

發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：94119320

※申請日期：94.6.10

※IPC 分類：H04N 1/56

一、發明名稱：(中文/英文)

異次投影硬性決定色彩內插法

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文) 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國籍：(中文/英文) 中華民國 TW

三、發明人：(共 2 人)

姓名：(中文/英文) 1. 蔡奇謚

2. 宋開泰

國籍：(中文/英文) 1. 中華民國 TW

2. 中華民國 TW

四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為： 年 月 日。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

五、中文發明摘要：

本發明提供一種異次投影硬性決定色彩內插法 (Heterogeneity-Projection Hard-Decision, HPHD)，其係使用異次投影去估測最佳的邊緣方向後，再使用硬性決定規則去決定最佳的內插方向，得到綠色色彩元素資訊，再利用綠色色彩元素資訊，經由綠色色彩元素平面之高頻資訊加入紅色與藍色色彩元素平面處理程序，來降低紅色與藍色色彩元素平面的重建誤差。因此本發明可達到降低內插方向發生錯誤的情況，並且在信號雜訊比 (Peak Signal to Noise Ratio, PSNR) 與視覺比較上可獲得更好的效果。

六、英文發明摘要：

七、指定代表圖：

(一)、本案代表圖為：第一圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：無

八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

九、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係有關一種色彩內插法，特別是有關一種異次投影硬性決定色彩內插法。

【先前技術】

數位照相機利用鏡頭將影像投射到電荷耦合元件（Charge Coupled Device, CCD）上，藉電荷耦合元件將相機鏡頭所採取到的畫面，轉換成數位影像訊號，透過電子線路的處理，把數位影像訊號儲存在儲存媒體中。不過由於電荷耦合元件只能感受到光線的強弱，並不能感受到顏色的變化，因此當進行數位取樣時，必須在感光原件的前面加上一分色濾色片，通常分色濾色片是採用 RGB 三原色分色法，然後將三個電荷耦合元件所擷取到的三色彩值混合成全彩影像。由於數位相機在考慮使用三個電荷耦合元件的成本高以及所佔體積大的因素下，一般只會使用單一電荷耦合元件，而使得每一個像素只有 R、G、B 其中一種色彩元素的灰度值，造成其他的兩個色彩元素遺失，因此我們必須將感光元件所得到的結果進行內插法的數學處理，藉以重建每一個像素所遺失的色彩元素。

一般的影像內插法可分為兩類：第一類是固定式影像內插法，此類內插法在內插遺落的色彩元素所取的鄰近像素之權重值是固定的，內插法本身並沒有偵測邊緣的能力，因此會造成邊緣模糊的現象，且細節紋理部份並不能有效復原；第二類為非固定式影像內插法，此類內插法在內插遺落的色彩元素所取的鄰近像素之權重值是不固定的，內插法本身具有偵測邊

緣的能力，因此可以降低邊緣模糊的現象，其所內插出來的影像在水平和垂直兩方向邊緣部份能有效降低邊緣模糊的現象，但是在細節紋理部份不能完全復原的現象依然存在。

另一習知之技術如中華民國專利 00548956「一種應用於數位影像的色彩內插法」，其色彩內插技術除了會造成重建後的數位影像存有色彩失真外，在數位影像中的細節紋理部份並不能有效復原。

有鑑於此，本發明係針對上述之問題，提出一種異次投影硬性決定色彩內插法，對數位影像邊緣的部份做有效的內插，並靈敏的偵測到邊緣的通過，以有效復原影像細節紋理部份。

【發明內容】

本發明之主要目的，係在提供一種異次投影硬性決定色彩內插法，其係利用異次投影技術及硬性決定規則以決定出最佳的內插方向，可降低內插方向錯誤的情況。

本發明之另一目的，係在提供一種異次投影硬性決定色彩內插法，其係可有效降低色彩重建後的數位影像中存有的邊緣模糊效應，能有效回復數位影像中的細節紋理部份。

本發明之再一目的，係在提供一種異次投影硬性決定色彩內插法，其係可重建透過色彩濾光片陣列後之數位影像所遺失的色彩元素，使數位影像的色彩重建效果能更為逼真。

本發明之又一目的，係在提供一種異次投影硬性決定色彩內插法，其可與目前現有之固定式及非固定式影像內插法結合，藉以提升現有之內插

法的性能。

根據本發明，其係一種異次投影硬性決定色彩內插法，包括下列步驟：
進行影像擷取並得到一貝爾模式之數位影像，貝爾模式之數位影像係為數個像素所組成，包括數個紅色像素、數個藍色像素、以及數個綠色像素；
利用異次投影方法，分別對原始數位影像進行水平方向投影及垂直方向投影，求得水平異次映射圖(Horizontal Heterogeneity Map)及垂直異次映射圖(Vertical Heterogeneity Map)，再利用影像復原(Image Restoration)技術求得最佳水平異次映射圖及最佳垂直異次映射圖；利用求得的最佳水平異次映射圖及最佳垂直異次映射圖，以硬性決定(Hard-Decision)規則分離出水平集合、垂直集合及平滑集合；重建所有遺失的色彩元素，係在水平集合中進行水平方向內插，在垂直集合中進行垂直方向內插，在平滑集合中進行平均內插；利用所有像素上紅色色彩元素之第一色差平面及藍色色彩元素之第一色差平面對所有像素上綠色色彩元素之第一色差平面做色彩修正，並得到綠色色彩元素之第二色差平面；利用所有像素上綠色色彩元素之第二色差平面對所有像素上紅色色彩元素之第一色差平面及藍色色彩元素之第一色差平面分別做色彩修正，得到紅色色彩元素之第二色差平面及藍色色彩元素之第二色差平面；以及重複執行前兩個步驟數次，最後得到一影像校正後之數位影像。

底下藉由具體實施例配合所附的圖式詳加說明，當更容易瞭解本發明之目的、技術內容、特點及其所達成之功效。

【實施方式】

本發明係一種異次投影硬性決定色彩內插法，其係利用異次投影技術及硬性決定規則，決定出最佳的內插方向，達到執行內插時能降低內插方向發生錯誤的情況。

本發明可重建一貝爾模式之數位影像上每一個像素所遺失的色彩元素，請參閱第一圖為本發明之方法流程圖，其步驟包括：步驟 S1 進行影像擷取並得到一貝爾模式之數位影像，步驟 S2 求得最佳水平異次映射圖及最佳垂直異次映射圖，步驟 S3 以硬性決定規則分離出水平集合、垂直集合及平滑集合，步驟 S4 重建所有遺失的色彩元素，步驟 S5 對目前的綠色色彩元素平面做色彩修正，步驟 S6 對目前的紅色色彩元素平面及藍色色彩元素平面分別做色彩修正，步驟 S7 重複執行步驟 S5 及步驟 S6 一至三次。以下就各步驟實施方式做詳細之說明。

步驟 S1 進行影像擷取並得到一貝爾模式之數位影像，係以單一個電荷耦合元件搭配貝爾模式(Bayer pattern)彩色濾光片陣列進行影像擷取後的數位影像，此數位影像為數個像素所組成，包括紅色像素、藍色像素、以及綠色像素，每一個像素只具有單一個色彩元素之灰度值如第二圖所示為貝爾(Bayer)模式彩色濾光片陣列示意圖。

步驟 S2 求得最佳水平異次映射及最佳垂直異次映射，令 $P_{N \times 1}$ 為一個 $N \times 1$ 大小之異次投影(Heterogeneity-Projection)向量，其依據式 (1) 求得：

$$P_{N \times 1} = H_{N \times M} V_{M \times 1} \dots \dots \dots (1)$$

其中 $N \times M$ 之矩陣 $H_{N \times M}$ 依據式 (2) 求得：

$$H_{N \times M} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T \otimes \text{eye}(M) \dots \dots \dots (2)$$

$M \times 1$ 之向量 $V_{M \times 1}$ 依據式 (3) 求得：

$$V_{M \times 1} = \prod_{i=1}^{M-1} [1 \quad -1]^T \otimes \text{eye}(M-i) \cdots \cdots \cdots (3)$$

其中 $M = N - 3$ ， N 為一個至少大於或等於 5 之整數， \otimes 代表二維旋積 (convolution) 運算子， $\text{eye}(M)$ 則為大小 $M \times M$ 的單位矩陣。利用異次投影向量 $P_{N \times 1}$ ，依據式 (4) 及 (5) 分別求得水平異次映射圖及垂直異次映射圖：

$$H_{h_map} = |Bayer \otimes P_{N \times 1}^T| \cdots \cdots \cdots (4)$$

$$H_{v_map} = |Bayer \otimes P_{N \times 1}| \cdots \cdots \cdots (5)$$

其中 $Bayer$ 表示原始的貝爾模式之數位影像。

利用影像復原技術，如平均值濾波器 (Mean Filter)、中間值濾波器 (Median Filter)、適應性濾波器 (Adaptive Filter) 等，分別對 (4) 及 (5) 所得之水平及垂直異次映射圖進行方向性的雜訊濾除。也就是說，對水平異次映射圖 H_{h_map} 進行水平方向的雜訊濾除處理，對垂直異次映射圖 H_{v_map} 則進行垂直方向的雜訊濾除處理。在此提出以適應性濾波器進行方向性雜訊濾除處理之方法。

依據式 (6) 對水平異次映射圖 H_{h_map} 上之每一元素 H_h 進行水平方向之適應性濾波處理：

$$H_h^* = \bar{H}_h^L + \frac{\delta H_h^L}{\delta H_h^L + \delta H_h^R} (\bar{H}_h^R - \bar{H}_h^L) \cdots \cdots \cdots (6)$$

其中 H_h^* 為元素 H_h 進行濾波處理後之最佳估測值， $(\bar{H}_h^L, \delta H_h^L)$ 分別為以 H_h^L 為中心之 $1 \times N$ 大小視窗 (window) 內的區域平均值 (mean) 及變異量 (variance)， H_h^L 為元素 H_h 左邊緊鄰之元素， $(\bar{H}_h^R, \delta H_h^R)$ 分別為以 H_h^R 為中心之 $1 \times N$ 大小視

窗(window)內的區域平均值(mean)及變異量(variance)， H_h^R 為元素 H_h 右邊緊鄰之元素。請參閱第三圖為本發明在水平方向上適應性濾波處理之圖示。利用式(6)處理完所有 H_{h_map} 上之每一元素後，即可得最佳水平異次映射圖 $H_{h_map}^*$ 。

依據式(7)對垂直異次映射圖 H_{v_map} 上之每一元素 H_v 進行垂直方向之適應性濾波處理：

$$H_v^* = \bar{H}_v^U + \frac{\delta H_v^U}{\delta H_v^U + \delta H_v^D} (\bar{H}_v^D - \bar{H}_v^U) \dots \dots \dots (7)$$

其中 H_v^* 為元素 H_v 進行濾波處理後之最佳估測值， $(\bar{H}_v^U, \delta H_v^U)$ 分別為以 H_v^U 為中心之 $N \times 1$ 大小視窗(window)內的區域平均值(mean)及變異量(variance)， H_v^U 為元素 H_v 上邊緊鄰之元素， $(\bar{H}_v^D, \delta H_v^D)$ 分別為以 H_v^D 為中心之 $N \times 1$ 大小視窗(window)內的區域平均值(mean)及變異量(variance)， H_v^D 為元素 H_v 下邊緊鄰之元素。請參閱第四圖為本發明在垂直方向上適應性濾波處理之圖示。利用式(7)處理完所有 H_{v_map} 上之每一元素後，即可得最佳垂直異次映射圖 $H_{v_map}^*$ 。

步驟S3以硬性決定規則分離出水平集合、垂直集合及平滑集合，係根據式(8)、(9)及(10)分別決定出影像中之水平集合 Ω_h 、垂直集合 Ω_v 及平滑集合 Ω_s ：

$$\Omega_h \equiv \{(x, y) \mid H_{h_map}^*(x, y) < \alpha H_{v_map}^*(x, y)\} \dots \dots \dots (8)$$

$$\Omega_v \equiv \{(x, y) \mid H_{v_map}^*(x, y) < \alpha H_{h_map}^*(x, y)\} \dots \dots \dots (9)$$

$$\Omega_s \equiv \{(x, y) \mid (x, y) \notin \Omega_h, (x, y) \notin \Omega_v\} \dots \dots \dots (10)$$

其中 (x, y) 為影像像素位置， α 為一個介於0到1之間的縮放係數(scalar)

factor)。

步驟 S4 重建所有遺失的色彩元素，重建順序為先重建出所有遺失的綠色色彩元素，再利用重建出的綠色色彩元素幫助重建所有遺失的紅色及藍色色彩元素。

重建綠色色彩元素，分別對複數個紅色像素計算其周圍四個綠色像素之色彩調整值及個別所對應的權重值，分別由式 (11) 求得：

$$\hat{G}_i = G_i + (R - R_i)/2, \quad w_i = e_i / \sum_{k=1}^4 e_k, \quad i=1 \sim 4 \dots\dots\dots (11)$$

其中 \hat{G}_i 值為紅色像素周圍綠色像素之色彩調整值， w_i 值為色彩調整值個別所對應的權重值， e_i 值為紅色像素周圍綠色像素之邊緣指標 (edge indicator)，請參閱第五圖為本發明在紅色像素位置上求遺失綠色色彩元素之圖示，邊緣指標 e_i 可由式 (12-1) 至 (12-4) 求得：

$$e_1 = \left(1 + |G_1 - G_3| + |G_5 - G_1| + |R_1 - R| + \left| \frac{G_9 - G_4}{2} \right| + \left| \frac{G_{10} - G_2}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots (12-1)$$

$$e_2 = \left(1 + |G_2 - G_4| + |G_6 - G_2| + |R_2 - R| + \left| \frac{G_{11} - G_1}{2} \right| + \left| \frac{G_{12} - G_3}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots (12-2)$$

$$e_3 = \left(1 + |G_1 - G_3| + |G_3 - G_7| + |R - R_3| + \left| \frac{G_2 - G_{13}}{2} \right| + \left| \frac{G_4 - G_{14}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots (12-3)$$

$$e_4 = \left(1 + |G_2 - G_4| + |G_4 - G_8| + |R - R_4| + \left| \frac{G_1 - G_{16}}{2} \right| + \left| \frac{G_3 - G_{15}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots (12-4)$$

若紅色像素在影像中之位置 (x_R, y_R) 屬於平滑集合 Ω_s 中時，則紅色像素上的綠色像素由式 (13) 計算求得：

$$G = \sum_{i=1}^4 w_i \hat{G}_i \dots\dots\dots (13)$$

若紅色像素在影像中之位置 (x_R, y_R) 屬於水平集合 Ω_h 中時，則紅色像素上的綠色像素由式(14)計算求得：

$$G = \frac{w_2 \hat{G}_2 + w_4 \hat{G}_4}{w_2 + w_4} \dots \dots \dots (14)$$

若紅色像素在影像中之位置 (x_R, y_R) 屬於垂直集合 Ω_v 中時，則紅色像素上的綠色像素根據式(15)計算求得：

$$G = \frac{w_1 \hat{G}_1 + w_3 \hat{G}_3}{w_1 + w_3} \dots \dots \dots (15)$$

接著分別對複數個藍色像素計算其周圍四個綠色像素之色彩調整值及個別所對應的權重值，分別由式(16)計算：

$$\hat{G}_i = G_i + (B - B_i)/2, \quad w_i = e_i / \sum_{k=1}^4 e_k, \quad i=1 \sim 4 \dots \dots \dots (16)$$

其中 \hat{G}_i 值為紅色像素周圍綠色像素之色彩調整值， w_i 值為色彩調整值個別所對應的權重值， e_i 值為紅色像素周圍綠色像素之邊緣指標，請參閱第六圖所示為本發明在藍色像素位置上求遺失綠色色彩元素之圖示，邊緣指標 e_i 由式(17-1)至(17-4)計算：

$$e_1 = \left(1 + |G_1 - G_3| + |G_5 - G_1| + |B_1 - B| + \left| \frac{G_9 - G_4}{2} \right| + \left| \frac{G_{10} - G_2}{2} \right| \right)^{-1} \dots (17-1)$$

$$e_2 = \left(1 + |G_2 - G_4| + |G_6 - G_2| + |B_2 - B| + \left| \frac{G_{11} - G_1}{2} \right| + \left| \frac{G_{12} - G_3}{2} \right| \right)^{-1} \dots (17-2)$$

$$e_3 = \left(1 + |G_1 - G_3| + |G_3 - G_7| + |B - B_3| + \left| \frac{G_2 - G_{13}}{2} \right| + \left| \frac{G_4 - G_{14}}{2} \right| \right)^{-1} \dots (17-3)$$

$$e_4 = \left(1 + |G_2 - G_4| + |G_4 - G_8| + |B - B_4| + \left| \frac{G_1 - G_{16}}{2} \right| + \left| \frac{G_3 - G_{15}}{2} \right| \right)^{-1} \dots (17-4)$$

最後再以式(13)至式(15)求得所有藍色像素上所遺失的綠色色彩元素。

重建紅色色彩元素，用雙線性內插法(bilinear interpolation)初步重建所有遺失的紅色色彩元素，再將初步重建出的紅色色彩元素平面與已重建出的綠色色彩元素平面相減，求得一個兩者之間的色差平面 R_g ($R_g = R - G$)；在所有遺失紅色的藍色像素位置上根據式(18)計算求得遺失紅色色彩元素：

$$R_g = \frac{e_{a1}\hat{R}_{g1} + e_{a2}\hat{R}_{g2} + e_{a3}\hat{R}_{g3} + e_{a4}\hat{R}_{g4}}{e_{a1} + e_{a2} + e_{a3} + e_{a4}} \dots\dots\dots (18)$$

其中 \hat{R}_{gi} , $i=1\sim 4$ ，為紅色色差調整值， e_{ai} , $i=1\sim 4$ ，為色差邊緣指標，請參閱第七圖為本發明在藍色像素位置上求遺失紅色色彩元素之圖示。

接著，利用已重建的綠色色彩元素及已重建的藍色像素位置上之紅色色彩元素，根據下列計算式重建所有在綠色像素位置上遺失紅色色彩元素：若綠色像素在影像中之位置 (x_G, y_G) 屬於平滑集合 Ω_s 中時，則綠色像素上遺失的紅色像素由式(19)計算求得：

$$R_g = \frac{e_{b1}\hat{R}_{g1} + e_{b2}\hat{R}_{g2} + e_{b3}\hat{R}_{g3} + e_{b4}\hat{R}_{g4}}{e_{b1} + e_{b2} + e_{b3} + e_{b4}} \dots\dots\dots (19)$$

若綠色像素在影像中之位置 (x_G, y_G) 屬於水平集合 Ω_h 中時，則綠色像素上遺失的紅色像素由式(20)計算求得：

$$R_g = \frac{e_{b2}\hat{R}_{g2} + e_{b4}\hat{R}_{g4}}{e_{b2} + e_{b4}} \dots\dots\dots (20)$$

若綠色像素在影像中之位置 (x_G, y_G) 屬於垂直集合 Ω_v 中時，則綠色像素上遺失的紅色像素由式(21)計算求得：

$$R_g = \frac{e_{b1}\hat{R}_{g1} + e_{b3}\hat{R}_{g3}}{e_{b1} + e_{b3}} \dots\dots\dots (21)$$

請參閱第八圖為本發明在綠色像素位置上求遺失紅色色彩元素之圖示。計算式(18)至(21)中，其紅色色差調整值 \hat{R}_{g_i} , $i=1\sim 4$ ，由式(22-1)至(22-4)

求得：

$$\hat{R}_{g_1} = R_{g_1} + \frac{R_{g_3} - R_{g_1}}{2} \dots\dots\dots (22-1)$$

$$\hat{R}_{g_2} = R_{g_2} + \frac{R_{g_4} - R_{g_2}}{2} \dots\dots\dots (22-2)$$

$$\hat{R}_{g_3} = R_{g_3} + \frac{R_{g_1} - R_{g_3}}{2} \dots\dots\dots (22-3)$$

$$\hat{R}_{g_4} = R_{g_4} + \frac{R_{g_2} - R_{g_4}}{2} \dots\dots\dots (22-4)$$

根據第七圖所示，色差邊緣指標 e_{a_i} , $i=1\sim 4$ ，由式(23-1)至(23-4)求得：

$$e_{a_1} = \left(1 + \left| \frac{R_{g_1} - R_{g_3}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{R_{g_5} - 2R_{g_1} + R_{g_3}}{2\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (23-1)$$

$$e_{a_2} = \left(1 + \left| \frac{R_{g_4} - R_{g_2}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{R_{g_4} - 2R_{g_2} + R_{g_6}}{2\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (23-2)$$

$$e_{a_3} = \left(1 + \left| \frac{R_{g_1} - R_{g_3}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{R_{g_1} - 2R_{g_3} + R_{g_7}}{2\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (23-3)$$

$$e_{a_4} = \left(1 + \left| \frac{R_{g_4} - R_{g_2}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{R_{g_8} - 2R_{g_4} + R_{g_2}}{2\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (23-4)$$

又根據第八圖所示，色差邊緣指標 e_{b_i} , $i=1\sim 4$ ，由式(24-1)至(24-4)求得：

$$e_{b_1} = \left(1 + \left| \frac{R_{g_3} - R_{g_1}}{2} \right| + \left| \frac{R_{g_3} - 2R_{g_1} + R_{g_5}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (24-1)$$

$$e_{b_2} = \left(1 + \left| \frac{R_{g_2} - R_{g_4}}{2} \right| + \left| \frac{R_{g_6} - 2R_{g_2} + R_{g_4}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (24-2)$$

$$e_{b_3} = \left(1 + \left| \frac{R_{g_3} - R_{g_1}}{2} \right| + \left| \frac{R_{g_7} - 2R_{g_3} + R_{g_1}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (24-3)$$

$$e_{b4} = \left(1 + \left| \frac{R_{g2} - R_{g4}}{2} \right| + \left| \frac{R_{g2} - 2R_{g4} + R_{g8}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (24-4)$$

最後，以紅色像素的色差平面 R_g 加上已重建之綠色色彩元素平面 G

($R = G + R_g$) 求得所有遺失的紅色色彩元素。

重建藍色色彩元素，用雙線性內插法(bilinear interpolation)初步重建所有遺失的紅色色彩元素，再將初步重建出的紅色色彩元素平面與已重建出的綠色色彩元素平面相減，求得一個兩者之間的色差平面 B_g

($B_g = B - G$)；在所有遺失藍色的紅色像素位置上根據式(25)計算求得遺失藍色色彩元素：

$$B_g = \frac{e_{a1}\hat{B}_{g1} + e_{a2}\hat{B}_{g2} + e_{a3}\hat{B}_{g3} + e_{a4}\hat{B}_{g4}}{e_{a1} + e_{a2} + e_{a3} + e_{a4}} \dots\dots\dots (25)$$

其中 \hat{B}_{gi} , $i=1\sim 4$ ，為藍色色差調整值， e_{ai} , $i=1\sim 4$ ，為色差邊緣指標，請參閱第九圖為本發明在紅色像素位置上求遺失藍色色彩元素之圖示。

接著，利用已重建的綠色色彩元素及已重建的紅色像素位置上之藍色色彩元素，根據下列計算式重建所有在綠色像素位置上遺失藍色色彩元素：若綠色像素在影像中之位置 (x_G, y_G) 屬於平滑集合 Ω_s 中時，則綠色像素上遺失的藍色像素由式(26)計算求得：

$$B_g = \frac{e_{b1}\hat{B}_{g1} + e_{b2}\hat{B}_{g2} + e_{b3}\hat{B}_{g3} + e_{b4}\hat{B}_{g4}}{e_{b1} + e_{b2} + e_{b3} + e_{b4}} \dots\dots\dots (26)$$

若綠色像素在影像中之位置 (x_G, y_G) 屬於水平集合 Ω_h 中時，則綠色像素上遺失的藍色像素由式(27)計算求得：

$$B_g = \frac{e_{b2}\hat{B}_{g2} + e_{b4}\hat{B}_{g4}}{e_{b2} + e_{b4}} \dots\dots\dots (27)$$

若綠色像素在影像中之位置 (x_G, y_G) 屬於垂直集合 Ω_v 中時，則綠色像素上遺失的藍色像素由式(28)計算求得：

$$B_g = \frac{e_{b1}\hat{B}_{g1} + e_{b3}\hat{B}_{g3}}{e_{b1} + e_{b3}} \dots\dots\dots (28)$$

請參閱第十圖為在綠色像素位置上求遺失藍色色彩元素之圖示。計算式(25)至(28)中，其藍色色差調整值 \hat{B}_{gi} ， $i=1\sim 4$ ，由式(29-1)至(29-4)

求得：

$$\hat{B}_{g1} = B_{g1} + \frac{B_{g3} - B_{g1}}{2} \dots\dots\dots (29-1)$$

$$\hat{B}_{g2} = B_{g2} + \frac{B_{g4} - B_{g2}}{2} \dots\dots\dots (29-2)$$

$$\hat{B}_{g3} = B_{g3} + \frac{B_{g1} - B_{g3}}{2} \dots\dots\dots (29-3)$$

$$\hat{B}_{g4} = B_{g4} + \frac{B_{g2} - B_{g4}}{2} \dots\dots\dots (29-4)$$

根據第九圖，色差邊緣指標 e_{ai} ， $i=1\sim 4$ ，由式(30-1)至(30-4)求得：

$$e_{a1} = \left(1 + \left| \frac{B_{g1} - B_{g3}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{B_{g5} - 2B_{g1} + B_{g3}}{2\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (30-1)$$

$$e_{a2} = \left(1 + \left| \frac{B_{g4} - B_{g2}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{B_{g4} - 2B_{g2} + B_{g6}}{2\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (30-2)$$

$$e_{a3} = \left(1 + \left| \frac{B_{g1} - B_{g3}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{B_{g1} - 2B_{g3} + B_{g7}}{2\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (30-3)$$

$$e_{a4} = \left(1 + \left| \frac{B_{g4} - B_{g2}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{B_{g8} - 2B_{g4} + B_{g2}}{2\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (30-4)$$

根據第十圖，色差邊緣指標 e_{bi} ， $i=1\sim 4$ ，由式(31-1)至(31-4)求得：

$$e_{b1} = \left(1 + \left| \frac{B_{g3} - B_{g1}}{2} \right| + \left| \frac{B_{g3} - 2B_{g1} + B_{g5}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (31-1)$$

$$e_{b2} = \left(1 + \left| \frac{B_{g2} - B_{g4}}{2} \right| + \left| \frac{B_{g6} - 2B_{g2} + B_{g4}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (31-2)$$

$$e_{b3} = \left(1 + \left| \frac{B_{g3} - B_{g1}}{2} \right| + \left| \frac{B_{g7} - 2B_{g3} + B_{g1}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (31-3)$$

$$e_{b4} = \left(1 + \left| \frac{B_{g2} - B_{g4}}{2} \right| + \left| \frac{B_{g2} - 2B_{g4} + B_{g8}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (31-4)$$

接著以藍色像素的色差平面 B_g 加上已重建之綠色色彩元素平面 G ($B = G + B_g$) 求得所有遺失的藍色色彩元素。

步驟 S5 對目前的綠色色彩元素平面做色彩修正，利用目前求得的紅色色彩元素平面及藍色色彩元素平面對目前的綠色色彩元素平面做色彩修正；依據式 (32) 求得綠色色彩元素平面分別與紅色色彩元素平面及藍色色彩元素平面之間的色差平面：

$$G_r = G - R, \quad G_b = G - B \dots\dots\dots (32)$$

再依據式 (33) 求得新的 G_r 色差平面：

$$G_r = \sum_{j=1}^8 w_j G_{rj}, \quad w_j = \frac{e_{cj}}{\sum_{k=1}^8 e_{ck}} \dots\dots\dots (33)$$

其中 e_{cj} , $j=1 \sim 8$, 為色差邊緣指標並請參閱第十一圖為本發明求得新的 G_r 色差平面之圖示，色差邊緣指標可由式 (34-1) 至 (34-8) 求得：

$$e_{c1} = \left(1 + \left| \frac{G_{r5} - G_{r1}}{2} \right| + \left| \frac{G_r - G_{r9}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (34-1)$$

$$e_{c2} = \left(1 + \left| \frac{G_{r2} - G_{r6}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{G_{r10} - G_r}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (34-2)$$

$$e_{c3} = \left(1 + \left| \frac{G_{r3} - G_{r7}}{2} \right| + \left| \frac{G_{r11} - G_r}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (34-3)$$

$$e_{c4} = \left(1 + \left| \frac{G_{r8} - G_{r4}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{G_r - G_{r12}}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (34-4)$$

$$e_{c5} = \left(1 + \left| \frac{G_{r5} - G_{r1}}{2} \right| + \left| \frac{G_{r13} - G_r}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (34-5)$$

$$e_{c6} = \left(1 + \left| \frac{G_{r2} - G_{r6}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{G_r - G_{r14}}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (34-6)$$

$$e_{c7} = \left(1 + \left| \frac{G_{r3} - G_{r7}}{2} \right| + \left| \frac{G_r - G_{r15}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (34-7)$$

$$e_{c8} = \left(1 + \left| \frac{G_{r8} - G_{r4}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{G_{r16} - G_r}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (34-8)$$

再依據式 (35) 求得新的 G_b 色差平面：

$$G_b = \sum_{j=1}^8 w_j G_{bj}, \quad w_j = \frac{e_{cj}}{\sum_{k=1}^8 e_{ck}} \dots\dots\dots (35)$$

其中 e_{cj} , $j=1\sim 8$, 為色差邊緣指標，並請參閱第十二圖為本發明求得新的 G_b

色差平面之圖示，色差邊緣指標可由式 (36-1) 至 (36-8) 求得：

$$e_{c1} = \left(1 + \left| \frac{G_{b5} - G_{b1}}{2} \right| + \left| \frac{G_b - G_{b9}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (36-1)$$

$$e_{c2} = \left(1 + \left| \frac{G_{b2} - G_{b6}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{G_{b10} - G_b}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (36-2)$$

$$e_{c3} = \left(1 + \left| \frac{G_{b3} - G_{b7}}{2} \right| + \left| \frac{G_{b11} - G_b}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (36-3)$$

$$e_{c4} = \left(1 + \left| \frac{G_{b8} - G_{b4}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{G_b - G_{b12}}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (36-4)$$

$$e_{c5} = \left(1 + \left| \frac{G_{b5} - G_{b1}}{2} \right| + \left| \frac{G_{b13} - G_b}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (36-5)$$

$$e_{c6} = \left(1 + \left| \frac{G_{b2} - G_{b6}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{G_b - G_{b14}}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (36-6)$$

$$e_{c7} = \left(1 + \left| \frac{G_{b3} - G_{b7}}{2} \right| + \left| \frac{G_b - G_{b15}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (36-7)$$

$$e_{c8} = \left(1 + \left| \frac{G_{b8} - G_{b4}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{G_{b16} - G_b}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (36-8)$$

再依據式 (37) 求得色彩修正後的綠色色彩元素平面：

$$G = \frac{(G_r + R) + (G_b + B)}{2} \dots\dots\dots (37)$$

步驟 S6 對目前的紅色色彩元素平面及藍色色彩元素平面分別做色彩修正，利用步驟 S5 所得的色彩修正後之綠色色彩元素平面對目前的紅色色彩元素平面及藍色色彩元素平面分別做色彩修正；依據式 (38) 求得紅色色彩元素平面及藍色色彩元素平面分別與綠色色彩元素平面之間的色差平面：

$$R_g = R - G, \quad B_g = B - G \dots\dots\dots (38)$$

其中 G 係經步驟 S5 所得之色彩修正後的綠色色彩元素平面。再依據式 (39) 求得新的 R_g 色差平面：

$$R_g = \sum_{j=1}^8 w_j R_{gj}, \quad w_j = \frac{e_{cj}}{\sum_{k=1}^8 e_{ck}} \dots\dots\dots (39)$$

其中 e_{cj} , $j=1\sim 8$ ，為色差邊緣指標，請參閱第十三圖為本發明求得新的 R_g 色差平面之圖示，色差邊緣指標可由式 (40-1) 至 (40-8) 求得：

$$e_{c1} = \left(1 + \left| \frac{R_{g5} - R_{g1}}{2} \right| + \left| \frac{R_g - R_{g9}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (40-1)$$

$$e_{c2} = \left(1 + \left| \frac{R_{g2} - R_{g6}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{R_{g10} - R_g}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (40-2)$$

$$e_{c3} = \left(1 + \left| \frac{R_{g3} - R_{g7}}{2} \right| + \left| \frac{R_{g11} - R_g}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (40-3)$$

$$e_{c4} = \left(1 + \left| \frac{R_{g8} - R_{g4}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{R_g - R_{g12}}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (40-4)$$

$$e_{c5} = \left(1 + \left| \frac{R_{g5} - R_{g1}}{2} \right| + \left| \frac{R_{g13} - R_g}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (40-5)$$

$$e_{c6} = \left(1 + \left| \frac{R_{g2} - R_{g6}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{R_g - R_{g14}}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (40-6)$$

$$e_{c7} = \left(1 + \left| \frac{R_{g3} - R_{g7}}{2} \right| + \left| \frac{R_g - R_{g15}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (40-7)$$

$$e_{c8} = \left(1 + \left| \frac{R_{g8} - R_{g4}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{R_{g16} - R_g}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (40-8)$$

再依據式 (41) 求得新的 B_g 色差平面：

$$B_g = \sum_{j=1}^8 w_j B_{gj}, \quad w_j = \frac{e_{cj}}{\sum_{k=1}^8 e_{ck}} \dots\dots\dots (41)$$

其中 e_{cj} , $j=1\sim 8$, 為色差邊緣指標, 請參閱第十四圖為本發明求得新的 B_g 色

差平面之圖示, 色差邊緣指標可由式 (42-1) 至 (42-8) 求得：

$$e_{c1} = \left(1 + \left| \frac{B_{g5} - B_{g1}}{2} \right| + \left| \frac{B_g - B_{g9}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (42-1)$$

$$e_{c2} = \left(1 + \left| \frac{B_{g2} - B_{g6}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{B_{g10} - B_g}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (42-2)$$

$$e_{c3} = \left(1 + \left| \frac{B_{g3} - B_{g7}}{2} \right| + \left| \frac{B_{g11} - B_g}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (42-3)$$

$$e_{c4} = \left(1 + \left| \frac{B_{g8} - B_{g4}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{B_g - B_{g12}}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (42-4)$$

$$e_{c5} = \left(1 + \left| \frac{B_{g5} - B_{g1}}{2} \right| + \left| \frac{B_{g13} - B_g}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (42-5)$$

$$e_{c6} = \left(1 + \left| \frac{B_{g2} - B_{g6}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{B_g - B_{g14}}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (42-6)$$

$$e_{c7} = \left(1 + \left| \frac{B_{g3} - B_{g7}}{2} \right| + \left| \frac{B_g - B_{g15}}{2} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (42-7)$$

$$e_{c8} = \left(1 + \left| \frac{B_{g8} - B_{g4}}{2\sqrt{2}} \right| + \left| \frac{B_{g16} - B_g}{\sqrt{2}} \right| \right)^{-1} \dots\dots\dots (42-8)$$

再依據式(43)求得色彩修正後的紅色色彩元素平面及藍色色彩元素平面：

$$R = G + R_g, \quad B = G + B_g \dots\dots\dots (43)$$

步驟 S7 重複執行步驟 S5 及 S6 一至三次，最後得到一色彩校正後之數位影像。

請參閱第十五圖為本發明步驟 S1 至 S4 的處理流程及處理結果圖，第十六圖為本發明步驟 S5 至 S7 的處理流程及處理結果圖。本發明利用上述提出的異次投影技術及硬性決定規則以決定出最佳的內插方向，可降低因內插方向錯誤所造成數位影像的色彩失真及細節紋理失真，並可重建透過色彩濾光片陣列後之數位影像所遺失的色彩元素，使數位影像的色彩重建效果能更為逼真。

請參閱第十七圖 (A) 至 (D) 為本發明與其它方法之一種實驗結果比較顯示圖，第十七圖 (A) 係為原始影像，第十七圖 (B) 係為以 Gunturk 所提出之方法的重建結果，其信號雜訊比 (PSNR) 值為 33.7776dB；第十七圖 (C) 係為以 Lu 所提出之方法的重建結果，其信號雜訊比 (PSNR) 值為 32.2664dB，第十七圖 (D) 係為以本發明所提出之方法的重建結果，其信號雜訊比 (PSNR) 值為 34.9164dB；另外，請參閱第十八圖 (A) 至 (D) 為本發明與其它方法之另一種實驗結果比較顯示圖，第十八圖 (A) 係為原始影像，第十八圖 (B) 係為以 Gunturk 所提出之方法(2002)的重建結果，其信號雜訊比 (PSNR) 值為 31.9619dB，第十八圖 (C) 係為以 Lu 所提出之方法的重建結果，其信號雜訊比 (PSNR) 值為 32.2929dB，第十八圖 (D) 係

為以本發明所提出之方法的重建結果，其信號雜訊比（PSNR）值為35.5103dB。

以上所述係藉由實施例說明本發明之特點，其目的在使熟習該技術者能瞭解本發明之內容並據以實施，而非限定本發明之專利範圍，故，凡其他未脫離本發明所揭示之精神所完成之等效修飾或修改，仍應包含在以下所述之申請專利範圍中。

【圖式簡單說明】

第一圖為本發明之方法流程圖。

第二圖所示為貝爾(Bayer)模式色彩濾光片陣列。

第三圖為水平異次映射圖 H_h_map 上的一元素 H_h 在水平方向上進行適應性濾波處理之圖示。

第四圖為垂直異次映射圖 H_v_map 上的一元素 H_v 在垂直方向上進行適應性濾波處理之圖示。

第五圖為本發明在紅色像素位置上求遺失綠色色彩元素之圖示。

第六圖為本發明在藍色像素位置上求遺失綠色色彩元素之圖示。

第七圖為本發明在藍色像素位置上求遺失紅色色彩元素之圖示。

第八圖為本發明在綠色像素位置上求遺失紅色色彩元素之圖示。

第九圖為本發明在紅色像素位置上求遺失藍色色彩元素之圖示。

第十圖為本發明在綠色像素位置上求遺失藍色色彩元素之圖示。

第十一圖為本發明求得新的 G_r 色差平面之圖示。

第十二圖為本發明求得新的 G_b 色差平面之圖示。

第十三圖為本發明求得新的 R_g 色差平面之圖示。

第十四圖為本發明求得新的 B_g 色差平面之圖示。

第十五圖為本發明步驟 S1 至 S4 的處理流程及處理結果圖。

第十六圖為本發明步驟 S5 至 S7 的處理流程及處理結果圖。

第十七圖 (A) 至 (D) 為本發明與其它方法之一種實驗結果比較顯示圖。

第十八圖 (A) 至 (D) 為本發明與其它方法之另一種實驗結果比較顯示圖。

【主要元件符號說明】

無

十、申請專利範圍：

1. 一種異次投影硬性決定色彩內插法，包括下列步驟：

(a) 進行影像擷取並得到一原始數位影像，該原始數位影像係為數個像素所組成，該等像素包括：數個紅色像素、數個藍色像素、以及數個綠色像素；

(b) 利用異次投影方法，分別對該原始數位影像進行水平方向投影及垂直方向投影，求得水平異次映射圖(Horizontal Heterogeneity Map)及垂直異次映射圖(Vertical Heterogeneity Map)，再利用影像復原(Image Restoration)方式求得最佳水平異次映射圖及最佳垂直異次映射圖；

(c) 利用該最佳水平異次映射圖及該最佳垂直異次映射圖，以硬性決定(Hard-Decision)規則分離出水平集合、垂直集合及平滑集合；

(d) 重建所有遺失的色彩元素，係在該水平集合中進行水平方向內插，在該垂直集合中進行垂直方向內插，在該平滑集合中進行平均內插；

(e) 利用該等像素上紅色色彩元素之第一色差平面及藍色色彩元素之第一色差平面對該等像素上綠色色彩元素之第一色差平面做色彩修正，並得到綠色色彩元素之第二色差平面；

(f) 利用該等像素上綠色色彩元素之第二色差平面對該等像素上紅色色彩元素之第一色差平面及藍色色彩元素之第一色差平面分別做色彩修正，得到紅色色彩元素之第二色差平面及藍色色彩元素之第二色差平面；以及

(g) 重複執行步驟(e)及(f)數次，最後得到一色彩校正後之數位影像。

2. 如申請專利範圍第1項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，在步驟(a)中是以單一個電荷耦合元件搭配貝爾模式(Bayer pattern)彩

色濾光片陣列進行影像擷取並得到一貝爾模式之數位影像。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，該原始數位影像上的每一個像素只具有單一個色彩元素之灰度值。

4. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，在步驟 (b) 更包括利用影像復原 (Image Restoration) 方法分別對該水平異次映射圖及該垂直異次映射圖進行水平方向及垂直方向作濾波處理，進而求得該最佳水平異次映射圖及該最佳垂直異次映射圖。

5. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，該影像復原 (Image Restoration) 方法係為平均值濾波器 (Mean Filter) 法、中間值濾波器 (Median Filter) 法、及適應性濾波器 (Adaptive Filter) 法所組成之群組之其中之一者。

6. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，在步驟 (c) 中利用該最佳水平異次映射圖、該最佳垂直異次映射圖及一縮放係數 (scalar factor)，配合該硬性決定規則，在該原始數位影像中分離出該水平集合、該垂直集合及該平滑集合。

7. 如申請專利範圍第 6 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，該縮放係數 (scalar factor) 之值介於 0 到 1 之間。

8. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，在步驟 (d) 中利用固定式或非固定式影像內插法在該水平集合中進行水平方向內插，在該垂直集合中進行垂直方向內插，在該平滑集合中進行平均內插。

9. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，在步驟 (d) 中以硬性決定內插法在該水平集合中進行水平方向內插，在該垂直集合中進行垂直方向內插，在該平滑集合中進行平均內插。

10. 如申請專利範圍第 9 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，該硬性決定內插法為先重建出該原始數位影像之像素所遺失的綠色色彩元素，再利用重建出的綠色色彩元素重建該等像素所遺失的紅色及藍色色彩元素。

11. 如申請專利範圍第 10 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，重建綠色色彩元素係重建該原始數位影像上紅色像素及藍色像素上所遺失的綠色色彩元素，其係包括下列步驟：

分別對每一該等紅色像素及每一該等藍色像素計算其周圍四個綠色像素之色彩調整值及所對應的權重值；以及

利用該水平集合、該垂直集合及該平滑集合來決定最佳的內插方向。

12. 如申請專利範圍第 11 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，該權重值為每一該等紅色像素或每一該等藍色像素周圍數個綠色像素之邊緣指標計算而得。

13. 如申請專利範圍第 12 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，該邊緣指標值可採用固定值或使用鄰近元素資訊計算求得。

14. 如申請專利範圍第 11 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，決定最佳的內插方向更包括下列步驟：

該遺失綠色色彩元素之像素位置屬於平滑集合時，每一該等紅色像素或每

一該等藍色像素上的綠色像素由該色彩調整值及其所對應的權重值計算而得；

該遺失綠色色彩元素之像素位置屬於水平集合時，每一該等紅色像素或每一該等藍色像素上的綠色像素由水平內插方法求得；以及

該遺失綠色色彩元素之像素位置屬於垂直集合時，每一該等紅色像素或每一該等藍色像素上的綠色像素由垂直內插方法求得。

15. 如申請專利範圍第 10 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，重建紅色色彩元素包括下列步驟：

以雙線性內插法(bilinear interpolation)初步重建該原始數位影像所有像素遺失的紅色色彩元素，產生一初步重建的紅色色彩元素平面；

將該初步重建的紅色色彩元素平面與重建出的該綠色色彩元素相減，求得一色差平面；

求得所有藍色像素上遺失的紅色色彩元素之色差值；

以求得的藍色像素上之紅色色彩元素，利用水平、垂直及平滑集合來決定出最佳內插方向，進而求得所有綠色像素上遺失的紅色色彩元素之色差值；以及

以該色差平面及該綠色色彩元素求得所有像素遺失的紅色色彩元素。

16. 如申請專利範圍第 10 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，重建藍色色彩元素包括下列步驟：

以雙線性內插法(bilinear interpolation)初步重建該原始數位影像所有像素遺失的藍色色彩元素，產生一初步重建的藍色色彩元素平面；

將該初步重建的藍色色彩元素平面與重建出的該綠色色彩元素相減，求得一色差平面；

求得所有紅色像素上遺失的藍色色彩元素之色差值；

以求得的紅色像素上之藍色色彩元素，利用水平、垂直及平滑集合來決定出最佳內插方向，進而求得所有綠色像素上遺失的藍色色彩元素之色差值；以及

以該色差平面及該綠色色彩元素求得所有像素遺失的藍色色彩元素。

17. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，步驟 (e) 更包括下列步驟：

求得綠色色彩元素平面與紅色色彩元素平面之間的第一色差平面；

求得綠色色彩元素平面與藍色色彩元素平面之間的第二色差平面；以及

以該第一色差平面及該第二色差平面求得色彩修正後的綠色色彩元素平面。

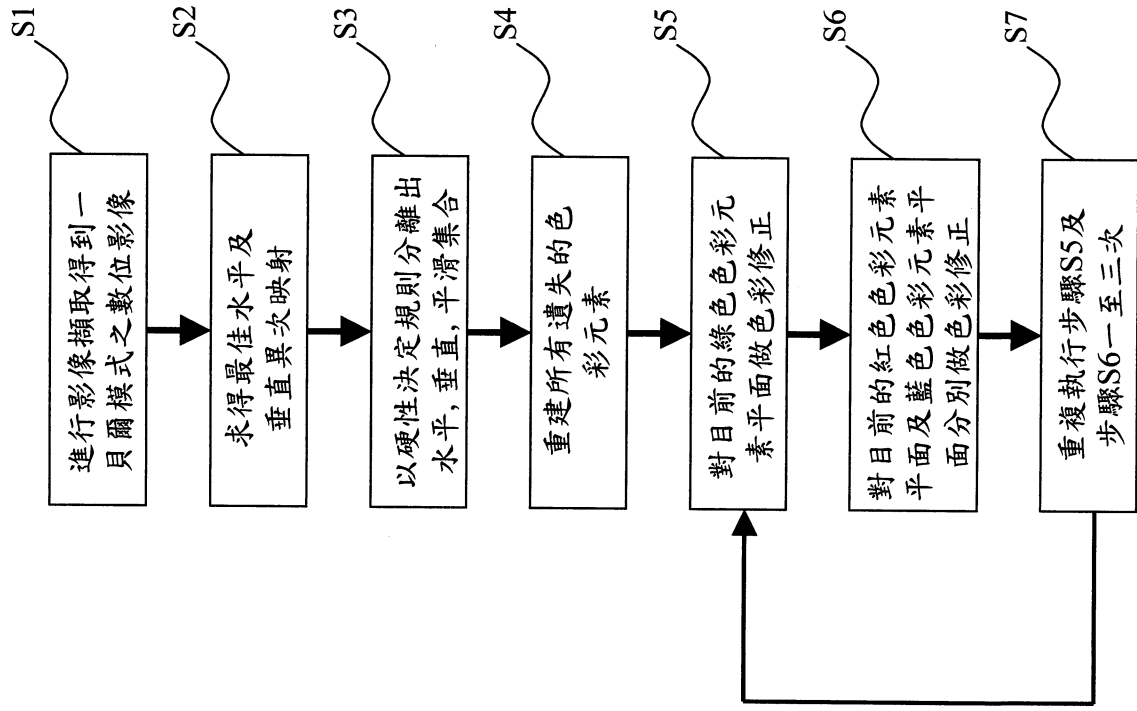
18. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，步驟 (f) 更包括下列步驟：

求得該綠色色彩元素平面與該紅色色彩元素平面之間的第一色差平面；

求得該綠色色彩元素平面與該藍色色彩元素平面之間的第二色差平面；

以該第一色差平面及該第二色差平面求得色彩修正後的紅色色彩元素平面及藍色色彩元素平面。

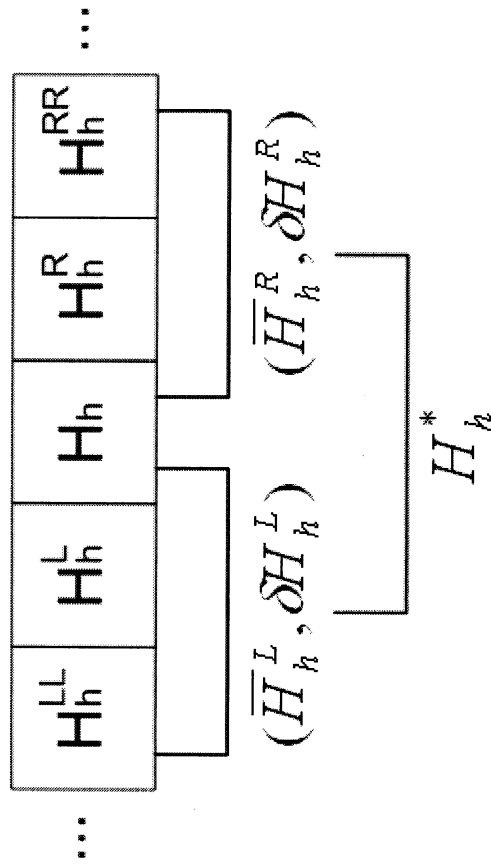
19. 如申請專利範圍第 1 項所述之一種異次投影硬性決定色彩內插法，其中，在步驟 (g) 中重複執行步驟 (e) 及 (f) 一至三次。



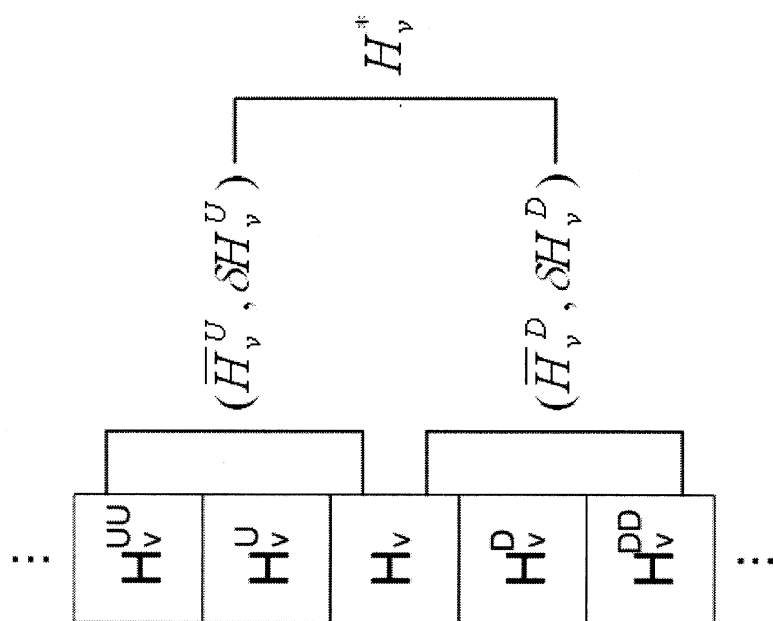
第一圖

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

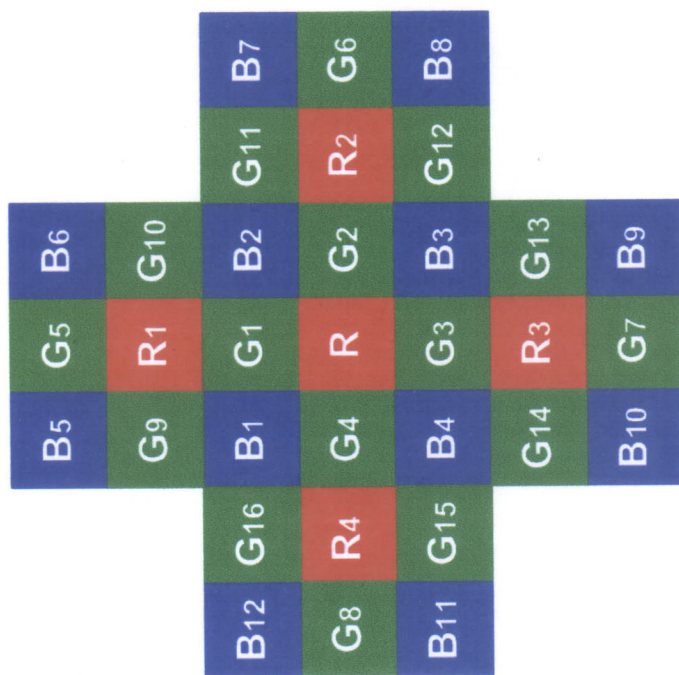
第二圖



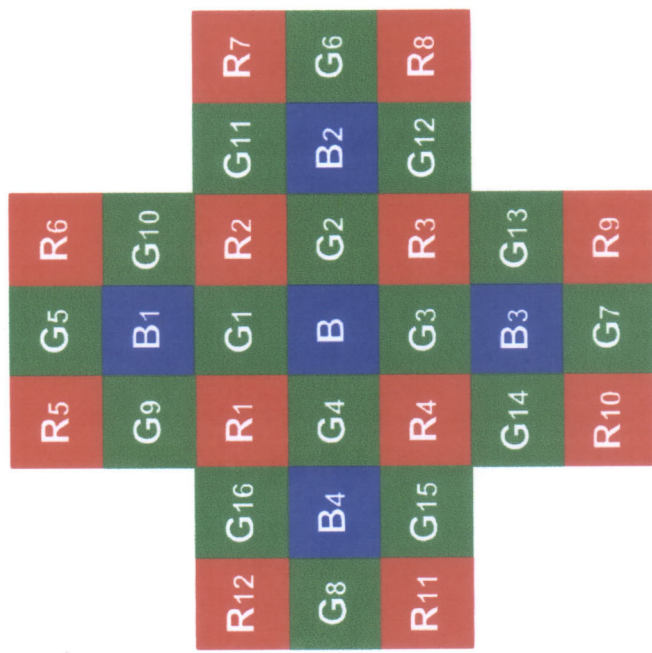
第三圖



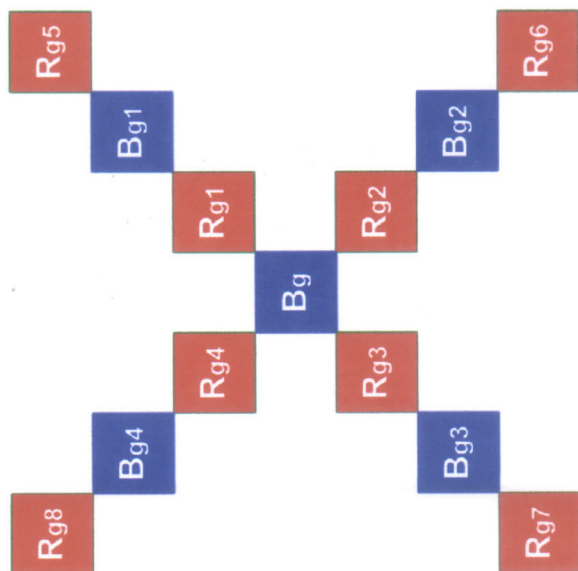
第四圖



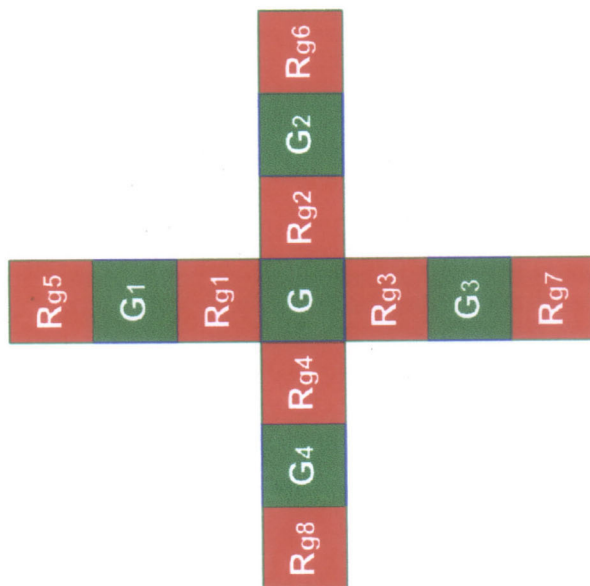
第五圖



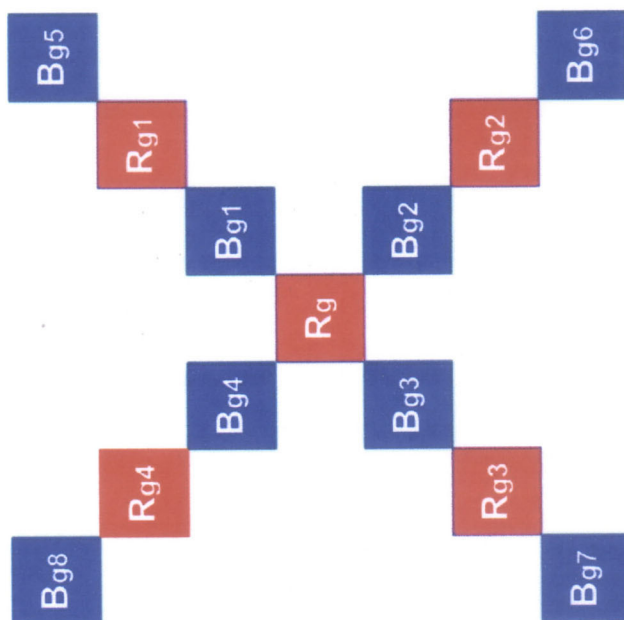
第六圖



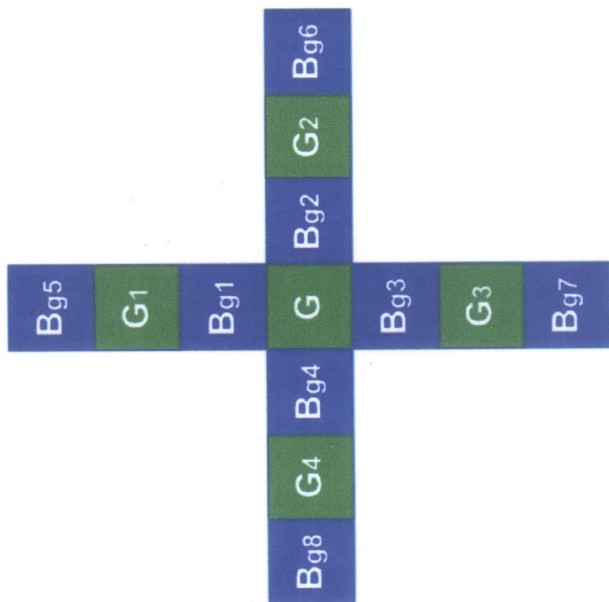
第七圖



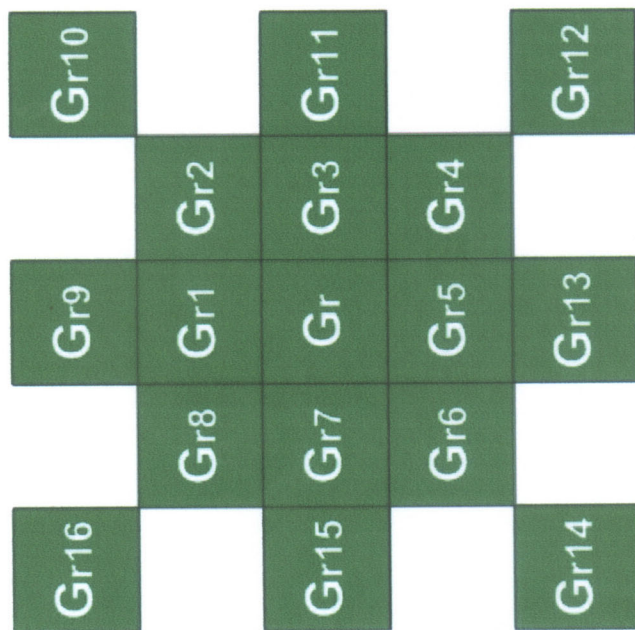
第八圖



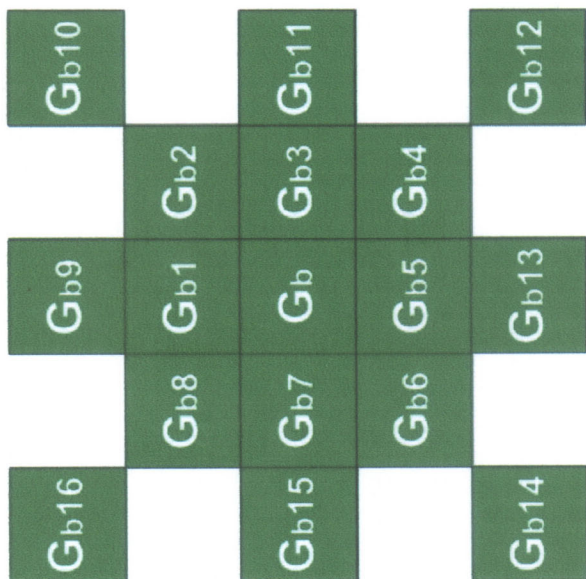
第九圖



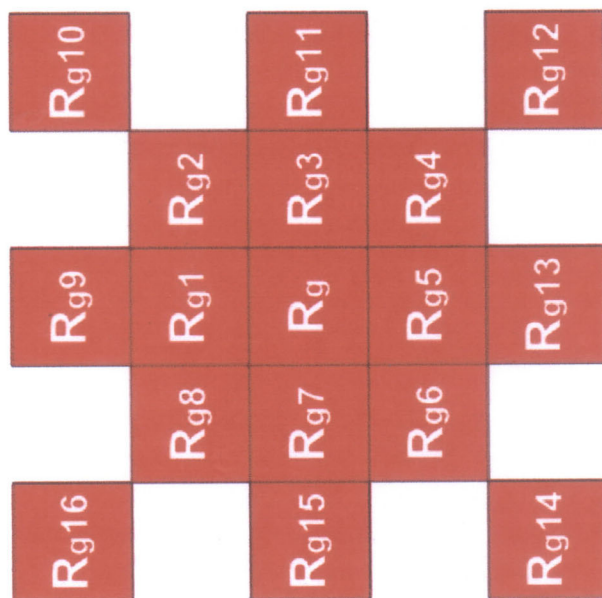
第十圖



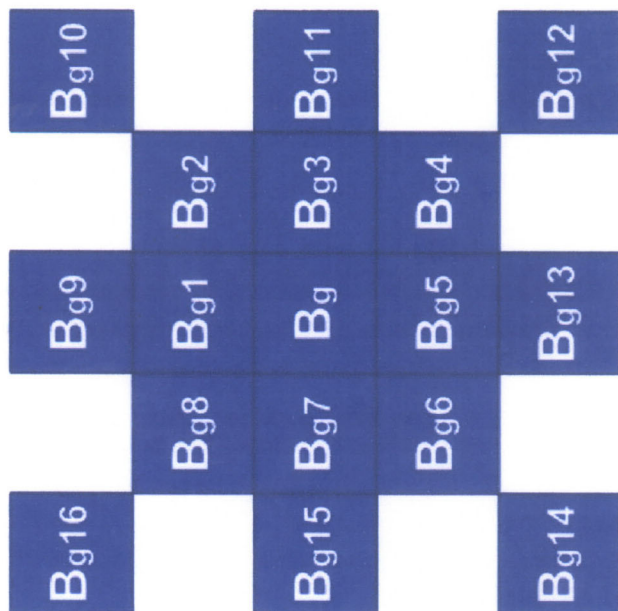
第十一圖



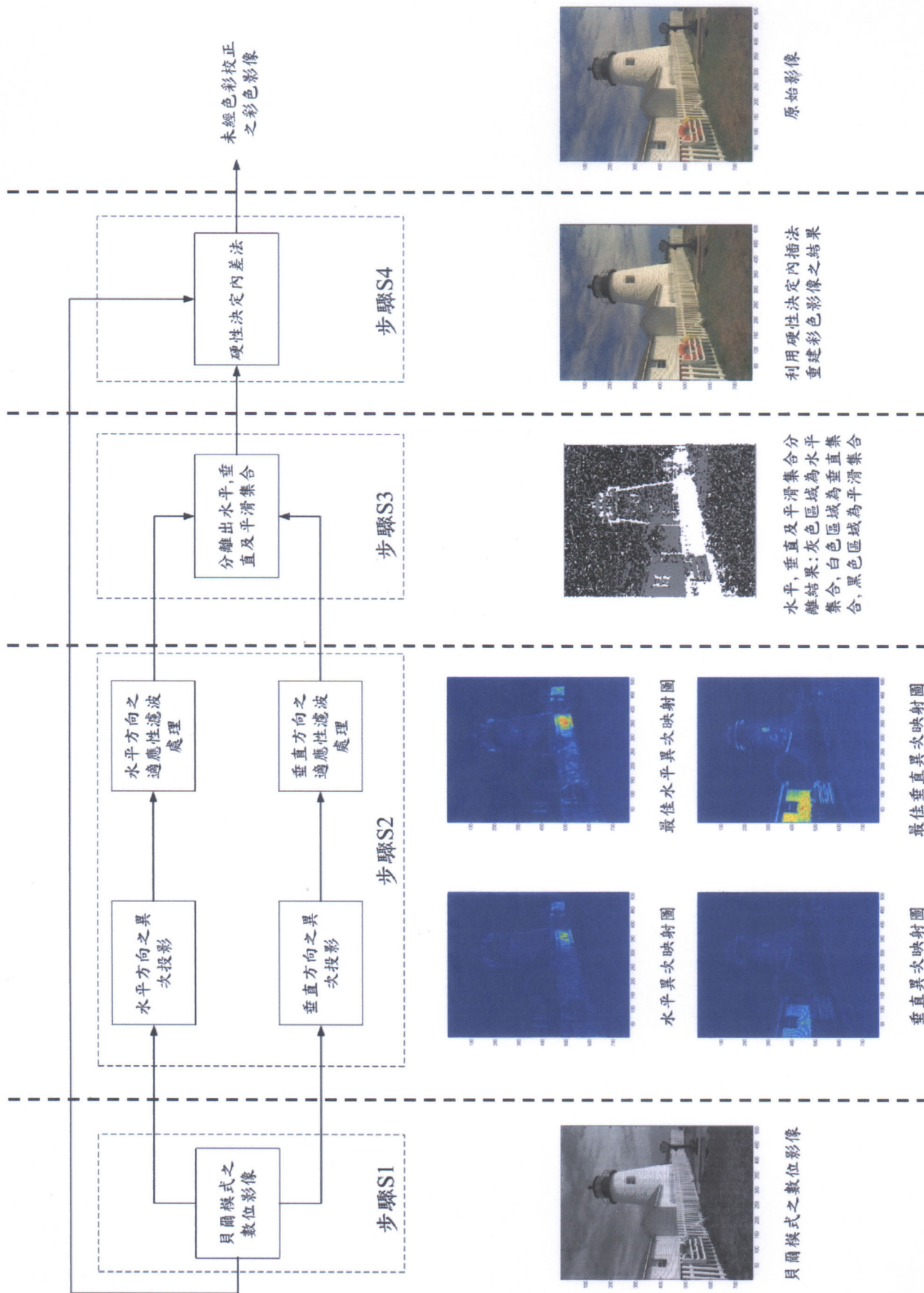
第十二圖



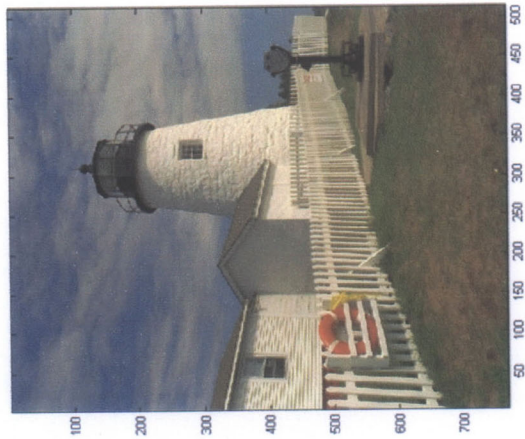
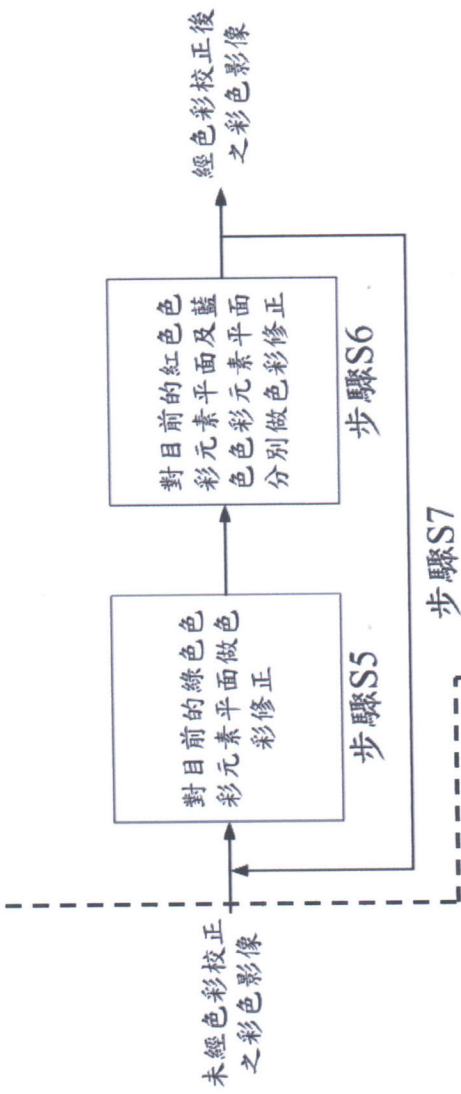
第十三圖



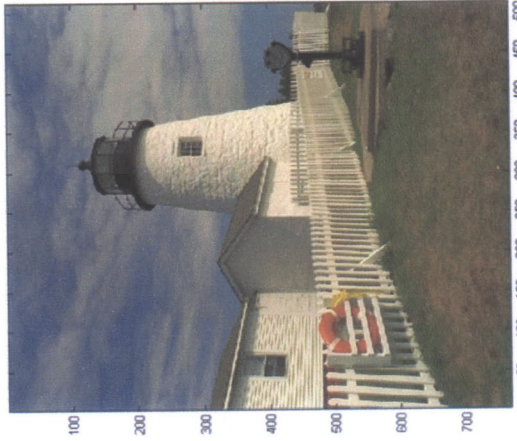
第十四圖



第十五圖



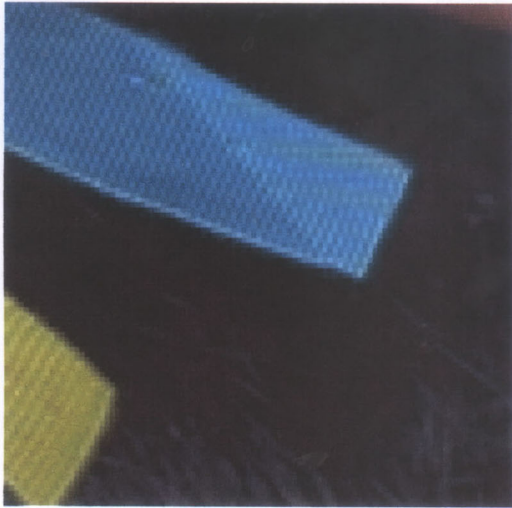
未經色彩校正之彩色影像
(步驟S4之結果)



經色彩校正後之彩色影像



原始影像



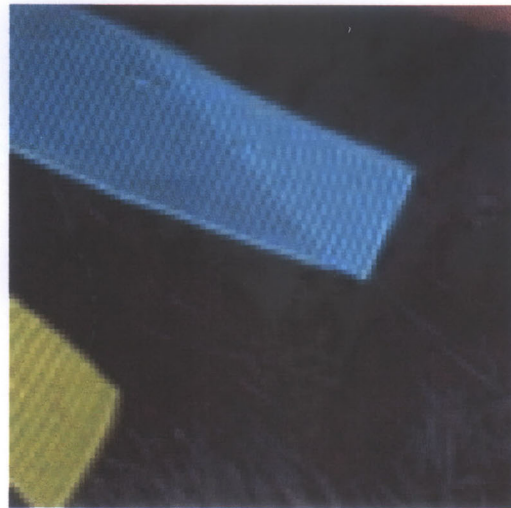
(A)



(C)



(B)



(D)

第十七圖



(B)



(D)



(A)



(C)

第十八圖