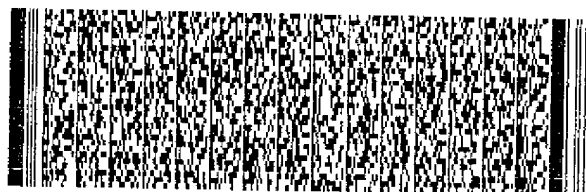


申請日期: 87.12.8	案號: 87120327
類別: G06F15/00	
(以上各欄由本局填註)	

公告本

發明專利說明書

一、發明名稱	中文	新的以邊緣偵測為基之雜訊移除演算法
	英文	A NEW EDGE-DETECTION BASED NOISE REMOVAL ALGORITHM
二、發明人	姓名 (中文)	1. 汀枯 阿恰亞 2. 品-新 蔡
	姓名 (英文)	1. TINKU ACHARYA 2. PING-SING TSAI
	國籍	1. 印度 2. 美國
	住、居所	1. 美國亞歷桑那州恬普市南羅勃茲路7292號 2. 美國亞歷桑那州泉德勒市北皮里斯特大道1100號
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 美商英特爾公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. INTEL CORPORATION
	國籍	1. 美國
	住、居所 (事務所)	1. 美國加州聖塔卡拉瓦市米遜大學路2200號
	代表人姓名 (中文)	1. F. 湯姆士. 當烈二世
	代表人姓名 (英文)	1. F. THOMAS DUNLAP, JR.



455781

本案已向

國(地區)申請專利

美國 US

申請日期

1997/12/08 08/986,761

案號

主張優先權

有

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無



五、發明說明 (1)

發明背景1. 發明領域

本發明大致係關於影像處理之範圍。尤其，本發明有關由數位影像裝置所產生之影像的處理。

2. 相關技藝描述

影像處理技藝中，從一感測或者捕捉裝置所捕捉之物體/景象其未修飾之影像通常分類為各種圖樣之“雜訊”(未出現於物體或者環境中，但可能顯現於影像中之元素)。影像中所出現之雜訊可能起因於諸如感測器或者原影像捕捉後之處理步驟等影像系統的特徵，或許在試圖達成一不相同之目的時加入雜訊。一像素或者像素區域指示為“具雜訊”之性質與特徵，以及一像素或者像素區域指示為一邊緣或者影像之精細細節性質，實在很難區別。因此，雜訊移除之基本問題為：通常那些指示為雜訊移除者可能實際上移除了精細邊緣或者細節。如果所移除為精細細節或者邊緣，那麼該影像區域內可能產生一模糊效果。而且，彩色影像中，該模糊效果將導致色彩滲透通過另一像素之邊緣。基於線性濾波技術之雜訊移除程序由於遭遇很大弊病，所以，發展一組基於像是中間值排行順序統計的濾波技術。

中間值濾波器將屬於一(應用該濾波器之)像素P與其特定鄰域中之像素，或者將沿著像素P附近某特定向量之強度值依序排行。例如，一中間值濾波器(應用於一通過該像素到達鄰近像素某特定方向)應用於包括像素P及其附近



五、發明說明 (2)

之樣本值為{12, 13, 200, 50, 14}，首先依序排行為{12, 13, 14, 118, 200}。所謂單一方向之有限脈衝回應(FIR)的中間值混合式濾波器係以樣本集合之中間值14取代值為200之原始像素位置P。因此，經濾波器之後，輸出向量將為{12, 13, 14, 50, 14}。如果200之值實際上為邊緣而非雜訊，那麼應用該濾波器所形成如輸出向量值所示之平滑，將大幅削去邊緣特性。

數種改良之中間值濾波器已開發，以補救此問題。一種特別之這類中間值濾波器，即多重層級之有限脈衝回應(FIR)中間值混合式濾波器於一影像之各方向重覆運用中間值濾波器，並將原始輸入像素應用於各個濾波器。多重層級中間值混合式濾波器具有平均子濾波器，可藉由平均一特定濾波器方向之像素，然後以一較小組之數值，像是三個數值，執行中間值計算，以降低排序作業的負擔。因此，於一中間值混合式濾波器中，將平均兩鄰近之西邊像素，且其結果與兩鄰近之東邊像素的平均一同輸送至一中間值濾波器。中間值濾波器之第三輸入係考慮欲雜訊移除之像素。其他方向，亦應用一類似程序。於一三層之中間值混合式濾波器中，第一層像素對為完全相反方向(北和南，等)之向量這類平均之鄰近像素，並將各對方向平均(8個方向)同樣與考慮為第三輸入之像素一同輸送至一中間值濾波器。第一濾波器之最後中間值數值再次成對，並沿著考慮之像素輸入一中間值濾波器。雖然中間值混合式已顯示於區別某些邊緣上之作業相當良好，但對於邊緣偵



五、發明說明 (3)

測的一些關注仍嫌不足。中間值混合式濾波器並未考慮邊緣本身之雜訊。換言之，一邊緣之方向，即使使用八個方向，仍無法以確實之精確度決定。例如，一邊緣特性可能位於一來自某特定像素其等級33之向量，而因此八個方向不足以決定該邊緣特性。換言之，非離散世界中，一信號像素可包含邊緣部分以及非邊緣部分，無法以數位影像之離散世界表示。當應用於數位影像時，如果應用於各處之所有像素，因為有雜訊沿著邊緣之非主要方向所形成之邊緣特性，所中間值混合式濾波器試圖移除時，可能會傳播雜訊或者於像素間轉移。一曲線邊緣為這類問題之理想例子。

一物體/景象由一像是數位相機之景象或者影像裝置成像時，係將合量影像捕捉至一維持一特殊色彩頻道圖樣之彩色濾波器陣列(CFA)中。一用以捕捉影像之常用圖樣為著名之Bayer圖樣，具有以下之色彩頻道：

G R G R G R ...

B G B G B G ...

G R G R G R ...

其後各列重覆該圖樣。

因此，一Bayer圖樣之彩色濾波器陣列(CFA)中，各像素位置具有一僅與產生全彩的三色板(紅，綠及藍)之一相關的強度值。評估各像素位置中兩遺漏之色彩組成其處理於技藝中即著名之色彩內插法。由於實際上大部分傳統雜訊降低或者移除技術係設計於具有全彩像素資訊之影像上作



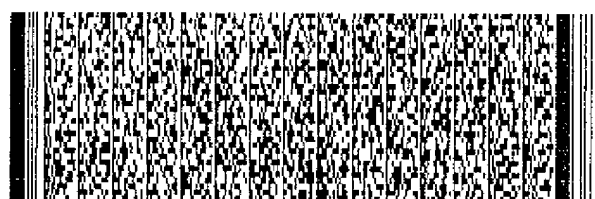
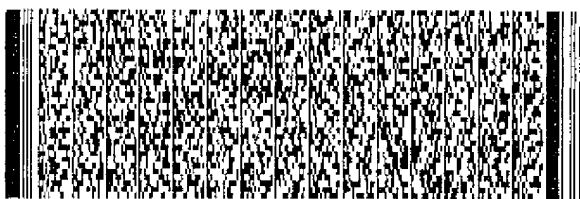
五、發明說明 (4)

業，所以色彩內插經常先於彩色影像中之雜訊移除。色彩內插本身之處理將引發雜訊，而且於數位相機之情況下，其中色彩內插最類似執行影像壓縮並下載至一像是電腦之資料處理系統，色彩解析度伸縮，壓縮(量子化與編碼)以及解壓縮之中間步驟可能加入額外雜訊，使原始捕捉之影像雜訊與其他雜訊混合，反而減弱雜訊之差別，而強化影像特性之差別。執行由色彩內插處理所取得之全彩像素的雜訊移除，其雜訊移除處理所需之記憶體及處理將增為三倍(因為各像素具有三倍之解析度)，因此由硬體改善困難而且昂貴。其他雜訊移除技術試圖藉由例如色彩內插至YUV空間，其中只有Y(色訊)組成考慮雜訊移除，而後執行色彩空間轉換，以降低此負擔。然而，此亦可能更超越色彩內插傳播，而傳播額外之雜訊，同樣無法輕易由硬體改善。

因此，雜訊降低架構存在一需要，不僅可區別邊緣像素與非邊緣像素，同時能夠於任何色彩內插前，先在彩色濾波器陣列(CFA)影像範圍直接作業。

發明概述

揭示一種具有可將捕捉之影像像素分類之步驟的方法，其中像素係該影像之彩色濾波器陣列(CFA)形式中的邊緣像素或者非邊緣像素。下一方法係藉由將第一雜訊移除技術應用於該等歸類為邊緣之像素，以執行雜訊移除。當影像仍為彩色濾波器陣列(CFA)形式時，兩種雜訊移除技術均使用。



五、發明說明 (5)

圖式之簡單說明

本發明之方法及裝置之主題，其特點與優點從以下所述將明顯可見，其中：

圖1係一本發明之具體實施例的流程圖。

圖2(a)說明一用以獲得第一方向微分之單幕。

圖2(b)說明一用以獲得第一方向微分之單幕。

圖3說明雜訊移除技術於根據本發明之具體實施例的各種板單獨應用。

圖4說明如應用於一示範之影像區域的本發明至少一具實施例之原理。

圖5係如用於本發明之各種具體實施例中之三層級中間混合式濾波器的區塊圖。

圖6係如用於本發明之各種具體實施例中之三層級中間混合式濾波器的區塊圖。

圖7係一本發明之具體實施例之系統圖。

圖示元件符號說明

510, 512, 514, 516, 520, 522 及 530	中間值濾波器
710	電腦系統
711	記憶體
712	處理器
713	系統匯流排
714	橋接器
715	輸入/輸出匯流排
716	顯示轉接器
717	輸入/輸出埠
718	磁碟
720	監視器
730	照相機
732	影像處理電路
734	影像記憶體單元
740	物體/景象
750	影像

煩請委員會明示
修正本有無變更實質內容是否准予修正。
90年3月21日



五、發明說明 (6)

發明詳述

參照圖式，現在將描述本發明示範之具體實施例。提供該示範之具體實施例係用以說明本發明之各方面，而不應解釋為用以限制本發明之範圍。該示範之具體實施例主要係參照區塊圖或者流程圖予以描述。至於流程圖，流程圖中各區塊係代表一方法步驟以及一用以執行該方法步驟之裝置元件兩者。取決於該具體實施例，相關之裝置元件可配置於硬體，軟體，韌體或者其組合中。

當由一感測器或照像機，或者其他影像裝置捕捉之影像

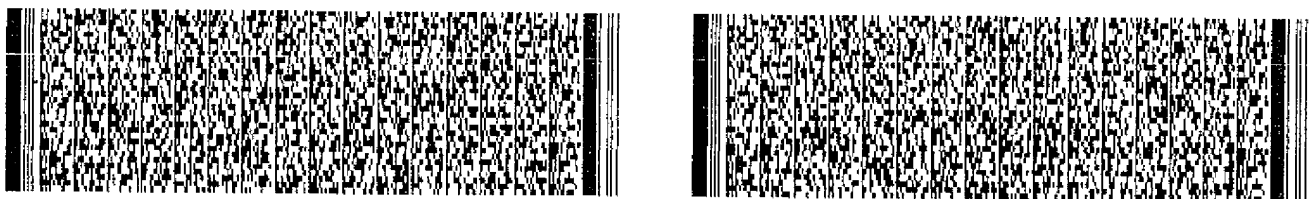


五、發明說明 (6)

進行分析時，一般部分具有“雜訊”影像，而其他部分則沒有。決定雜訊之組成雖困難，卻非吃力的過程。雜訊可能與像是細的線條或者影像之“邊緣”部分等細節混淆。捕捉之影像其雜訊移除最理想為細節資訊仍保存而雜訊已移除。傳統之雜訊移除，無論是否具有邊緣特性，各像素均以相同之雜訊移除技術處理，很大部分係由於區別雜訊與邊緣這類相關難題。

彩色影像中，像是該等捕捉至一Bayer典型之彩色濾波器陣列(CFA)，色彩內插等步驟可能另外引入雜訊，因此，影像裝置本身所引起之原始雜訊更為攪亂。各種類型雜訊之加入，從捕捉至輸出之影像處理各階段中，呈現出額外的困難，因為雜訊圖樣係以未知之方式組合。影像結果將具有無法區別是否為雜訊之元件，因此，當Bayer典型之彩色濾波器陣列(CFA)主要為色彩內插時，如所要求於大部分雜訊移除技術之前，色彩將從邊緣至邊緣，特點至特點漫延。例如，考慮一藍色邊緣特性置於一黃色背景。又由於雜訊影響，紅色像素可能置於邊緣交界上某處。由於典型之色彩內插方法，藍色及黃色將均勻與紅色一起於附近某處形成具有藍，黃及紅之完整像素(因為於影像區域中紅色雖然很小，但其存在似乎像是一特點)，因此，將產生一偽色色彩像素，其後的雜訊移除過程中將無法判定為雜訊。

因此，期待能設計一雜訊移除技術，在色彩內插之程序前於彩色濾波器陣列(CFA)範圍中作業，使得增加之雜訊



五、發明說明 (7)

以及色彩漫延問題可避免。再者，該技術應分別處理並考慮影像中屬於邊緣特點之像素與不屬於邊緣特點之像素。同時，使用之技術應能夠使硬體快速執行，如果必要，可於一產生彩色濾波器陣列(CFA)之數位相機中執行。一種這類可能之雜訊移除技術顯示於圖1以及以下討論之各種其他具體實施例中。

圖1係一本發明之具體實施例之流程圖。

首先，定義捕捉之影像中一起始局部區域(步驟110)。該起始局部區域為捕捉之影像中一M乘以N的矩形區域，其中如果希望定義一正方形區域，那麼M與N可相等。該局部區域佔總捕捉影像大小之百分比可大可小，決取於希望執行，及可用之硬體/軟體資源，以及影像進行雜訊移除處理時希望多快之速度限制。其中影像於較大區域中具有較一致之特徵，所以局部區域可定義大些。然而，如果精細細節之判別很嚴格或者影像於小區域中特徵上顯示廣泛的變異，那麼局部區域可定義較小些。

一旦定義局部區域後，下一步驟為藉由應用某些罩幕或者運算元以決定與局部區域中各個以及每一像素相關之梯度值(步驟120)。此罩幕或者梯度運算元應用於各像素之一小鄰域，通常該鄰域之大小較局部區域為更小。圖2(a)-2(b)及相關之描述以附近並包括欲決定梯度之像素的3乘以3鄰域說明這類罩幕之參數與組態。藉由對局部區域中各像素重覆應用該運算元或者罩幕並以決定其梯度，可完成局部區域之梯度資訊。於大部分之梯度式邊緣偵測中，



五、發明說明(8)

梯度值藉由以整個影像之梯度最大值除以梯度值，將整個影像全部正常化。然而，如果以硬體執行，這類正常化需一兩階段方式，其中整個捕捉之影像中所有像素其梯度資訊須決定，然後以最大梯度值除以可於影像中發現之各梯度。本發明之各種具體實施例中，梯度之正常化可改為藉由局部區域之最大值。

一旦梯度資訊決定，便須選擇一臨界(步驟130)。該臨界值可選擇如一通過影像之可應用的單一值，或者如從一局部區域至另一局部區域之變化。再者，該臨界可能就各捕捉之影像由影像裝置呈現一特殊值。這類呈現之臨界並非很精確，且可能擾亂邊緣偵測處理，但根據該技藝之目前狀態，仍為雜訊移除之硬體執行中最可期待的。此臨界之選擇並非為本發明之主題，但如果局部區域內每一像素之梯度資訊係首次決定，可能需動態選擇一臨界值。

無論選擇之臨界值為何，梯度(或者正常化梯度)係與臨界值相比較(步驟140)。如果梯度(或者正常化梯度)超過臨界值，那麼對應像素可歸類為一“邊緣”像素，屬於像是線條之影像邊緣特性的像素。如果不是，那麼像素歸類為一非邊緣像素。根據本發明一具體實施例，邊緣像素與非邊緣像素各接收一不同之雜訊移除處置。然而一種邊緣偵測方法，亦即以梯度為基礎之邊緣偵測呈現於以下圖1之圖示中，可使用任何適當之邊緣偵測器。例如，著名之Canny邊緣偵測器，使用分類為邊緣及非邊緣像素之影像空間所圍繞之Gaussian罩幕，可與圖1之技術結合使用，

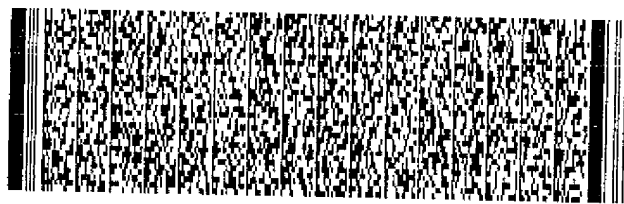
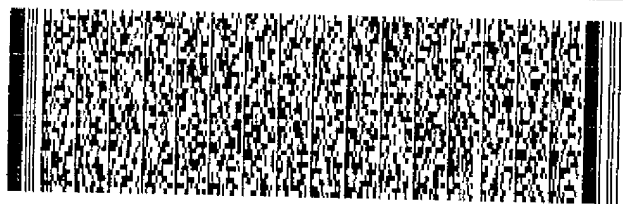


五、發明說明 (9)

而且如果可執行於希望之應用程式中，那麼將提供好的邊緣辨識。對於一像是可攜式數位相機之數位影像裝置而言，如圖1，2(a)與2(b)中所呈現之邊緣偵測器將更為理想，因為其計算之速度以及裝置中使用較少之矽元素面積。

根據本發明之具體實施例，藉由將像素分類為邊緣像素或者非邊緣像素，可分屬不同之雜訊移除技術以及處理。因此，根據步驟160，如果像素為一非邊緣像素，那麼一像是多重層級之中間值混合濾波器的雜訊移除技術可應用於該像素(見圖5及相關之描述)。此種方式可避免由模糊化之中間值濾波以及大幅削去邊緣特性所引起之問題，因為該像素並非屬於邊緣特性。當應用於非邊緣像素時，中間值濾波將具有雜訊移除所希望之效果而不會使邊緣模糊。

由於雜訊可能也以分類為邊緣像素之像素出現，該邊緣像素屬於像是具有相似之強度值的線性平均鄰近像素的平滑技術(步驟150)。此種平滑確保邊緣不會完全大幅削去，且事實上，可能強化外觀之邊緣(亦即，藉由和緩聚集讓色彩(強度)更為一致，而使邊緣更為清晰)。該線性平均技術以本身與具有相似強度之鄰近像素的線性平均取代考慮之像素。一種用以發現足以成為“相似強度”之像素的方法將參考圖6及其相關敘述描述於後。基本上目標為：互為邊界之二或更多邊緣特性於平均時不可混淆，以不使邊緣特性不當地組合一起。

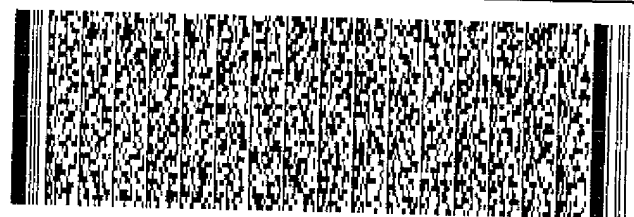
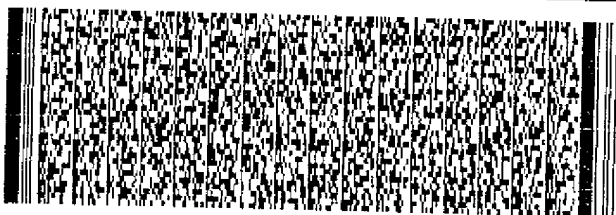


五、發明說明 (10)

其次，如果任何像素於局部區域內仍視為雜訊移除(檢查步驟170)，則帶入下一像素資訊(步驟175)並重覆步驟140-160。一旦局部區域內所有像素均被視為雜訊移除，那麼將定義新的區域(步驟180)。然後處理繼續步驟120-170，重覆該局部臨界。也許較佳而快速之執行為：局部區域應各自獨立，但如有必要可重疊。圖1中所述之雜訊移除技術可於任何色彩內插之前，在彩色濾波器陣列(CFA)範圍內直接應用於Bayer圖樣。因此，如果使用如圖1之技術，那麼將降低透過影像處理各種階段所傳播之雜訊量。

圖2(a)說明一種用以取得第一方向微分之罩幕。

一種用以決定一像素之梯度的裝置係應用一罩幕A，其基本上係找出罩幕覆蓋的鄰域邊界之像素“強度”。此強度基本上為沿著像素兩邊界一特殊方向之微分。當與沿著第二方向邊界之強度的類似之計算結果相組合時，此第一方向提供中心像素對鄰近像素之相對強度的良好評估。圖2(a)中，3乘3罩幕說明第一及第三欄之非零係數，以及中間或者第二欄之零係數。所示之罩幕A具有六個非零係數A1，A2，A3，A4，A5以及A6。當該罩幕應用於一具有強度值I0，I1，I2，I3，I4，I5，I6，I7以及I8之像素的影像區域I時，其合量微分 Δx 表示為 $\Delta x = 1 \cdot I_0 + A_2 \cdot I_3 + A_3 \cdot I_6 + A_4 \cdot I_2 + A_5 \cdot I_5 + A_6 \cdot I_8$ 。微分 Δx 可用以計算影像區域I中心所示之強度值I4的像素梯度。一般而言，罩幕A將具有總和為零之係數。著名之Sobel罩幕，係數A1，A2及A3其值



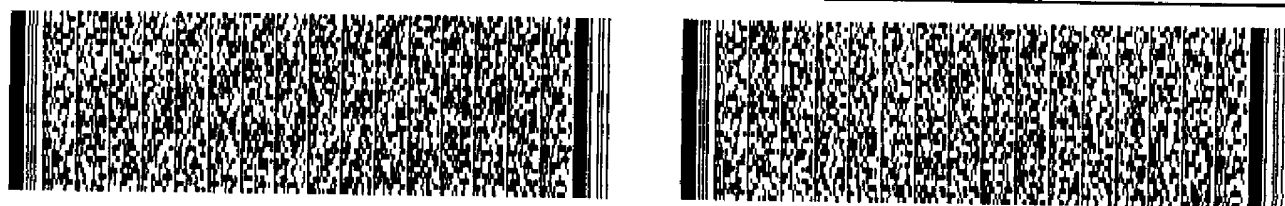
五、發明說明 (11)

均為-1，而係數A4，A5及A6其值均為+1。因此就Sobel罩幕之係數，微分 $\Delta x = I_2 + I_5 + I_8 - I_0 - I_3 - I_6$ 。所以，著名之技藝中完成一重要梯度值係數之選擇可使微分計算簡化成僅為像素強度值之加法與減法，而能輕易由硬體中之加法器執行。因此，微分變得易於執行而且快速。一微分罩幕，如果應用像是Prewitt罩幕，同樣易於執行。Prewitt罩幕之係數A1及A3，等於-1，而係數A2為-2。Prewitt罩幕具有其他方向邊界之係數A4及A6，等於+1，以及係數A5，等於+2，用以鏡射。使用Prewitt罩幕， Δx 或者微分值變成 $\Delta x = I_2 + 2 * I_5 + I_8 - I_0 - 2 * I_3 - I_6$ 。雖然引用乘以2之乘法，但如果硬體中只執行加法及減法運算，可藉由I5與I3之移項作業或者將 Δx 之計算分解為 $\Delta x = I_2 + I_5 + I_5 + I_8 - I_0 - I_3 - I_3 - I_6$ 而輕易執行。

梯度運算係用於邊緣偵測，由於可假設邊緣於影像空間內具有一特殊方向。如果I4考慮為一邊緣像素，那麼沿著該像素邊界(一為I0，I3，I6而另一為I2，I5，I8之像素應具有一強度或者一相對組合之強度，其層級小於像素I4本身。這種考慮下，基本上為一水平方向(該罩幕具有決定影像左邊與右邊強度之值)的第一方向微分，可依以上所給定計算。由於影像空間係二維度，亦即垂直與水平，所以只需對像素I4多計算一方向之微分。

圖2(b)說明根據本發明之一具體實施例取得第二方向微分之罩幕。

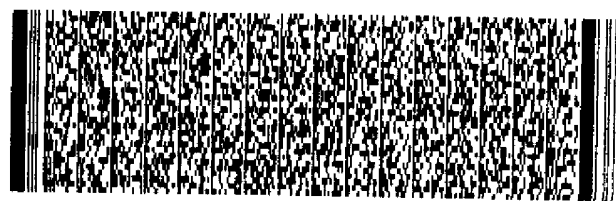
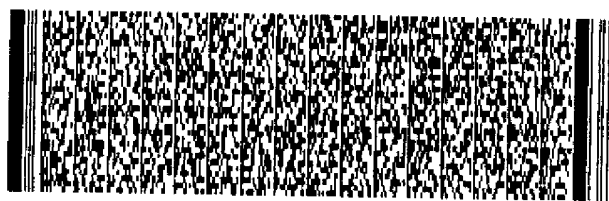
圖2(b)中，第二3乘3罩幕說明：第一及第三列中具有非



五、發明說明 (12)

零係數，而中間或者第二列中具有零係數。所示之罩幕B具有六個非零係數B1，B2，B3，B4，B5及B6。當罩幕應用於一影像區域時，I具有強度值I0，I1，I2，I3，I4，I5，I6，I7及I8之像素，其合量微分 Δy 表示為：

$\Delta y = B1 * I0 + B2 * I1 + B3 * I2 + B4 * I6 + B5 * I7 + B6 * I8$ 。微分 Δy 可用以計算影像區域I中心所示之強度值I4的像素梯度。一般而言，罩幕B將具有總和為零之係數。著名之Sobel罩幕中，係數B1，B2及B3具有-1之值，而係數B4，B5及B6具有+1之值。因此以Sobel罩幕之係數，微分 $\Delta y = I6 + I7 + I8 - I0 - I1 - I2$ 。所以，著名之技藝中完成重要梯度值的罩幕係數之選擇，可簡化微分計算成為僅是像素強度值之加法與減法，能輕易由硬體中之加法器執行。因此，微分變得易於執行而且快速。如果使用微分罩幕，像是Prewitt罩幕，一樣可輕易地執行。Prewitt罩幕具有係數B1及B3等於-1，而係數B2為-2。Prewitt罩幕具有B4及B6之其他方向邊界的係數，等於+1，而B5之係數為+2，以作為鏡射。使用Prewitt罩幕， Δy 或者沿著影像邊界第二方向之微分值變成 $\Delta y = I6 + 2 * I7 + I8 - I0 - 2 * I1 - I2$ 。雖然引用乘以2之乘法，如果硬體只執行加法及減法運算，那麼可藉由I5及I3之移位作業，或者分解計算式 Δx 為 $\Delta y = I6 + I7 + I7 + I8 - I0 - I1 - I1 - I2$ ，而輕易執行。較佳者，用以找出 Δx 或者第一方向微分之罩幕A，應與用以找出第二方向微分之罩幕B具相同型態。由於影像裝置可能不提供方形像素，而是矩形像素之其他形狀像素，所以可以期待於一方向使用Sobel



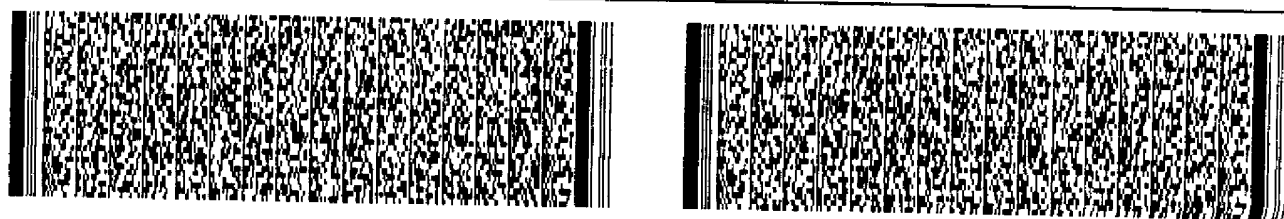
五、發明說明 (13)

罩幕，而於另一方向以Prewitt為補償。這類狀況中，像素之幾何形狀可於選擇罩幕係數時加以考慮。

由上述所取得之第二方向微分 Δy ，同時考慮方向邊界對水平與垂直兩方向。然後影像空間I之中心像素I4的梯度係由各方向所取得之向量總和的向量亮度。因此，梯度G簡化為 $\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}$ ，或者為 Δx 與 Δy 所組合而成之向量亮度。因此，各像素之梯度可藉由考慮一鄰近像素而取得，以圍繞各像素之一小的3乘3鄰近像素為佳，然後藉由應用像素上兩方向各別之罩幕及其對應之邊界對，基本上其包括梯度決定中各直接相鄰之像素。如上所述，梯度值可正常化為影像中呈現之梯度最大值，所以相對權重即為梯度測量值。例如，具有織紋而非像是線條之硬邊景象，其所捕捉影像之梯度值可介於一窄的區域內。如果這些均正常化，那麼，對於梯度最大值而言，所得之梯度值可為更有效分析。

圖3說明獨立之各色彩板雜訊移除技術的應用。

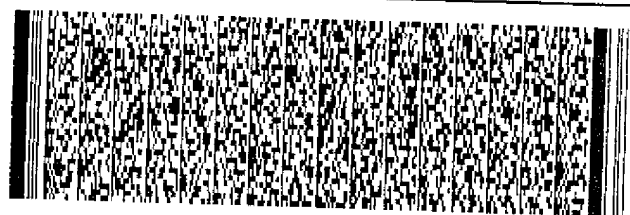
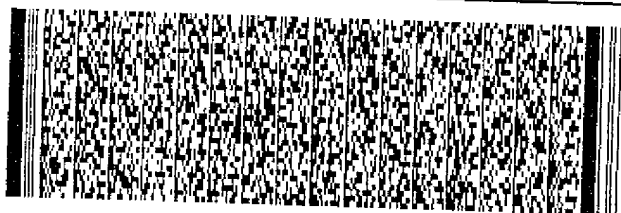
因為各種本發明之具體實施例所呈現之雜訊移除技術直接於捕捉之影像的彩色濾波器陣列(CFA)版本上作業，該影像基本上係捕捉之未修飾影像，於一具體實施例中可以期待：其色彩板可分開考慮。因此，考慮6乘6像素之Bayer圖樣影像區域，藍(圖3中以"B"表示)色彩板(亦即與藍色彩相關之像素)可從彩色濾波器陣列(CFA)分開，並使用上述所應用之雜訊移除技術使色彩板分離。因此，與藍色彩板相關之像素可排列於(2,1)，(4,1)，x(6,1)，(2,3)



五、發明說明 (14)

，(4,3)，(6,3)及(2,5)，(4,5)，(6,5)位置上，使其彼此相鄰。類似地，彩色濾波器陣列(CFA)之藍色板中其他鄰近像素(未顯示)可與上述形成一藍色子影像之九個像素組合。然後各種本發明之具體實施例所述之雜訊移除架構可直接而獨立應用於此藍色子影像或者其他色彩板。

Bayer圖樣中，像素具有大約兩倍於彩色濾波器陣列(CFA)中藍色或者紅色像素之代表。通常，將綠色像素分解成為該等緊隨一列替代之藍色像素(標示為G1之第一綠色)以及該等緊隨一列替代之紅色像素(標示為G2之第二綠色)非常有用。因此，兩綠色板G1及G2可擷取自彩色濾波器陣列(CFA)。如此非常有用，因為各個色彩板計算之數目將為相同。當應用雜訊移除技術時，如果考慮之G1及G2色彩板為相連，那麼將需一列以及一欄偏移，用以組合像素(因為其位於不同之列與欄)，並且進一步合而為一所組合之子影像於像素計算上將兩倍於藍色與紅色子影像，而引導出不同且較大型之記憶體需求。為了分析影像，考慮兩種分離之綠色板非常有用，因為綠色於決定呈現鄰近像素之色訊(色彩內容)時非常重要。此事實可用於像是色彩內插或者色彩解析伸縮之技術。為了以更有效方式保存色訊資訊備用，因此，I希望考慮G1與G2分開之色彩板，以備雜訊移除。如果根據本發明之各種具體實施例，雜訊從G1與G2之子影像單獨移除，而非一起移除，那麼雜訊移除將更精確反應其原始色彩之細節關係。邊緣特性具有永遠位於互為4度偏移之方向，以及G1與G2像素之組合，將於



五、發明說明 (15)

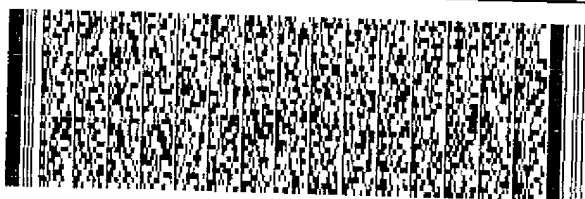
邊緣之方位引用 -4 度偏移。

圖4說明一作為本發明至少一具體實施例之原理的示範影像區域。

圖4顯示一所捕捉影像之 6×6 像素區域。對於一列位置為" i "以及一欄位置為" j "之像素 x ，以後將表示為 $x(i, j)$ 。示範之影像區域顯示已經分類為邊緣像素(由" E "表示)，以及非邊緣像素(由" NE "表示)兩種像素。該邊緣像素進一步由下標表示，指示邊緣像素所屬之邊緣特性。例如，第一較深邊緣特性(由" E_1 "表示)為具有 20 其鄰域內之強度值，而較亮之邊緣特性(由 E_2 表示)為具有 5 其鄰域內之強度值。像素 E_1 與 E_2 各屬於兩種不同之影像邊緣。顯示於圖4中之非邊緣像素僅為輔助解釋，而並非本發明任何具體實施例之限制或者要求。

根據本發明之具體實施例，一影像中之邊緣像素與非邊緣像素屬於不同之雜訊移除技術。一具體實施例中，未分類屬於一邊緣之像素(即圖4中之 NE)，係應用第一雜訊移除技術。本發明一具體實施例中，此第一雜訊移除技術係多重層級中間值混合式濾波。這類濾波作業將參照圖5詳述於下。分類為邊緣像素之所有像素均屬於不同於第一之第二雜訊移除技術，並且具有相較於第一技術更佳之邊緣保存/加強特徵。本發明一具體實施例，應用於非邊緣像素之此第二技術即為與考慮之像素具有相似強度值之相鄰像素的線性平均。

例如，參照圖4，像素 $NE(3, 3)$ (於列 3 ，行 3 之非邊緣像



五、發明說明 (16)

素)將以中間值混合式濾波技術處理，並參照圖5詳細敘述於下。中間值濾波處理之輸出 $NE'(3,3)$ 於位置 $(3,3)$ 將變成新的雜訊移除像素。無論其分類為非邊緣像素或者邊緣像素，當執行雜訊移除處理時，中間值濾波處理將利用鄰域內(相對於像素 $NE(3,3)$ ，從像素位置 $(1,1)$ 至 $(5,5)$)所有像素。

相對地，邊緣像素 $E_1(3,2)$ 之應用，將藉由僅為相似強度(屬於相同邊緣特性之邊緣像素)之其他邊緣像素的線性平均，以移除呈現於 $E_1(3,2)$ 之雜訊。與 $E_1(3,2)$ 相鄰之八個像素中，只有三個分類為第一邊緣特性，亦即，像素 $E_1(2,2)$ ， $E_1(4,2)$ ， $E_1(4,3)$ 。因此，線性平均雜訊移除技術會將四個像素(三個相鄰以及雜訊已移除之邊緣像素) $E_1(3,2)$ ， $E_1(2,2)$ ， $E_1(4,2)$ 及 $E_1(4,3)$ 一起平均。參照第二特性，應注意的是，像素 $E_2(6,2)$ 具有三個相鄰邊緣像素，但只有一個邊緣像素 $E_2(6,1)$ 屬於相同邊緣特性(亦即，具有相似強度值)。其他兩個與像素 $E_2(6,2)$ 相鄰之邊緣像素 $E_1(5,3)$ 以及 $E_1(6,3)$ 屬於第一邊緣特性，而因此不應與第二邊緣特性之像素平均。否則第二邊緣特性將會由一無關而且不相似的強度值所污染之強度值大幅削去。圖6與以下相關描述之細節中所示的方法原理，可藉由辨別相似強度之邊緣像素與其他邊緣像素，以避免此狀況。圖4顯示一第三邊緣特性(具有以 E_3 表示之像素)以及第四邊緣特性(具有以 E_4 表示之像素)，應小心處理，以避免由不相似之邊緣像素所污染。



五、發明說明 (17)

圖4只顯示部份影像，但考慮位於影像實體邊緣之像素（第一欄，第一列，最後欄，最後列，等）其可能因簡化而不進行雜項移除處理，由於部份罩幕將不具有數值，而因此，不當之梯度資訊將摻入其中。替代上，可以期待使用深色流或者（通常具有多列及多欄之）參照像素代入邊緣像素之遺漏值。這些深色流像素不考慮部分由影像裝置所產生，但並非由輔助決定像素值之感測裝置所捕捉之最後影像彩色濾波器陣列(CFA)。

圖5係用於各種本發明之具體實施例之三層級中間值混合式濾波之區塊圖。

根據一本發明之具體實施例，如果分類為非邊緣像素之像素 $x(i, j)$ ，則藉由利用多重層級中間值混合式濾波處理之雜訊移除技術予以應用。三層級之中間值混合式濾波器表示為相對於輸入像素 $x(i, j)$ 之 K 乘 K 區塊，使用線性平均子褶層，於圖5中所示濾波器之第一階段或者層級中取得決定中間值之各種數值組。因此，如果 $K=5$ ，那麼一相對於並包含像素 $x(i, j)$ 之5乘5鄰域則考慮為中間值混合式濾波。根據一本發明之具體實施例，圖5之間值混合式濾波器只有當像素 $x(i, j)$ 根據梯度或者資訊分類成為非邊緣像素時，才應用於像素 $x(i, j)$ 。否則，如果像素 $x(i, j)$ 為一邊緣像素，那麼將應用以下參照圖6所討論之最鄰近像素平均方法。

平均子濾波器（未顯示）簡單地依鄰域之大小，採取數個希望之鄰近像素的平均。平均子濾波器應用於八個各別方



五、發明說明 (18)

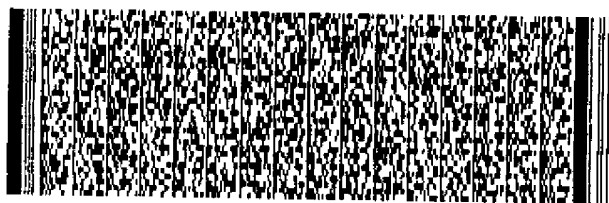
向(北, 南, 東, 西, 東北, 東南, 西北, 西南)之像素向量。因此, 平均子濾波器將產生以下之輸出值 $Y_{\text{方向}}(i, j)$ 如下:

$$\begin{aligned} Y_{\text{東}}(i, j) &= (x(i, j+1) + x(i, j+2)) / 2; \\ Y_{\text{西}}(i, j) &= (x(i, j-1) + x(i, j-2)) / 2; \\ Y_{\text{南}}(i, j) &= (x(i+1, j) + x(i+2, j)) / 2; \\ Y_{\text{北}}(i, j) &= (x(i-1, j) + x(i-2, j)) / 2; \\ Y_{\text{東南}}(i, j) &= (x(i+1, j+1) + x(i+2, j+2)) / 2; \\ Y_{\text{西南}}(i, j) &= (x(i+1, j-1) + x(i+2, j-2)) / 2; \\ Y_{\text{東北}}(i, j) &= (x(i-1, j+1) + x(i-2, j+2)) / 2; \text{ 以及} \\ Y_{\text{西北}}(i, j) &= (x(i-1, j-1) + x(i-2, j-2)) / 2; \end{aligned}$$

然後這些輸出值依圖5所示變化, 沿著中心像素值 $x(i, j)$, 輸送至中間值濾波器。藉由使用平均子濾波器, 中間值運算可簡化為: 中間值混合式濾波處理之各個階段僅為短短三個數值。

圖5顯示: 三個層級之中間值混合式濾波器的第一層級具有一組中間值濾波器510, 512, 514以及516。中間值濾波器510具有一輸出M1, 為三個數值之中間值, 亦即, $Y_{\text{東}}(i, j)$, $Y_{\text{西}}(i, j)$ 以及 $x(i, j)$ 。中間值濾波器512具有一輸出M2, 為三個數值之中間值, 亦即, $Y_{\text{北}}(i, j)$, $Y_{\text{南}}(i, j)$ 以及 $x(i, j)$ 。中間值濾波器514具有一輸出M3, 為三個數值之中間值, 亦即, $Y_{\text{東北}}(i, j)$, $Y_{\text{東南}}(i, j)$ 以及 $x(i, j)$ 。中間值濾波器516具有一輸出M4, 為三個數值之中間值, 亦即, $Y_{\text{西北}}(i, j)$, $Y_{\text{西南}}(i, j)$ 以及 $x(i, j)$ 。

於下一或者第二層級中, 如同輸入所採取的, 有一組兩

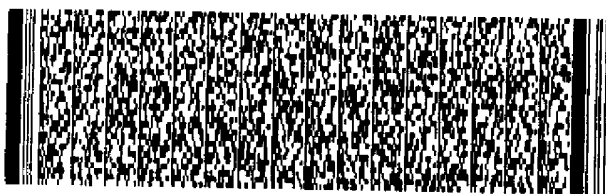


五、發明說明 (19)

中間值濾波520以及522之中間值濾波器輸出M1, M2, M3與M4以及原始像素值 $x(i, j)$ 。中間值濾波器520提供一輸出M5, 其係為M1、M2及 $x(i, j)$ 之中間值。中間值濾波器522提供一輸出M6, 其為M3, M4以及 $x(i, j)$ 之中間值。

於最後或者第三層級中, 一單一中間值濾波器530提供輸出像素 $x'(i, j)$, 為來自第二層級的中間值濾波器其輸出M5及M6, 與原始像素 $x(i, j)$ 組合時之中間值。一項替代之具體實施例中, 雜訊移除像素將儲存於一分離之陣列, 以便不與其他像素之其餘雜訊移除處理相互干擾。以此方式, 可維持原始像素空間, 而雜訊移除處可重覆並調整, 以提供較佳之結果。另一替代中, 雜訊移除像素將立即取代原始像素, 所以雜訊移除處理得以重覆。其好處為具有重覆方法之速度, 但同樣有引進如無法分類之像素, 傳播其未特徵化之資訊, 而影響其他像素的不確定性。因此, 雖然某些狀況下可改善雜訊之移除, 然而飛快之計算與取代方法並不保證可提供良好之結果。

回頭參照圖4之例子, 根據一本發明之具體實施例, 非邊緣像素NE(3, 3)將遵循第三層級中間值混合式濾波器。如此, $Y_{*}(3, 3) = (NE(3, 1) + E_1(3, 2)) / 2$ 以及 $Y_{\square}(3, 3) = (NE(3, 4) + E_4(3, 5)) / 2$ 。類似地, 其他平均子濾波器可應用於位置(3, 3), 以取得各種濾波器之輸出。然後結果沿著該等層級各別之各個濾波器的NE(3, 3), 輸送至各種層級之中間值濾波器。合量強度值NE'(3, 3)變成原始捕捉/大副削去之像素NE(3, 3)的雜訊移除版本。



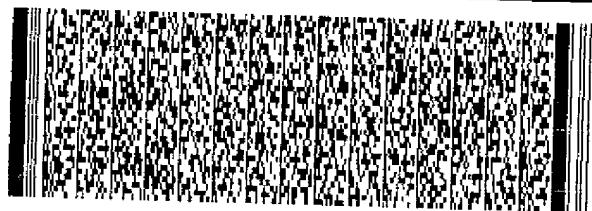
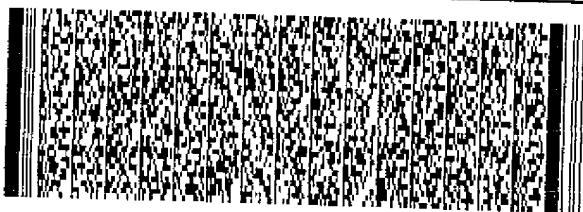
五、發明說明 (20)

第三層級中間值混合式濾波器基本上將嚴密保存原始非邊緣像素值，因為於濾波處理中各階段或者層級之中間值，於各中間值濾波器重新引進原始像素 $x(i, j)$ ，作為各中間值濾波器之一輸入。雖然三層級中間值混合式濾波器已顯示對於大部分影像可運作良好，但缺點為無法普遍應用於影像之所有像素。邊緣方位可能無法找出，而且如上所述，進一步取決於影像之訊號對雜訊比，一雜訊之邊緣像素可能未經過濾而通過中間值濾波器。

圖6係一流程圖，說明根據一本發明之具體實施例之邊緣像素其最近鄰域之平均。

一本發明之具體實施例中，邊緣像素與非邊緣像素視為不同之雜訊移除技術。尤其，一邊緣像素需保留同樣為邊緣之鄰近像素之值。當兩不同之邊緣特性相鄰，並具有彼此相鄰之像素(例如，圖4顯示分別屬於第二與第一邊緣特性之邊緣像素 $E_2(6, 2)$ 及 $E_1(6, 3)$)時，那麼需予以區別，使錯誤之強度值不會與考慮之像素一起平均。因此，可以期待，邊緣像素及與考慮雜訊移除之像素具有“相似”強度值之鄰近(相鄰)像素將一起平均。決定強度值是否相似係藉由：比較考慮雜訊移除之像素與具有所有這類考慮雜訊移除之像素間絕對值差之平均的相鄰像素之間的絕對值差。如果差值小於平均，那麼相鄰像素視為與考慮雜訊移除之像素為“相似”強度。

圖6說明執行這類相似強度像素之最近鄰域平均之流程圖。首先，根據步驟605，絕對值差(AVD)或者像素 $x(i, j)$



五、發明說明 (22)

與各相鄰像素間之距離係已決定。例如，北向相鄰近像素 $x(i-1, j)$ 之距離為 $= |x(i, j) - x(i-1, j)|$ 。類似地，各相鄰像素與像素 $x(i, j)$ 之絕對值差 (AVD) 已決定。基本上，絕對值差 (AVD) 為考慮雜訊移除之像素與考慮為包含於平均組之相鄰像素間的相關測量 (見步驟620)。與像素 $x(i, j)$ 具相當之線性相關的該等相鄰像素將與 $x(i, j)$ 之值一起平均以獲得雜訊移除輸出像素 $x'(i, j)$ 。因此，絕對值差 (AVD) 為：

$$\Delta_{\text{NORTH}} = |x(i, j) - x(i-1, j)|, \Delta_{\text{SOUTH}} = |x(i, j) - x(i+1, j)|$$

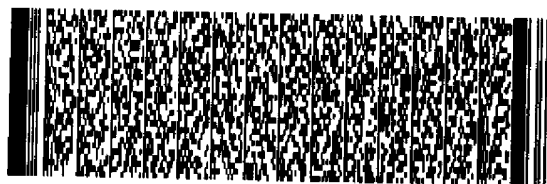
$$\Delta_{\text{WEST}} = |x(i, j) - x(i, j-1)|, \Delta_{\text{EAST}} = |x(i, j) - x(i, j+1)|$$

$$\Delta_{\text{NORTHEAST}} = |x(i, j) - x(i-1, j-1)|, \Delta_{\text{SOUTHWEST}} = |x(i, j) - x(i+1, j+1)|$$

$$\Delta_{\text{NORTHWEST}} = |x(i, j) - x(i-1, j+1)|, \Delta_{\text{SOUTHEAST}} = |x(i, j) - x(i+1, j-1)|.$$

一旦所有八個絕對值差 (AVD) (八個主要方向之各相鄰像素) 已決定，然後絕對值差 (AVD) 平均值便決定 (步驟610)。絕對值差 (AVD) 平均值簡單為各個絕對值差 (AVD) 之和除以八。

一旦絕對值差 (AVD) 之平均值決定，下一步驟為檢查是否第一相鄰像素為一邊緣像素 (步驟612)。如果像素並非一邊緣像素，那麼其不適用於平均方法，並排除於像素平均組之外 (步驟640)。如果相鄰像素為一邊緣像素，那麼執行另一相對關係之比較，以檢查是否相鄰像素與考慮之像素屬於相同的邊緣特性，或者屬於不同的邊緣特性 (見圖4，顯示像素 E_1 ， E_2 ， E_3 及 E_4 屬於變異強度之四個不同的邊緣特性)。相關測試 (步驟615) 之執行係找出相鄰像素是

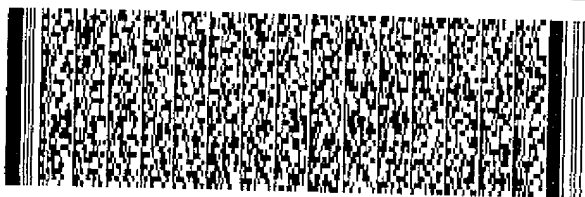


五、發明說明 (22)

否為一邊緣像素。根據步驟615，相鄰像素之絕對值差(AVD)係對步驟610中已決定之絕對值差(AVD)平均值比較。如果相鄰像素不相關，亦即，其值不小於平均之絕對值差(AVD)，那麼像素排除於平均組之外(步驟640)。

如果相鄰像素為一邊緣像素且其絕對值差(AVD)小於平均之絕對值差(AVD)，那麼像素包含於平均組中，可用於雜訊移除技術(步驟620)。因為其係平均組之一部分，第一步驟為：將相鄰像素之強度值相加存入一變數(暫存器)Accum，其基本上保存一執行之平均組各像素總和(步驟625)。ACCUM變數或者暫存器將輔助平均之決定(於步驟670中執行)。因為藉由邊緣像素之平均技術開始雜訊移除時，無法得知平均組內具有多少相鄰像素，所以第二變數(硬體中之暫存器)NUMCOUNT用以追蹤平均組內之像素數目。每次一新的相鄰像素加入平均組時，則NUMCOUNT增加一，開始之起始值為零。

如果仍有任何其他相鄰像素考慮作為平均時，則帶入下一相鄰像素(步驟645)，並且重覆步驟612至650。當一像素從平均組排除時，則執行其餘像素之相同檢查(步驟650)。當剩下之相鄰像素都不考慮為平均組時，那麼最後，考慮雜訊移除的像素 $x(i, j)$ 之值加至ACCUM(步驟655)。此有助於原始像素值與平均組之平均，因為如此原始像素於其中具有同等之表示。此外，NUMCOUNT增加一(步驟665)，以計算包含於平均組之額外像素 $x(i, j)$ 。根據步驟670，平均組中像素之平均係藉由將ACCUM之內容除



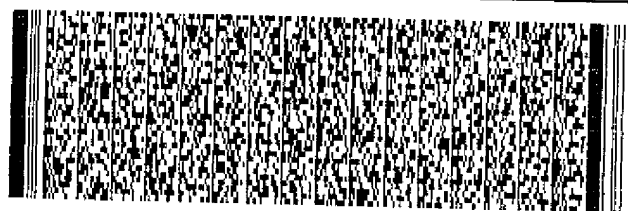
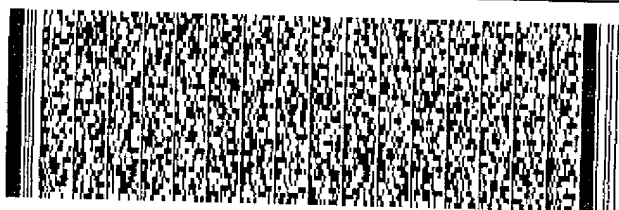
五、發明說明 (23)

以NUMCOUNT而決定。合量之平均即為雜訊移除像素 $x'(i, j)$ 。此 $x'(i, j)$ 之值存至一陣列或者表格，使原始值 $x(i, j)$ 不會蓋掉，而可進一步用於其他像素之雜訊移除（步驟675）。當雜訊移除之像素值 $x'(i, j)$ 決定時，則清除變數（暫存器）ACCUM及NUMCOUNT（設定為零以幫助下一邊緣像素 x 之處理）。當雜訊因而從前邊緣像素 x 移除時，可能帶入另一分類為邊緣像素之像素（步驟685），新的像素並且重覆步驟605—680。

藉由將相似強度之相鄰邊緣像素與原始像素 $x(i, j)$ 一起平均，可維持邊緣特性，甚至可強化，因為平均結果其邊緣平滑且具一致性。分別處理邊緣像素與非邊緣像素，以避免雜訊移除邊緣大幅削去以及執行內插後色彩漫延之傳統問題。平均技術同樣可於所述之可攜式數位相機的快速硬體架構中執行，並可直接以應用於彩色濾波器陣列（CFA）範圍（色彩內插前之Bayer圖樣RGB色彩空間）。

圖7係一本發明之具體實施例的系統圖。

圖7說明一電腦系統710，可為像是一個人電腦（PC）之任何一般或者特殊用途之決定亦或資料處理機器，連接至一相機730。相機730可為一數位相機，數位視訊相機，或者任何捕捉裝置或影像系統，而用以捕捉一物體或者景象740之感測器影像。基本上，捕捉之影像經壓縮，並由一影像處理電路732處理，所以可有效地儲存於一影像記憶體單元734，其可能為一隨機存取記憶體（RAM）或者像是固定式磁碟，小型記憶卡等其他儲存裝置。大部分數位相機

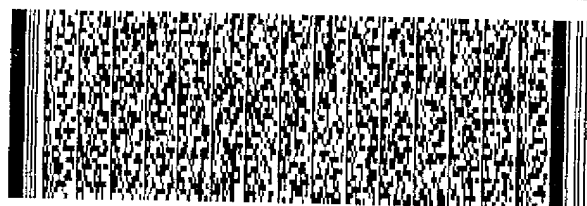


五、發明說明 (24)

中，從像是一掃描器之影像捕捉機制取得未修飾之影像首先儲存於相機730，而隨後下載以輸出，顯示，或者處理。此允許相機730可快速地捕捉下一物體而無需額外之延遲。一方便之未修飾影像表示法為上述之8位元Bayer圖樣彩色濾波器陣列(CFA)。

一具體實施例中，一影像由相機730捕捉成為一未修飾之8位元Bayer圖樣彩色濾波器陣列(CFA)，然後壓縮成某些其他資料或者編碼格式。根據本發明之具體實施例的雜訊移除作業如下。首先，壓縮之影像從相機730，透過輸入/輸出(I/O)埠717，下載至一磁碟718或者電腦系統710之其他裝置。該壓縮影像係於電腦系統710上解壓縮。然後，電腦系統藉由執行各種本發明之具體實施例中所述指令，於任何色彩內插前之已恢復的彩色濾波器陣列(CFA)影像執行雜訊移除。

執行各種本發明之具體實施例中所述的方法原理可使用一像是奔騰(Pentium)(英特爾公司之一產品)處理器712及像是隨機存取記憶體(RAM)之記憶體711，用以儲存/載入指令，位址與結果資料。用於彩色濾波器陣列(CFA)執行雜訊移除之應用程式可為一像是C++之程式語言所寫成的原始程式所編譯之可執行模組。可執行模組之指令，對應於輔助偵測邊緣，並將第一雜訊移除技術應用於邊緣像素，以及將第二雜訊移除技術應用於非邊緣像素之指令，儲存至一磁碟718或者記憶體711，並透過某些電腦可讀取之媒體載入。一般熟知電腦科學技藝人士將明顯可見一程



五、發明說明 (25)

式規劃之決定機器，以實現各種本發明之具體實施例所述的內插方法原理。

電腦系統710具有一系統匯流排713，可幫助資訊傳輸至/從處理器712及記憶體711，且同時具有一橋接器714，將系統匯流排713連接至輸入/輸出(I/O)匯流排715。輸入/輸出(I/O)匯流排715連接像是顯示轉接器716，磁碟718之各種輸入/輸出(I/O)裝置，以及像是串列埠之輸入/輸出(I/O)埠。許多輸入/輸出(I/O)裝置，匯流排及橋接器之這類組合可用於本發明，而所示之組合僅說明這類可能之組合。

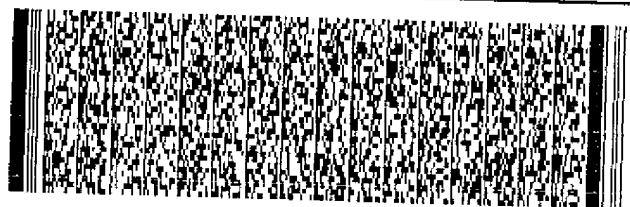
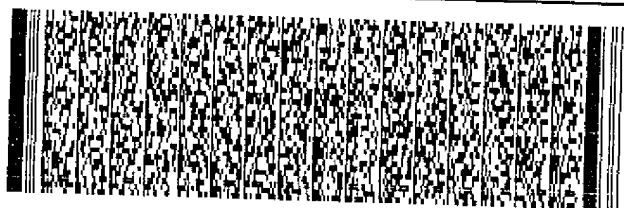
當捕捉一像是一物體/景象740之影像時，其影像感測像是Bayer圖樣之彩色濾波器陣列(CFA)的R，G與B像素。這些像素值送至影像處理電路732。影像處理電路732由積體電路(IC)以及其他組成所構成，於其他多種功能間，執行一影像壓縮方案，以降低相機730與電腦系統710間之傳送大小。所需之色彩內插於顯示或者輸出影像時為最重要，因此無需執行於相機730。當使用者或者應用程式希望/要求下載影像時，儲存於影像記憶體單元中之壓縮影像從影像記憶體單元734傳送至輸入/輸出(I/O)埠717。輸入/輸出(I/O)埠717使用所示之匯流排橋接器階層架構(輸入/輸出(I/O)匯流排715將橋接器714橋接至系統匯流排713)，暫時將影像資料儲存至記憶體711，或者選擇性儲存至磁碟718。壓縮之影像由適當之應用軟體(或者專屬硬體)解壓縮，並可利用處理器712進行。解壓縮之影像資料將恢

五、發明說明 (26)

復為一與相機730感測器所捕捉之影像資料相似或者相同的8位元Bayer圖樣彩色濾波器陣列(CFA)。

下載之影像一旦解壓縮，將具有其未修飾之彩色濾波器陣列(CFA)形式的像素。如果希望雜訊移除影像於監視器720輸出，那麼透過使用色彩內插形成全彩像素之前，使用各種根據本發明之具體實施例的雜訊移除。下載且已解壓縮之影像將逐一像素分析，並藉由應用上述技術，各像素轉換成一雜訊移除像素。較佳者，各雜訊移除像素於記憶體711或者磁碟718中存成一陣列，以維護原始(恢復之)彩色濾波器陣列(CFA)可用於其他像素之雜訊移除。一旦透過彩色濾波器陣列(CFA)執行雜訊移除，然後雜訊移除陣列可用於色彩內插處理，而如有必要，則丟棄原始(恢復之)彩色濾波器陣列(CFA)。雜訊移除以及色彩內插後呈現之影像750將呈現較佳細節，更清晰之邊緣以及更少之雜訊，將提供予適當之顯示裝置(監視器720及轉接器716)，因而更接近原始物體/景象740。雜訊移除及色彩內插後之影像，透過轉接器716呈現後，可儲存於磁碟718，記憶體711以及/或者直接輸出至監視器720。

雜訊移除之電腦程式碼可包裝於像是軟式磁碟或者光碟唯讀記憶體(CD-ROM)之可拆式電腦可讀取媒體，也可隨附於執行下載自相機730之影像解壓縮軟體。當隨附於任何其他軟體時，可於一通訊系統之網路上下載/分配，或者可用於韌體中。這些下載之影像可根據其邊緣特性進行雜訊移除，因而影像可更精確而明顯地將物體/景象740呈現



五、發明說明 (27)

予使用者。根據另一本發明之具體實施例的雜訊移除，同樣可執行於相機730本身之硬體中。

一替代之本發明具體實施例中，影像處理電路732可適用於包括於相機上執行雜訊移除之電路，因而影像記憶體單元734中儲存之影像係一雜訊移除影像。因此，當下載至電腦系統710或者一呈現裝置時，第一層級之雜訊已消除。這類具體實施例中，影像可於影像處理中任何階段移除。例如，各種本發明之具體實施例中，直接應用於彩色濾波器陣列(CFA)範圍的雜訊移除技術，可於色彩解析伸縮之後或者之前使用。這類硬體之具體實施例，其中速度上有所要求，當決定各雜訊移除之像素時，可直接寫回影像記憶體單元734或者儲存彩色濾波器陣列(CFA)之其他儲存機制，而可重覆雜訊移除處理。上述用以找出像素梯度並決定邊緣之方法可由超大型積體電路(VLSI)或者積體電路輕易執行。於各種本發明之具體實施例中呈現之雜訊移除技術具有電位直接硬體執行之優點，由於不同於傳統之雜訊移除技術，係指定直接應用於彩色濾波器陣列(CFA)範圍。

提供此處所述之示範的具體實施例僅用以說明本發明之原理，而不應解釋為限制本發明之範圍。而是，本發明之原理可應於系統廣泛區域，以達成此處所述之優點，並達成其他優點或者同時滿足其他目標。

四、中文發明摘要 (發明之名稱：新的以邊緣偵測為基之雜訊移除演算法)

所揭示的是一種藉由邊緣與非邊緣像素間之區分，以移除雜訊，並將一第一雜訊移除技術應用於分類為非邊緣像素之像素，以及將一第二雜訊移除技術應用於分類為邊緣像素之像素的方法。該方法原理係運作於在色彩內插前之彩色濾波器陣列(CFA)範圍中之影像，且無論係邊緣抑或非邊緣，使用適合於該分類之技術。

英文發明摘要 (發明之名稱：A NEW EDGE-DETECTION BASED NOISE REMOVAL ALGORITHM)

What is disclosed is a method for removing noise by distinguishing between edge and non-edge pixels and applying a first noise removal technique to pixels classified as non-edge pixels and a second noise removal technique to pixels classified as edge pixels. The methodology operates on images while in a Color Filter Array (CFA) domain prior to color interpolation, and uses techniques suited to the classification, whether edge or non-edge.



六、申請專利範圍

1. 一種影像處理方法，包含以下步驟：

將一所捕捉影像之像素，以其彩色濾波器陣列形式，分類為邊緣像素或者非邊緣像素；

將一第一雜訊移除技術應用於該等分類為非邊緣像素之像素；以及

當該雜訊移除技術應用於仍為色彩濾器陣列之形式時，將一第二雜訊移除技術應用於該等分類為邊緣之像素。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中分類之步驟包括以下步驟：

定義一局部區域，該局部區域係所捕捉影像之一部分；

決定各像素於局部區域內之梯度；以及

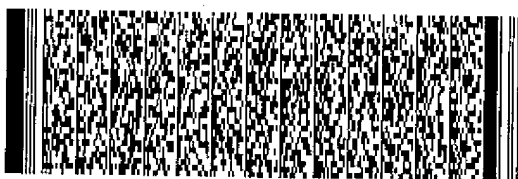
對各像素，將其梯度值與一給定之臨界值比較，如果梯度值大於該臨界值，則將該像素分類為一邊緣像素，如果不是，則將該像素分類為一非邊緣像素。

3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該給定之臨界值係一藉由分析局部區域內所有像素之梯度值而決定的局部臨界值。

4. 如申請專利範圍第2項之方法，其中重覆定義，決定與分類之步驟，直到該捕捉之影像的所有像素分類為止。

5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第一雜訊移除技術包括一多重層級中間值混合式濾波器之應用。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第二雜訊移除技



六、申請專利範圍

術包括一屬於相同邊緣特性之相鄰像素的線性平均。

7. 如申請專利範圍第2項之方法，其中決定梯度之步驟包括以下步驟：

將第一罩幕應用於一圍繞各像素之鄰域，該像素之梯度係藉由取得第一方向微分量而決定；

將第二罩幕應用於該圍繞各像素之鄰域，該像素之梯度係藉由取得第二方向微分量而決定，其中該第二方向直垂於第一方向；

以一由該第一方向微分量與第二方向微分量之向量加法所定義的向量大小決定梯度。

8. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該大小之取得係藉由以下步驟：

將該第一方向微分予以平方；

將該第二方向微分予以平方；

將該平方之第一與第二方向微分加總；以及

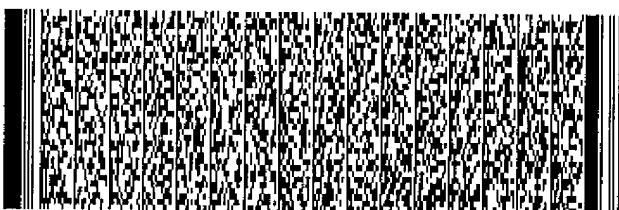
擷取該總和之平方根，該大小即等於該平方根。

9. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一罩幕於第一方向具有變化之係數-1與+1的Sobel罩幕。

10. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一罩幕於第二方向具有變化之係數-1與+1的Sobel罩幕。

11. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一罩幕於第一方向具有變化之係數-1，-2，+1與+2的Prewitt罩幕。

12. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一罩幕於第二方向具有變化之係數-1，-2，+1與+2的Prewitt罩幕。



六、申請專利範圍

13. 如申請專利範圍第1項之方法，其中分類及應用之步驟相對於彩色濾波器陣列(CFA)中各色彩板獨立執行。

14. 如申請專利範圍第13項之方法，其中該彩色濾波器陣列(CFA)包括四個色彩板，亦即，一紅色板，一第一綠色板，一第二綠色板以及一藍色板。

15. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該彩色濾波器陣列(CFA)排列成為一Bayer圖樣。

16. 如申請專利範圍第6項之方法，其中一邊緣特性與另一邊緣特性之區別係藉由應用以下步驟：

決定考慮雜訊移除之像素間的絕對值差(AVD)；

所有絕對值差(AVD)一起平均；

比較該平均之絕對值差(AVD)與各相鄰像素之絕對值差(AVD)，如果給定之相鄰像素的絕對值差(AVD)小於平均之絕對值差(AVD)，那麼包括該相鄰像素屬於考慮雜訊移除之像素的邊緣特性。

17. 一種儲存眾多指令序列之電腦可讀取媒體，該眾多指令包括當由一處理器執行時，將引發該處理器執行以下步驟之指令序列：

根據一第一雜訊移除技術從一分類為一非邊緣像素之像素移除雜訊；以及

根據一第二雜訊移除技術從一分類為邊緣像素之像素移除雜訊。

18. 一種影像裝置，包含：

一用以接收未修飾之影像資料的影像處理電路，該



六、申請專利範圍

影像處理單元係被規畫以根據一第一雜訊移除技術從非邊緣像素移除雜訊，以及根據一第二雜訊移除技術從邊緣像素移除雜訊。

19. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該未修飾之影像資料儲存於Bayer圖樣彩色濾波器陣列中。

20. 如申請專利範圍第15項之裝置，進一步包含：

一影像記憶體單元，連接至該影像處理電路，當像素屬於該雜訊移除技術時，用以接收並儲存該未修飾之影像資料。

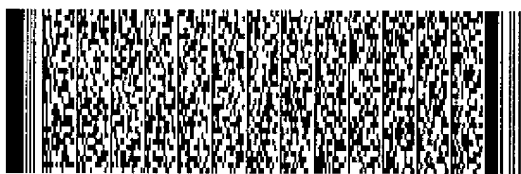
21. 一種影像處理系統，包含：

一影像捕捉裝置，其係被規畫以提供彩色濾波器陣列範圍中未修飾之影像資料；以及

一資料處理單元，連接至該影像捕捉裝置，該資料處理單元配置以從仍於彩色濾波器陣列(CFA)範圍中未修飾之資料移除雜訊，該資料處理單元係被規畫以將第一雜訊移除技術應用於未修飾之影像資料中分類為非邊緣像素之像素，以及將第二雜訊移除技術應用於未修飾之影像資料中分類為邊緣像素之像素。

22. 如申請專利範圍第19項之系統，進一步包含一儲存媒體，連接至該資料處理單元，該儲存媒體儲存該雜訊移除之影像資料。

23. 如申請專利範圍第19項之系統，進一步包含一顯示裝置，連接至該資料處理單元，該顯示器配置與內插之色彩組成一起呈現該雜訊移除之未修飾的影像資料，當從顯



六、申請專利範圍

示裝置輸出時，可形成一全彩影像。



89120329

圖式

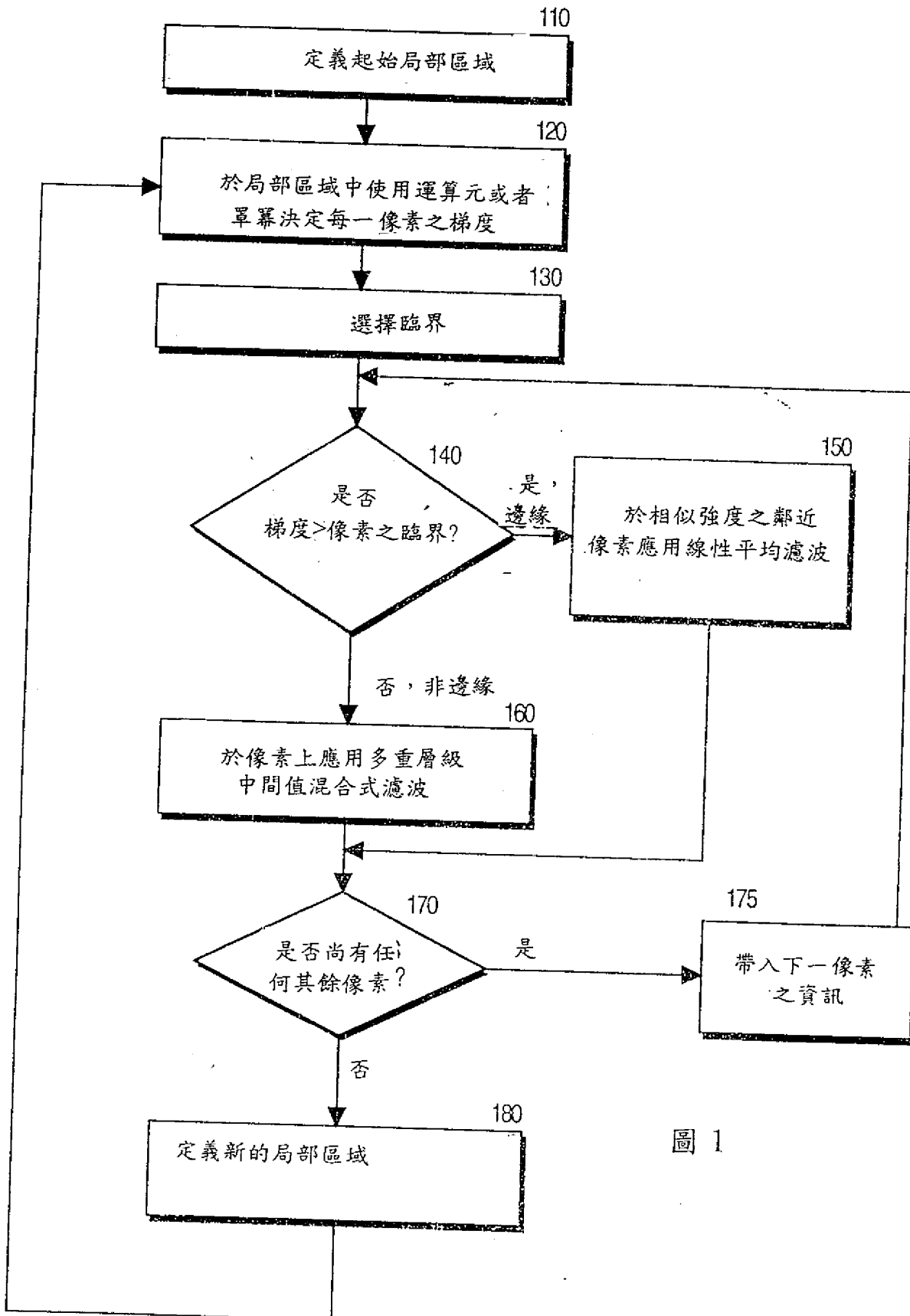


圖 1

圖式

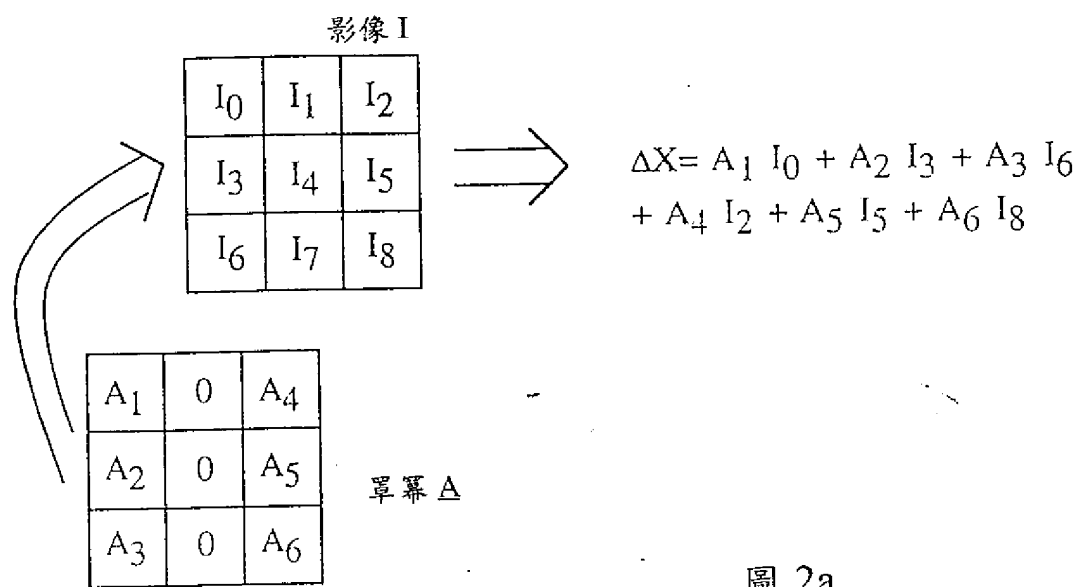


圖 2a

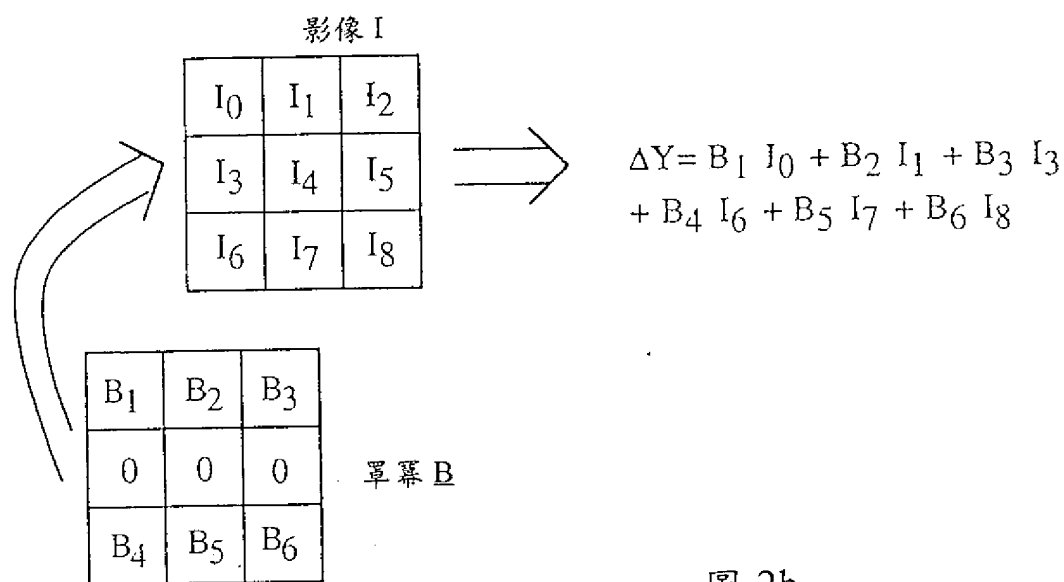


圖 2b

圖式

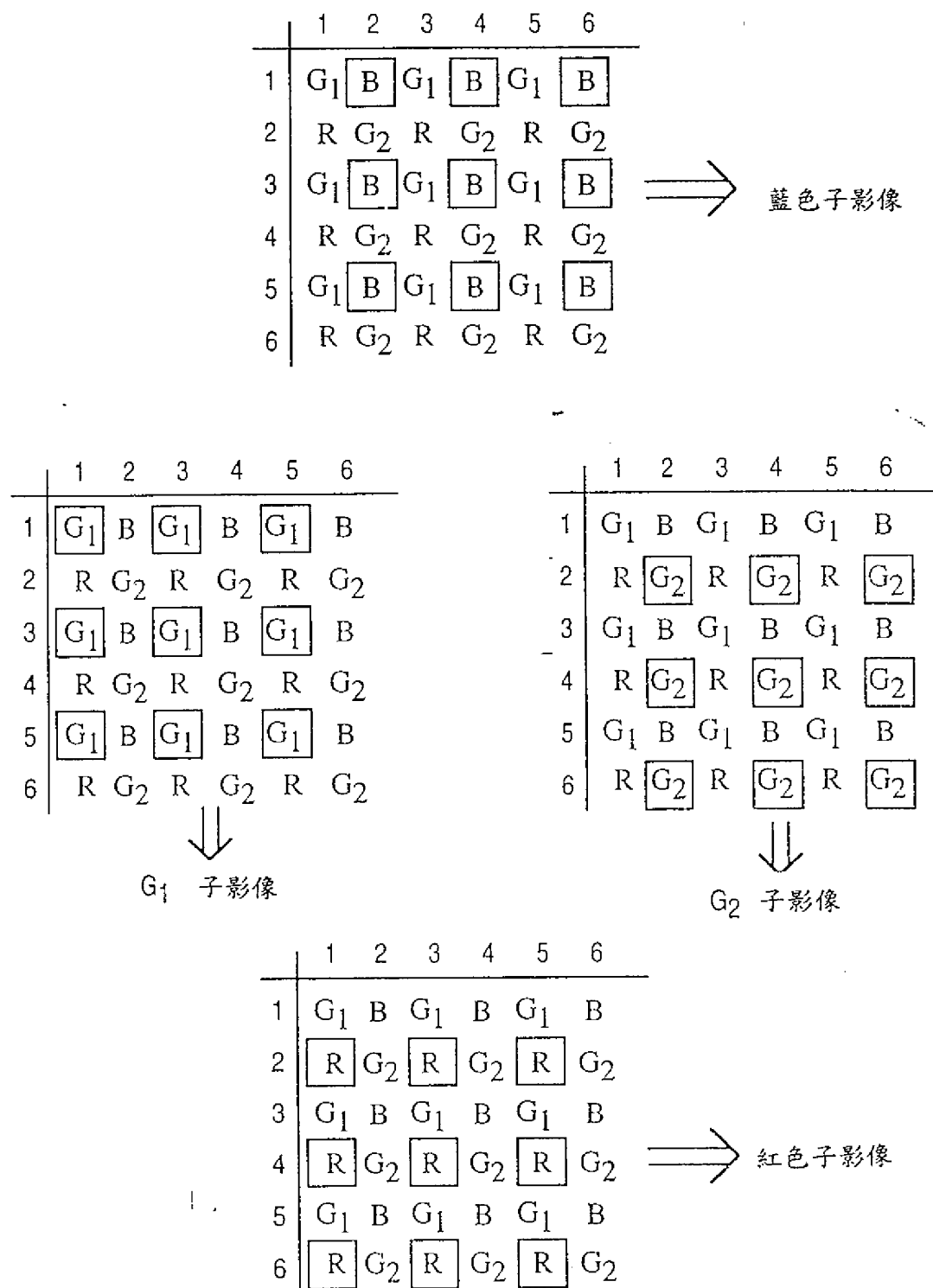


圖 3

圖式

	1	2	3	4	5	6
1	NE	NE	E ₁	NE	E ₄	NE
2	NE	E ₁	NE	NE	E ₄	NE
3	NE	E ₁	NE	NE	E ₄	NE
4	NE	E ₁	E ₁	NE	NE	E ₃
5	NE	NE	E ₁	NE	NE	E ₃
6	E ₂	E ₂	E ₁	NE	E ₃	E ₃

E - 邊緣像素

- E₁ - 第一邊緣特性
- E₂ - 第二邊緣特性
- E₃ - 第三邊緣特性
- E₄ - 第四邊緣特性

NE - 非邊緣像素

圖 4

圖式

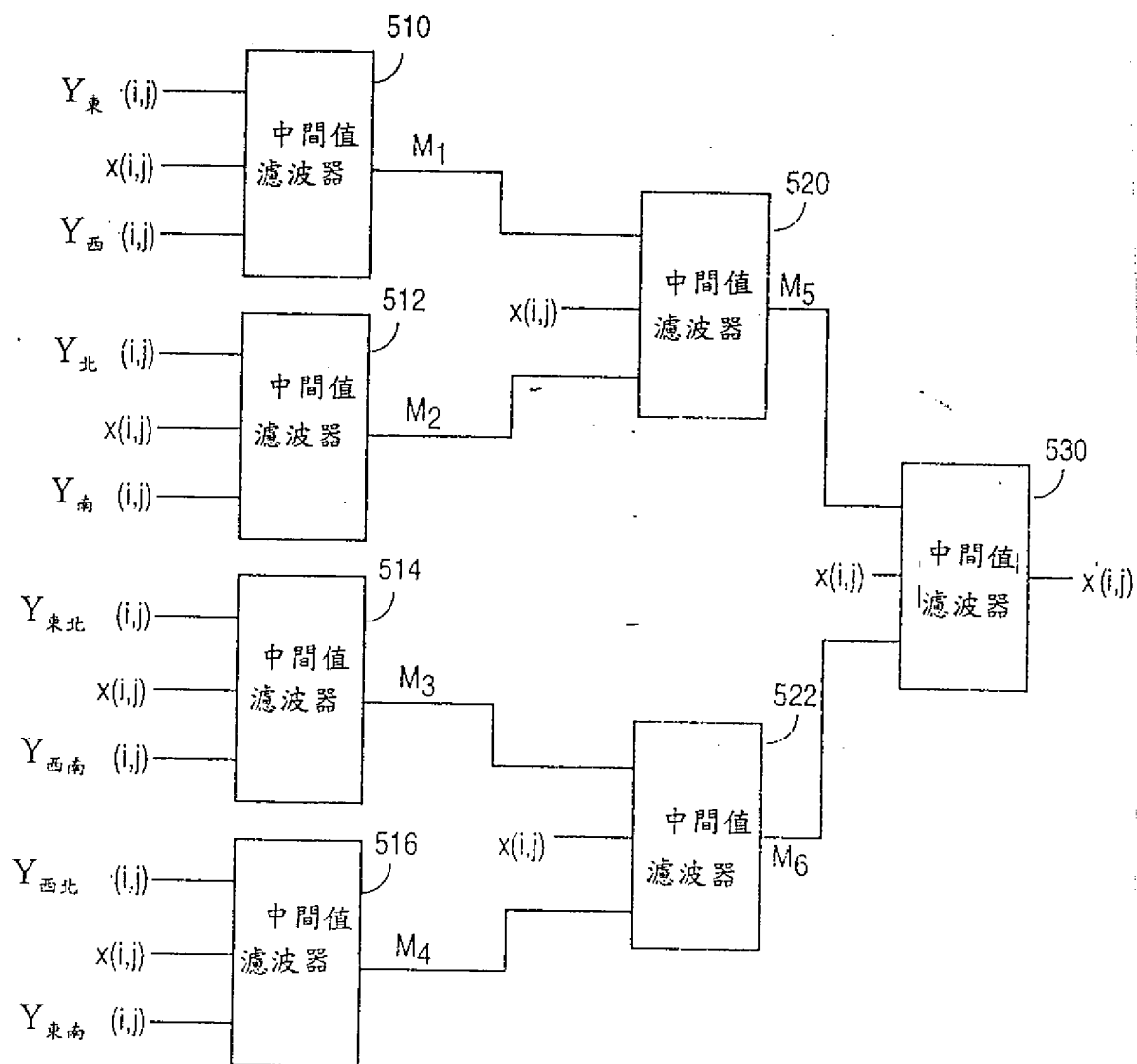


圖 5

圖式

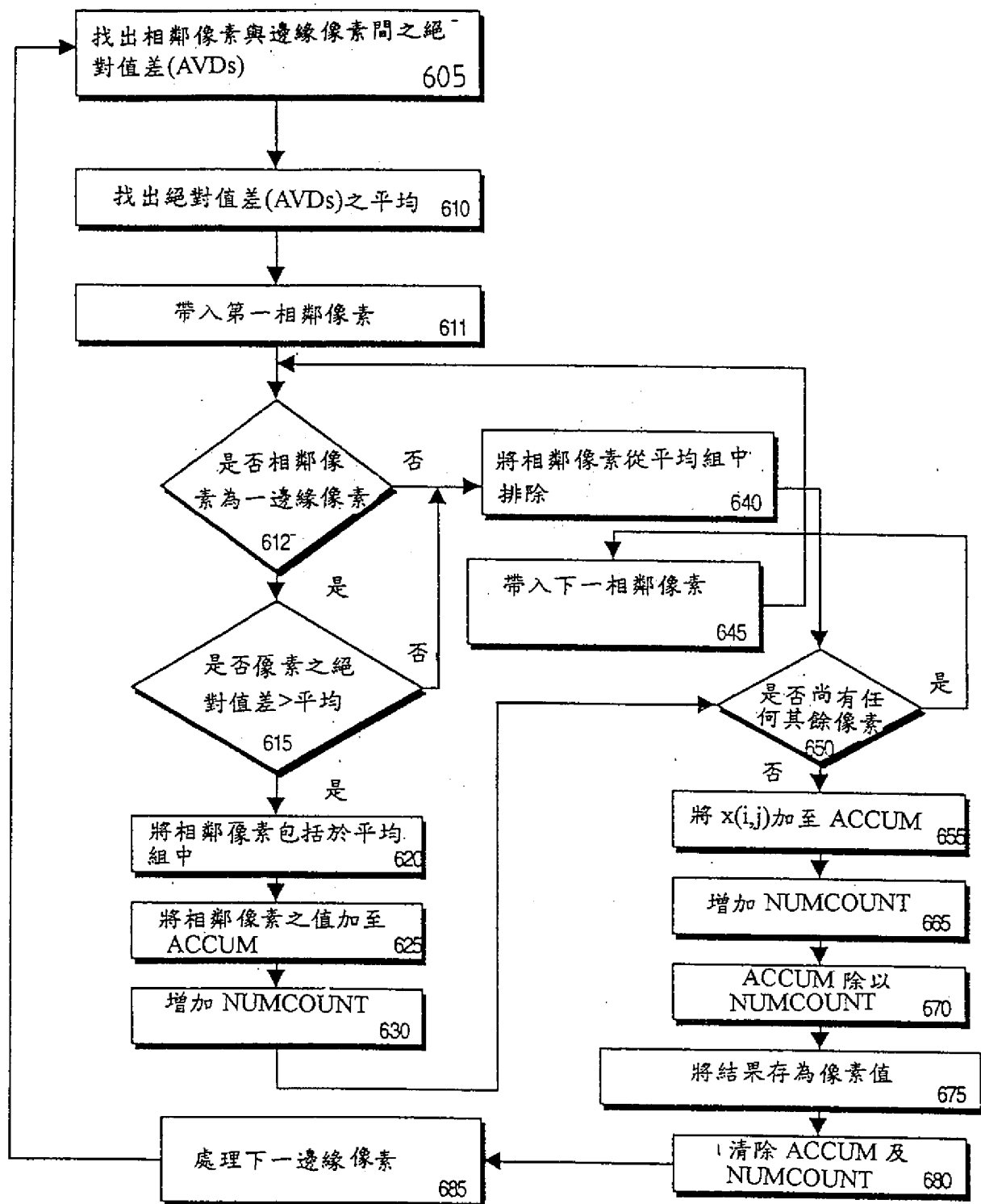
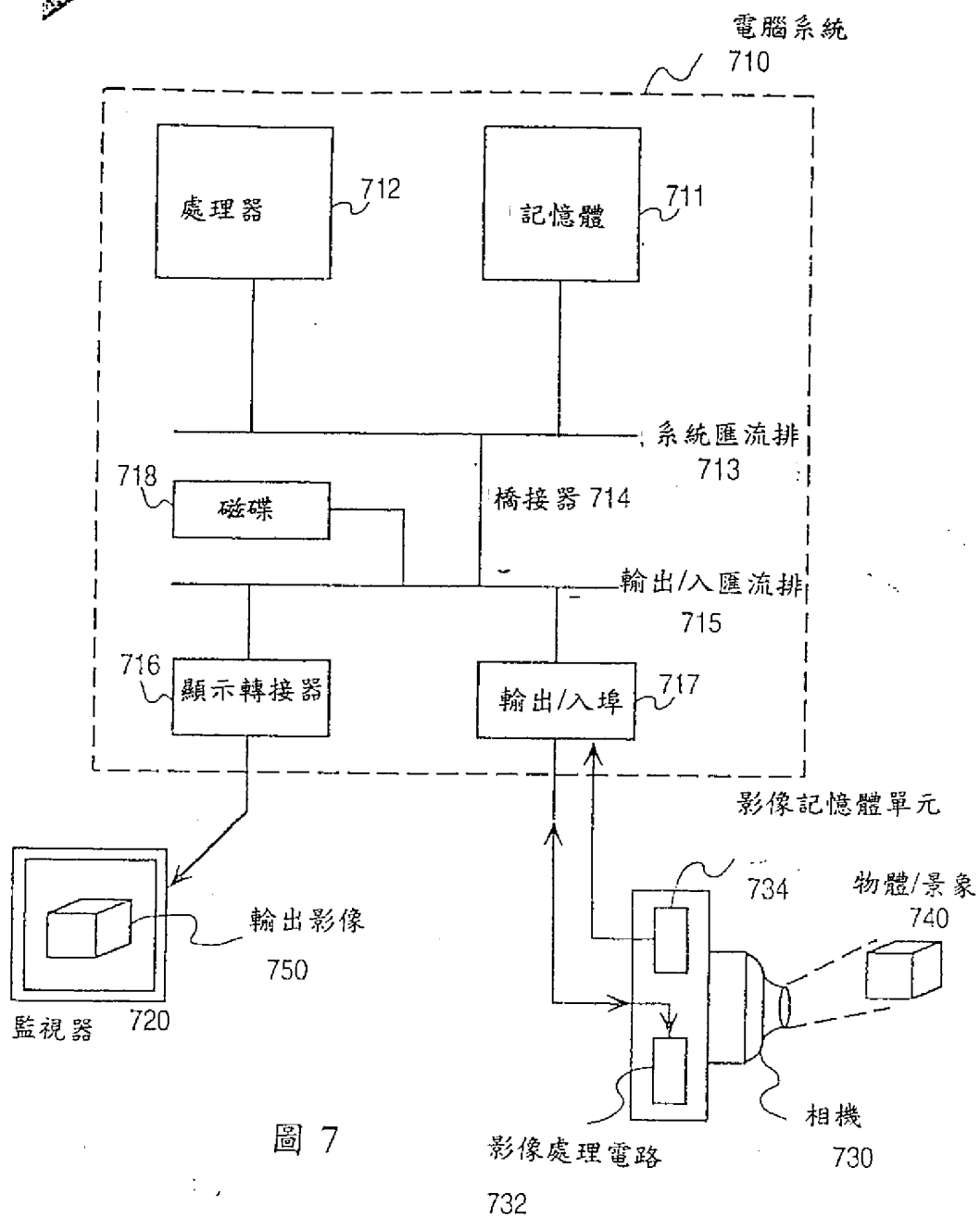


圖 6

圖式



五、發明說明 (5)

圖式之簡單說明

本發明之方法及裝置之主題，其特點與優點從以下所述將明顯可見，其中：

圖1係一本發明之具體實施例的流程圖。

圖2(a)說明一用以獲得第一方向微分之單幕。

圖2(b)說明一用以獲得第一方向微分之單幕。

圖3說明雜訊移除技術於根據本發明之具體實施例的各種板單獨應用。

圖4說明如應用於一示範之影像區域的本發明至少一具實施例之原理。

圖5係如用於本發明之各種具體實施例中之三層級中間混合式濾波器的區塊圖。

圖6係如用於本發明之各種具體實施例中之三層級中間混合式濾波器的區塊圖。

圖7係一本發明之具體實施例之系統圖。

圖示元件符號說明

510, 512, 514, 516, 520, 522 及 530	中間值濾波器
710	電腦系統
711	記憶體
712	處理器
713	系統匯流排
714	橋接器
715	輸入/輸出匯流排
716	顯示轉接器
717	輸入/輸出埠
718	磁碟
720	監視器
730	照相機
732	影像處理電路
734	影像記憶體單元
740	物體/景象
750	影像

煩請委員會明示
修正本有無變更實質內容是否准予修正。
90年3月21日

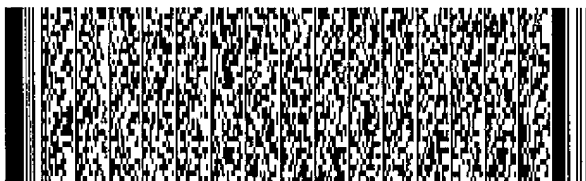


五、發明說明 (6)

發明詳述

參照圖式，現在將描述本發明示範之具體實施例。提供該示範之具體實施例係用以說明本發明之各方面，而不應解釋為用以限制本發明之範圍。該示範之具體實施例主要係參照區塊圖或者流程圖予以描述。至於流程圖，流程圖中各區塊係代表一方法步驟以及一用以執行該方法步驟之裝置元件兩者。取決於該具體實施例，相關之裝置元件可配置於硬體，軟體，韌體或者其組合中。

當由一感測器或照像機，或者其他影像裝置捕捉之影像



五、發明說明 (22)

與各相鄰像素間之距離係已決定。例如，北向相鄰近像素 $x(i-1, j)$ 之距離為 $= |x(i, j) - x(i-1, j)|$ 。類似地，各相鄰像素與像素 $x(i, j)$ 之絕對值差 (AVD) 已決定。基本上，絕對值差 (AVD) 為考慮雜訊移除之像素與考慮為包含於平均組之相鄰像素間的相關測量 (見步驟620)。與像素 $x(i, j)$ 具相當之線性相關的該等相鄰像素將與 $x(i, j)$ 之值一起平均以獲得雜訊移除輸出像素 $x'(i, j)$ 。因此，絕對值差 (AVD) 為：

$$\Delta_{\text{NORTH}} = |x(i, j) - x(i-1, j)|, \Delta_{\text{SOUTH}} = |x(i, j) - x(i+1, j)|$$

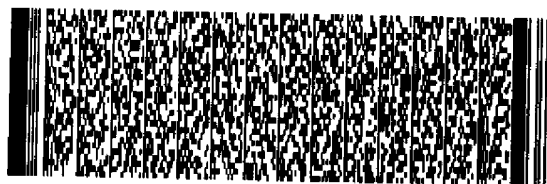
$$\Delta_{\text{WEST}} = |x(i, j) - x(i, j-1)|, \Delta_{\text{EAST}} = |x(i, j) - x(i, j+1)|$$

$$\Delta_{\text{NORTHEAST}} = |x(i, j) - x(i-1, j-1)|, \Delta_{\text{SOUTHWEST}} = |x(i, j) - x(i+1, j+1)|$$

$$\Delta_{\text{NORTHWEST}} = |x(i, j) - x(i-1, j+1)|, \Delta_{\text{SOUTHEAST}} = |x(i, j) - x(i+1, j-1)|.$$

一旦所有八個絕對值差 (AVD) (八個主要方向之各相鄰像素) 已決定，然後絕對值差 (AVD) 平均值便決定 (步驟610)。絕對值差 (AVD) 平均值簡單為各個絕對值差 (AVD) 之和除以八。

一旦絕對值差 (AVD) 之平均值決定，下一步驟為檢查是否第一相鄰像素為一邊緣像素 (步驟612)。如果像素並非一邊緣像素，那麼其不適用於平均方法，並排除於像素平均組之外 (步驟640)。如果相鄰像素為一邊緣像素，那麼執行另一相對關係之比較，以檢查是否相鄰像素與考慮之像素屬於相同的邊緣特性，或者屬於不同的邊緣特性 (見圖4，顯示像素 E_1 ， E_2 ， E_3 及 E_4 屬於變異強度之四個不同的邊緣特性)。相關測試 (步驟615) 之執行係找出相鄰像素是



六、申請專利範圍

1. 一種影像處理方法，包含以下步驟：

將一所捕捉影像之像素，以其彩色濾波器陣列形式，分類為邊緣像素或者非邊緣像素；

將一第一雜訊移除技術應用於該等分類為非邊緣像素之像素；以及

當該雜訊移除技術應用於仍為色彩濾器陣列之形式時，將一第二雜訊移除技術應用於該等分類為邊緣之像素。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中分類之步驟包括以下步驟：

定義一局部區域，該局部區域係所捕捉影像之一部分；

決定各像素於局部區域內之梯度；以及

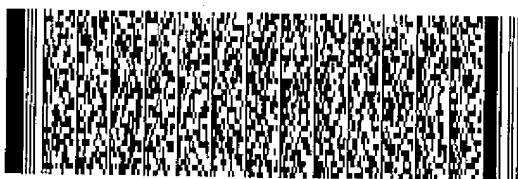
對各像素，將其梯度值與一給定之臨界值比較，如果梯度值大於該臨界值，則將該像素分類為一邊緣像素，如果不是，則將該像素分類為一非邊緣像素。

3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該給定之臨界值係一藉由分析局部區域內所有像素之梯度值而決定的局部臨界值。

4. 如申請專利範圍第2項之方法，其中重覆定義，決定與分類之步驟，直到該捕捉之影像的所有像素分類為止。

5. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第一雜訊移除技術包括一多重層級中間值混合式濾波器之應用。

6. 如申請專利範圍第1項之方法，其中第二雜訊移除技



六、申請專利範圍

術包括一屬於相同邊緣特性之相鄰像素的線性平均。

7. 如申請專利範圍第2項之方法，其中決定梯度之步驟包括以下步驟：

將第一罩幕應用於一圍繞各像素之鄰域，該像素之梯度係藉由取得第一方向微分量而決定；

將第二罩幕應用於該圍繞各像素之鄰域，該像素之梯度係藉由取得第二方向微分量而決定，其中該第二方向直垂於第一方向；

以一由該第一方向微分量與第二方向微分量之向量加法所定義的向量大小決定梯度。

8. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該大小之取得係藉由以下步驟：

將該第一方向微分予以平方；

將該第二方向微分予以平方；

將該平方之第一與第二方向微分加總；以及

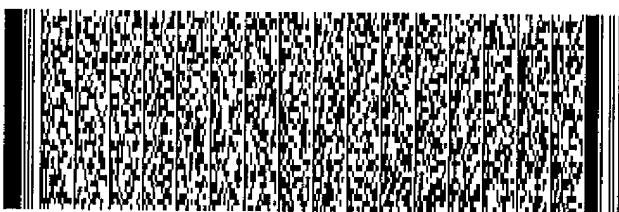
擷取該總和之平方根，該大小即等於該平方根。

9. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一罩幕於第一方向具有變化之係數-1與+1的Sobel罩幕。

10. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一罩幕於第二方向具有變化之係數-1與+1的Sobel罩幕。

11. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一罩幕於第一方向具有變化之係數-1，-2，+1與+2的Prewitt罩幕。

12. 如申請專利範圍第7項之方法，其中該第一罩幕於第二方向具有變化之係數-1，-2，+1與+2的Prewitt罩幕。



六、申請專利範圍

13. 如申請專利範圍第1項之方法，其中分類及應用之步驟相對於彩色濾波器陣列(CFA)中各色彩板獨立執行。

14. 如申請專利範圍第13項之方法，其中該彩色濾波器陣列(CFA)包括四個色彩板，亦即，一紅色板，一第一綠色板，一第二綠色板以及一藍色板。

15. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該彩色濾波器陣列(CFA)排列成為一Bayer圖樣。

16. 如申請專利範圍第6項之方法，其中一邊緣特性與另一邊緣特性之區別係藉由應用以下步驟：

決定考慮雜訊移除之像素間的絕對值差(AVD)；

所有絕對值差(AVD)一起平均；

比較該平均之絕對值差(AVD)與各相鄰像素之絕對值差(AVD)，如果給定之相鄰像素的絕對值差(AVD)小於平均之絕對值差(AVD)，那麼包括該相鄰像素屬於考慮雜訊移除之像素的邊緣特性。

17. 一種儲存眾多指令序列之電腦可讀取媒體，該眾多指令包括當由一處理器執行時，將引發該處理器執行以下步驟之指令序列：

根據一第一雜訊移除技術從一分類為一非邊緣像素之像素移除雜訊；以及

根據一第二雜訊移除技術從一分類為邊緣像素之像素移除雜訊。

18. 一種影像裝置，包含：

一用以接收未修飾之影像資料的影像處理電路，該



六、申請專利範圍

影像處理單元係被規畫以根據一第一雜訊移除技術從非邊緣像素移除雜訊，以及根據一第二雜訊移除技術從邊緣像素移除雜訊。

19. 如申請專利範圍第16項之裝置，其中該未修飾之影像資料儲存於Bayer圖樣彩色濾波器陣列中。

20. 如申請專利範圍第15項之裝置，進一步包含：

一影像記憶體單元，連接至該影像處理電路，當像素屬於該雜訊移除技術時，用以接收並儲存該未修飾之影像資料。

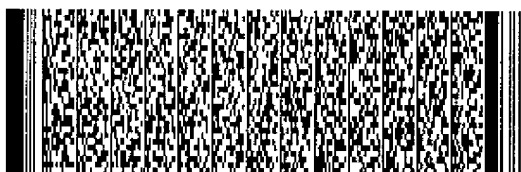
21. 一種影像處理系統，包含：

一影像捕捉裝置，其係被規畫以提供彩色濾波器陣列範圍中未修飾之影像資料；以及

一資料處理單元，連接至該影像捕捉裝置，該資料處理單元配置以從仍於彩色濾波器陣列(CFA)範圍中未修飾之資料移除雜訊，該資料處理單元係被規畫以將第一雜訊移除技術應用於未修飾之影像資料中分類為非邊緣像素之像素，以及將第二雜訊移除技術應用於未修飾之影像資料中分類為邊緣像素之像素。

22. 如申請專利範圍第19項之系統，進一步包含一儲存媒體，連接至該資料處理單元，該儲存媒體儲存該雜訊移除之影像資料。

23. 如申請專利範圍第19項之系統，進一步包含一顯示裝置，連接至該資料處理單元，該顯示器配置與內插之色彩組成一起呈現該雜訊移除之未修飾的影像資料，當從顯



六、申請專利範圍

示裝置輸出時，可形成一全彩影像。

