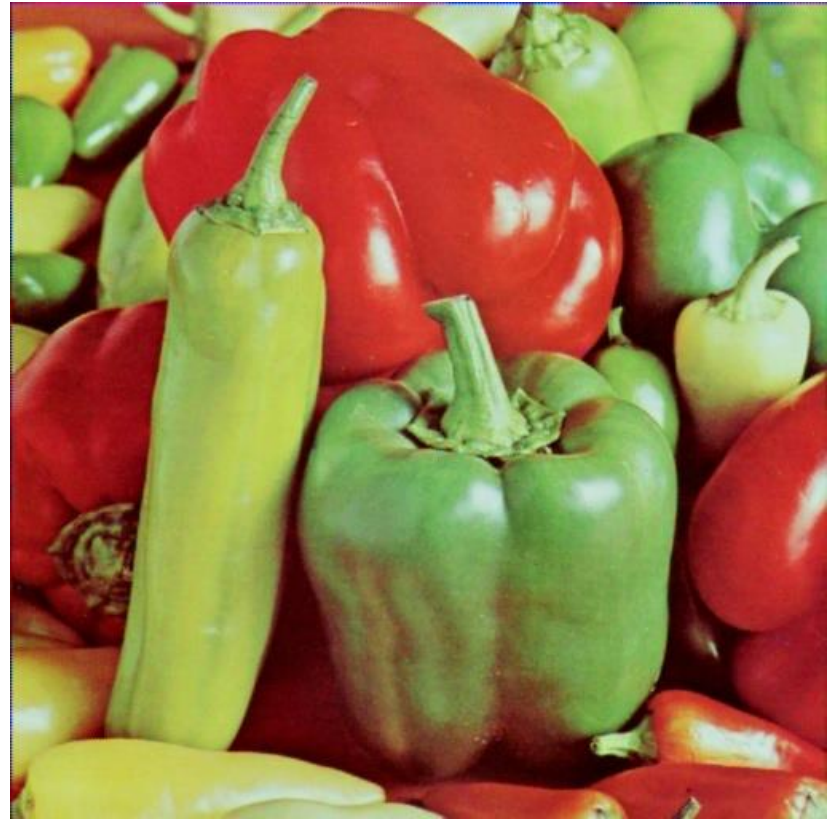


圖14.7.6 去馬賽克後的結果