

公告本

228582

申請日期	81. 6.10
案 號	81104546
類 別	G06F 11/62 H04N 4/17

A4
C4

(以上各欄由本局填註)

發明 新專 利 說 明 書

一、發明 創作名稱	中 文	利用正交變換碼化之圖像壓縮伸展方法
	英 文	
二、發明 創作人	姓 名	板垣史彥
	籍 貫 (國籍)	日本
	住、居所	日本北海道札幌市豐平區平岸3-9-15-18ルビナス 平岸801號室
三、申請人	姓 名 (名稱)	哈得遜股份有限公司
	籍 貫 (國籍)	日本
	住、居所 (事務所)	日本北海道札幌市豐平區平岸3條7丁目26番地
	代表人 姓 名	工藤裕司

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

訂

線

五、發明說明 ()

本發明係關於為求取對發生於正交變換碼化圖像之塊邊界之失真的客觀量度所用之圖像評估方法。

〔以往之技術〕

以往在處理如傳像電話或傳真器等含有圖像之資訊時，由於其訊息量大，所以採用壓縮資訊之方法。將圖像信號碼化並予以顯示重現之方法中，一般使用做為圖像訊息壓縮手段之演算法，有預測碼化及變換碼化之兩種。預測碼化係由已被解碼而知曉之信號，預測繼續而來的信號，以便只送出預測不中之部份，藉以壓縮碼化所需之訊息量的方法。

變換碼化係利用相關性強的圖像信號在頻率軸上觀之其信號電力集中分佈於低頻領域之現象，僅將信號電力集中分佈之成分的係數予以碼化，藉以削減總訊息量之方法。變換碼化因係積極地利用圖像所具有之相關性，所以其壓縮效率通常比預測碼化高，但由於演算處理多，其實用化比預測碼化慢了一步。

然而，現今電腦技術之進步，使得變換碼化所需之正交變換的計算變為容易，故變換碼化已成為圖像碼化演算之主流。有關朝向週波數領域之正交變換，現在被認為實用上最有力的即為DCT(離散餘絃變換)式，其利點在於對低頻成分之電力集中優，且有高速演算算法存在。除了DCT法外，用以圖像之變換碼化之正交變換，尚包括傾斜變換，霍爾變換等。

五、發明說明 ()

由於圖像之變換碼化法中，使用DCT之變換法乃是得以高效率碼化之變換方式，故被採用於國際標準之數據壓縮方式中。下文將針對利用標準的DCT方式之圖像訊息壓縮方法進行說明。原圖像通常被分割成8 x 8像元之塊(block)，並按各塊施行二維DCT變換。其變換式如下。

$$S_{uv} = \frac{1}{4} C_u C_v \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 (P_{xy} - L_s) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2y+1)v\pi}{16} \dots\dots\dots(1)$$

式中，xy為塊內之像元之位置。

$$C_u, C_v = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad ; \quad u, v = 0$$

$$= 1 \quad ; \quad \text{其他}$$

$$L_s = 128 \quad ; \quad P_{xy} \text{之數元精度} ; = 8$$

$$= 2048 \quad ; \quad ; = 12$$

此式中，x，y表示塊內之像元位置，u，v表示DCT係數之位置。當u，v = 0時，變換式之係數Cu，Cv為1/(2) 1/2，其他值時，即為1。像元值Pxy之數元精度為8數元時，Ls之值為128，12數元時，即為2048。

此變換之結果，可得64個之係數Suv之組。係數S00被稱為DC係數，表示塊內64個像元之平均值(直流成分)。其餘之係數稱為AC係數。經由此變換，塊之8 x 8像元即以64個DCT之基底向量之線形結合而表現出來。

但僅將含64個像元之塊予以DCT變換使其顯出64個係

五、發明說明 ()

數，並不表示圖像已被壓縮。圖像壓縮係利用一般圖像在DCT變換時之電力分佈集中於低頻成分之性質，對高頻成分之係數配以較少位元數，對低頻成分之係數即配以較多位元數之量子化而達成之。

係數 S_{uv} 使用碼化量子化表 Q_{uv} ，以依各係數位置而不同之步級大小施予線性量子化。重現圖像(再生圖像)時，則使用相同之量子化表使其復原。藉著改變此量子化表，可控制重現圖像之圖像品質。

接之，爲了傳輸起見，將量子化之係數予以編碼化使其成爲符號。此碼化通常使用哈夫曼碼化方式。此時也使用碼化表。傳輸圖像時，圖像之碼化數據和含有使用何種表等之訊息的參數一併傳送到收信側。

在收信側，即參照碼化表使碼復原。已復原之量子化數據係參照量子代表以逆量子化方式回復DCT係數。由於此量子化之性質，不能完全回復原來的DCT係數。基於此點，此種利用DCT方式之圖像壓縮被稱爲不可逆碼化。接之將已復原之DCT係數予以逆DCT變換，即可回復 8×8 像元之塊圖像。

〔本發明欲解決之問題〕

依上述之DCT變換方式之圖像壓縮法，在量子化之際，如果粗略地量子化係數部份，數據壓縮率雖可增大，但無法避免畫質之劣化。二維DCT之場合，雖以 8×8 程度之像元形成爲1塊，但將以塊單位取出之圖像信號予以逆變

五、發明說明 ()

換以使圖像重現時，會發生所謂塊失真(block distortion)之塊邊界的不連續現象。

結果，施行高度的壓縮，而使量子化粗略時，雖可達成高速處理，但卻增加塊失真。若降低壓縮率使量化細密，則雖可減少塊失真，但卻不能達成高速處理或無法處理動作激烈的動態圖像。因此，鑑於實際圖像所含高頻成分不多之情況，對於相當於高頻之高次係數部份施行粗略的量子化，對於低次係數部份施行細密量子化，即可以高效率施行碼化而不致於降低畫質。

曾經有報告指出，造成再生圖像品質劣化之一要因之塊失真，在視覺上被知覺的，與散亂的干擾相比，有十倍以上之大。雖將含量較少之高頻成分予以粗略量子化，以因應高度壓縮，但若原圖像所含高頻成分多時，有時也會發生視覺上顯著的塊失真。

以上係舉DCT方式為例進行說明，但不僅是此方式，例如利用將圖像按各塊施行正交變換以碼化之方式，施行不可逆性的壓縮復原時，也會在再生圖像之塊邊界發生失真。本發明之目的在求取，計算處理成本低，能反映人體視知覺特性，而確切地評估有關塊失真之圖像品質之方法。

〔解決問題所使用之手段〕

如上所說明，圖像之變換碼化時之塊失真量係依壓縮參數而增減。以高度的壓縮來減小碼量，塊失真則增大，

五、發明說明 ()

反之降低壓縮率而增大碼量時，塊失真則減少。故，如依塊失真之量來控制壓縮參數，則可在所設定碼量之範圍內獲得最佳圖像品質。

用以評估再生圖像品質之量度，常用的是平均平方誤差，但此係表示散亂狀干擾之度數者，不能正確評估視覺性干擾集中於塊邊界之塊失真。應求取可評估復原圖像之塊失真之適切量度，藉以提高圖像品質。實際以視覺觀察到的塊失真達十倍以上大於散亂狀干擾之量，故為要評估塊失真所引起之圖像品質之劣化程度，則有需要另外的圖像品質評估量度。

對有關塊失真之圖像品質進行評估時，因為最後評估圖像品質的是人，故如要定出客觀的量度，必須充分顧及人體之視知覺特性。又，由於對象為圖像，所以也需要考慮，正確評估所需之情報量龐大，計算處理所耗之成本也與圖像碼化一樣的很高，以致發生無法處理之情況。

本發明旨在解決此種問題，乃使用計算處理成本低，而能正確評估塊失真之圖像品質評估方法，以改善正交變換碼化圖像之圖像品質，並且藉以助益適當的資料壓縮。為要解決此問題，本發明係以下列之步驟評估圖像品質。

(1) 考慮對刺激之視覺的非直線性。

人體對輝度(luminance)刺激的感受特性並非直線性。如要量測符合人體感覺之誤差量而不依賴輝度位階，則需要將輝度位階變換成比例於人體視覺特性。一般而言，

五、發明說明 ()

人體之視覺特性可利用韋伯費煦納定律及史帝文斯定律予以近似表示。藉史帝文斯定律，人體對輝度刺激 I 所知覺之亮度 E 可以下式表示。

$$E = \alpha I^{\beta} \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中， α ， β 為常數， β 值為自0.3至0.5。

(2)考慮圖像顯示裝置之非直線性。

一般而言，圖像信號係以最後被顯示在CRT顯示裝置等圖像顯示裝置為前提，因此有必要考慮圖像顯示裝置之特性。在CRT顯示裝置上的顯示，會依電極所加之電壓而增減其亮度。設電極之施加電壓為 V ，其時之發光輝度為 I 時，其關係由下式表示。

$$I = c V^{\gamma} \quad \dots\dots\dots(3)$$

式中， c ， γ 為常數。在(3)式中，如要使發光輝度成為 I ，則必須將施加電壓 V_k 設定成如下式：

$$V_k = \left(\frac{I_k}{c} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \quad \dots\dots\dots(4)$$

此稱為 γ 修正。一般性CRT顯示裝置之 γ 值為2.2至2.8。

五、發明說明 ()

為要在CRT顯示裝置上重現原圖像之相對輝度，則必須對與原圖像之輝度成比例之輝度信號，施行此 γ 修正。本發明中所要處理者，即為預先施加有此 γ 修正之圖像信號。

(3)亮度誤差之量測

茲將人體對輝度刺激之知覺量簡稱為「亮度(brightness)」。重現圖像之像元(m,n)亮度對原圖像之像元(m,n)亮度之誤差e(m,n)可由下式定義。

$$e(m, n) = E(Y(m, n)) - E(X(m, n)) \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中，m代表像元之水平方向的地址，圖像之左端之像元為 $m = 0$ 。n代表像元之垂直方向之地址，圖像之上端之像元為 $n = 0$ 。鄰接於像元(m,n)右側之像元為(m+1,n)，鄰接於像元(m,n)下側之像元為(m,n+1)。X(m,n)為原圖像之像元(m,n)之輝度信號位階，Y(m,n)為再生圖像之像元(m,n)之輝度信號位階。

(5)式中，E(V)為由圖像之輝度信號位階朝向亮度變換之變換函數。所處理之圖像解碼，由於預先利用(3)式對發光輝度施行過 γ 修正，故須對圖像信號V施行(3)式之變換(逆 γ 修正)以求出實際發光輝度。然後，為要求取人體所知覺的相對性亮度，須對此發光輝度施行(2)式之變換。因此，E(V)由(2)式及(3)式導出如下。

五、發明說明 ()

$$E(V) = a_c \beta V^{\gamma \beta} \dots\dots\dots(6)$$

如前述，設 β 值為0.3至0.5， γ 值為2.2至2.8時， $\gamma \beta$ 之值即成為0.66至1.4。將此看成1，可使 $E(V)$ 成為比例於 V ，因此，(5)式可置換成簡單的下式。

$$e(m, n) = Y(m, n) - X(m, n) \dots\dots\dots(7)$$

(4)考慮視知覺之對亮度的辨別臨限特性而定義誤差

人體之視知覺對亮度保持有辨別臨限特性，而臨限值以下之誤差不會被知覺。如要量測客觀的誤差量，則有必要兼加考慮此問題。在考慮視知覺之對亮度的辨別臨限下的誤差 $e'(m, n)$ 可予以定義如下式：

$$e'(m, n) = t e(m, n)$$

$$t = 1 (e(m, n) > K_{th})$$

$$t = 0 (e(m, n) < K_{th}) \dots\dots\dots(8)$$

關於係數 t ，若再生圖像之像元之亮度對原圖像之像元之亮度的誤差 $e(m, n)$ 為 $e(m, n) > K_{th}$ 時，則 $t=1$ ，若 $e(m, n) \leq K_{th}$ 時，則 $t = 0$ 。 K_{th} 表示人體對亮度之辨別臨限值。

五、發明說明 ()

(5) 定義塊失真之量度

如果再生圖像與原圖像間的誤差之變化在塊邊界之前後均呈連續時，不問誤差之絕對量多大，亦不致成爲塊失真。塊邊界之失真，只在再生圖像與原圖像間之誤差在塊邊界之前後呈連續時才會發生。

在圖像內沿水平方向鄰接之像元 (m, n) 及 $(m-1, n)$ 間之誤差之變化量 $dh(m, n)$ 及沿垂直方向鄰接之像元 (m, n) 及 $(m, n-1)$ 間之誤差之變化量 $dv(m, n)$ 被定義如下式。

$$dh(m, n) = e'(m, n) - e'(m-1, n) \quad (m \geq 1, n \geq 0)$$

$$dv(m, n) = e'(m, n) - e'(m, n-1) \quad (m \geq 0, n \geq 1)$$

.....(9)

將此誤差變化量以各塊邊界之塊邊長予以平方取其平均者，做爲塊邊界之塊失真的量度。塊失真之量度被定義如下式。塊 (k, l) 與塊 $(k-1, l)$ 之邊界之失真的量度 $qh(k, l)$ 及塊 (k, l) 與塊 $(k, l-1)$ 之邊界之失真的量度 $qv(k, l)$ 即表成下式。

五、發明說明 ()

$$q_h(k, l) = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} [d_h(M_k, N_{l+i})]^2}{N}$$

(k ≥ 1, l ≥ 0)

$$q_v(k, l) = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} [d_v(M_{k+i}, N_l)]^2}{M}$$

(k ≥ 0, l ≥ 1)

.....(10)

式中，k表示標的塊之水平方向之地址，圖像左端之塊為k=0。l表示標的塊之垂直方向之地址，圖像上端之塊為l=0。鄰接於塊(k, l)右側之塊被表示為(k+1, l)鄰接於塊(k, l)下側之塊表示為(k, l+1)。M為塊水平方向之像元數，N為塊垂直方向之像元數。

(6)考慮輝度起伏而求取塊失真之量度

於輝度變化大的部份中，小的誤差在人體眼睛中有被遮絕之傾向。輝度愈富於起伏變化，所知覺之塊失真量愈小。經過此考慮，發現了更接近人體視知覺特性之塊失真量度乃以次述之式為適當。

五、發明說明 ()

$$\hat{q}_h(k, l) = \frac{q_h(k, l)}{\sigma^2(k, l)}$$

$$(1 \leq \sigma^2(k, l) \leq \sigma^2(k-1, l))$$

$$\hat{q}_h(k, l) = \frac{q_h(k, l)}{\sigma^2(k-1, l)}$$

$$(1 \leq \sigma^2(k-1, l) \leq \sigma^2(k, l))$$

$$\hat{q}_h(k, l) = q_h(k, l)$$

$$(\sigma^2(k, l) < 1 \quad \text{或} \quad \sigma^2(k-1, l) < 1)$$

式中， $k \geq 1, l \geq 0$

.....(11)

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

五、發明說明 ()

$$\hat{q}_v(k, l) = \frac{q_v(k, l)}{\sigma^2(k, l)}$$

$$(1 \leq \sigma^2(k, l) \leq \sigma^2(k, l-1))$$

$$\hat{q}_v(k, l) = \frac{q_v(k, l)}{\sigma^2(k, l-1)}$$

$$(1 \leq \sigma^2(k, l-1) \leq \sigma^2(k, l))$$

$$\hat{q}_v(k, l) = q_v(k, l)$$

$$(\sigma^2(k, l) < 1 \quad \text{或} \quad \sigma^2(k, l-1) < 1)$$

式中， $k \geq 0, l \geq 1$

.....(12)

於上述(11)及(12)式中，表示輝度起伏形狀之參數使用輝度分散。再生圖像中之塊(k, l)內之視知覺輝度之分散 $\sigma^2(k, l)$ 被定義為下式。

$$\sigma^2(k, l) = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [Y(M_{k+i}, N_{l+j}) - p(k, l)]^2$$

.....(13)

式中 $p(k, l)$ 為再生圖像中，塊(k, l)內之視知覺輝度之平均，其可由下式定義。

五、發明說明 ()

$$p(k, l) = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} Y(M_{k+i}, N_{l+j})}{M N} \dots\dots\dots(14)$$

將(13)及(14)所定義之輝度分散用以作為輝度起伏之參數時，可降低計算成本。計算結果亦可充分達到精確度上之要求。本發明所採用之(11)及(12)式之塊失真量度，充分顧及人體視知覺特性，因而能適切地評估有關塊失真之圖像品質。又，由於使用計算成本低廉之分散，計算處理也容易。

使用本發明之(11)及(12)式所表示之塊失真量度，在適宜選擇量子化表之下進行圖像之壓縮伸展，可達成效率良好的圖像壓縮。

〔發明之效果〕

本發明之方法所採用之塊失真評估法係充分顧及人體之視覺特性，發光輝度之電壓特性，視知覺之對亮度之辨別臨限特性等，因此可成為能施行適當而正確的圖像評估的量度，根據此量度選擇壓縮參數，即可達成塊失真少，且壓縮率高的壓縮伸展。

另外，若在習用方法中，將輝度起伏參數包含於此種特性時，則會招致計算成本增加，而實質上成為無法處理之局面，然而本發明之方法因係使用輝度之分散，而不用

五、發明說明 ()

理論上忠實的參數，所以可降低計算成本，同時利用本發明方法算出之值的誤差微小，因而可成為正確的評估量度。

圖式之簡單說明：

圖 1 為利用 DCT 碼變換之圖像壓縮法之說明圖。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁)

裝
訂
線

四、中文發明摘要(發明之名稱：

利用正交變換碼化之壓縮伸展方法

一種利用正交變換碼化之壓縮伸展方法，其目的在於藉由計算處理成本低，可反映人體視知覺特性，適切評估有關塊失真之圖像品質之方法而獲得適當的塊失真量度，其特點為顧及對刺激之視覺之非直線性，圖像顯示裝置之發光輝度／電壓之非直線性，人體對輝度刺激所能知覺之亮度誤差之量測，視知覺之對亮度之辨別臨限特性及輝起伏，而求取塊失真之量度。以輝度之分散近似輝度起伏，可降低計算成本。

(請先閱讀背面之注意事項再填寫本頁各欄)

裝

英文發明摘要(發明之名稱：

訂

線

- 2 -

附註：本案已向 日本 國(地區) 申請專利，申請日期：1992. 2. 7 案號：4-55999

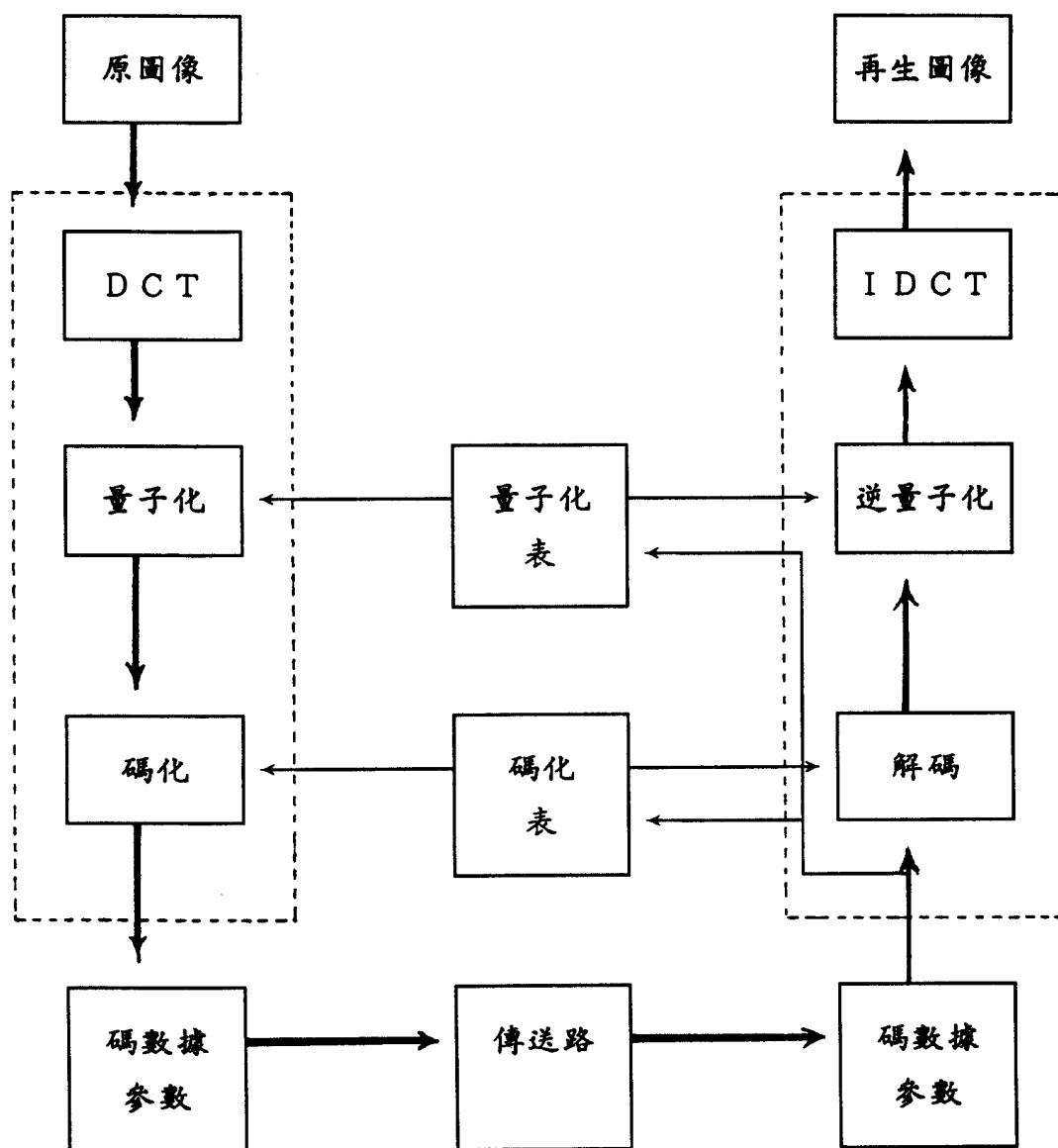


圖 1

六、申請專利範圍

(八十三年五月修正)

1. 一種利用正交變換及碼化的圖像壓縮伸展方法，包含下列步驟：

依據一壓縮參數非線性的壓縮該圖像的，該參數之決定為對一具有預定數像元的塊參照人類對亮度刺激的視知覺進行圖像評估的結果，該像元係對該圖像分割而獲得；

該非線性的壓縮進一步包含以下步驟：

在相鄰塊與塊之邊界提供一塊失真量度；及

根據該塊失真量度調整該壓縮參數；

其中該塊失真量度係分別在兩相鄰塊之水平及垂直邊界依下列公式進行計算：

$$\hat{q}_h(k, l) = \frac{q_h(k, l)}{\sigma^2(k, l)}$$

$$(1 \leq \sigma^2(k, l) \leq \sigma^2(k-1, l))$$

$$\hat{q}_h(k, l) = \frac{q_h(k, l)}{\sigma^2(k-1, l)}$$

$$(1 \leq \sigma^2(k-1, l) \leq \sigma^2(k, l))$$

$$\hat{q}_h(k, l) = q_h(k, l)$$

$$(\sigma^2(k, l) < 1 \quad \text{或} \quad \sigma^2(k-1, l) < 1)$$

六、申請專利範圍 式中， $k \geq 1, l \geq 0$

.....(11)

$$\hat{q}_v(k, l) = \frac{q_v(k, l)}{\sigma^2(k, l)}$$

$$(1 \leq \sigma^2(k, l) \leq \sigma^2(k, l-1))$$

$$\hat{q}_v(k, l) = \frac{q_v(k, l)}{\sigma^2(k, l-1)}$$

$$(1 \leq \sigma^2(k, l-1) \leq \sigma^2(k, l))$$

$$\hat{q}_v(k, l) = q_v(k, l)$$

$$(\sigma^2(k, l) < 1 \quad \text{或} \quad \sigma^2(k, l-1) < 1)$$

式中， $k \geq 0, l \geq 1$

.....(12)

再生圖像中之塊(k, l)內之視知覺輝度之分散 σ^2

(k, l)表成如下式(13)；

$$\sigma^2(k, l) = \sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} [Y(M_{k+i}, N_{l+j}) - p(k, l)]^2$$

.....(13)

且 $p(k, l)$ 為再生圖像中之塊(k, l)內之視知覺輝度之

六、申請專利範圍

平均，並可表成如下式；

$$p(k, l) = \frac{\sum_{i=0}^{M-1} \sum_{j=0}^{N-1} Y(M_{k+i}, N_{l+j})}{MN} \dots\dots\dots(14)。$$

2. 依申請專利範圍第1項所述之利用正交變換及碼化的圖像壓縮伸展方法，其中該壓縮進一步包含以下步驟：

利用離散餘弦變換(DCT)法變換原圖像而提供被變換過圖像(transformed image)；

根據一相對應於該壓縮參數的量子化表將該被變換過圖像量子化而提供被量子化圖像；及

利用一碼化表碼化該被量子化圖像而提供被碼化圖像；及

該伸展包含以下步驟：

利用該碼化表將該被碼化圖像解碼而提供該被量子化圖像；

利用該量子化表將該被量子化圖像逆量子化而提供該被變換過圖像；及

利用該DCT法將該被量子化圖像逆變換(inversely transforming)而提供再生圖像。