

公告本

申請日期：90 12 31 案號：90133168

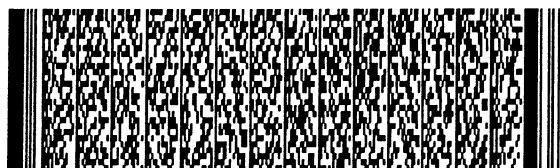
類別：H04N 7/32

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

548990

一、發明名稱	中文	利用N個皇后像素篩選之快速動態預測方法
	英文	
二、發明人	姓名 (中文)	1. 王俊能 2. 楊心偉 3. 劉啟民 4. 蔣迪豪
	姓名 (英文)	1. 2. 3. 4.
	國籍	1. 中華民國 2. 中華民國 3. 中華民國 4. 中華民國
	住、居所	1. 高雄縣大樹鄉九曲村神農街16號 2. 桃園市中山里泰昌二街59巷16號 3. 新竹縣竹東鎮中興路二段378巷11號4樓 4. 台北市同安街48巷3號3樓
三、申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 國立交通大學
	姓名 (名稱) (英文)	1.
	國籍	1. 中華民國
	住、居所 (事務所)	1. 新竹市大學路1001號
	代表人 姓名 (中文)	1. 張俊彥
	代表人 姓名 (英文)	1.



本案已向

國(地區)申請專利

申請日期

案號

主張優先權

無

有關微生物已寄存於

寄存日期

寄存號碼

無

四、中文發明摘要 (發明之名稱：利用N個皇后像素篩選之快速動態預測方法)

本發明係在提出一種利用N個皇后像素篩選之快速動態預測方法，其係在視訊串列中選擇一參考區塊及欲處理之區塊後，使用 $N \times N$ 的皇后取樣圖案篩選像素，以進行區塊匹配，進而擷取出一足夠好之區塊差異值。本發明係以像素篩選法的方式結合減少搜尋點的快速動態預測方法，達到簡化動態預測法的計算複雜度之目的，因此不但能篩選出具有足夠代表性的像素，亦不會多出額外的計算複雜度。

英文發明摘要 (發明之名稱：)



五、發明說明 (1)

發明領域：

本發明係有關一種動態預測方法，特別是關於一種利用 N 個皇后像素篩選 (N-Queen Pixel Decimation) 之快速動態預測 (Fast Motion Estimation) 方法，以去除視訊串列上的多餘性，達到視訊壓縮之目的者。

發明背景：

按，隨著科技的進步，在視訊串列 (video sequence) 傳輸中視訊資料的流量及品質益顯重要，而所謂視訊串列就是由一連續時間上的一連串影像所組成。對視訊串列而言，由於視訊串列需要的儲存空間非常龐大，所以對於空間有限的儲存設備或傳輸頻寬而言，都希望能夠減少視訊串列所需要佔用的儲存空間，故須將視訊串列加以壓縮，因此需要視訊壓縮的技術。視訊壓縮通常係利用去除視訊資料中的多餘性 (redundancy) 來達到壓縮的目的；而動態預測法 (motion estimation) 則是為了去除視訊串列在時間軸上的多餘性 (temporal redundancy) 的一個壓縮技巧。

所謂的動態預測法即在描述如何在視訊串列中，在兩個相鄰時間軸的畫面上，找到與現在處理區塊最為近似的區塊。而一般快速動態預測法主要係由減少搜尋點的數目 (Search points reduction) 及減少計算區塊間差異值的次數 (Pixel decimation) 來達到降低計算複雜的方法。以減少搜尋點的方法包括三級搜尋 (Three Steps



五、發明說明 (2)

Search, TSS)演算法、2D對數搜尋演算法(2D Log Search algorithm)、新三級搜尋演算法(NTSS algorithm)、菱形搜尋演算法(Diamond Search algorithm)及以動態向量之間的關連性來進行的動態向量場適應性搜尋演算法(Motion Vector Field Adaptive Search Technology, MV_FAST algorithm)與預測動態向量場適應性搜尋演算法(Predictive Motion Vector Field Adaptive Search Technology, PMV_FAST algorithm)等著名的快速演算法。

但是，因為同一畫面上相鄰的像素之間，其亮度值應該都很相似，因此，對於一個區塊內的像素而言，並不是每一個像素都需要經過差異性計算準則的計算，此乃因區塊內的某幾點像素可能是雜訊(Noise)，使得在計算區塊間的差異時，若將這些雜訊也考慮進去反而會影響動態預測法的判斷；對一個均勻(亮度值均勻，沒有太大變化)的區塊而言，鄰近像素間的亮度值通常不會有太大的變化，因此在計算區塊間的差異時，沒有必要使每一點都經過差異性計算準則的計算，而只需要挑選足以代表區塊中之像素的某幾點作比對即可。

為此，只要找出與區塊真正具有代表性之像素，就能夠減少花費在區塊比對的計算複雜度，遂有一種像素篩選法利用像素間的相似性來降低動態預測法的計算複雜度。對於視訊壓縮中動態預測法而言，像素篩選法大致可分為規則性像素篩選法(regular pixel decimation)以及適

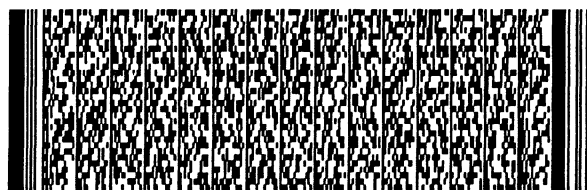
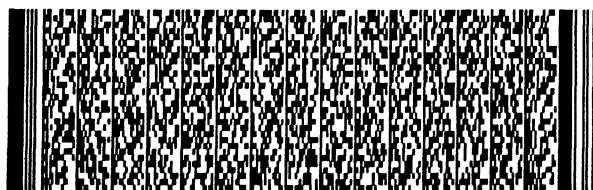


五、發明說明 (3)

應性像素篩選法 (adaptive pixel decimation) ，而這兩種方式各有其優缺點。規則性像素篩選法，如 1/4 像素篩選法，其係使用固定的樣本降低取樣頻率，所以實作起來非常簡單快速，無須另外計算哪些像素較具有代表性，即可進行區塊差異值的計算；然而，降低取樣頻率的樣本所選擇的像素位置是固定的，所以當區塊內的亮度值變化的劇烈時，規則性像素篩選法所選擇的像素對它周圍鄰近的像素可能不具有足夠的代表性，導致損失許多重要資訊，因而造成動態預測法判斷上有誤差之缺失。

而適應性像素篩選法的優點就在於它降低取樣頻率的樣本是不固定的，適應性像素篩選法會根據區塊內的亮度值變化而動態地決定該選擇哪些像素代表整個區塊進行區塊差異值的計算，因此，當亮度值變化劇烈的時候，動態預測法會選擇較多的像素以保持足夠的代表性；當亮度值變化小時，動態預測法只需選擇較少的像素就有足夠的代表性作區塊差異值的計算。然而此種像素篩選的方式雖然可避免區塊內每一點像素都必須經過差異性判斷準則計算之缺點，但卻浪費多餘的時間在計算該選擇區塊內的哪些像素具有足夠代表性的上而多出額外的計算複雜度，進而增加動態預測法一部份的計算負擔。

有鑑於此，本發明即在提出一種新的像素篩選方式，既能夠選出足夠代表性的像素，又不會多出額外的計算複雜度，以有效克服上述之該等缺失。



五、發明說明 (4)

發明目的與概述：

本發明之主要目的係在提出一種利用 N 個皇后像素篩選之快速動態預測方法，其係利用 N 個皇后像素篩選降低取樣頻率，進而降低動態預測方法的計算複雜度，且該快速動態預測方法不但能篩選出具有足夠代表性的像素，亦不會多出額外的計算複雜度。

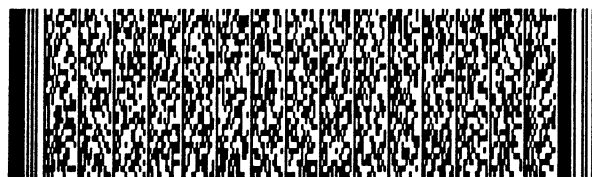
本發明之另一目的係在提出一種利用 N 個皇后像素篩選之快速動態預測方法，其係在降低計算複雜度之際，同時保持視訊品質 (visual quality) 及降低位元率 (bit rate) 之壓縮效率。

為達到上述之目的，本發明係先在視訊串列中選擇一參考區塊及欲處理之區塊，每一該區塊係由 $N \times N$ 個像素所組成，其中該 N 值係大於或等於 4；然後再使用 $N \times N$ 的皇后取樣圖案，在該二區塊內的每一行、列及每一對角線上各只選取一像素，共選取 N 個像素；進行區塊匹配，取得一區塊差異值，若該區塊差異值夠好，即結束動態預測方法，否則繼續選擇下一組區塊，並重複使用皇后取樣圖案及進行區塊匹配，直至取得一夠好的區塊差異值為止。

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。

詳細說明：

本發明係以像素篩選法的方式進一步結合減少搜尋點



五、發明說明 (5)

的快速動態預測方法，達到簡化動態預測法的計算複雜度之目的者，使其不但能篩選出具有足夠代表性的像素，亦不會多出額外的計算複雜度。

第一圖為本發明快速動態預測方法的流程示意圖，如圖所示，此種利用 N 個皇后像素篩選之快速動態預測方法係包括下列步驟：首先，如步驟 S10 開始整個快速動態預測方法，接著如步驟 S12 所示，在視訊串列中選擇一參考區塊及欲處理之區塊，每一該區塊係由 $N \times N$ 個像素所組成，且該 N 值係大於或等於 4，其中該參考區塊及欲處理區塊係選自訊框 (frame)、訊框之子區塊或像素層級的其中之一。

由於區塊內重要的邊線資訊或紋路資訊可能出現在區塊內的任何一個方向，任一行、列或是任何一條對角線上，為了避免失去這些可能方向上的資訊，所以必須在區塊內的任何一個方向上都能選出具有代表性的像素，因此本發明在步驟 S12 之後，即使用 $N \times N$ 的皇后取樣圖案 (queens pattern)，如步驟 S14，在該二區塊內的每一行、列及每一對角線上各只選取一像素，共選取 N 個像素。

在參考區塊與欲處理區塊上各選取 N 個像素之後，旋即進行區塊匹配，如步驟 S16，將欲處理區塊與該參考區塊利用差異性計算準則計算出區塊間差異，進而取得一區塊差異值，此結果即是計算該等被選取之像素所得到的結果。若該區塊差異值夠好，即可如步驟 S18 所示結束動態



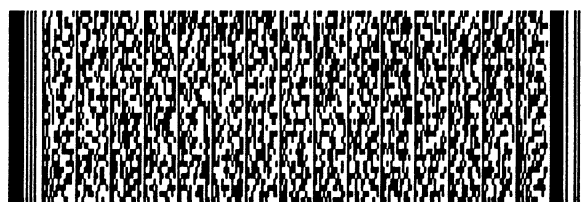
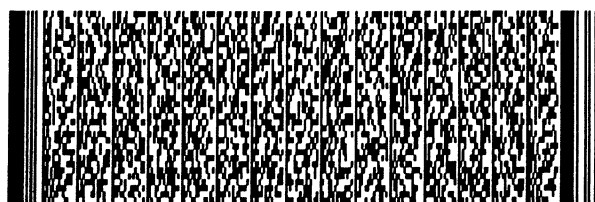
五、發明說明 (6)

預測方法；若該區塊差異值不夠好，則繼續重複進行步驟 S12，再選擇下一參考區塊及欲處理區塊，並重複執行步驟 S14之皇后取樣圖案之後，進行步驟 S16之區塊匹配，計算出另一區塊差異值，並比對所有取得的區塊差異值，以擷取一最佳之區塊差異值，若該最佳之區塊差異值結果夠好，例如該最佳之區塊差異值係小於一預設臨界值或該區塊差異值為最小值，即可如步驟 S18結束動態預測方法。若否，則繼續重複步驟 S12，直至得到一符合需求且足夠好之區塊差異值為止。

最後，在結束該動態預測方法之後，即可將視訊串列中的多餘訊息 (redundancy) 去除，使編碼器僅需將畫面的差異性加以編碼即可。由於本發明所擷取的像素皆具有代表性，故可在降低計算複雜度之際，同時保持視訊品質 (visual quality) 及降低位元率 (bit rate) 之壓縮效率。

其中，上述計算該區塊差異值之方式係包括平均平方誤差 (Mean Square Error, MSE)、平均絕對誤差 (Mean Absolute Error, MAD) 及絕對誤差和 (Sum of Absolute Error, SAD)，以藉由此些差異性計算準則來判斷區間的相似度。且選擇之該區塊係為固定尺寸 (fixed size) 或變量尺寸 (variable size) 者；區塊形狀則可為方形區塊者，亦可為其他非方形區塊者，依使用者之設定差異而有不同之選擇。

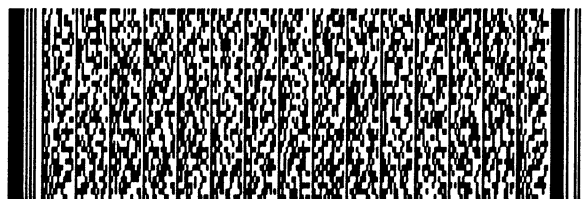
就像素的方向性代表性而言，N-queens的像素取樣圖



五、發明說明 (7)

案對區塊內每一個方向上的像素而言，都具有一定的代表性。而就像素的區域性代表性而言，N-queens的像素篩選方式也比習知所提及的其他像素篩選方式來的好。在 8×8 個像素中，以 4×4 的皇后取樣樣本 (queens pattern) 為例，如第二圖所示，被選取的像素和在該區域內與它相鄰的像素間的距離均為1；就區域性代表性而言， 4×4 皇后取樣圖案所選擇的像素代表性比其他方式來的高。本發明係將 4×4 的皇后取樣圖案當作一個子區塊，所以一個具有 $N \times N$ 個像素的區塊可以被等分為 $N/4 \times N/4$ 個子區塊，每一個子區塊都是一個 4×4 皇后取樣圖案；且因為每一個子區塊內同時只會有四個像素被選取，所以計算複雜度只有原本完整搜尋演算法的 $1/4$ 。而 8×8 皇后取樣圖案也是同樣的作法，計算複雜度只有原本完整搜尋演算法的 $1/8$ 。因此，對於 $N \times N$ 的皇后取樣圖案而言，本發明之計算複雜度只有原本的 $1/N$ ，使得計算速度可增加為N倍。

然而，N個皇后的問題的解決方式並不是唯一的，舉例來說，在 8×8 的區塊中的8個皇后取樣圖案就有92種不同的圖案，而這92種不同降低取樣頻率的樣本應用在動態預測法時，是否會造成不同的結果？對這92組不同降低取樣頻率的樣本，我們可以計算每一組取樣圖案中被選取的像素以及沒被選取的像素之間的平均距離 (average distance)，也就是像素的區域代表性。根據計算結果，這92組圖案的平均距離分佈於1.29與1.37個像素之間，因此，這92組圖案間的平均距離差異只有0.08個像素而已，



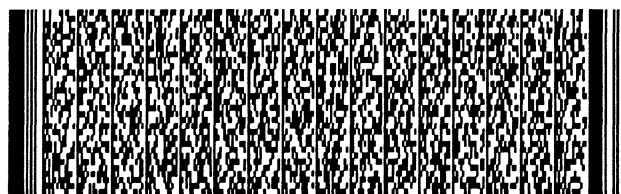
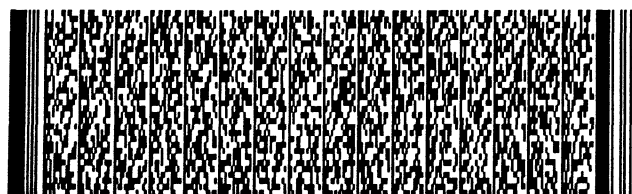
五、發明說明 (8)

造成 PSNR 上的差異亦不會超過 0.1dB，所以，不論選擇哪一種取樣圖案皆不會對動態預測（壓縮效率）造成太大的影響。

其中，本發明更可將該 $N \times N$ 皇后取樣圖案分割成數層級依序進行降低取樣頻率之動作，每一層級係由相同尺寸 $N/n \times N/n$ 的 n 區塊所組成，如第三圖所示，在第一層（first layer）時，若將每個子區塊視為一個像素，因此可以對整個區塊做第一次的降低取樣頻率的動作，也就是選擇想要進行區塊差異值計算的的子區塊；在第 2 層（second layer）時，又可將每個子區塊視為一個完整的區塊，因此可以再對每個子區塊作一次降低取樣頻率的動作；在第 n （nth layer）層時，又可對每個子區塊作降低取樣頻率的動作。且依該層級進行像素篩選時，係可選擇不同的取樣圖案，只要有至少一層級之取樣圖案為皇后取樣圖案即可達到本發明之功效者。

至此，本發明之精神已說明完畢，以下特以一具體範例來驗證說明上述之原理及功效，並使熟習此項技術者將可參酌此範例之描述而獲得足夠的知識而據以實施。

為了分析動態預測方法的效能，本發明係使用最新的視訊壓縮標準：MPEG4 參考軟體作為實驗模擬軟體，並採用平均絕對誤差（MAD）來計算區塊差異值。在實驗中係以取樣圖案（sampling patterns）、搜尋方式（search strategies）及測試情況（test conditions）等三個參數來分析不同方法的壓縮效能（coding efficiency）。



五、發明說明 (9)

對取樣圖案而言，對取樣樣本而言，本實驗係使了如第四圖所示的四種取樣圖案，包括完全取樣圖案 (full pattern, 標記為「F」) 之外，1/4取樣圖案 (quarter sampling pattern, 標記為「Q」)、4皇后取樣圖案 (4-queens pattern, 標記為「4」) 以及8皇后取樣圖案 (8-queens pattern, 標記為「8」)，此外，雙層遞歸結構 (two-layers recursive scheme, 標記為「4R」) 在區塊層及像素層係使用相同的4皇后取樣圖案。

對搜尋方式而言，本發明係採用完整搜尋演算法以及其他兩種 MPEG4 committee 所採用的方法：動態向量之間的關連性來進行的動態向量場適應性搜尋演算法

(MV_FAST) 以及預測動態向量場適應性搜尋演算法 (PMV_FAST)。在實驗中，將像素篩選法與各種快速搜尋法結合，藉以驗證各種像素篩選法的效能以及像素篩選法與搜尋方法結合後對最新視訊壓縮效能的影響程度。

整個實驗結果請參閱第五圖所示，在實驗結果表格中，「Full」欄表示的是完整搜尋演算法；「MV」欄表示的是 MV_FAST approach，而「PMV」欄表示的是 PMV_FAST approach。方法欄中，快速演算法的第一個符號表示的是搜尋的方式 (search strategy)，第二個符號表示的是取樣樣本，舉例來說，「PMV_8」表示搜尋方式採用的是 PMV_FAST 的方式，而取樣樣本是用 8-queens pixel pattern；「Format」欄表示的是視訊串列儲存的格式；「位元率 (BR)」欄是以 kbps (KBits per second) 為單



五、發明說明 (10)

位；「FPS」(Frames Per Second)欄表示的是畫面更新率(frame rate)；「SA」欄表示的是搜尋範圍(Search Area)；「PSNRY」欄表示亮度(luminance)的PSNR(Peak Signal Noise Ratio)值；「ChkPts」欄表示在動態預測法中，真正與欲處理的區塊做過比較的搜尋點的數目；「Pixels」欄表示在動態預測法中，區塊內被選取進行區塊差異值計算的像素的數目；而最後一個欄位「Ratio」則表示該欄位的快速演算法與完整搜尋演算法的計算複雜度相比，改進了多少。

由第五圖可知，這些在不同測試條件下的實驗結果顯示：對於畫面內容變化不大的視訊串列而言，4皇后取樣圖案的視訊壓縮品質會比1/4取樣圖案稍好；而1/4取樣圖案又比8皇后取樣圖案稍好一些。對於畫面內容變化劇烈的視訊串列而言，4皇后取樣圖案的視訊壓縮品質會遠高於1/4取樣圖案者；而8皇后取樣圖案能以1/4取樣圖案所選擇的一半像素數目就能達到近似於1/4取樣圖案的視訊壓縮品質。而當視訊串列的畫面尺寸越大，相當於區塊變小，此時，N皇后取樣圖案所選擇的像素代表性越高，因此，N皇后取樣圖案的視訊壓縮品質會高於其他的像素取樣樣本。對於不同的搜尋範圍大小，N皇后取樣圖案的視訊壓縮品質並不因此而受影響。當N皇后取樣圖案和其他不同的搜尋方式結合時，4皇后取樣圖案的視訊壓縮品質近似於原本搜尋方式的視訊壓縮品質，大約為0.1 dB的誤差；而8皇后取樣圖案由於只選擇了4皇后取樣圖案者一半



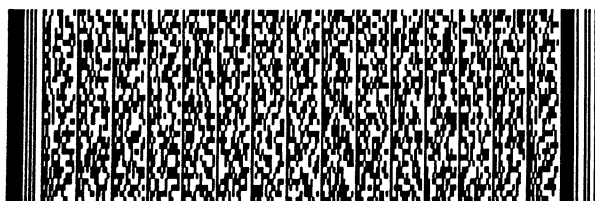
五、發明說明 (11)

的像素數目，因此視訊壓縮品質大約有 0.2dB~ 0.4dB 的誤差。對於不同的位元率而言，N-queens pattern 的視訊壓縮品質並不因此而受影響。因此，在這些測試條件下，N-queens patterns 對視訊壓縮的品質以及位元率的影響都非常的小。

因此，根據實驗結果及上述分析顯示，本發明所提出的 N 皇后取樣圖案對於不同的視訊串列、取樣圖案、搜尋方式、搜尋範圍及位元率等測試條件下，都有近似原本搜尋方式的壓縮效能，且採用 N 皇后像素篩選法可以得到較少的運算量，於同一位元率下，亦可得到較好的視訊壓縮品質。

綜上所述，本發明係具有許多的優點：第一，由於 N 皇后取樣圖案是規則性像素篩選圖案，因此具有容易實作的優點；且這個方法能有效地將原本完整搜尋演算法的計算複雜度降為 $1/N$ 。第二，N 皇后取樣圖案原理能夠非常簡單的與其他快速演算法結合，以進一步的降低計算複雜度。第三，N 皇后取樣圖案與其他搜尋方式結合後對於視訊壓縮品質的影響很小，此乃因 N-queens pattern 所選取的像素具有較高的區域性代表性，以及對區塊內的任何一個方向而言都具有方向性代表性。

以上所述之實施例僅係為說明本發明之技術思想及特點，其目的在使熟習此項技藝之人士能夠瞭解本發明之內容並據以實施，當不能以之限定本發明之專利範圍，即大凡依本發明所揭示之精神所作之均等變化或修飾，仍應涵



五、發明說明 (12)

蓋在本發明之專利範圍內。



圖式簡單說明

圖式說明：

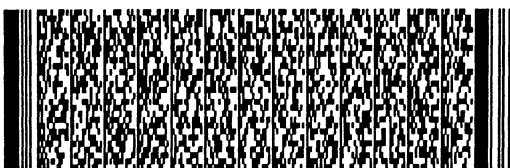
第一圖為本發明快速動預測方法的流程示意圖。

第二圖為本發明使用之 4×4 的皇后取樣樣本的一實施例示意圖。

第三圖為本發明將 $N \times N$ 皇后取樣圖案分割成數層級依序進行取樣之示意圖。

第四圖為本發明於實驗中所採用的四種取樣圖案，其中 (a) 圖為完全取樣圖案，(b) 圖為 $1/4$ 取樣圖案，(c) 圖為 4 皇后取樣圖案，以及 (d) 圖為 8 皇后取樣圖案。

第五圖為在不同測試條件下的實驗結果示意圖。



六、申請專利範圍

1. 一種利用 N 個皇后像素篩選之快速動態預測方法，其係包括下列步驟：

(a) 在視訊串列中選擇一參考區塊及欲處理之區塊，每一該區塊係由 $N \times N$ 個像素所組成，其中該 N 值係大於或等於 4；

(b) 使用 $N \times N$ 的皇后取樣圖案 (queens pattern)，在該二區塊內的每一行、列及每一對角線上各只選取一像素，共選取 N 個像素；

(c) 進行區塊匹配，取得一區塊差異值，若該區塊差異值夠好，即結束動態預測方法，否則繼續進行步驟 (d)；

(d) 再選擇下一參考區塊及欲處理區塊，重複執行步驟 (b) 後進行區塊匹配，取得一區塊差異值，並比對所有的區塊差異值，以擷取一最佳之區塊差異值；以及

(e) 若該最佳之區塊差異值夠好，即結束動態預測方法，否則繼續重複步驟 (d)。

2. 如申請專利範圍第 1 項所述之快速動態預測方法，其中該區塊係選自訊框 (frame)、訊框之子區塊及像素層級所組成之群組。

3. 如申請專利範圍第 1 項所述之快速動態預測方法，其中在該步驟 (b) 中，更可將該 $N \times N$ 皇后取樣圖案分割成數層級依序進行降低取樣頻率之動作，每一層級係由相同尺寸 $N/n \times N/n$ 的 n 區塊所組成。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之快速動態預測方法，其中依該層級進行像素篩選時，係可選擇不同的取樣圖案，且



六、申請專利範圍

其中至少一層級之取樣圖案係為皇后取樣圖案者。

5.如申請專利範圍第1項所述之快速動態預測方法，其中在該步驟(c)及步驟(d)中，該區塊匹配過程中所得到之區塊差異值係將欲處理之該區塊與參考區塊經過差異性計算準則所計算得到的結果。

6.如申請專利範圍第1或第5項所述之快速動態預測方法，其中在該步驟(c)及步驟(d)中，在計算區塊間的差異時僅係計算該等被選取之像素。

7.如申請專利範圍第5項所述之快速動態預測方法，其中計算該區塊差異值之方式係包括平均平方誤差(MSE)、平均絕對誤差(MAD)及絕對誤差和(SAD)。

8.如申請專利範圍第1項所述之快速動態預測方法，其中該區塊係為固定尺寸者。

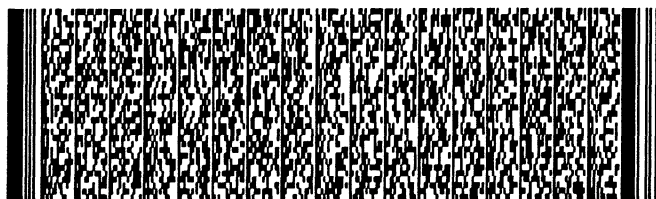
9.如申請專利範圍第1項所述之快速動態預測方法，其中該區塊係為變量尺寸者。

10.如申請專利範圍第1項所述之快速動態預測方法，其中該區塊係為方形區塊者。

11.如申請專利範圍第1項所述之快速動態預測方法，其中該區塊係為非方形區塊者。

12.如申請專利範圍第1項所述之快速動態預測方法，其中在該步驟(b)之後，更可直接結合其他快速演算法，以藉由區塊差異值得到欲處理區塊的動態向量。

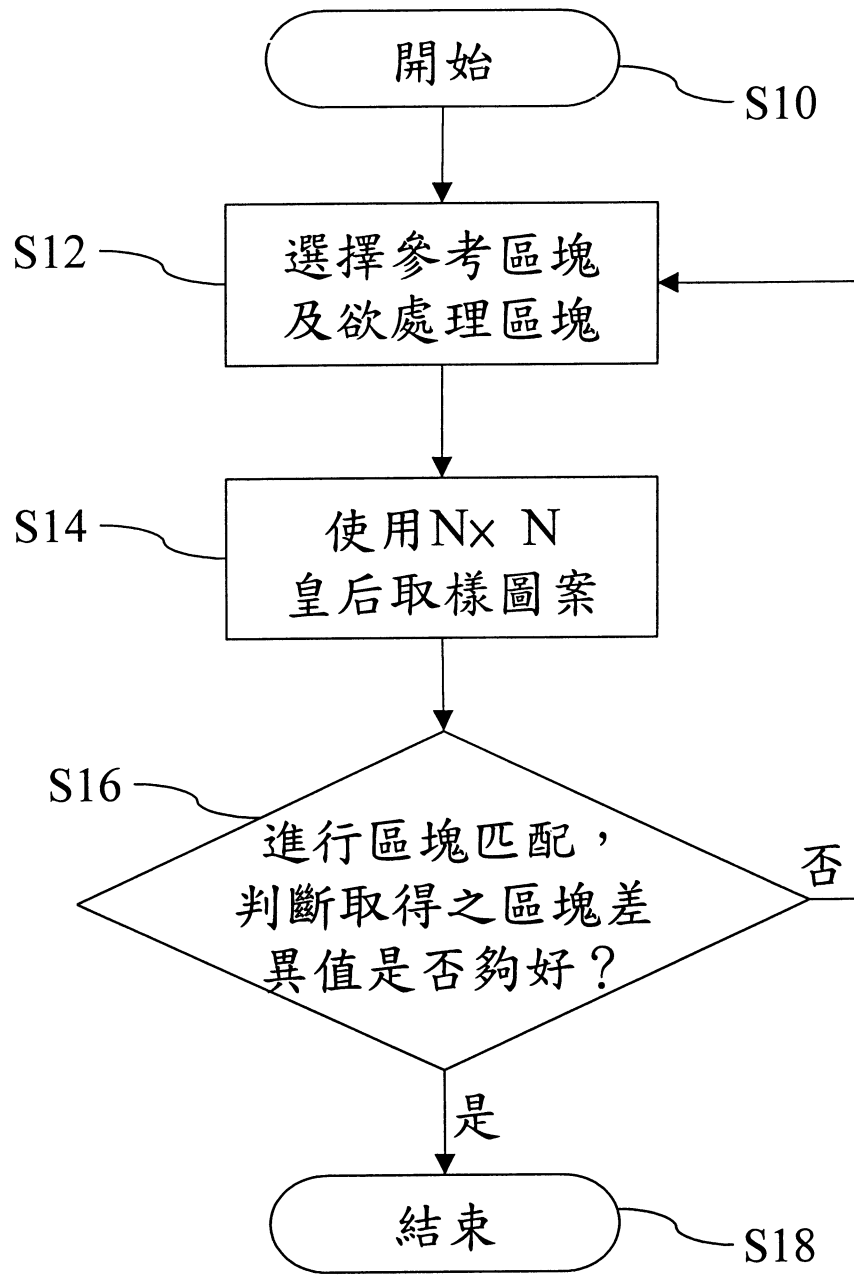
13.如申請專利範圍第1項所述之快速動態預測方法，其中在該結束動態預測方法之後，即可將視訊串列中的多餘訊



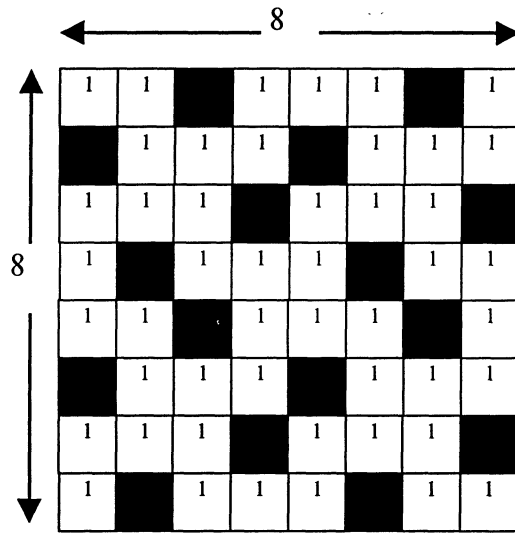
六、申請專利範圍

息 (redundancy) 去除 , 使編碼器僅需將畫面的差異性加以編碼即可。

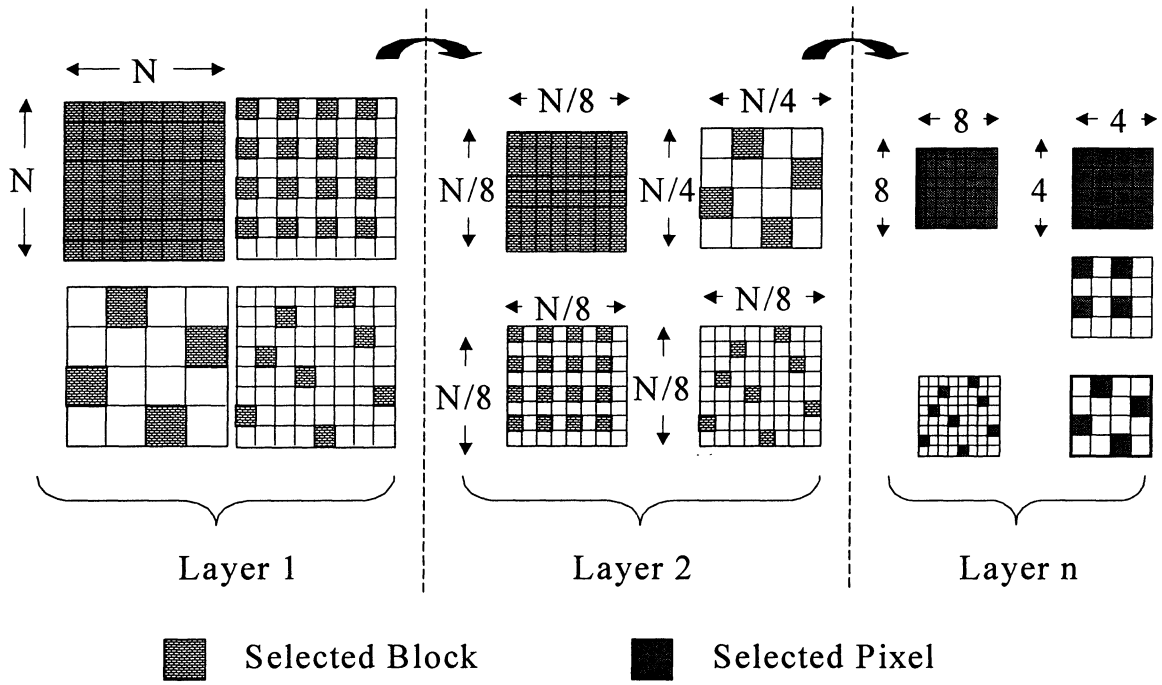




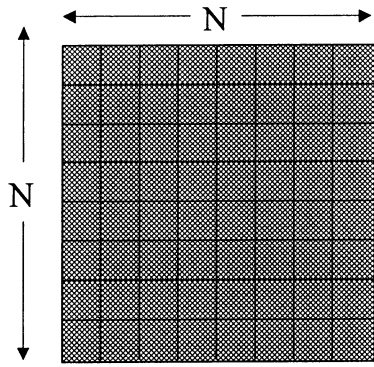
第一圖



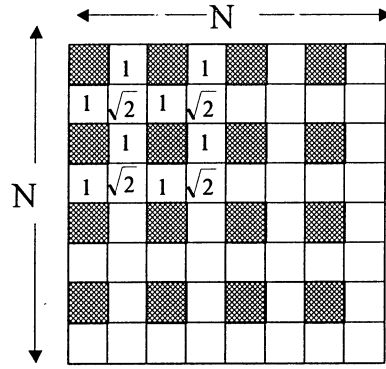
第二圖



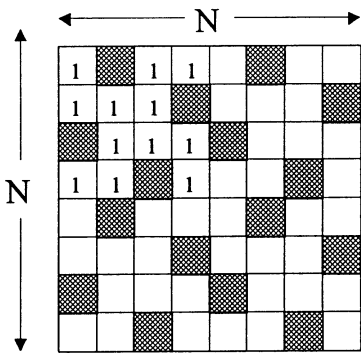
第三圖



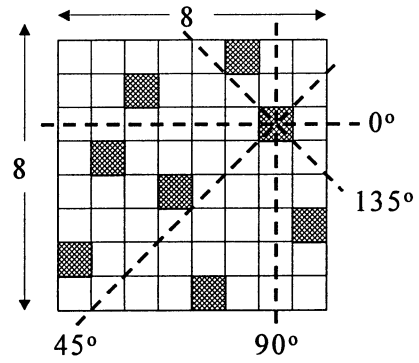
(a)



(b)



(c)



(d)

第四圖

Sequence	Format	BR	Fps	SA	Methods	PSNRY	PSNRU	PSNRV	Δ PSNRY	ChkPt	Pixels	Ratio
Container	QCIF	10	7.5	16	Full Search	29.75	37.38	36.37		7501824	256	1
					Full Q	29.60	37.22	36.36	-0.15	7501824	64	4
					Full 4	29.74	37.34	36.40	-0.01	7501824	64	4
					Full 8	29.31	37.19	36.08	-0.44	7501824	32	8
					MVFAST F	29.78	37.49	36.57	0.03	33436	256	224.36
					MVFAST Q	29.71	37.62	36.63	-0.04	35229	64	851.78
					MVFAST 4	29.70	37.52	36.62	-0.05	33336	64	900.14
					MVFAST 8	29.72	37.43	36.58	-0.03	34705	32	1729.28
					PMVFAST F	29.71	37.39	36.57	-0.04	24726	256	303.40
					PMVFAST Q	29.77	37.50	36.50	0.02	24682	64	1215.76
					PMVFAST 4	29.77	37.63	36.52	0.02	23782	64	1261.77
PMVFAST 8	29.73	37.56	36.57	-0.02	23884	32	2521.75					
Foreman	CIF	112	10	16	Full Search	30.05	36.73	37.49		40144896	256	1
					Full Q	29.51	36.47	37.30	-0.54	40144896	64	4
					Full 4	29.79	36.70	37.49	-0.26	40144896	64	4
					Full 8	29.33	36.43	37.06	-0.72	40144896	32	8
					MVFAST F	29.89	36.88	37.66	-0.16	473299	256	84.82
					MVFAST Q	29.61	36.80	37.72	-0.44	446359	64	359.75
					MVFAST 4	29.83	36.82	37.73	-0.22	453247	64	354.29
					MVFAST 8	29.60	36.80	37.66	-0.45	444744	32	722.12
					MVFAST 4R	29.06	36.56	37.41	-0.99	447622	16	1434.96
					PMVFAST F	29.97	36.94	37.76	-0.08	378736	256	105.99
					PMVFAST Q	29.66	36.83	37.71	-0.39	364766	64	440.22
					PMVFAST 4	29.88	36.91	37.82	-0.17	366304	64	438.38
					PMVFAST 8	29.65	36.71	37.65	-0.40	364337	32	881.49
PMVFAST 4R	29.10	36.54	37.35	-0.85	374118	16	1716.89					
Stefan	CCIR 601	1M	10	16	Full Search	26.43	32.60	32.87		136857600	256	1
					MVFAST F	26.58	33.07	33.38	0.15	1584656	256	86.36
					MVFAST Q	26.38	32.87	33.18	-0.05	1376083	64	397.82
					MVFAST 4	26.55	33.05	33.39	0.12	1397127	64	391.83
					MVFAST 8	26.47	32.99	33.30	0.04	1365344	32	801.89
					MVFAST 4R	26.24	32.76	33.02	-0.19	1385464	16	1580.50
					MVFAST F	26.57	33.03	33.37	0.14	1414828	256	96.73
					MVFAST Q	26.35	32.84	33.13	-0.08	1222771	64	447.69
					PMVFAST 4	26.54	33.04	33.36	0.11	1251042	64	437.58
					PMVFAST 8	26.46	32.98	33.28	0.03	1227809	32	891.72
					PMVFAST 4R	26.23	32.73	33.00	-0.20	1244059	16	1760.14
Stefan	CCIR 601	1M	10	32	Full Search	27.11	33.05	33.43		547430400	256	1
					MVFAST F	27.13	33.47	33.92	+ 0.02	1603677	256	341.36
					MVFAST Q	26.72	33.15	33.51	- 0.39	1375883	64	1591.50
					MVFAST 4	26.98	33.43	33.85	- 0.03	1398414	64	1568.86
					MVFAST 8	26.77	33.25	33.62	- 0.34	1369241	32	3198.45
					MVFAST 4R	26.44	32.93	33.24	-0.67	1386207	16	6318.60
					PMVFAST F	27.17	33.50	33.94	+ 0.06	1425441	256	384.04
					PMVFAST Q	26.75	33.16	33.52	- 0.36	1226344	64	1785.57
					PMVFAST 4	27.13	33.48	33.93	+ 0.02	1253491	64	1746.90
					PMVFAST 8	27.02	33.41	33.85	- 0.09	1221419	32	3585.54
					PMVFAST 4R	26.73	33.17	33.53	-0.38	1237161	16	7079.83

第五圖