

期：89.1.19

案號：89100810

90677/20

(以上各欄由本局填註)

公告本

發明專利說明書

I224290

一、 發明名稱	中文	使用正交轉換域之區塊匹配的運動估測
	英文	MOTION ESTIMATION USING ORTHOGONAL TRANSFORM-DOMAIN BLOCK MATCHING
二、 發明人	姓名 (中文)	1. 丹尼爾 Q. 蘇
	姓名 (英文)	1. DANIEL Q. ZHU
	國籍	1. 中國
	住、居所	1. 美國紐澤西州哥倫比亞市帕達克路126號
三、 申請人	姓名 (名稱) (中文)	1. 日商松下電器產業股份有限公司
	姓名 (名稱) (英文)	1. MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.
	國籍	1. 日本
	住、居所 (事務所)	1. 日本國大阪府門真市大字門真1006番地
	代表人 姓名 (中文)	1. 森下 洋一
	代表人 姓名 (英文)	1. YOICHI MORISHITA



本案已向

國(地區)申請專利	申請日期	案號	主張優先權
美國 US	1999/01/27	09/239,089	有

有關微生物已寄存於	寄存日期	寄存號碼
-----------	------	------

無



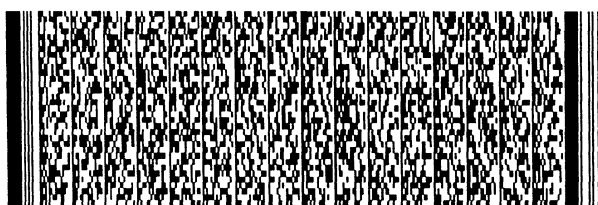
五、發明說明 (1)

發明背景

本發明係有關影像區塊匹配法，且特別地有關一種於正交轉換域中運算的兩個影像間像素區塊匹配之方法。

運動估測一種基本型式之數位視訊處理。在許多數位視訊應用中可發現運動估測，例如：視訊數碼化、運動補償視訊標準轉換及機器視像。在視訊碼化環境中運動資訊可用於減少信號熵，以致壓縮視頻信號可經一頻帶寬受限之頻道傳輸。在視訊標準轉換環境中之運動資訊有助於轉換器恢復遺失之資料，在空間上及/或暫時性地沿著運動路徑插入信號。對於機器視像應用，運動資訊可用於使機械人透過各種處理步驟找出或追隨一工作物件。在各種情況下，典型上運動估測使用像素域區塊匹配(block matching，下文簡稱BM)技術，而匹配準則為在目前資料框中運動區塊與搜尋資料框中試驗匹配區塊間之最小均方誤差(mean-square-error，下文簡稱MSE)。對於更節省成本之硬體實現，可以最小平均絕對差(mean absolute difference，下文簡稱MAD)取代最小MSE。

由於像素域BM技術之演算簡易性及可使用極大規模積體(very large scale integrated，下文簡稱VLSI)電路實現，故該等技術極適於這些應用。總之，因該等現有之BM技術是以像素域比較為基礎且因最佳匹配是基於最小誤差指數(MAD/MSE)決定的，故該等技術可提供較最適結果為低。通常可認同的是像素域MSE(或交互關聯)測量並非完全與人所感知之影像視覺誤差一致。因而對運動估測目前



五、發明說明 (2)

所用之誤差測量須進一步修改。換言之，在匹配過程中應考慮人類視覺系統之特性。

發明概述

本發明係以將人類視覺特性列入考慮之運動估測技術具體化。該架構使用轉換域區塊匹配技術，以達到較使用像素域區塊匹配技術可達到之更準確的運動向量。

根據本發明之一項特點，本運動估測法對運動區塊及全部試驗匹配區塊實行轉換運算。然後該方法將該轉換過之運動區塊與各轉換過之試驗匹配區塊相比較，並選定顯示與轉換域中之運動區塊有最小差異之試驗匹配區塊做為匹配區塊。

根據本發明之另一項特點，其轉換運算為Hadamard轉換運算。

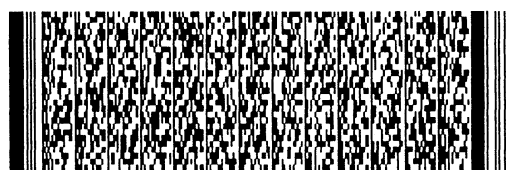
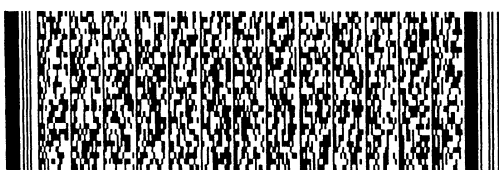
根據本發明之另一項特點，該方法計算了轉換過之運動區塊與各轉換過之試驗匹配區塊間之MSE，並選定具有最小MSE的轉換過之試驗匹配區塊做為匹配區塊。

根據本發明之另一項特點，該方法計算了轉換過之運動區塊與各轉換之試驗匹配區塊間之MAD，並選定具有最小MAD的轉換過之試驗匹配區塊做為匹配區塊。

根據本發明尚有之另一項特點，該方法容許運動區塊之尺寸改變。

圖式簡述

圖1(先前技術)為一說明區塊匹配技術極有用之多資料框影像圖。



五、發明說明 (3)

圖2為一根據本發明之示範區塊匹配處理器之方塊圖。

圖3為一根據本發明之另一示範區塊匹配處理器之方塊圖。

圖4為一根據本發明尚有之另一示範區塊匹配處理器之方塊圖。

圖5為一使用類如圖4所示的區塊匹配處理器之視頻信號編碼系統之方塊圖。

圖6為一使用根據本發明的區塊匹配技術產生一運動向量場之機器視像系統方塊圖。

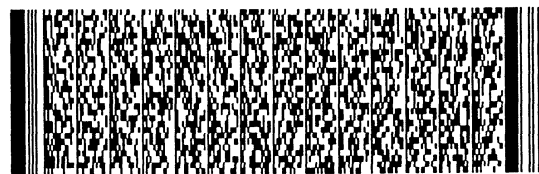
圖7為一顯示圖6所示處理器之一其運算流程圖。

圖8A及8B為說明根據本發明的一種區塊匹配技術極有用之多資料框影像圖。

圖9為說明根據本發明之另一種區塊匹配技術極有用之多資料框影像圖。

詳細說明

運動估測技術廣泛地用於視訊分析，數碼化及標準轉換。對於視訊數碼化，運動資訊是用以減少影像熵，並因而減少傳輸或儲存影像所需之位元數。對於視訊標準轉換應用，運動資訊常用以協助遺失的像素之插入。對於機器視像，運動估測可用以限制須予分析之影像部分。在所有情況下，已數碼化或轉換過之影像品質直接與運動估測之準確度相關。雖在實際世界中，攝影機捕捉之可觀看資料為影像強度而非影像動作。緣起於物件與觀看者之相對運動所感知之影像序列中強度型式之暫時位移為影像分析之



五、發明說明 (4)

重要特點，且稱之為視覺流動。視覺流動提供了有關移動物件之空間安排與構造之資訊。因此，尤其是在機器視像與標準轉換應用上，有必要估測影像序列中之視覺流動以模型化真正之運動。

區塊為基礎之運動估測與補償技術為用在視訊數碼化及標準轉換最普通之方法。一示範性區塊為基礎之運動估測與補償技術已於美國專利第5,198,091號，名為：「差異脈波數碼調變系統中運動向量之導出與使用」中說明，特將其對區塊為基礎之運動估測技術教導併於此做為參考。區塊為基礎之運動估測已為數位視訊壓縮之國際標準所採用，例如H.261及MPEG 1-2。總之，這些標準並未指出特別之運動估測法。區塊為基礎之運動估測亦廣泛地用在數種其它數位視訊應用上，包括用於標準轉換及機器視像之運動補償濾波(插入)。

區塊運動模式假設視頻影像是由移動區塊組成的。為降低計算複雜性，通常假設一簡單之2-D轉移運動。在許多其它區塊為基礎之運動估測演算法中，由於較低之硬體複雜性，區塊匹配可認定為施行實際運動估測最普遍之方法。結果該方法廣泛地用於VLSI，且幾乎所有H.261及MPEG 1-2法規使用區塊匹配以做運動估測。許多種這些區塊匹配技術使用像素域搜尋程序，以確定所給的運動區塊之最佳運動向量估測。

基本區塊匹配演算法示如圖1，在目前資料框(參考資料框)100中之像素 $x(u_1, v_1)$ 位移係由考慮中心在 (u_1, v_1) 之



五、發明說明 (5)

$N_1 \times N_2$ 運動區塊102並搜尋下一/前一資料框(搜尋資料框)104以找出相同尺寸之最佳匹配區塊110之位置而決定的。一旦找到最佳匹配區塊,乃相關於區塊108決定了運動向量,區塊108在搜尋影像中佔用與運動區塊在目前影像中所佔用之相同位置。由於計算之原因,搜尋通常限制於 $N_1 + 2M_1 \times N_2 + 2M_2$ 區域(搜尋窗)106。區塊匹配演算可有下列之不同:匹配準則(例如:最小交互關聯、最小MSE、最小MAD)、搜尋策略(例如:3步驟快速搜尋)、或區塊尺寸之決定(例如:層次)。

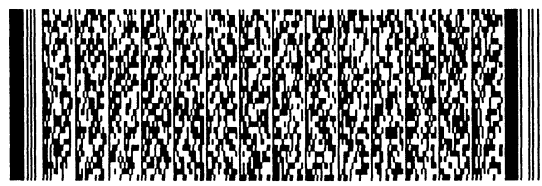
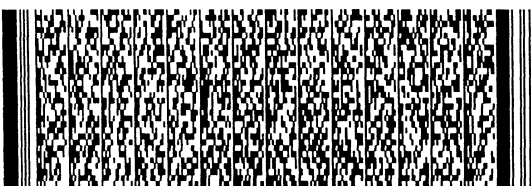
焦點是在用於從多個試驗匹配區塊中找出最佳匹配區塊之匹配準則。

典型上,匹配準則係基於像素域誤差指數測量,例如最大交互關聯及最小MSE。為減少區塊匹配之計算需要,在以性能做為妥協之代價情況下,最小MAD或最大匹配像素量(matching pixel count,下文簡稱MPC)可取代MSE或MAD。在最小MSE準則中,MSE是由方程式(1)定義的。

$$MSE(d_1, d_2) = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{(u, v) \in R} [f(u, v, k) - f(u + d_1, v + d_2, k \pm 1)]^2 \quad (1)$$

其中R表示對一組候選之運動向量 (d_1, d_2) 之 $N_1 \times N_2$ 區塊。運動向量之估測是取最小化MSE之 (d_1, d_2) 值,如方程式(2)所示者。

$$[d_1, d_2]^T = \arg \min_{(d_1, d_2)} MSE(d_1, d_2) \quad (2)$$



五、發明說明 (6)

因很難在硬體上有效率地實現平方運算，方程式(3)所定義之最小MAD準則可用以取代MSE準則。

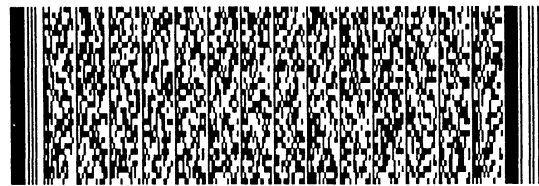
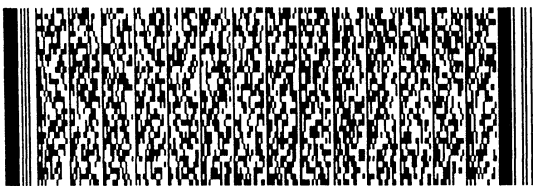
$$MAD(d_1, d_2) = \frac{1}{N_1 N_2} \sum_{(u_1, v_1) \in \mathcal{R}} |f(u_1, v_1, k) - f(u_1 + d_1, v_1 + d_2, k \pm 1)| \quad (3)$$

然後以方程式(4)做位移估測。

$$[d_1, d_2]^T = \arg \min_{(d_1, d_2)} MAD(d_1, d_2) \quad (4)$$

若在兩個資料框間之差異表示資料框相互之運動，可直接地將位移轉換如預訂的一對值之運動向量，該值表示運動區塊的預定像素之位移，例如在目前資料框與搜尋資料框間之x及y座標軸。

在實際世界視訊應用上，運動估測架構之準確度完全由觀看者判斷，而與所用之匹配準則無關。通常可認同像素域誤差測量(例如MSE、MAD)並不完全與人眼所感知的影像視覺誤差一致。因而目前所用的運動估測誤差測量須進一步修改以納入人類視覺系統之特性。本發明將這些特性列入考慮，不在像素域而在轉換(序列/頻率)域進行區塊匹配。因若所感知的影像區塊誤差是在較低的空間頻率成分而非較高的空間頻率成分發生，此等誤差將更為顯著，故使用序列/頻率域轉換可提供更有效之區塊匹配。因典型的像素基礎的區塊匹配技術僅在像素域運算，故在匹配時同等地處理所有像素。



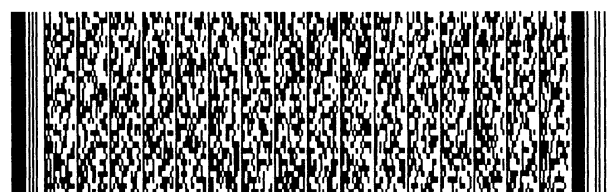
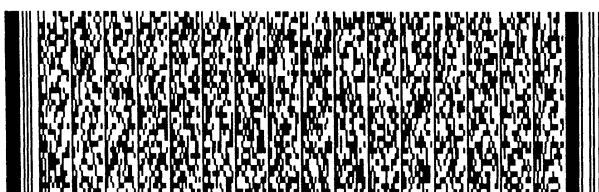
五、發明說明 (7)

本發明之方法首先將運動區塊及試驗匹配區塊轉換成一正交域，然後使用如MSE/MAD匹配準則逐一地對係數進行比較。使用轉換域區塊匹配較傳統之像素域區塊匹配有幾個優點：

- (1) 低階轉換成分對與人類感知一致之匹配結果更具影響力；
- (2) 降低了轉換域中之有效雜訊功率；
- (3) 若影像僅展現轉移運動之假設不成立，其運動估測誤差是小於像素域區塊匹配技術之運動估測誤差。

有許多種轉換可將影像區塊轉換至序列/頻率域。傅立葉轉換(Fourier transform，下文簡稱FT)、分離式餘弦轉換(discrete cosine transform，下文簡稱DCT)及Hadamard轉換(Hadamard transform，下文簡稱HT)為三種代表性之方法。因FT與DCT分別為複數與實數轉換運算，由於其等在硬體實現上相當之高成本，故不將之列入考慮。由於其為純+1與-1轉換核心且具備快速轉換演算，HT更適宜做轉換工作。因此實現HT處理將較FT或DCT處理用到更少硬體邏輯。雖然發明主題係以HT之形式說明，不過實務上也可考慮以任何頻率/序列域轉換或其它正交轉換，而此等轉換之信號能量是被壓縮成相當少成分數的。除此之外，雖然發明主題係以使用轉換過之區塊之最小MAD以確認最佳匹配區塊做說明，不過可考慮使用其它匹配方法，例如最大交互關聯、最小MSE或最大MPC。

Hadamard矩陣 $H=(h_{ij})$ 是定義為 $n \times n$ 大小之方陣，其中



五、發明說明 (8)

i. 所有元素為 ± 1 ;

ii. 任二不同列為正交的，亦即 $\forall i, j, i \neq j, \sum_k h_{ik} h_{jk} = 0$ 。

iii. Hadamard 矩陣之階數須為 $1, 2, 4, 8, 16, \dots, 4m$ ，其中 $m=1, 2, \dots$ 。

不喪失一般性原則下，考慮普遍使用之Hadamard矩陣子集合做轉換，即所謂秩為 2^n 之Sylvester-Hadamard矩陣。其遞迴一式定義如方程式(5)。

$$H_n = H_1 \otimes H_{n-1}$$

其中 $\otimes$ 表示Kronecker乘積，而

$$H_1 = \begin{pmatrix} +1 & +1 \\ +1 & -1 \end{pmatrix}.$$

因而

$$H_2 = \begin{pmatrix} +1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1 \end{pmatrix},$$

$$H_3 = \begin{pmatrix} +1 & +1 & +1 & +1+1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1+1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1+1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1+1 & -1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1-1 & -1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & -1-1 & +1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & -1 & -1-1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1-1 & +1 & +1 & -1 \end{pmatrix}$$

以及



五、發明說明 (9)

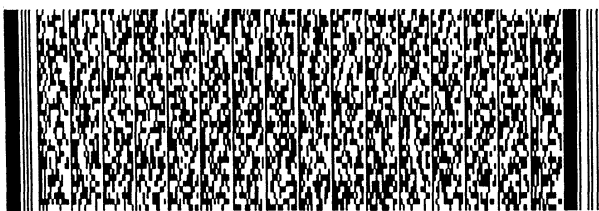
$$H_4 = \begin{pmatrix} +1 & +1 & +1 & +1+1 & +1 & +1 & +1+1 & +1 & +1 & +1+1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1+1 & -1 & +1 & -1+1 & -1 & +1 & -1+1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1+1 & +1 & -1 & -1+1 & +1 & -1 & -1+1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1+1 & -1 & -1 & +1+1 & -1 & -1 & +1+1 & -1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1-1 & -1 & -1 & -1+1 & +1 & +1 & +1+1 & +1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & +1 & -1-1 & +1 & -1 & +1+1 & -1 & +1 & -1+1 & -1 & +1 & -1 \\ +1 & +1 & -1 & -1-1 & -1 & +1 & -1+1 & +1 & -1 & -1+1 & +1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & -1 & +1-1 & +1 & +1 & -1+1 & -1 & -1 & +1+1 & -1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & +1 & +1+1 & +1 & +1 & +1-1 & -1 & -1 & -1-1 & -1 & -1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & -1+1 & -1 & +1 & -1-1 & +1 & -1 & +1-1 & +1 & -1 & +1 \\ +1 & +1 & -1 & -1+1 & +1 & -1 & -1-1 & -1 & +1 & +1-1 & -1 & +1 & +1 \\ +1 & -1 & -1 & +1+1 & -1 & -1 & +1-1 & +1 & +1 & -1-1 & +1 & +1 & -1 \end{pmatrix}$$

2-D 平方Hadamard轉換定義如方程式(6)。

$$F = H_m f_{N_1 N_2} H_n \quad (6)$$

其中 H_m 與 H_n 分別為 $N_1 \times N_1$ ($2^m \times 2^m$)與 $N_2 \times N_2$ ($2^n \times 2^n$)Hadamard矩陣。矩陣 $f_{N_1 N_2}$ 為具有 $N_1 \times N_2$ 大小之影像資料矩陣。注意：對Hadamard轉換而言，具有與上所述Hadamard矩陣之第三項特性一致的階數之影像資料矩陣是可能的。

與傳統的像素域BM一樣，Hadamard轉換或BM考慮中心在 (u_1, v_1) 之 $N_1 \times N_2$ 運動區塊並搜尋下一(或前一)資料框(搜尋資料框)以找出相同尺寸之最佳匹配區塊之位置，以決定在目前資料框(參考資料框)中之像素 $f(u_1, v_1)$ 之位移。該搜尋亦限制於 $N_1 + 2M_1 \times N_2 + 2M_2$ 之區域。其差異是在參考及在搜尋資料框之區塊皆遭受如方程式(7)及(8)所定義之個別Hadamard轉換。



五、發明說明 (10)

$$F_{\text{參考}}(R) = H_m f_{\text{參考}}(R) H_n \quad (7)$$

$$F_{\text{搜尋}}(R) = H_m f_{\text{搜尋}}(R) H_n ; \quad (8)$$

其中 R 表示 $N_1 \times N_2$ 大小之像素區塊。

根據方程式 (9)，MAD 準則可用來計算轉換域區塊差異。

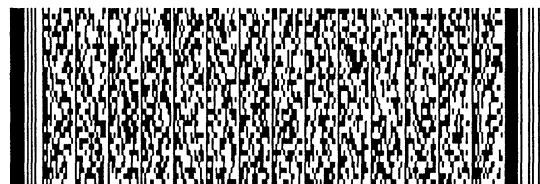
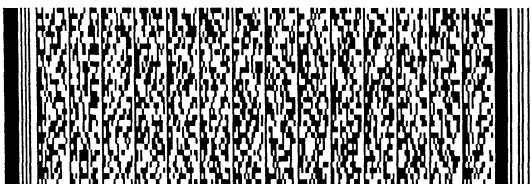
$$MAD(d_1, d_2) = K_0 \sum_{(u_1, u_2) \in \mathcal{R}} |F_{\text{ref}}(u_1, v_1, k) - F_{\text{search}}(u_1 + d_1, v_1 + d_2)| \quad (9)$$

然後可由方程式 (10) 計算位移估測。

$$[d_1, d_2]^T = \arg \min_{(d_1, d_2)} MAD(d_1, d_2) \quad (10)$$

雖然對 BM 之匹配準則已改變，不過所提出之轉換域 BM (transform-domain BM，下文簡稱 TBM) 可用於其它變化之 BM 演算族上。例如：TBM 可用於層次運動估測演算，在起初之搜尋係利用十中選一、低解析度版之目前與搜尋影像並利用對這些影像所決定之匹配俾精練對後續較高解析度之影像搜尋，使之得以確認匹配之區塊。替代地，不以過濾及十中選出影像，一較大的區塊大小及對應的較高階 Hadamard 矩陣可用來找出一粗劣的運動向量，然後可將區塊大小及矩陣大小連續地降低，以將粗劣的運動向量轉換成一或更多之精細運動向量。

該技術亦可用於快速搜尋運動估測演算上，例如 IEEE 消費性電子論文集，刊登於 1998 年 8 月第 638-648 頁，J. N. Kim 及 T. S. Choi 在其等名稱為：「使用單一型式誤差表



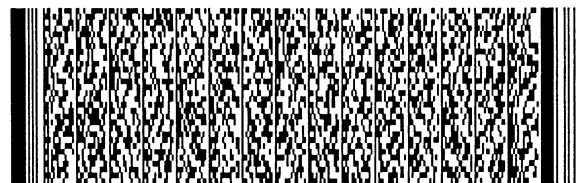
五、發明說明 (11)

面假設具有最少查對點之快速三步驟搜尋演算」文章中所揭示之三步驟搜尋方法，將其對快速搜尋運動估測演算之講授併入此做參考。使用這些快速搜尋技術，在執行該技術之各步驟之前，可轉換來自目前資料框之運動區塊以及來自搜尋資料框之各試驗匹配區塊。除此之外，因TBM技術對影像之空間頻率內涵較靈敏，故可用在顯示非轉移性運動之影像序列上，例如旋轉或影像突變。

圖2為適於用在實現根據本發明之轉換區塊匹配演算之電路方塊圖。圖2所示之電路將來自目前資料框210之運動區塊映射至來自下一資料框212之匹配區塊。區塊匹配處理器200包括Hadamard轉換處理器214，該處理器在微處理器226控制下選取來自目前資料框210之運動區塊。

區塊匹配處理器200亦包括多個Hadamard轉換處理器216、218、220及222，在微處理器226控制下，該等處理器從下一資料框記憶體212選出試驗匹配區塊。微處理器226可控制Hadamard轉換處理器214至222，根據完全搜尋演算或快速搜尋演算從目前資料框210及一資料框212中選取區塊。若於採用層次區塊匹配技術之系統使用區塊匹配處理器200，從目前資料框及下一資料框取得之像素區塊大小可在X及Y方向之一或兩者方向上改變，且可如上所述地參考方程式(7)及(8)將對應之Hadamard轉換用在取得之像素區塊。

轉換處理器214至222所提供之轉換過的像素資料區塊是加至預測的區塊決定處理器224。例如處理器224可如上所



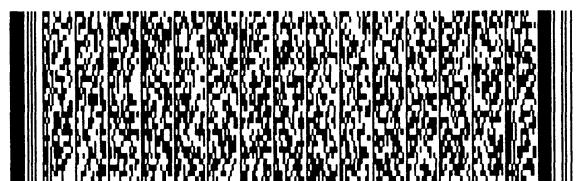
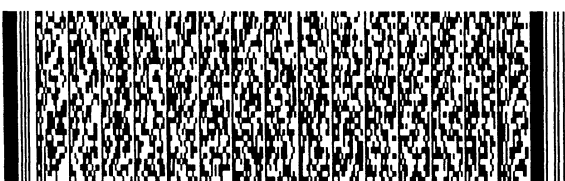
五、發明說明 (12)

述地參考方程式(9)及(10)將最小MAD準則應用在各轉換過的像素值區塊上，以選出對轉換過之運動區塊具有最小MAD之轉換過的搜尋區塊。

預測區塊決定處理器224亦耦合以接收來自微處理器226之區塊識別信號。在辨識了滿足方程式(10)準則之搜尋區塊後，可由預測區塊決定處理器224計算在該運動區塊與此搜尋區塊間之位移。此位移是以一運動向量表示，該向量為由預測區塊決定處理器224所提供之輸出信號。

圖3為一替代的區塊匹配處理器200'之方塊圖。此處理器藉由在前一資料框310及下一資料框212兩者中搜尋匹配區塊以擴充圖2所示之區塊匹配處理器200。如圖3所示者，示範區塊匹配處理器200'包括受微處理器226'所控制之Hadamard轉換處理器312、314、316及318，俾在將這些試驗匹配區塊加至預測區塊決定處理器224'之前取得並轉換來自前一資料框310之試驗匹配區塊。示於圖3電路之其餘部分與圖2所示者相同，而不再加以說明。區塊決定處理器224'計算了來自目前資料框210之轉換過的運動區塊與由前一資料框310或下一資料框212所提供的任何轉換過的區塊間之最小絕對差。

示於圖3之本發明示範具體實施例並行地處理來自下一資料框及前一資料框之試驗匹配區塊。圖4顯示以三個連續步驟處理來自下一資料框及前一資料框的試驗匹配區塊之本發明替代具體實施例。示於圖4之系統包括一耦合以接收來自下一資料框212及前一資料框310的試驗匹配區塊



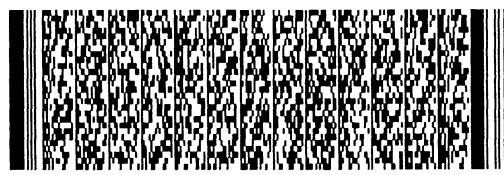
五、發明說明 (13)

之多工器/區塊平均處理器410。該處理器410亦耦合以接收來自微處理器226"之控制信號。區塊匹配處理器200"操作如下。在第一段期間，來自目前資料框210之運動區塊加至Hadamard轉換處理器214，然後加至預測區塊決定處理器224"。同樣在本段期間，來自前一資料框之試驗匹配區塊經由多工器/區塊平均處理器410而加至各自之Hadamard轉換處理器216、218、220及222，以產生加至預測區塊決定處理器224"之轉換過的試驗匹配區塊。

在此第一段期間，預測區塊決定處理器224"選出來自前一資料框而對轉換過的運動區塊具有最小MAD之轉換過匹配區塊。

在第二段期間，微處理器226"切換多工器/區塊平均處理器410以提供來自下一資料框212之試驗匹配區塊，而轉換過的運動區塊仍是加至預測區塊決定處理器224"。在此第二段期間，Hadamard轉換處理器216、218、220及222轉換了來自下一資料框之匹配區塊，以產生用於加至預測區塊決定處理器224"之轉換過的匹配區塊。在此第二段期間，預測區塊決定處理器224"基於各個轉換過的匹配區塊與該轉換過的運動區塊間之MAD，以選出來自下一資料框的匹配區塊之一。

在第三段期間，預測區塊決定處理器224"通知微處理器226"所選出的來自下一資料框212及前一資料框310之匹配區塊。然後多工器/區塊平均處理器410平均了來自下一資料框及前一資料框之所選出的區塊，並將該平均過之區塊



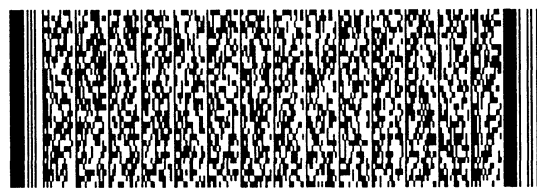
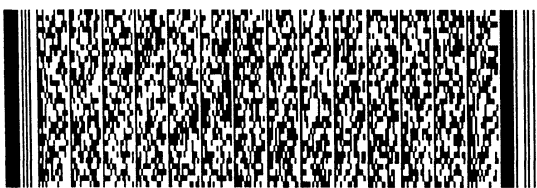
五、發明說明 (14)

供予Hadamard轉換處理器之一，例如：處理器216。此轉換過之區塊是加至預測區塊決定處理器224"，在第三段期間，此處理器計算了Hadamard轉換處理器214所提供的轉換過之運動區塊與轉換處理器216所提供的轉換過之平均區塊間之MAD。

然後預測區塊決定處理器224"比較了該轉換過的平均區塊之MAD與來自下一資料框212及前一資料框310轉換過的選出區塊之MAD。具有最小MAD之區塊決定了由區塊匹配處理器200"所用之運動向量。在比較該轉換過的平均區塊之MAD與來自下及前一資料框的匹配區塊之MAD時，預測區塊決定處理器224"可儲存來自下一及前一資料框之MAD值，或在其接到該轉換過的平均區塊之同時可接收來自下一及前一資料框之轉換過的匹配區塊。在此情況下，可由多工器/區塊平均電路410將該轉換過的匹配區塊遞送至個別的一些Hadamard轉換處理器216、218、220及222，例如：處理器218及220。

例如圖4所示之電路可用於類如MPEG-2編碼器之轉換碼化處理器，該編碼器採用順向預測及雙向預測兩種運動補償編碼技術。

示於圖2、3及4之示範區塊匹配處理器僅顯示提供來自下一資料框及/或前一資料框之4個試驗匹配區塊以將之與來自目前資料框之運動區塊做比較。這些圖面僅做解說用。例如可考慮使用一完全搜尋運動估測技術，從各前一資料框及下一資料框可提供多達256個試驗匹配區塊。對



五、發明說明 (15)

於一種類如上述參考文章所說明之快速搜尋法，各個下一資料框及前一資料框在3步驟方法之各步驟時可提供8個運動區塊。

圖5為一傳統運動適應性視頻編碼器電路之方塊圖，該電路業經修編以包括本發明之一具體實施例；且例如可根據MPEG-2標準產生編碼過之視頻信號。在圖5所示之系統中，一輸入視頻信號是加至耦合至運動補償處理器200"之資料框記憶器212'。該運動補償處理器存取該資料框記憶器以取得來自下一資料框之試驗匹配區塊。本發明示範具體實施例中之資料框記憶器212'亦耦合至資料框延遲210'。當資料框記憶器212'保存視頻資訊之一個資料框時，上一資料框係經由資料框延遲210'供予解碼電路。資料框延遲210'所提供之輸出信號為目前之視頻資料框，該資料框係耦合至運動補償處理器200"以提供如上參考圖4所述之運動區塊。運動補償處理器200"亦耦合至資料框延遲310'以接收來自前一影像資料框之試驗匹配區塊。

在一般形式下，圖5所示編碼器之操作是編碼運動補償處理器200"提供之運動補償視頻資料減去資料框延遲210'提供之目前視頻資訊所獲得之差異像素值。

在本發明之示範具體實施例中，減法器510將目前視頻資料減去處理器210"所提供之運動補償視頻資料。該結果差異信號在DCT處理器512中受到分離式餘弦轉換處理。處理器512提供之轉換過的差異信號是加至量化電路514。如下所述者，DCT編碼過差異信號之量化解析度響應於緩衝

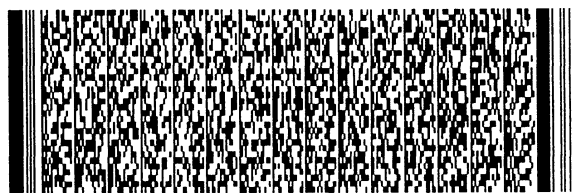


五、發明說明 (16)

控制處理器526之控制。量化處理器514之輸出信號是加至可變長編碼器522，該編碼器亦接收運動補償處理器200"提供之運動向量。可變長編碼器522將熵碼加至量化之轉換過差異碼值及運動向量，以產生一編碼過之輸出視訊串。編碼過之視訊串是加至先進先出(first in first out，下文簡稱FIFO)緩衝器524，該緩衝器在一輸出埠將位元傳送率減低之編碼視頻信號供予一傳送頻道。

依視頻影像中運動之細部與數量而定，供予FIFO緩衝器524之視頻資料率可高於傳送頻道提供之資料率。當趨近傳送頻道之限制時，為了降低用以表示編碼過視頻信號之資料量，FIFO緩衝器524以信號通知緩衝控制電路526，俾降低量化器514所加入之量化解析度。由於緩衝控制電路526，圖5所示之編碼處理器亦能可靠地將具有不同細部及運動位階之影像序列編碼成一致之位元傳送率視頻信號。

資料框延遲電路310'提供之視頻資料之前一資料框係由該編碼過之視頻信號所再生。在本發明之示範具體實施例中，反向量化電路516將量化器514執行之量化運算反向，並將此解量化、轉換過之差異編碼視頻信號加至反向分離式餘弦轉換處理器518。處理器518反向了處理器512執行之DCT運算，以將解碼過之差異視頻信號供予加總電路520。加總電路520將運動補償視頻資料加至解碼過之差異視頻資料，以重組來自目前資料框之資料。該重組之資料係加至將目前資料框資料延遲一個資料框期間之資料框延遲電路310'，以將前一資料框視頻資料供予運動補償處理



五、發明說明 (17)

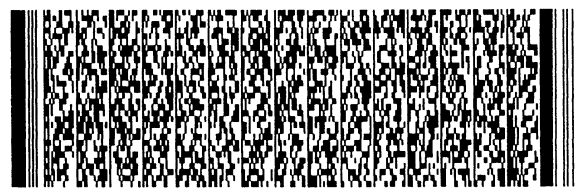
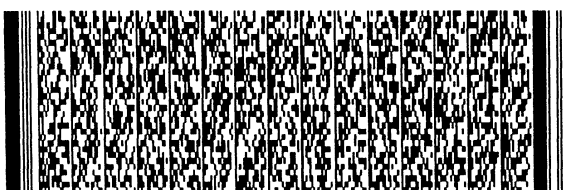
器200"。

圖6為根據本發明示範具體實施例可用於產生運動向量場的高度並行處理器系統之方塊圖。該處理器系統包括NH乘以NV個處理器 $P_{0,0}$ 至 $^PN_{v-1}, N_{h-1}$ 。因而處理器系統對各影像區塊具有一個處理器，而影像包括NH個水平區塊乘以NV個垂直區塊或NH乘以NV個區塊。

如圖6所示者，對應於目前場 F_k 、前一場 F_{k-1} 及下一場 F_{k+1} 之輸入樣本係加至輸入/輸出(input/output，下文簡稱I/O)處理器612。此記憶器在控制處理器610之控制下，將樣本存入多埠記憶器614。記憶器614可為如多個處理器 $P_{0,0}$ 至 $^PN_{v-1}, N_{h-1}$ 之各處理器具有個別不同部分共用之分配式記憶器。控制器610及多個處理器 $P_{0,0}$ 至 $^PN_{v-1}, N_{h-1}$ 根據上述參考圖2、3及4之方法操作，以對來自代表2或3個影像場樣本之目前資料框產生代表一運動向量場之樣本。

雖然所示之I/O處理器612接收3個資料框，不過可考慮在穩態操作下，在任何時間僅有一個新資料框可加至處理器612。可藉重新指定先前所儲存資料框之兩個資料框，以使對應於資料框 F_k 所儲存之資料將成為代表資料框 F_{k+1} 之資料，而對應於資料框 F_{k-1} 所儲存之資料將成為代表資料框 F_k 之資料。在本發明之示範具體實施例中，各處理器例如 $P_{0,0}$ 獲得來自資料框 F_k 經由記憶器614之一埠之像素資料之個別不同之運動區塊。該處理器亦獲得來自資料框 F_{k-1} 及資料框 F_{k+1} 經由記憶器埠之試驗匹配區塊。

$P_{0,0}$ 至 $^PN_{v-1}, N_{h-1}$ 之各處理器根據圖7所示之流程圖操作。



五、發明說明 (18)

流程圖中之第一步驟(步驟710)從資料框 F_k 取得運動區塊並應用Hadamard轉換。步驟712從資料框 F_{k-1} 並視需要從資料框 F_{k+1} 取得試驗匹配區塊。除此之外，步驟712將變數MINMAD初始化為一大數值。接著，步驟714選出該等試驗匹配區塊之一，並對該選出之區塊做Hadamard轉換。此運算是如上參考方程式(8)之說明。步驟714亦計算了選出之轉換過的匹配區塊與轉換過的運動區塊間之MAD。MAD之計算是如上參考方程式(9)之說明。在步驟716，將步驟714所計算之MAD值與MINMAD相比較。若MAD低於MINMAD，則執行步驟718，該步驟將MAD值指定為變數MINMAD，並將在步驟714處理之區塊其區塊識別碼(BLOCK ID)記錄至變數MINMATCH。若在步驟716，MAD不低於MINMAD或在步驟718之後，則執行步驟720。在步驟720，處理器決定是否有任何更多匹配區塊需予處理。若是如此，控制回至步驟714以選擇下一匹配區塊。若無其它匹配區塊要處理，在步驟722如上述參考方程式(10)執行對區塊MINMATCH之運動向量計算。

圖7所示流程圖解說了本發明之軟體實現。此軟體實現可為經由類如磁碟、CD-ROM或調變載波之載波傳輸之計算機程式形式。

圖6所示處理器系統提供之結果為一運動向量場，該向量場包括資料框 F_k 各運動區塊之運動向量。如上述參考方程式(7)及(8)之說明，Hadamard矩陣、參考區塊及搜尋區塊在各水平及垂直方向可包含不同數目之像素。因而，圖



五、發明說明 (19)

6 所示之處理器可在 4×4 區塊或在 16×16 區塊上運算。如方程式(6)所定義者，因Hadamard轉換運算使用二不同階數之Hadamard矩陣，圖6所示之處理器亦可在 16×4 區塊或在 8×16 區塊上運算。

圖8A及8B示出主題之發明應用至層次運動區塊搜尋演算架構。在圖8A中，使用一 32×32 Hadamard矩陣轉換包含十六個 8×8 區塊像素值之運動區塊140，且在前一資料框104中之匹配區塊150及152亦受到一 32×32 Hadamard轉換。對轉換過的區塊150及152之各區塊計算MAD。因區塊150在前一資料框104之位置與區塊140在目前資料框100之位置相同，故在區塊150與區塊152間之位移定義了區塊140之運動向量。替代地，可藉低通濾波 32×32 區塊像素值以計算 32×32 區塊像素值之運動向量，並在十中選出一濾波過之像素值以產生例如 8×8 區塊之像素值。當濾波過之區塊經次取樣以產生 8×8 區塊像素值時， 32×32 區塊像素值之低通濾波用以降低代號失真。然後該 8×8 區塊像素值可經Hadamard轉換並與相似濾波過、十中選一及轉換過之試驗匹配區塊比較，以找出最佳匹配。在圖面上未顯示低通濾波器及十中選一器。

示於8A所計算出之運動向量涵蓋了MPEG-2標準之4個巨區塊。使用圖8A所揭示之方法確認之運動向量160，可產生如圖8B所示單一巨區塊之運動向量。在圖8B中，當單一巨區塊170用做運動區塊時，運動向量160可用以限制搜尋區106'，該區係用來找出在前一資料框104中匹配區塊之



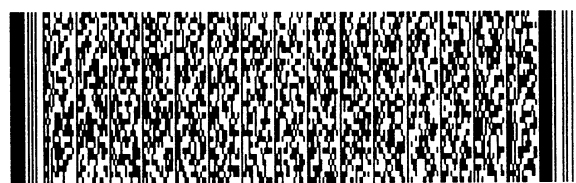
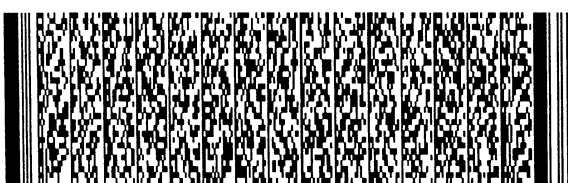
五、發明說明 (20)

位置。如圖8B所示，區塊172、174、176及178可確認為試驗匹配區塊。

根據演算架構， 16×16 Hadamard轉換用在運動區塊170上以及各試驗匹配區塊172、174、176及178。然後參考上述方程式(9)及(10)使用最小MAD演算法比較轉換過之區塊，俾在搜尋區106'中選出一個區塊做為運動區塊170之匹配區塊。如上說明者，不使用 16×16 區塊像素值及 16×16 Hadamard轉換，該演算可濾波及十中選出一 16×16 區塊以產生 8×8 區塊，並將 8×8 Hadamard轉換用在運動區塊及一組近似濾波過及次取樣試驗匹配區塊之各區塊。

參考圖8A及8B說明之演算法使用了兩種不同階數之Hadamard轉換。於圖8A中，所執行者為32階之Hadamard轉換。而在圖8B中，所執行者為16階之Hadamard轉換。如上述參照圖2至5之說明，用來執行Hadamard轉換之處理電路在進行處理之不同時期可採用不同階數之Hadamard轉換。更考慮到單一影像序列可使用多階轉換。高階轉換可用於影像至影像並無重大改變的影像序列之大區域，而低階Hadamard轉換可用於變化較頻繁之影像部分。舉例而言，對新聞播報員之背景可使用比較高階之Hadamard轉換編碼，而新聞播報員之臉部使用比較低階之Hadamard轉換編碼。

對上述參照圖8A及8B說明之運動估測技術，層次運動估測係從大區塊至小區塊進行的。總之，可考慮層次技術亦可從小區塊至大區塊進行。圖9為顯示一示範運動估測法

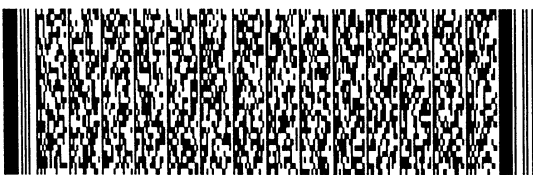


五、發明說明 (21)

之影像圖，其中小區塊運動用以推論出較大區塊之運動向量。在圖9中，目前資料框100之運動區塊118包括4個次區塊120、122、124及126。在本發明示範具體實施例中，各個次區塊個別之運動向量受到決定。此係示於圖9之搜尋資料框104中，區塊118'表示在搜尋影像中與目前影像中運動區塊118有相同位置之區塊。一旦決定了運動向量，運動區塊之次區塊120、122及126映射至搜尋影像中區塊130之次區塊120'、122'及123'，而次區塊124係映射至搜尋區塊132之次區塊124'。如上述參照圖1說明之傳統區塊運動演算法，搜尋區域係限制於搜尋影像104之區域106。因運動區塊之三個次區塊係映射至匹配區塊130，而僅一個次區塊映射至區塊132，乃選擇區塊130當作運動區塊118之匹配區塊。

在圖9所示之區塊匹配法中，如同在搜尋資料框104之搜尋區域106中之全部次區塊一樣，各次區塊120、122、124及126首先受到Hadamard轉換。然後上所說明之區塊匹配演算法以次區塊為基礎而應用在搜尋影像104之搜尋區域106中。

在主題發明已由示範體實施例說明後，可考慮由以上概述所附申請專利範圍之範疇內實施。

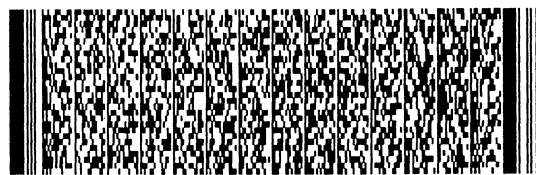
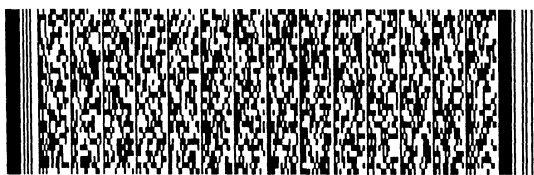


四、中文發明摘要 (發明之名稱：使用正交轉換域之區塊匹配的運動估測)

一種區塊匹配系統，將一視頻影像資料框中之運動區塊匹配至另一視頻影像資料框中之匹配區塊。該系統包括多個轉換運動區塊以及來自另一視頻影像資料框之多個試驗匹配區塊之Hadamard轉換處理器。然後轉換過之匹配區塊與轉換過之運動區塊相比較，以決定相較於轉換過之運動區塊具有最小差異的轉換過之匹配區塊。對應於所決定的轉換過之匹配區塊的匹配區塊被選定為運動區塊之匹配區塊。該區塊匹配系統可轉換具有不同數目的列與行之運動區塊。在一種應用中，該系統將一資料框中相當大的運動區塊匹配至另一資料框中對應之相當大之匹配區塊，並決定了在該匹配區塊與該運動區塊間之位移。當在一資料框中之較小運動區塊匹配了另一資料框中之區塊時，此位移

英文發明摘要 (發明之名稱：MOTION ESTIMATION USING ORTHOGONAL TRANSFORM-DOMAIN BLOCK MATCHING)

A block matching system matches a motion block in one video image frame to a matching block another video image frame. The system includes a plurality of Hadamard transform processors which transform the motion block and a plurality of trial matching blocks from the other video image frame. The transformed matching blocks are then compared to the transformed motion block, and the transformed matching block which has the smallest difference relative to the transformed motion

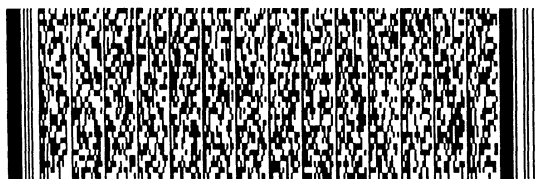


四、中文發明摘要 (發明之名稱：使用正交轉換域之區塊匹配的運動估測)

用來導引試驗匹配區塊之選擇。

英文發明摘要 (發明之名稱：MOTION ESTIMATION USING ORTHOGONAL TRANSFORM-DOMAIN BLOCK MATCHING)

block is determined. The matching block which corresponds to the determined transformed matching block is selected as the matching block for the motion block. The block matching system may transform motion blocks having different numbers of rows and columns. In one application, the system matches a relatively large motion block in the one frame to a corresponding large matching block in the other frame and determines a displacement between the matching block and the



四、中文發明摘要 (發明之名稱：使用正交轉換域之區塊匹配的運動估測)

英文發明摘要 (發明之名稱：MOTION ESTIMATION USING ORTHOGONAL TRANSFORM-DOMAIN BLOCK MATCHING)

motion block. This displacement is used to guide the selection of trial matching blocks when smaller motion blocks in the one frame are matched to blocks in the other frame.



六、申請專利範圍

1. 一種用於處理表示第一及第二影像之像素資料之方法，用以確認在第二影像中匹配區塊像素值對應於第一影像中運動區塊像素值，該方法包含之步驟為：

使用一二維Hadamard轉換運算轉換該運動區塊像素值，以產生轉換過之運動區塊；

從第二影像中選出多個試驗匹配區塊；

使用一個別之複數個處理器，每一處理器執行該二維Hadamard轉換運算，轉換各個所選擇的複數個試驗匹配區塊，以產生對應之多個轉換過之匹配區塊；

產生多個該轉換過之運動區塊與該多個轉換過的匹配區塊之各區塊間之差異測量值；以及

選出對應於多個差異測量值中具有最小差異測量值之轉換過之匹配區塊之試驗匹配區塊做為匹配區塊。

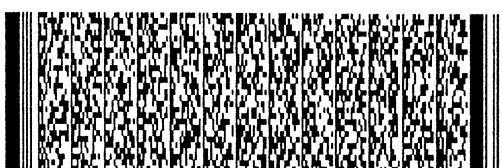
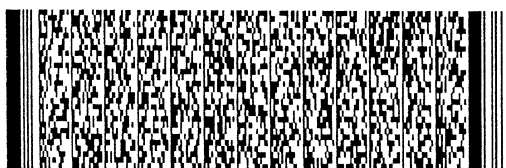
2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中：

產生多個轉換過之運動區塊與多個轉換過的匹配區塊之各區塊間差異測量值之步驟包括計算轉換過的運動區塊與各個轉換過的匹配區塊間之MSE之步驟；及

選出匹配區塊之步驟將選取對應於具有低於任何其它轉換過的匹配區塊的MSE之MSE的轉換過的匹配區塊之匹配區塊。

3. 如申請專利範圍第1項之方法，其中：

產生多個轉換過之運動區塊與多個轉換過的匹配區塊之各區塊間差異測量值之步驟包括計算轉換過的運動區塊與各個轉換過的匹配區塊間之MAD之步驟；及



六、申請專利範圍

選出匹配區塊之步驟將選取對應於具有低於任何其它轉換過的匹配區塊的MAD之MAD的轉換過的匹配區塊之匹配區塊。

4. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該運動區塊包括第一數字M之像素值列數及第二數字N之像素值行數，而轉換該運動區塊之步驟包括之步驟為：

將一 $M \times M$ Hadamard矩陣乘以該運動區塊以產生一 $M \times N$ 矩陣值；及

將該 $M \times N$ 矩陣值乘以 $N \times N$ Hadamard矩陣以產生一 $N \times M$ 區塊之轉換過的影像值。

5. 如申請專利範圍第1項之方法，該第一及第二影像為一視頻信號之第一及第二連續的資料框且該第一與第二影像間之差異對應於資料框間之運動，該方法尚包含之步驟為：

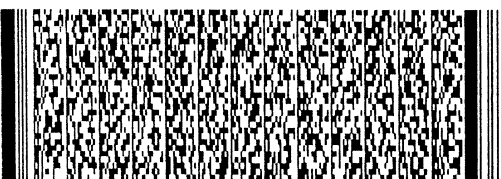
確認在該第二資料框中對應於該運動區塊位置之參考區塊；

決定該參考區塊與在該第二資料框中選出的匹配區塊間之位移；及

從該位移產生一運動向量。

6. 一種用於處理表示第一及第二影像之像素資料之方法，用以確認在第二影像中匹配區塊像素值對應於第一影像中運動區塊像素值，該方法包含之步驟為：

在第一影像中選出一 $M \times N$ 區塊像素值，該 $M \times N$ 區塊像素值包括做為適當次集合之運動區塊像素值，其中M與N為大



六、申請專利範圍

於1之整數；

使用一預定之正交轉換運算轉換該 $M \times N$ 區塊像素值，以產生轉換過之 $M \times N$ 區塊像素值；

從第二影像中選出多個試驗 $M \times N$ 區配區塊；

使用一個別的處理器，該處理器執行該預定之轉換運算，轉換該所選擇的多個試驗 $M \times N$ 區配區塊之各區塊，以產生對應之多個轉換過之 $M \times N$ 匹配區塊；

產生多個該轉換過 $M \times N$ 運動區塊與該多個轉換過的 $M \times N$ 匹配區塊之各區塊間之差異測量值；

比較產生的差異測量值以確認最小之差異測量值，並決定那一個轉換過之 $M \times N$ 匹配區塊對應於該最小之差異測量值；

決定該 $M \times N$ 區塊與所選定之 $M \times N$ 匹配區塊間之位移；

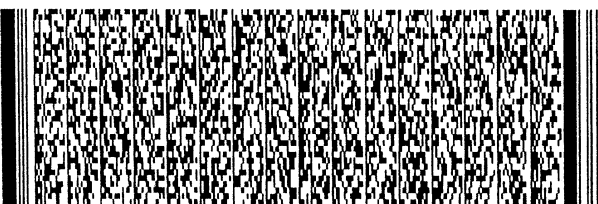
使用一預定之正交轉換運算轉換該運動區塊像素值，以產生轉換過之運動區塊；

從第二影像中選出多個額外的試驗匹配區塊，所選出之額外的試驗匹配區塊簇集圍繞著一從該運動區塊移動了預定的位移量之試驗匹配區塊；

使用一個別的處理器，每一處理器執行該預定之正交轉換運算，以轉換該等所選擇的額外的試驗匹配區塊像素值之各區塊，以產生對應之多個轉換過之匹配區塊；

產生多個該轉換過之運動區塊與該多個轉換過的匹配區塊之各區塊間之差異測量值；及

選出對應於具有低於任何該多個差異測量值之差異測



六、申請專利範圍

量值之轉換過的匹配區塊之試驗匹配區塊做為匹配區塊。

7. 一種用於處理表示第一及第二影像之像素資料之裝置，用以確認在第二影像中匹配區塊像素值對應於第一影像中運動區塊像素值，該裝置包含：

一第一轉換處理器，該處理器使用一二維Hadamard轉換運算轉換該運動區塊像素值，以產生轉換過之運動區塊；

多個額外的轉換處理器，該等處理器從回應於該運動區塊之第二影像選出多個試驗匹配區塊並使用該預定之正交轉換運算轉換該試驗匹配區塊像素值，以產生對應之多個轉換過之匹配區塊；

一比較器，該比較器產生多個該轉換過之運動區塊與多個轉換過之匹配區塊之各區塊間之差異測量值，並指定該等差異測量值之一做為最小的差異測量值，其中對應於具有最小差異測量值之轉換過的匹配區塊之試驗匹配區塊被指定為與該運動區塊像素值一致之匹配區塊像素值。

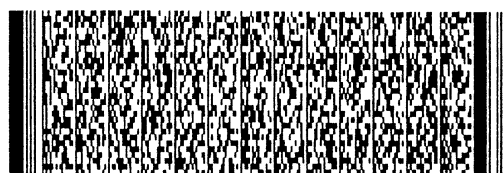
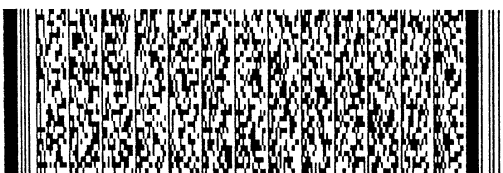
8. 如申請專利範圍第7項之裝置，其中該比較器包含：

用以計算該轉換過的運動區塊與各轉換過的匹配區塊間的MSE之裝置；及

用以選出對應於具有低於任何其它轉換過的區塊之MSE之試驗匹配區塊做為像素值的匹配區塊之裝置。

9. 如申請專利範圍第7項之裝置，其中該比較器包含：

用以計算該轉換過的運動區塊與各轉換過的匹配區塊間的MAD之裝置；及



六、申請專利範圍

用以選出對應於具有低於任何其它轉換過的區塊之MAD之試驗匹配區塊做為像素值的匹配區塊之裝置。

10. 如申請專利範圍第9項之裝置，該第一及第二影像為一視頻信號之第一及第二連續資料框，且該第一及第二影像間之差異對應於資料框間之運動，該裝置尚包含：

在該第二資料框中指定一對應於該運動區塊位置的參考區塊之裝置；

用以決定在該參考區塊與在該第二資料框中選出的匹配區塊間的位移之裝置；及

從該位移產生一運動向量之裝置。

11. 一種包括一計算機程式之載體，該計算機程式包含多個指令，將使該計算機執行之步驟為：

從一第一影像確認像素之運動區塊；

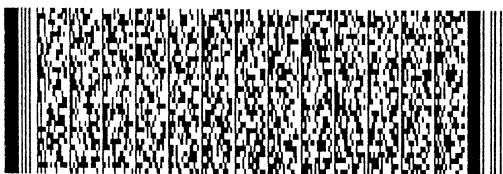
使用一預定之正交轉換運算轉換該像素值之運動區塊，以產生轉換過的運動區塊；

從該第二影像選出多個試驗匹配區塊；

使用該預定之正交轉換運算，平行轉換像素值之各試驗匹配區塊，以產生對應之多個轉換過之匹配區塊；

產生多個在該轉換過的運動區塊與該多個轉換過的匹配區塊之各區塊間之差異測量值；及

選出對應於具有低於任何該多個差異測量值之差異測量值之轉換過的匹配區塊之試驗匹配區塊做為匹配區塊。



公告本

圖式

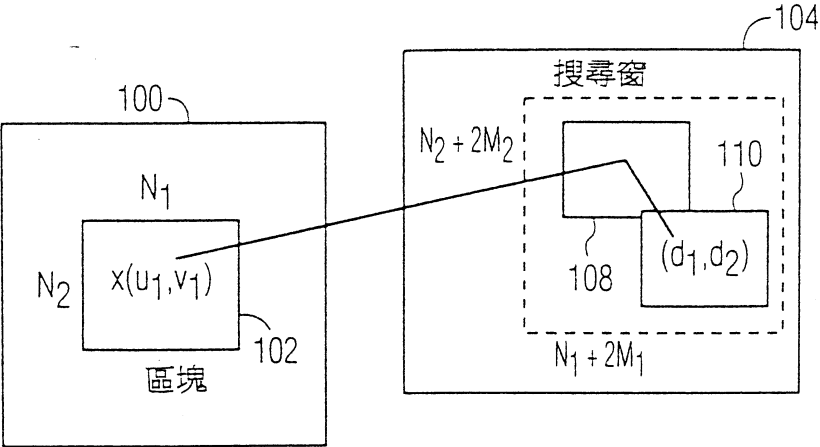


圖 1

先前技藝

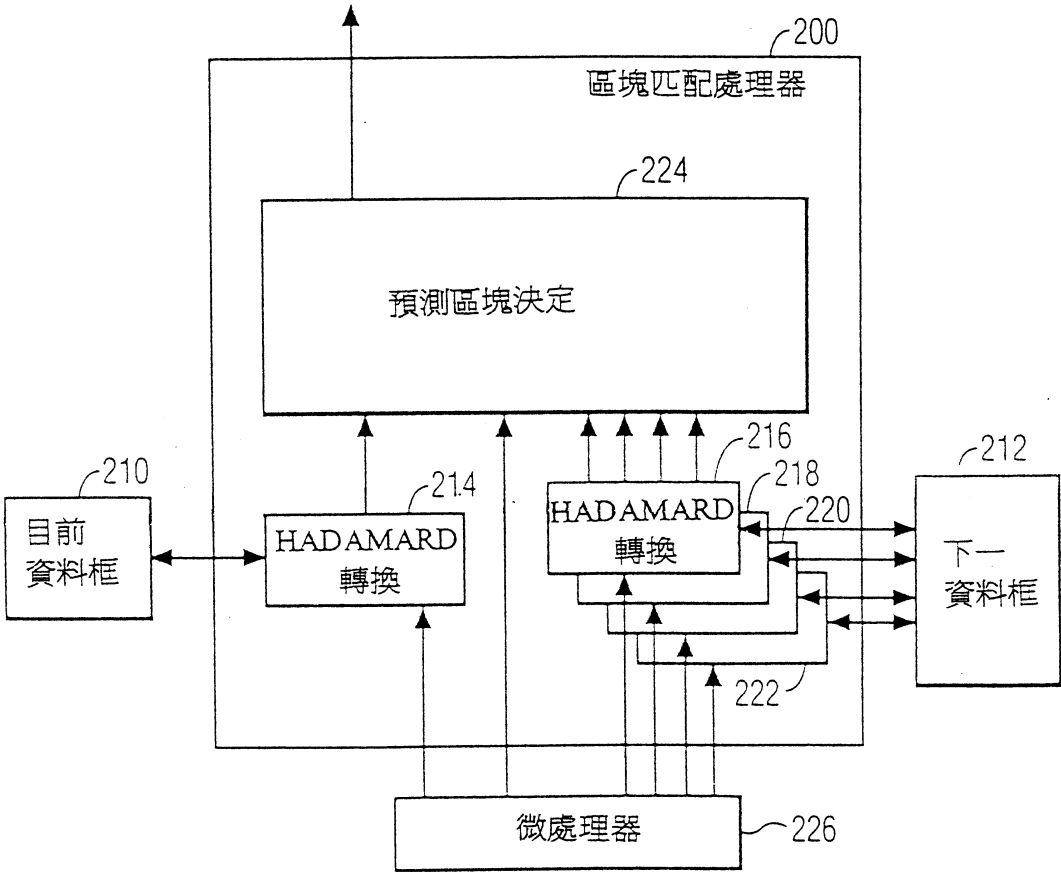


圖 2

圖式

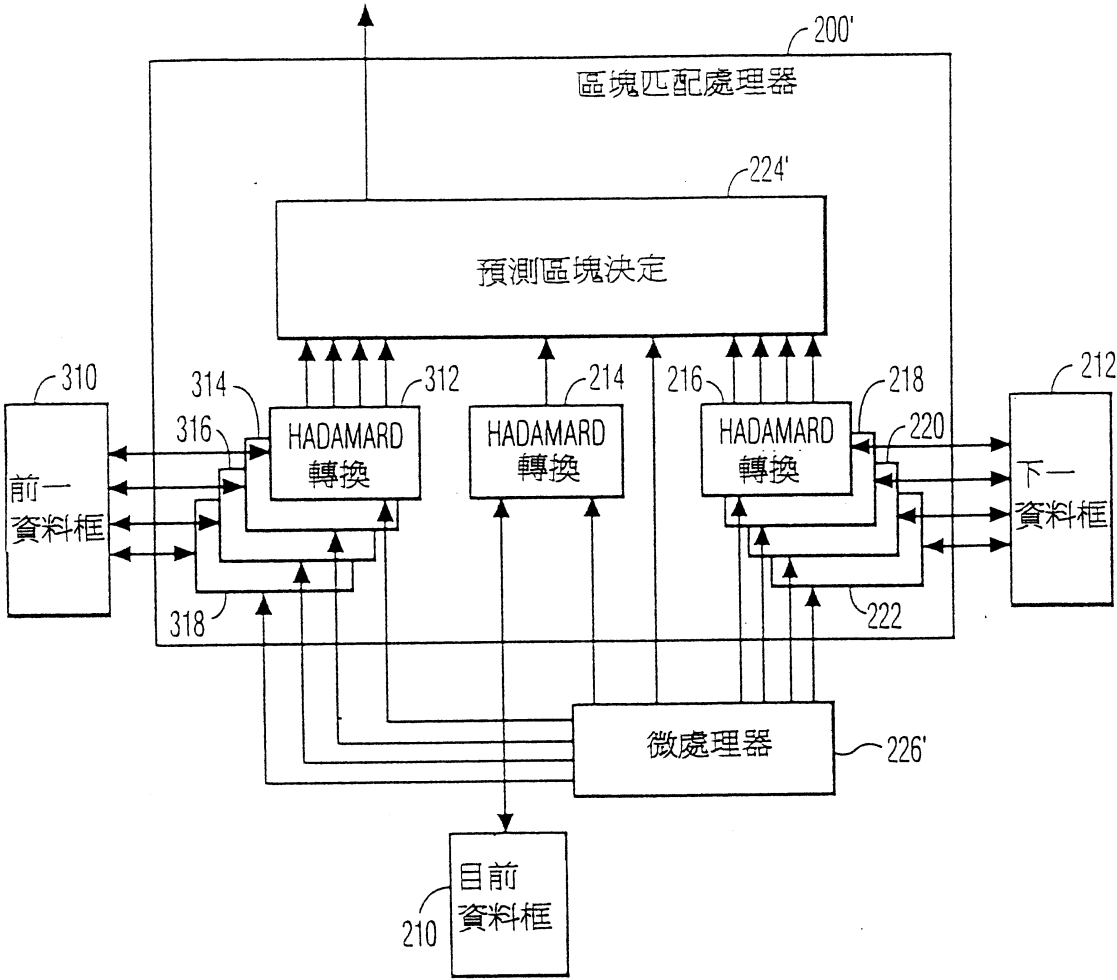


圖3

圖式

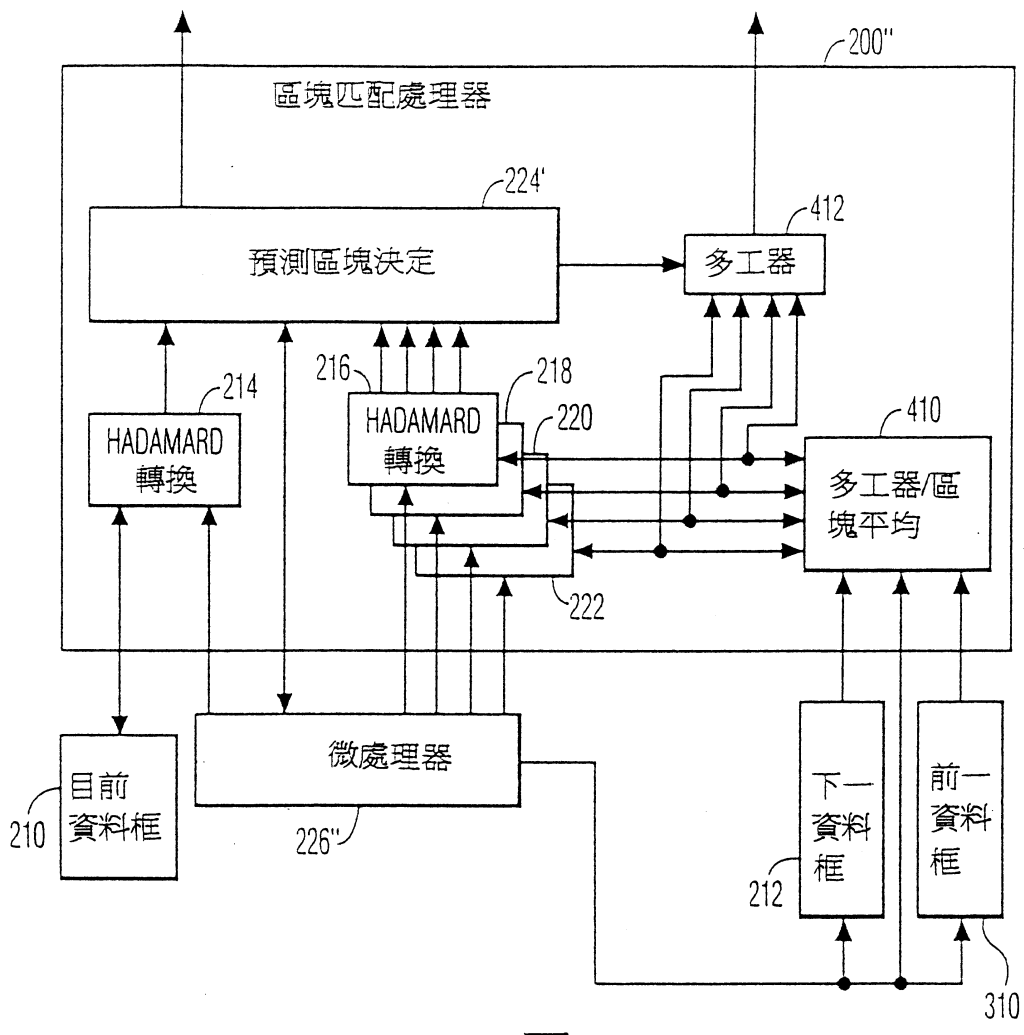
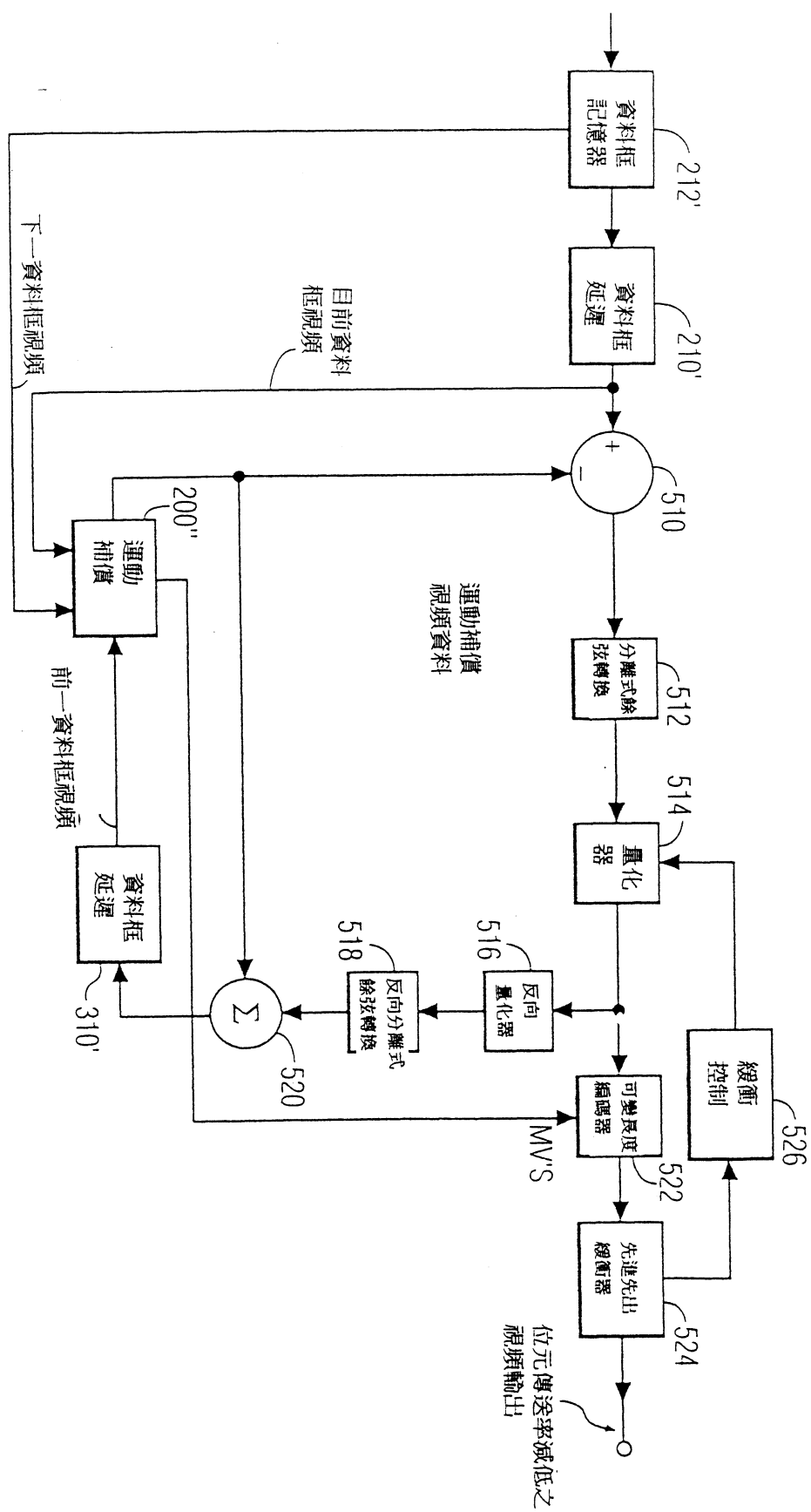


圖4



五

圖式

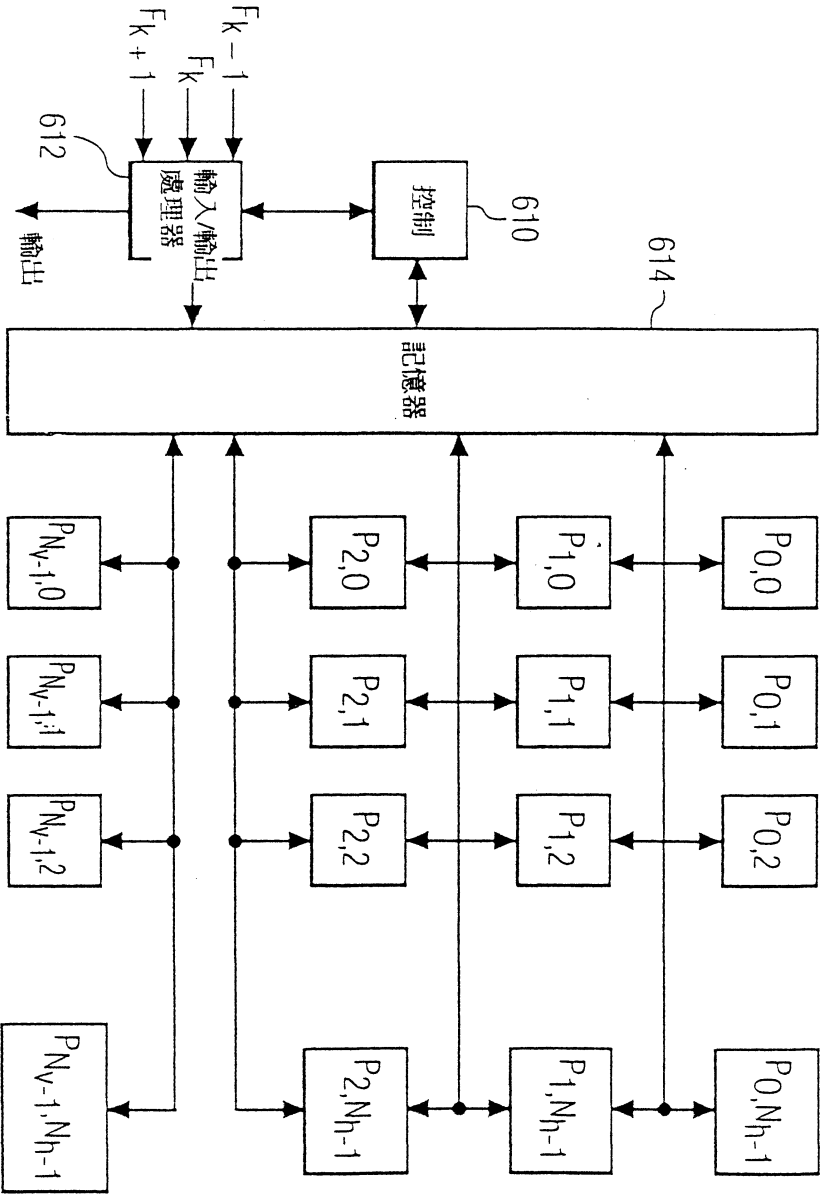


圖6

圖式

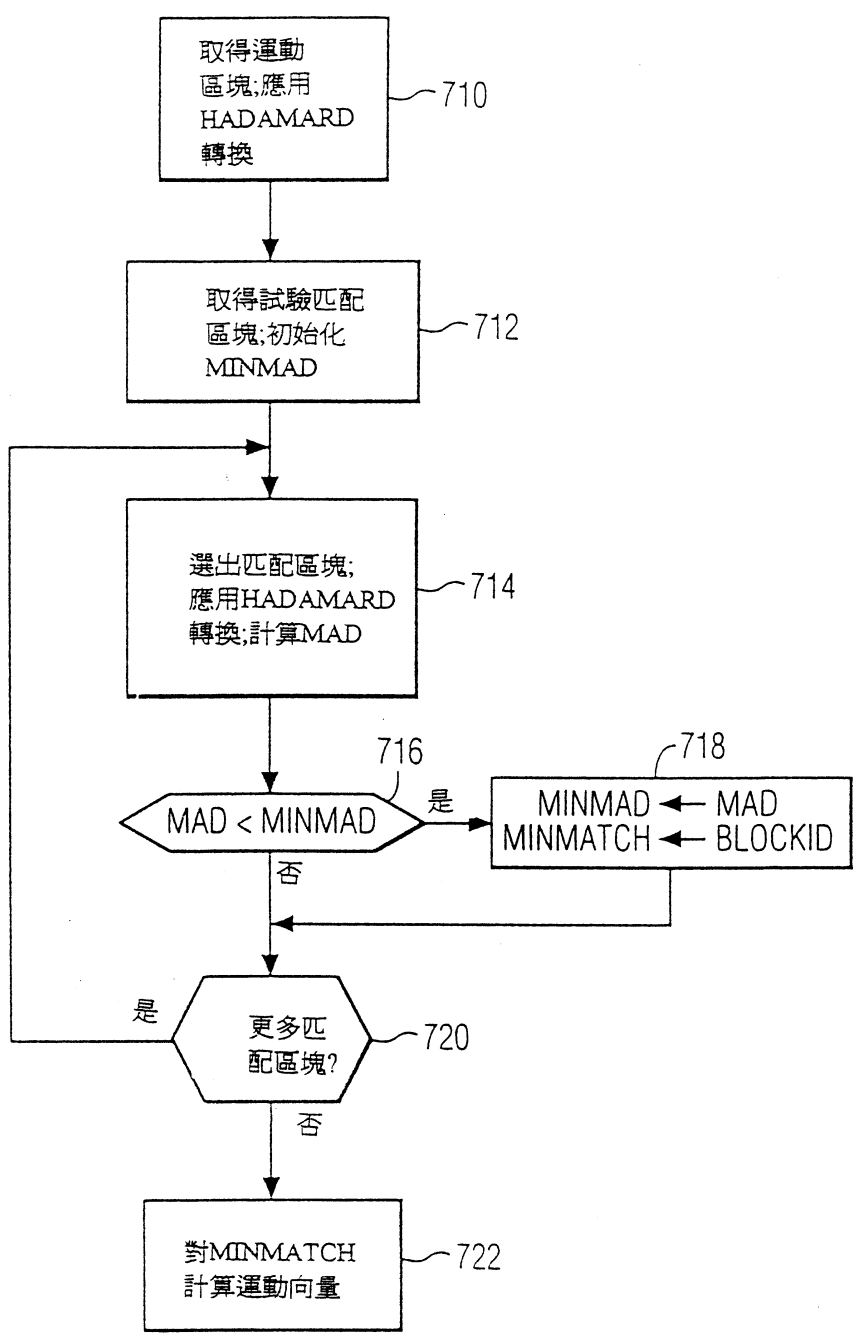


圖 7

圖式

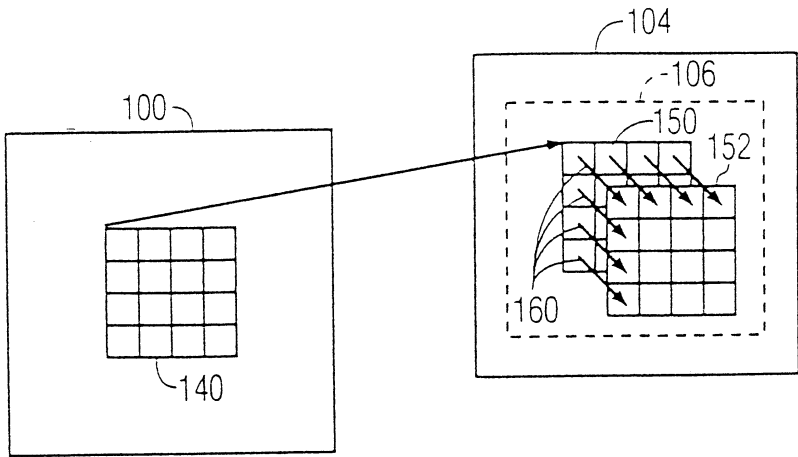


圖8A

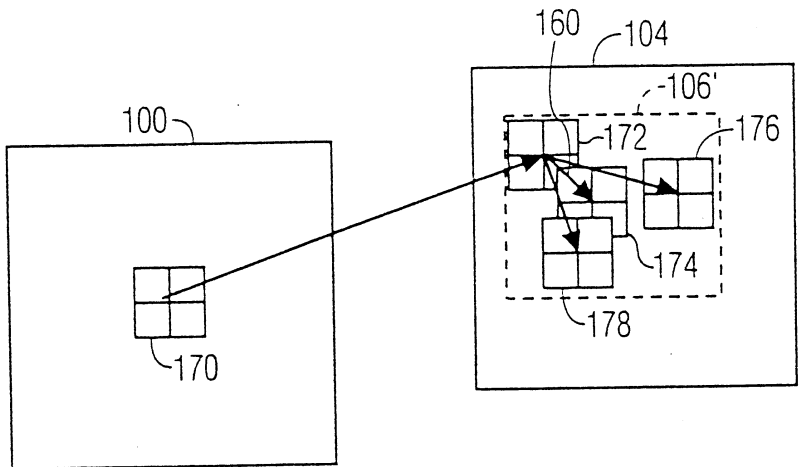


圖8B

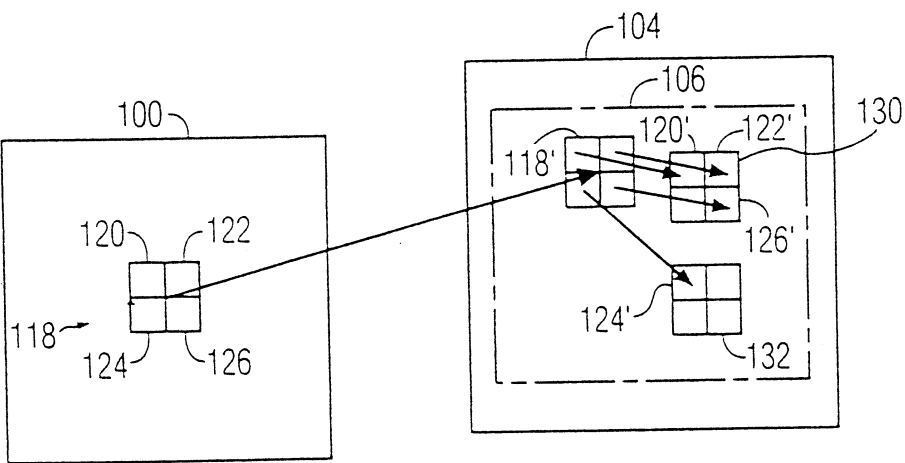


圖9

圖式簡單說明

