

公告本

申請日期：88-6-16

類別：

案號：88110104

H00N 1/41

(以上各欄由本局填註)

發明專利說明書

420932

一、 發明名稱	中文	使用微波係數之方向預測編碼之影像壓縮
	英文	IMAGE COMPRESSION USING DIRECTIONAL PREDICTIVE CODING OF THE WAVELET COEFFICIENTS

二、 發明人	姓名 (中文)	1. 阿加亞, 汀庫
	姓名 (英文)	1. ACHARYA, TINKU
	國籍	1. 印度
	住、居所	1. 美國亞歷桑那州恬普市南羅伯茲路7292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.



本案已向

國(地區)申請專利

美國 US

申請日期

案號

1998/07/13 09/114,720

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

本發明大致係關於資料與影像壓縮。尤其，本發明有關資料與影像壓縮之編碼，特別是其中利用離散微波變換者。

2. 相關技藝描述

成像一重要的方面為影像壓縮之處理。於像是數位相機之數位系統中，影像壓縮係以可能之最少位元數目，但仍維持可接受的一影像品質，而用以儲存及傳送一大量之影像資訊。一盛行之影像壓縮方案的例子為根據離散餘弦變換(DCT)的JPEG(接合相片專家群組)。近來，新的影像壓縮方案已利用離散微波變換(DWT)而加以發展。不同於本質上具週期性之離散餘弦變換(DCT)，離散微波變換(DWT)更適於，且通常更能有效表示像是於影像邊緣特性之資料中所呈現的急遽間斷。離散微波變換(DWT)同時可促進快速且有效之硬體實行，尤其對於像是數位相機之小型攜帶式裝置。離散微波變換(DWT)將一輸入影像解析成一連串圖1中所示之"子頻帶"。該四個子頻帶標示成LL，HL，LH與HH，其中子頻帶目的地之H係指離散微波變換(DWT)的一高通部分之應用部分，而L為低通部分。以下將更詳細討論離散微波變換(DWT)之子頻帶及其性質。

一種稱為DPCM(微分脈衝碼調變)之處理無論資料是否先行顯示成一離散微波變換(DWT)，均可用以將該資料編碼及壓縮。於微分脈衝碼調變(DPCM)中，其目標為將一像素



五、發明說明 (2)

(或者資料值)與利用鄰近像素而得之預測值間的差(錯誤值)予以編碼。以此方式，由於資料值與下一值之間的差預期將小於該資料值本身，所以可以一較少之位元數目(較小之值)將一高度關聯之資料組編碼。由於具有一不良之關聯或者高熵的資料組，可能(沒有取絕對值之)差值較原始資料更不易編碼，所以微分脈衝碼調變(DPCM)之編碼效率減低。例如，如果資料組中各資料值具有一可能範圍0至 n ，則微分之範圍可能從 $-n$ 至 $+n$ ，如果此微分範圍完全利用，則編碼可能採用更多位元。成像時，編碼微分脈衝碼調變(DPCM)技術尤其有助於邊緣特性係使用較多資訊，但視覺上較不重要之資訊(位元數目)而編碼的情形，像是輕微之色度或者色調差異係使用較少位元而編碼，該邊緣特性即一影像中具有急遽不同之用以定義邊緣的像素值之該等區域。就如目前所使用之微分脈衝碼調變(DPCM)係以如所掃描的一系列影像或者影像子平面進行串列作業，將資料值加以編碼。該資料值之編碼包含(介於一像素與一鄰近像素或者鄰近像素之預測值間的)一錯誤影像之發現，然後為原始影像像素值與錯誤影像根據該錯誤之編碼。此一系統顯示於圖2中，而且以下將詳細描述。對於介於一像素與預測的鄰近像素間之錯誤，微分脈衝碼調變(DPCM)技術特別稱為"預測"編碼。由於大部分影像陣列係以一系列，然後次一系列而掃描或者取得所有資料值，所以像素資料係以一西至東之方向編譯。由於影像裝置經常使用列式掃描，所以微分脈衝碼調變(DPCM)考慮東西向其附近作為



五、發明說明 (3)

鄰近像素。當同時希望考慮南北向像素(亦即該等屬於不同列者)作為錯誤影像時，微分脈衝碼調變(DPCM)技術確實均勻通過影像中所有像素。

如果從一影像掃描，或者從已儲存之未加工影像資料所獲得的一原始影像使用微分脈衝碼調變(DPCM)，則很難避免用以產生錯誤影像的一方向或者一組方向係任意選擇。然而，於影像資料先行應用一離散微波變換(DWT)者，將編碼子頻帶資料而非原始影像。此例子中，離散微波變換(DWT)中存在可協助決定於微分脈衝碼調變(DPCM)期間錯誤發現之最佳方向，使編碼之離散微波變換(DWT)影像小於(使用較少位元)一任意方向(或者方向組)的特性。由於一離散微波變換(DWT)處理之影像其子頻帶中具有某些預測行為，所以此資訊可用以減小編碼之影像大小。

因此，需要一種適於並且善用離散微波變換(DWT)行為，而且謹慎考慮錯誤發現及編碼之方向的微分脈衝碼調變(DPCM)技術。

發明概述

一種包含決定一變換之影像資料組其最可能關聯的方向，以及將所變換之資料進行錯誤編碼的方法，其中該錯誤係決定於一變換之資料值與一所決定之方向上一預測的鄰近資料值之間。

圖式簡述

本發明之方法與裝置的目標，特性及優點將從以下描述中得以顯現，其中：



五、發明說明 (4)

圖1說明一耗損之影像壓縮的方案。

圖2說明從一影像上的一離散微波變換(DWT)作業所導致之子頻帶。

圖3說明根據本發明一具體實施例而實現之微分脈衝碼調變(DPCM)。

圖4係本發明一或更多具體實施例的一流程圖。

圖5係一根據本發明一具體實施例其一影像處理裝置之區塊圖。

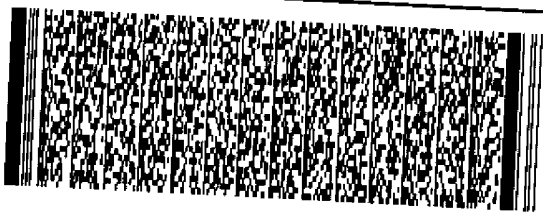
圖6係本發明一具體實施例的一系統圖。

發明詳述

參照圖示，現在將描述本發明之示範的具體實施例。該示範之具體實施例係提供以說明本發明各方面，而不應視為限制本發明之範圍。示範之具體實施例主要係參照區塊圖或流程圖而描述。至於流程圖，流程圖內之各區塊代表一方法步驟以及一用以執行該方法步驟的裝置元件兩者。對應之裝置元件取決於該實行可配置於硬體，軟體，韌體，或者其組合中。

典型之影像壓縮於解壓縮階段僅提供原始影像的一近似影像。此近似影像可部分根據所利用之特殊影像壓縮方案，而或多或少近乎符合該原始影像。此一耗損之影像壓縮方案將具有如圖1中所示的一資料流程。圖1中所示之各區塊圖係用以表示功能，並可能實行於硬體，軟體或者韌體，抑或其一組合中。

首先，一原始影像以像素或者像素群組通過一變換區塊



五、發明說明 (5)

110。根據本發明一具體實施例，該變換係執行一離散微波變換(DWT)，以產生數個影像子頻帶(見圖2及相關描述)。原始影像變換後，然後像是子頻帶資料之所變換的資料則屬於從該變換之資料產生一錯誤資料組的微分脈衝碼調變(DPCM)(區塊120)。

該錯誤影像係一組(原始像素與一近似或者鄰近像素其預測之間的)差像素。使用一錯誤影像係希望減少必需將高度關聯於鄰近像素的像素值編碼，進而減少並未提供重要之影像細節的冗餘。藉由將原始影像變換成一錯誤影像，較佳關聯之鄰近像素(即沒有絲毫之密度變異)可表示成零，而非可能大於零之兩相同的像素顏色/密度值。此減少用以代表該影像所需之位元總數目，而且關聯與冗餘愈高，壓縮"比例"(原始影像之位元大小對壓縮影像之大小的比例)愈低。產生錯誤資料組之後，錯誤資料組與變換之資料兩者係使用例如Huffman以及/或者輪換長度編碼方案而進行二進制編碼(130)。

根據本發明一具體實施例，微分脈衝碼調變(DPCM)(區塊120)係考慮離散微波變換(DWT)之行為與所造成之子頻帶的特徵而執行。各子頻帶具有偏好一方向而非另外邊緣方向之邊緣性質。當產生錯誤資料組時，根據本發明一具體實施例可拓展各種子頻帶之此方向性質。結果，錯誤資料組其大小將小於藉由均勻施行於所有子頻帶的一任意方向所獲得之錯誤資料。益處上，最後之壓縮影像的大小較小，因為其傳達最相關之影像資訊而忽略其他。各子頻帶



五、發明說明 (6)

之方向特徵允許微分脈衝碼調變(DPCM)程序發現一子頻帶內之較佳關聯資料，並利用該關聯減少錯誤影像。

影像之微分脈衝碼調變(DPCM)(區塊120)同時可包括根據本發明至少一具體實施例之量子化。量子化係將一組M個值映射至一組N個值之程序，其中 $N < M$ 。藉由量子化，資料組其可能之資料值總數目將減少。該映射係根據像是 $y = x/2$ 之某些數學公式而達成，其中x為資料值，而y為量子化值。使用量子化減小資料值之可能大小，所以用以表示該影像所需之總位元數將變小。

以上之功能區塊110-130說明一壓縮器功能，其目標為用以減少所儲存及所傳送之影像資料的記憶體需求。決取於用以變換，量子化及編碼之方法，原始影像大小除以壓縮影像大小之壓縮比例將會變化。本發明此具體實施例於微分脈衝碼調變(DPCM)期間提供一加強之錯誤編碼機制，可服務以利於最佳化壓縮比例。影像之解壓縮可藉由將以上輪廓抽出之程序予以反向，並於編碼之影像資料上執行一反轉離散微波變換(DWT)而達成。

圖2說明從一影像上的一離散微波變換(DWT)作業所導致之子頻帶。該離散微波變換(DWT)係一"離散"演算法，因而以一全微波之離散抽樣趨近該輸入信號。因此，離散微波變換(DWT)與這些離散抽樣點可同時視為一具有良好定義之係數的濾波器。不似傅利葉變換或者平均濾波器，該微波係數可選擇以特別適合於該應用，或者輸入信號之類型。本發明至少一具體實施例中所挑選之離散微波變換



五、發明說明 (7)

(DWT)係9-7雙正交梳形濾波器離散微波變換(DWT)。由於離散微波變換(DWT)為離散，所以離散微波變換(DWT)可使用超大型積體電路(VLSI)之數位邏輯而實行，因而可與其他數位組成整合於一晶片。因此，離散微波變換(DWT)可輕易實行於像是一數位靜止或者視訊相機的一影像裝置中。用以較趨近一影像之特性的離散微波變換(DWT)功能使影像壓縮臻於理想。再者，如以下所示以及所描述，離散微波變換(DWT)的一架構對於高資料傳輸量可有效執行，不同於需要多重週期或者遞迴以產生一單一輸出資料之傅利葉或者平均技術。

基本上一般所謂一二維離散微波變換(DWT)為將一輸入信號分解成四個頻率(過濾之頻率係指高通(H)或者低通(L)本質)的子頻帶。二維離散微波變換(DWT)建立具有資料值總數目並且各為輸入資料之 $1/4$ 的四個子頻帶，LL，LH，HL，HH。離散微波變換(DWT)為像是來自離散微波變換(DWT)一遞迴之結果資料的多重解析度技術可屬於另一離散微波變換(DWT)。解析度之各遞迴"位準"係藉由在前一位準之離散微波變換(DWT)所產生的"LL"子頻帶上應用離散微波變換(DWT)而獲得。此很有可能，因為LL子頻帶包含幾乎所有基本影像特性，而可視為前一位準LL子頻帶的一度量版本(或者一單位準離散微波變換(DWT)中之原始全影像)。各子頻帶可以此離散微波變換(DWT)之"多重解析度"功能進一步分割成更小以及如所希望的較小子頻帶。



五、發明說明 (8)

各離散微波變換(DWT)解析度位準 k 包含四個子頻帶， LL_k ， HL_k ， LH_k ， HH_k 。離散微波變換(DWT)解析度之第一位準係藉由於整個原始影像上執行離散微波變換(DWT)而獲得，然而進一步之離散微波變換(DWT)解析度(位準 $k+1$)係藉由於 LL_k 子頻帶上執行離散微波變換(DWT)而獲得。該 LL_k 子頻帶包含足夠之影像資訊，用以實質上重新建構該影像的一度量版本。 LH_1 子頻帶包含原始影像中之水平或者東西方向的邊緣。因此， LH_1 將具有通常相較於南北向鄰近資料更為高度關聯之東西向資料值。如以下所示， LH_1 子頻帶之此性質可於微分脈衝碼調變(DPCM)期間用以減少錯誤影像所導致的熵與大小。另一方面， HL_1 子頻帶包含原始影像中之垂直或者南北方向的邊緣。因此，通常 LH_1 將具有相較於南北向鄰近資料更為高度關聯之東西向資料值。如以下所示， HL_1 子頻帶之此性質可於微分脈衝碼調變(DPCM)期間用以減小 HL_1 錯誤資料所導致之熵與大小。 HH_1 子頻帶包含對角方向之邊緣，可視為僅水平邊緣資訊與垂直邊緣資訊的一向量組合。因此， HH_1 子頻帶將具有相較於僅有唯一向量組成方向(水平或者垂直)之鄰近值更為關聯的對角相關值。如以下所示， HH_1 子頻帶之處理將不同於 HL_1 或者 LH_1 子頻帶，其中將利用一二維微分脈衝碼調變(DPCM)。

類似地，對於從應用離散微波變換(DWT)而解析成 LL_1 子頻帶的4個第2位準子頻帶之各子頻帶，第2位準子頻帶中各存在一方向性質對應於第1位準中相同子頻帶的方向性



五、發明說明 (9)

質。因此， LH_2 子頻帶具有 LL_1 子頻帶影像之水平邊緣資訊，而 HL_2 子頻帶具有 LL_1 子頻帶影像之垂直邊緣資訊。 HH_2 如同其類似版本 HH_1 包含數位邊緣資訊，但係來自 LL_1 子頻帶而非原始基本影像。圖2僅顯示一2位準離散微波變換(DWT)解析度。然而，某些例子中可能希望提供像是三或四位準之更多離散微波變換(DWT)解析度。一般而言，位準 K 子頻帶具有以下方向性質(如果 $K=1$ ，則 LL_0 係指原始影像)：

LL_K — 包含 LL_{K-1} 子頻帶的一度量版本。

LH_K — 包含來自 LL_{K-1} 子頻帶影像之水平邊緣資訊。

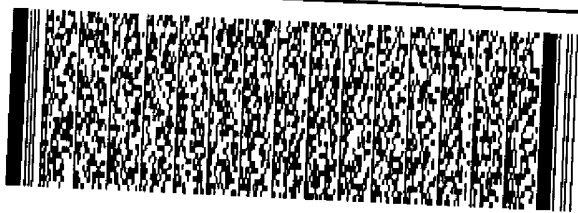
HL_K — 包含來自 LL_{K-1} 子頻帶影像之垂直邊緣資訊。

HH_K — 包含來自 LL_{K-1} 子頻帶影像之數位邊緣資訊。

於離散微波變換(DWT)解析度之各位準，微分脈衝碼調變(DPCM)之處理決定應從何方向計算錯誤，因而增加發現子頻帶內更多關聯資料之可能性。子頻帶本身提供有關邊緣其方向的資訊，進而提供子頻帶中資料值間最高可能關聯的方向。

圖3說明根據本發明一具體實施例而實現之微分脈衝碼調變(DPCM)。

圖3表示一方向之預測編碼(微分脈衝碼調變(DPCM))系統。圖3係以數種方式與典型之影像壓縮系統予以區別。總而言之，第一，利用一方向之預測編碼電路，及第二，使用查閱表用以執行量子化與二進制編碼。圖3之裝置係有利於預測編碼使用一情報將一子頻帶內之資料關聯藉由

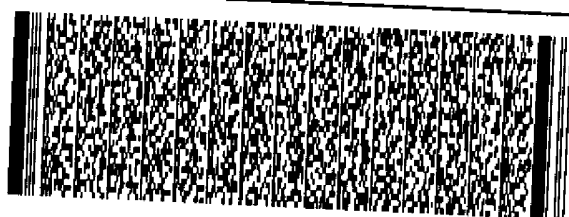
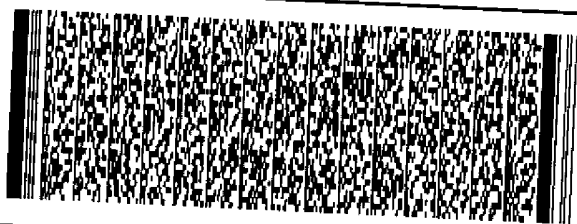


五、發明說明 (10)

考慮各子頻帶之錯誤預測之一不同方向而拓展成更有效。

圖3顯示起源自配置以進行資訊通訊的一影像捕捉裝置或者埠其一離散微波變換(DWT)電路或者其他組成之子頻帶資料值 $X_{i,j}$ 的輸入。各 $X_{i,j}$ 輸入一差電路300。差電路300計算一預測之鄰近值 $X'_{r,s}$ 與實際子頻帶資料 $X_{i,j}$ 間的差。差電路300產生並提供 $\Delta = X_{i,j} - X'_{r,s}$ 一值作為輸出，該值稱為"錯誤"或者 Δ 值。各子頻帶資料值 $X_{i,j}$ 具有由錯誤恢復電路35所提供的一鄰近預測值 $X'_{r,s}$ 之錯誤。該鄰近預測值 $X'_{r,s}$ 回授至差電路，用以加入計算下一預測之鄰近 X' ，以減少量子化錯誤。

根據本發明一具體實施例，一預測之鄰近 $X'_{r,s}$ 將取決於所編碼之子頻帶的方向性質而具有一 r 與 s 值。例如，由於子頻帶LH中之資料包含水平方向邊緣資訊，西向鄰近資料將用以計算錯誤。因此，對於子頻帶LH， $r=1$ 且 $s=j-1$ ，指示 $X_{i,j}$ 之西向鄰近值(資料陣列中之相同列，前一欄)係考慮用於預測，然後與 $X_{i,j}$ 相比較，以計算對應之錯誤。由於子頻帶HL中之資料包含垂直方向邊緣資訊，北向鄰近資料(或者預測資料)將用以計算錯誤。因此，對於子頻帶HL， $r=i-1$ 且 $s=j$ ，指示 $X_{i,j}$ 之北向鄰近值(資料陣列中之相同欄，前一行)係考慮用於預測，然後與 $X_{i,j}$ 相比較，以計算對應之錯誤。對於包含對角方向邊緣資訊之HH子頻帶，將考慮 $X_{i,j}$ 其北與西鄰近值的一組合。一種考慮兩鄰近值具有邊緣特性為其資料值相近之良好可能性的方法係採用HH子頻帶之該等鄰近值的一平均，像是



五、發明說明 (11)

$X'_{r,s} = (X'_{i,j-1} + X'_{i-1,j}) / 2$ 。然後此值與 $X_{i,j}$ 相比較，將錯誤予以公式化。

預測編碼電路30包含一預測值與錯誤恢復電路(PVER)35，其產生一預測值並且恢復量子化所造成之錯誤。預測值與錯誤恢復電路(PVER)35可包括根據指示：編碼之資料屬於何子頻帶(LH, HL 或者 HH)的控制信號，而決定的一邏輯網路。替代上，此可根據目前編碼資料之何列與何欄(i與j)而決定。此一邏輯網路可包括一計數器，以及／或者一連串之正反器，以及追蹤所處理為資料之何列與何欄的其他狀態控制機制。

預測編碼電路30作業如下。差電路300產生一 Δ ，一代表 $X_{i,j}$ 與 $X'_{r,s}$ 其差之值。此"錯誤"值 Δ 用以作為一查閱表(LUT)310的一位址。查閱表(LUT)310係一用以計算一反轉量子化值之查閱表。查閱表(LUT)310可儲存一給定之 Δ 錯誤值的一量子化值與一反轉量子化值兩者。圖3中顯示用於錯誤恢復電路中的一"恢復之"錯誤值 ΔR 的查閱表(LUT)310輸出。藉由查閱表(LUT)310而輸出之所恢復的錯誤值 ΔR 係量子化及反轉量子化兩者之結果。例如，一錯誤值 $\Delta=96$ 可具有一量子化值12。於反轉量子化時，該量子化值12將給定一恢復之錯誤值 ΔR ，例如為98。此係促進壓縮之量子化損耗。用以編譯查閱表之量子化公式同時可能導致像是96與98的許多值，而映成至一量子化值12。以上給定之例子中，當反轉量子化時，該12之值將永遠給定一反轉量子化值98，其中"12"係從量子化一錯誤值96或者98而



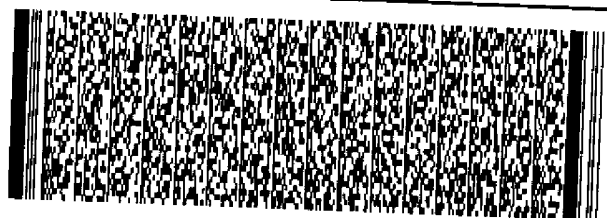
五、發明說明 (12)

獲得。

將錯誤值量子化成資料值較小的一組所造成的損耗可潛在傳播通過整列像素，除非應用一恢復機制。錯誤恢復電路35藉由回授，並以目前恢復之錯誤值 ΔR 加至前一預測之鄰近值，而尋求降低量子化所造成損耗的傳播。各預測之鄰近值基本上為 $X'_{r,s}(\text{目前}) = X'_{r,s}(\text{前一}) + \Delta R$ 。預測值與錯誤恢復電路(PVER)35基本上為轉寄之影像壓縮處理的解壓縮或者反轉。此模擬發生於解壓縮階段之反向預測。結果，各資料值之量子化損耗保持其區域化之值。

如以上所述，預測編碼電路30產生各子頻帶資料值 $X_{i,j}$ 的一錯誤值 Δ 。一第二查閱表(LUT)320係用以執行量子化錯誤值之假定長編碼。再次，例如，一 $\Delta=96$ 可能具有一量子化值1。查閱表(LUT)320儲存可能之 Δ 值其完整範圍作為位址，以索引化該量子化值及其碼字(編碼值)。藉由包裝電路而送出之碼字包含足夠資訊，用以表示一壓縮之影像，往後並且可解壓縮以恢復原始捕捉影像的一稍微修正版本，該原始捕捉之影像送至預測編碼電路作為整個離散微波變換(DWT)所處理之影像的 $X_{i,j}$ 資料組。

例如考慮LH儲存頻帶，其要求考慮相同子頻帶之西向鄰近預測資料值。LH子頻帶中重要之第一資料值(例如 $X_{1,10}$)於該子頻帶內沒有西向鄰近值。因此，相關於該資料值之錯誤值將為該值本身。對於所考慮之下一資料值 $X_{1,11}$ ，西向"預測之"鄰近值 $X'_{1,10}$ 係於所恢復之錯誤 $\Delta R_{1,10}$ (為量子化之錯誤 $\Delta_{1,10}$ ，然後將量子化之值反轉)與 $X_{1,10}$ 之預測值



五、發明說明 (13)

時，藉由預測值與錯誤恢復電路(PVER)35而產生，其中 $X_{1,10}$ 為零。因此 $X_{1,11}$ 之錯誤 $\Delta_{1,11}$ 等於 $X_{1,11} - \Delta R_{1,10}$ 。對於下一值 $X_{1,12}$ ，於計算錯誤中所使用之預測值 $X'_{1,11}$ 係所恢復之錯誤值 $\Delta R_{1,11}$ 與前一預測值 $X'_{1,10}$ 的和。因此，對於LH子頻帶，一般而言：對於一輸入資料值 $X_{i,j}$ ， $X'_{r,s} = X'_{r,s-1} + \Delta R_{r,s}$ ；且 $\Delta_{i,j} = X_{i,j} - X'_{r,s}$ ，其中 $r=i$ 且 $s=j-1$ 。

另一方面，考慮HL子頻帶該相同子頻帶內之北向鄰近預測資料值。HL子頻帶中重要之第一資料值(例如 $X_{10,1}$)於該子頻帶內沒有北向鄰近值。因此，相關於 $X_{10,1}$ 之錯誤值將為 $X_{10,1}$ 本身。對於所考慮之相同欄中的下一輸入資料 $X_{11,1}$ (由於係考慮邊緣的一垂直方向，輸入資料係欄接著欄而非列接著列，如同LH子頻帶之處理)，北向預測鄰近值 $X_{10,1}$ 係於所恢復之錯誤 $\Delta R_{10,1}$ (為量子化之錯誤，然後將量子化之值反轉)與 $X_{10,1}$ 之預測值相加時，藉由預測值與錯誤恢復電路(PVER)35而產生，其中 $X_{10,1}$ 為零。因此， $X_{11,1}$ 之錯誤 $\Delta_{11,1}$ 等於 $X_{11,1} - \Delta R_{10,1}$ 。對於下一值 $X_{12,1}$ ，用以產生錯誤 $\Delta_{12,1}$ 之預測值 $X'_{11,1}$ 係所恢復之錯誤值 $\Delta R_{11,1}$ 與前一預測值 $X'_{10,1}$ 的和。因此，對於HL子頻帶，一般而言，對於一輸入資料值 $X_{i,j}$ ， $X'_{r,s} = X'_{r-1,s} + \Delta R_{r,s}$ ；且 $\Delta_{i,j} = X_{i,j} - X'_{r,s}$ ，其中 $r=i-1$ 且 $s=j$ 。

對於HH子頻帶資料值，發生規劃用於LH與HL之相同程序，但以下除外。輸入資料係列接著列而掃描，其中前一列儲存於一緩衝器中，使北向預測鄰近值可與西向鄰近值平均。由於HH子頻帶中之資料其重要的第一列與欄除外，



五、發明說明 (14)

微分脈衝碼調變(DPCM)可通式化如下：對於一輸入資料值 $X_{i,j}$ ， $X'_{r,s} = (X'_{r,s-1} + X'_{r-1,s}) / 2 + \Delta R_{r,s}$ ；且 $\Delta_{i,j} = X_{i,j} - X'_{r,s}$ ，其中 $r = i - 1$ ，且 $s = j - 1$ 。

最後位準LL子頻帶資料並未量子化，而直接編碼。為促進此作業，於進行編碼之任何位準，一多工器340選擇由查閱表(LUT)320提供予除了該等最後位準LL子頻帶以外之所有資料值的量子化碼字，當該值屬於其他子頻帶時，則選擇 $X_{i,j}$ 。無論來自查閱表(LUT)320之碼字或者 $X_{i,j}$ ，由多工器340所選定之值係藉由包裝電路350加以包裝。

因此，查閱表(LUT)320可為像是一隨機存取記憶體(RAM)的一簡單之可定址記憶體，該記憶體使用一 Δ 之值作為一位址，用以查閱量子化／編碼之碼字。此一隨機存取記憶體(RAM)查閱表相較於二進制編碼電路較為便宜，傳統上該二進制編碼電路用以執行相同功能。對於像是以一攜帶式數位相機捕捉靜止影像之應用，編碼表可於影像捕捉前，以所有影像捕捉值所使用之相同表格加以編譯。

圖4係本發明一或更多具體實施例的一流程圖。

方向預測編碼的第一階段係決定／取得所量子化及編碼之資料的子頻帶(區塊410)。可取得包含關聯性的一組控制信號，或者該關聯性可根據計數器與追蹤該資料(列及欄位置)之狀態控制機制而決定。如果發現資料值相關於LL子頻帶(區塊420)，則資料值為沒有量子化或者錯誤編碼(區塊425)而直接進行二進制編碼。LL子頻帶屬於離散微波變換(DWT)之最後位準(由於其他位準將其LL子頻帶進

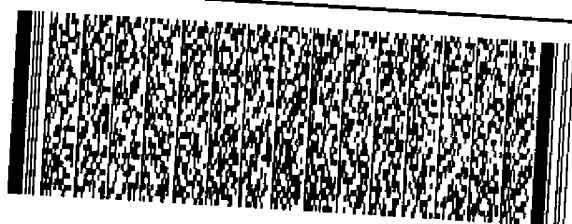
五、發明說明 (15)

一步解析成下一位準之另外四個子頻帶)，因而必需加以保留，因其像是大部分重要之影像資訊。如果子頻帶關聯為LH(區塊430)，則將預測西向鄰近值以用於錯誤計算(區塊435)，因為邊緣資訊係水平方向。預測及錯誤計算後，則可量子化及編碼該資料(區塊480)。如果資料之子頻帶關聯為HL(區塊440)，則需預測北向鄰近值以用於錯誤計算(區塊445)，因為邊緣資訊係垂直方向。預測及錯誤計算後，則可將資料量子化及編碼(區塊480)。此方法可快速加以修正而用於其他影像壓縮，使一輸入資料組之方向性質可以一調和方向性質的方式取得或者決定並進行錯誤計算。

如果未發現任何以上之關聯，則資料必定相關於HH子頻帶。該情況下，資料將更為高度關聯於一對角方向，而必需預測一西向鄰近值(區塊452)與北向鄰近值(區塊454)兩者。然後這些預測鄰近值一起平均(區塊456)。然後從輸入之子頻帶資料減去此平均值以產生錯誤值(區塊458)。將該錯誤值進行量子化及編碼(區塊480)。

圖5係一根據本發明一具體實施例的一影像處理裝置之區塊圖。

圖5係一影像裝置其內部影像處理組成的一區塊圖，該影像裝置合併含一適合之編碼器的本發明至少一具體實施例。圖5之示範電路中，一感測器600產生來自某景物／環境之顏色／強度值的像素組成。由感測器600所產生之 n 位元像素值傳送至一捕捉界面610。內容中有關本發明之感



五、發明說明 (16)

測器600通常將從一區域或者位置的"感測"而測得R, G, 或者B組成之一。因此, 各像素之強度值僅相關於三顏色板之一, 並可一起形成一Bayer型態的未加工影像。捕捉界面610解析藉由感測器所產生之影像, 並將強度值指定予各別像素。整個影像之所有這類像素組為一根據數位相機感測器之典型工業所實行的Bayer型態。

通常任何感測器裝置中, 感測器平面中某些像素細胞可能無法適當回應景物/環境中之照明條件。結果, 從這些細胞所產生之像素值可能有瑕疵。這些像素稱為"無效像素"。"像素代換"單元615以列中恰為前一有效像素取代各無效像素。一隨機存取記憶體(RAM)616係由感測器所供應之無效像素的列與欄索引組成。此隨機存取記憶體(RAM)616協助識別相關於所捕捉之影像的無效像素位置。

一主要壓縮器628接收感測器影像資料並根據本發明一或更多具體實施例而執行影像壓縮。一隨機存取記憶體(RAM)629可用以儲存離散微波變換(DWT)係數以及/或者執行離散微波變換(DWT)專利權中所述之壓縮技術所希望的各頻道/子頻帶之量子化臨限。主要之壓縮器628利用如以上所述之方向預測編碼, 因而藉由將已知資料關聯拓展成於未加工影像上施行一二維(2D)離散微波變換(DWT)的結果, 而減少編碼資料之總大小。取決於即時執行所希望之位準, 離散微波變換(DWT)變換可能於方向熵編碼處理期間, 需暫時將資料輸出至隨機存取記憶體(RAM)629。

主要壓縮器628可設計成將所壓縮及方向預測編碼之輸



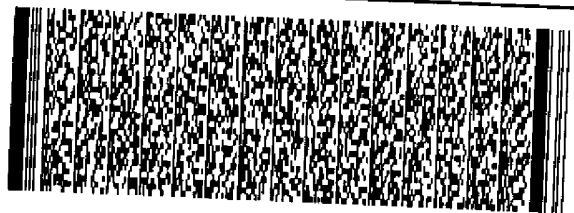
五、發明說明 (17)

出提供予一二進制編碼器630。可配備二進制編碼器630用以實現像是修正之Huffman編碼的各種二進制編碼方案。二進制編碼器630將所編碼及壓縮之資料提供予儲存陣列640。

各隨機存取記憶體(RAM)表格616以及629可直接與一匯流排660進行通訊，而可載入其資料，然後，往後如有必要則可加以修正。再者，該等隨機存取記憶體(RAM)表格及其他隨機存取記憶體(RAM)表可用以依所需儲存中途結果之資料。

圖6係本發明一具體實施例的一系統圖。

所說明係一電腦系統710，可為任何一般或者特殊用途之計算或者資料處理機器，像是耦合至一相機730的一個人電腦(PC)。相機730可為一數位相機，數位視訊相機，或者任何影像捕捉裝置或影像系統，或者其組合，用以捕捉一景物740的影像。基本上，所捕捉之影像係藉由一影像處理電路732而處理，使其可有效儲存於一影像記憶體單元734中，該影像記憶體單元734可為一唯讀記憶體(ROM)，隨機存取記憶體(RAM)或者像是一固定式磁碟之其他儲存裝置。包含於電腦系統710之特定影像記憶體單元734內的影像可根據本發明一具體實施例而直接儲存成壓縮及方向預測編碼之資料。可執行靜止影像之大部分數位相機中，影像係先儲存而之後才下載。此允許相機730可快速捕捉下一物件／景物而沒有額外之延遲。於各種具體實施例中，尤其於提供直接轉換自所捕捉之8位元Bayer專



五、發明說明 (18)

利權的一壓縮之影像時，本發明減少相機730之計算需求及其相關成本，而為一較低廉之相機。

影像處理電路732實現壓縮及方向預測編碼。當一所壓縮及編碼之影像下載至電腦系統710時，可予以解碼，然後供應像是一印表機(未顯示)或者一監視器裝置720之某些輸出裝置。影像解碼可使用像是奔騰(Pentium)處理器(英特爾(Intel)公司的一產品)的一處理器712以及像是一隨機存取記憶體(RAM)的一記憶體711而達成，該隨機存取記憶體(RAM)係用以儲存／載入指令位址與結果之資料。

一替代之具體實施例中，以上所述之方向預測編碼技術可於電腦系統710上所執行的一軟體應用程式中達成，而非直接於相機730中執行。此一具體實施例中，影像處理電路可利於僅儲存壓縮之影像。從相機730下載後，用以執行編碼以及／或者解碼之應用程式可為來自一可執行且編譯自以一像是C++之語言所撰寫的原始碼。該可執行檔之指令可儲存至一磁碟718或者記憶體711，該可執行檔之指令對應於度量影像所需的指令。再者，這類應用軟體可分佈於一網路上或者與其他系統連用的一電腦可讀取媒體。

當相機730捕捉像是一景物740的影像時，則送至影像處理電路732。影像處理電路732係由在其他功能間執行一壓縮影像的適當編碼之IC及其他組成所組成。影像記憶體單元734將儲存所壓縮及編碼之資料。一旦所有像素已處理並儲存或者傳送至電腦系統710以備供應，則相機730空出



五、發明說明 (19)

以捕捉下一影像。當使用者或者應用程式希望／要求下載影像時，影像記憶體單元中所編碼之影像資料則從影像記憶體單元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架構(輸入／輸出(I/O)匯流排715至橋接器714至系統匯流排713)，將資料暫時儲存至記憶體711或者選擇性儲存至磁碟718。電腦系統710具有一系統匯流排713，其促進資訊傳送往／來於處理器712與記憶體711以及一耦合至一輸入／輸出(I/O)匯流排715之橋接器714。輸入／輸出(I/O)匯流排715連接各種輸入／輸出(I/O)裝置，像是一顯示配接器716，磁碟718與一像是一串列埠之輸入／輸出(I/O)埠717等。許多這類輸入／輸出(I/O)裝置之組合，匯流排與橋接器可與本發明連用，而所示之組合僅說明這類可能組合之一。

此處所述之示範具體實施例僅提供用以說明本發明之原理，而不應假設成本發明的範圍限制。而是，本發明之原理可應用於系統的一寬廣範圍，以達成此處所述優點，並同時達成其他優點或者滿足其他目標。

四、中文發明摘要 (發明之名稱：使用微波係數之方向預測編碼之影像壓縮)

所揭示係一種包括決定一轉換之影像資料組其最可能關聯的方向，以及將該變換之資料進行錯誤編碼的方法，該錯誤係於一變換之資料值與該決定之方向上一預測的鄰近資料值之間決定。當使用一DWT，或為離散微波變換而壓縮一影像的一影像裝置時，壓縮之資料其邊緣的方向係用以產生相較於一般所提供的更為高度關聯的一錯誤影像。

英文發明摘要 (發明之名稱：IMAGE COMPRESSION USING DIRECTIONAL PREDICTIVE CODING OF THE WAVELET COEFFICIENTS)

What is disclosed is a method that includes determining the direction of most probable correlation of a transformed set of image data, and error encoding transformed data, the error determined between a transformed data value and a predicted neighbor data value in the determined direction. In an imaging apparatus that employs a DWT, or Discrete Wavelet Transform to compress an image, the direction of edges in the compressed data is used to generate a more highly correlated



四、中文發明摘要 (發明之名稱：使用微波係數之方向預測編碼之影像壓縮)

英文發明摘要 (發明之名稱：IMAGE COMPRESSION USING DIRECTIONAL PREDICTIVE CODING OF THE WAVELET COEFFICIENTS)

error image that typically provided for.



六、申請專利範圍

1. 一種方法，包含：

決定一變換之影像資料組其最可能關聯的方向；以及將該變換之資料進行錯誤編碼，該錯誤係於一變換之資料值與所決定之方向上一預測的鄰近資料值之間決定。

2. 如申請專利範圍第1項之方法，其中該變換係一離散微波變換(DWT)，該變換之資料組係產生自該離散微波變換(DWT)的複數個子頻帶之一。

3. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該子頻帶之一係LL子頻帶。

4. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該子頻帶之一係一LH子頻帶，該LH子頻帶具有最可能關聯之水平方向，當決定該錯誤時，錯誤編碼考慮一西向之預測的鄰近資料值。

5. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該子頻帶之一係一HL子頻帶，該HL子頻帶具有最可能關聯之垂直方向，當決定錯誤時，錯誤編碼考慮一北向之預測的鄰近資料值。

6. 如申請專利範圍第2項之方法，其中該子頻帶之一係一HH子頻帶，該HH子頻帶具有最可能關聯之對角方向，當決定錯誤時，錯誤編碼考慮一西向之預測的鄰近資料值與一北向之預測的鄰近資料值的一平均值。

7. 如申請專利範圍第2項之方法，其中錯誤編碼包括決定該變換之資料的子頻帶關聯。

8. 如申請專利範圍第2項之方法，進一步包含：
量子化該錯誤；以及



六、申請專利範圍

減少該錯誤之量子化所造成的損耗之傳播。

9. 如申請專利範圍第8項之方法，其中減少量子化損耗之傳播包括：

將量子化之錯誤值進行反轉量子化，以產生一恢復的錯誤值；

以前面所取得之預測鄰近資料回授該恢復之錯誤值，並且加總，該總和構成目前之預測的鄰近資料。

10. 一種裝置，包含：

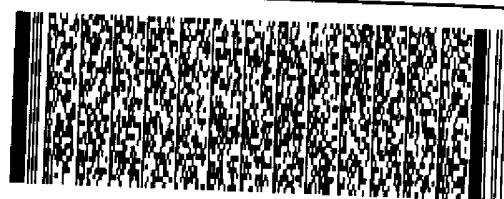
配置以產生一預測之鄰近值的一方向預測值編碼器；以及

各輸入像素值之像素資料值，其中一差編碼器耦合至該方向預測值編碼器，該方向預測值編碼器提供預測之鄰近像素值作為其輸入，而該差編碼器產生一錯誤值，為該輸入像素值與其對應之預測的鄰近像素值之差。

11. 如申請專利範圍第10項之裝置，其中該方向預測值編碼器係配置以決定一影像中之輸入像素值其最高可能關聯的方向，該預測之鄰近像素值位於該決定的方向上。

12. 如申請專利範圍第10項之裝置，其中該差編碼器係耦合至一查閱表，該查閱表配置以提供該錯誤值的一量子化版本。

13. 如申請專利範圍第12項之裝置，其中該方向預測編碼器包括配置以恢復該量子化所造成之損耗的一錯誤恢復電路，該恢復避免將損耗傳播至未來所預測之鄰近像素值。



六、申請專利範圍

14. 一種影像系統，包含：

一處理器，該處理器配置以將離散微波變換(DWT)之結果資料的錯誤值進行方向編碼，該處理器配置以根據影像邊緣之方向，而決定該結果資料中之最高關聯的方向；以及

耦合至該處理器的一記憶體，該記憶體配置以儲存該方向編碼之錯誤資料。

15. 如申請專利範圍第14項之系統，其中該離散微波變換(DWT)結果資料係於該影像系統所捕捉的一輸入影像上施行一9-7雙正交梳形濾波器離散微波變換(DWT)之結果。



圖式

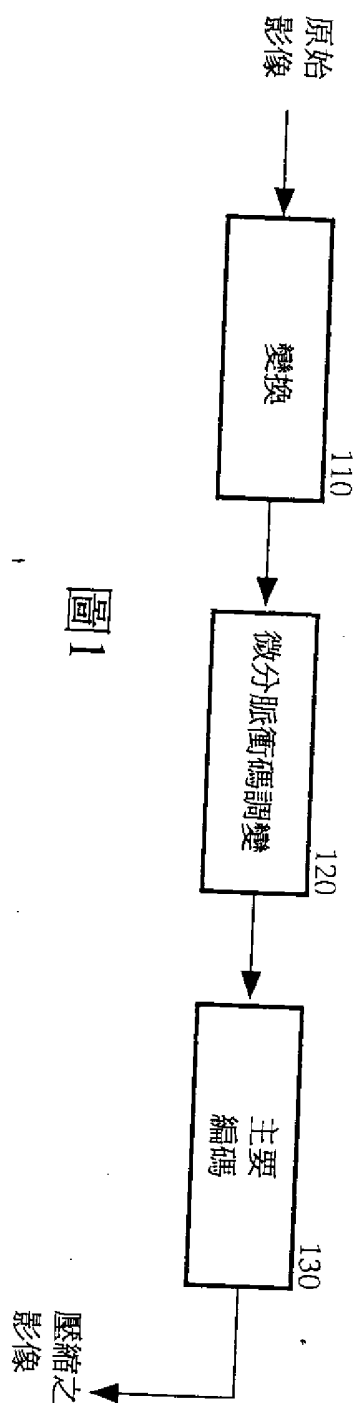


圖 1

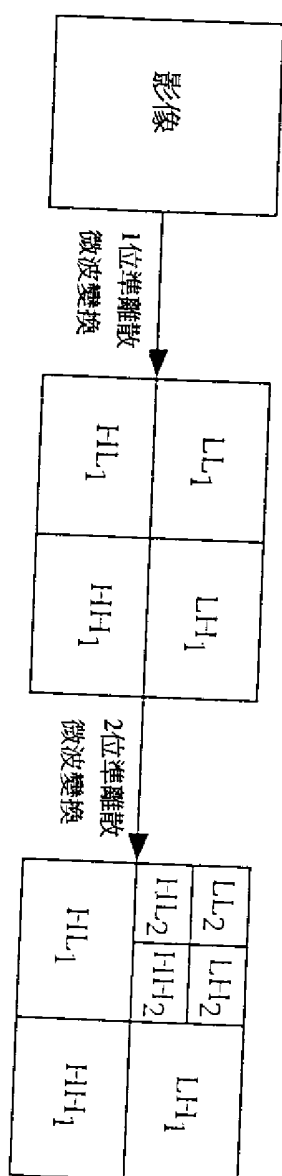


圖 2

圖式

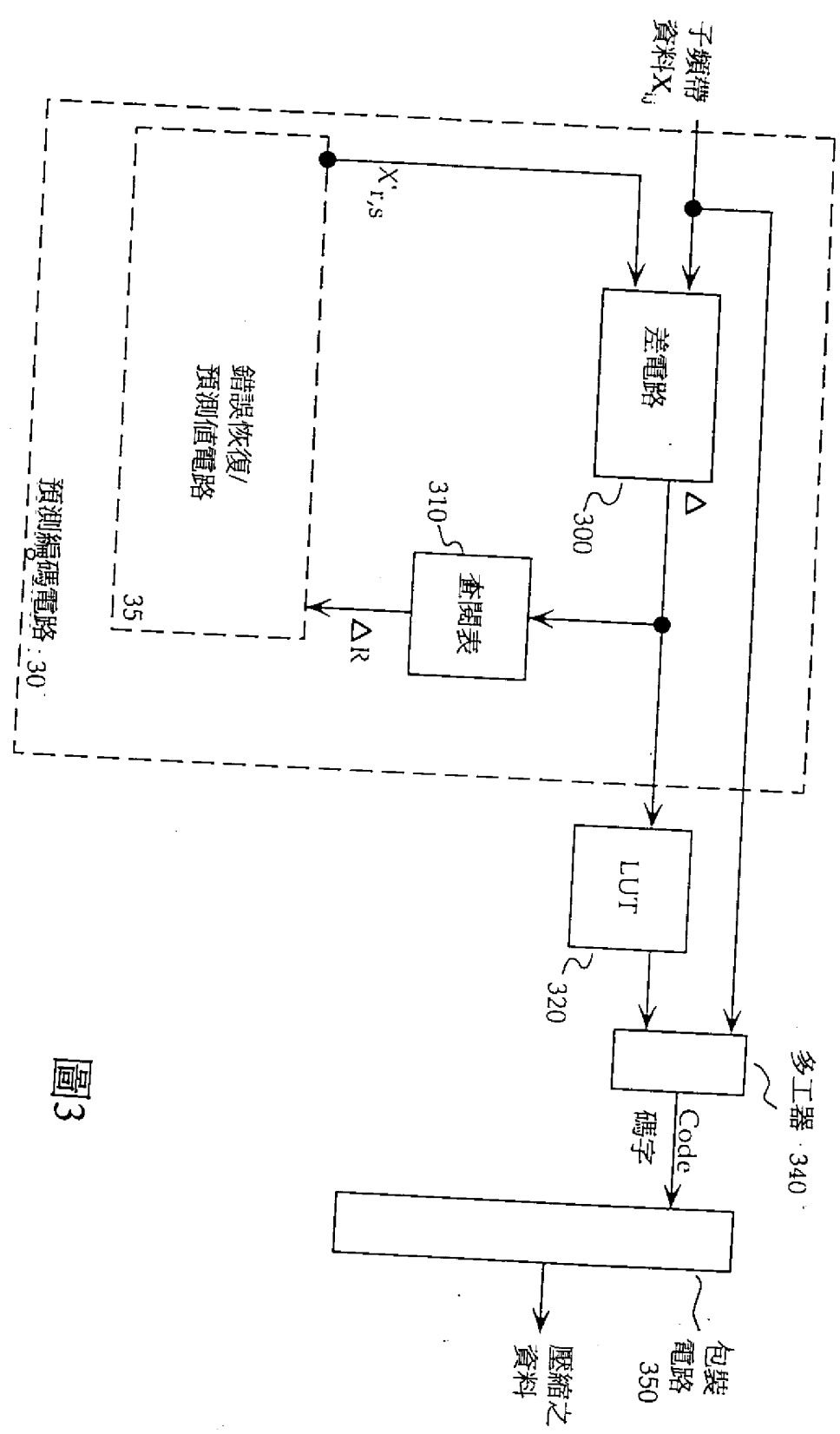


圖3

圖式

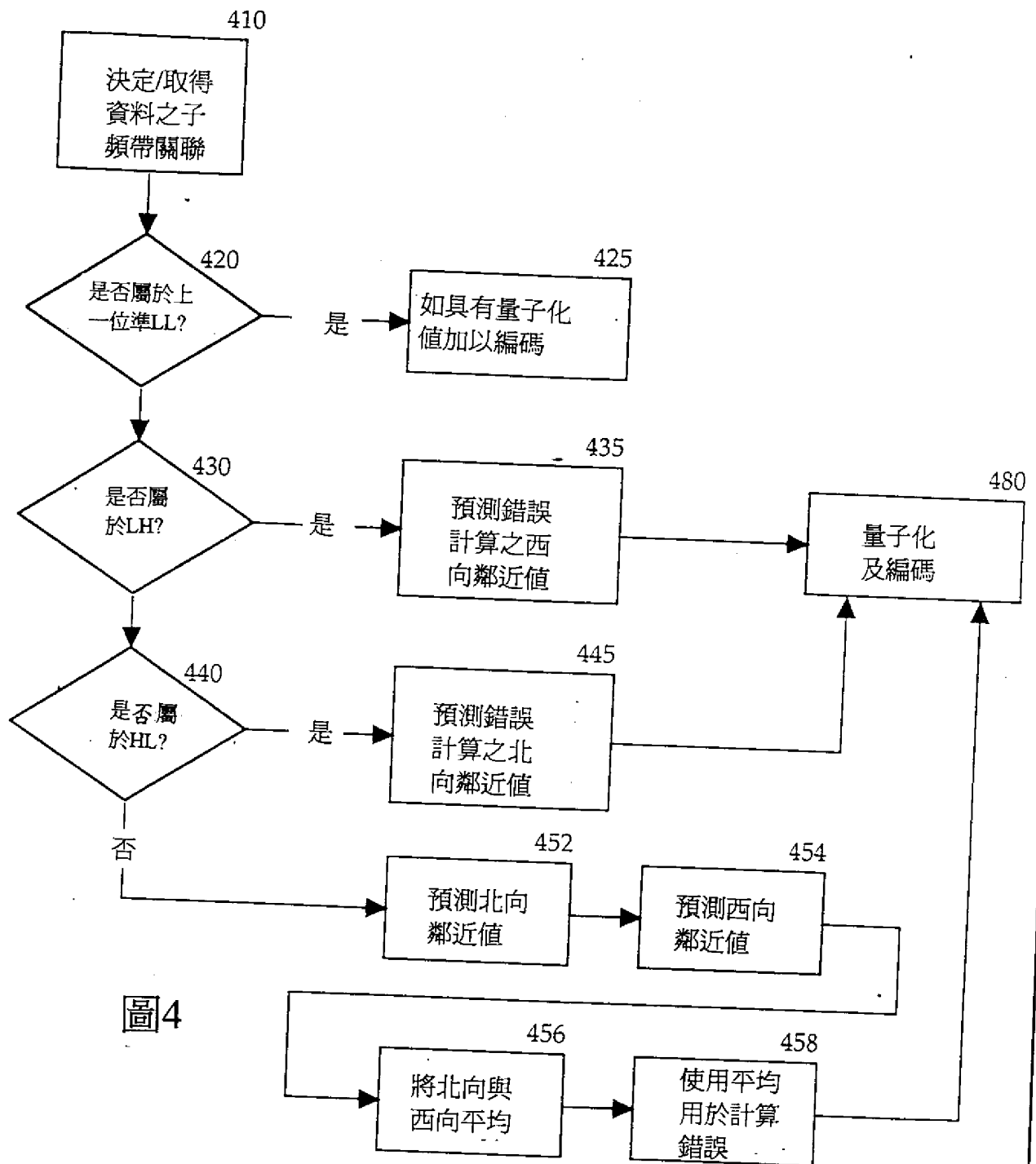


圖4

圖式

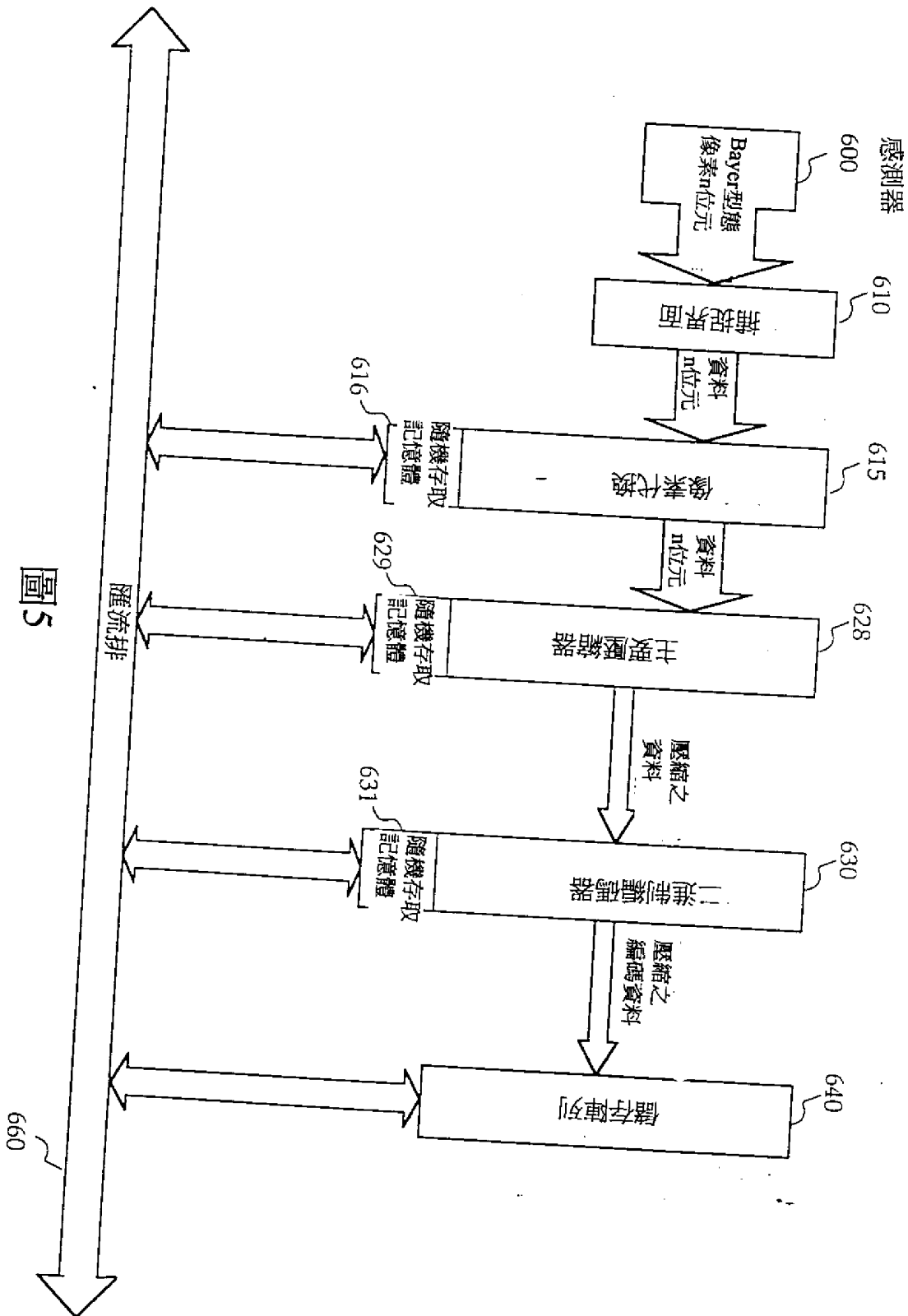


圖 5

圖式

