

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※ 申請案號：

※ 申請日期：93 1 20 ※IPC 分類：H04N1/64

壹、發明名稱：(中文/英文)

堆疊式影像編碼與解碼裝置

貳、申請人：(共1人)

姓名或名稱：(中文/英文)

國立交通大學

代表人：(中文/英文) 張俊彥

住居所或營業所地址：(中文/英文)

新竹市大學路 1001 號

國 籍：(中文/英文) 中華民國

參、發明人：(共4人)

姓 名：(中文/英文)

1. 黃項群

2. 王俊能

3. 蔣迪豪

4. 杭學鳴

住居所地址：(中文/英文)

1. 新竹縣新埔鎮四座里文化街 160 巷 2 號 5 樓

2. 高雄縣大樹鄉九曲村神農街 16 號

3. 台北市同安街 48 巷 3 號 3 樓

4. 新竹市寶山路 452 巷 10 弄 7 號

國 籍：(中文/英文)

1. 中華民國

2. 中華民國

3. 中華民國

4. 中華民國

肆、聲明事項：

本案係符合專利法第二十條第一項  第一款但書或  第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利  主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

主張國內優先權（專利法第二十五條之一）：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

主張專利法第二十六條微生物：

國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

伍、中文發明摘要：

本發明係提供一種堆疊式影像編碼與解碼裝置。該裝置為堆疊式強韌精細可調式影像編解碼裝置 SRFGS (STACK ROBUST FINE GRANULARITY SCALABILITY)，可同時提供時間軸解析度和畫質失真度的調整；堆疊式強韌精細可調式影像編解碼裝置 (SRFGS ) 首先簡化 RFGS (ROBUST FINE GRANULARITY SCALABILITY) 的時間軸預測結構，並得出以下預測概念：前一層產生的量化錯誤可由本層在先前時間所重建的影像來預測。藉由此概念，RFGS 的結構可被推廣至多層而形成堆疊結構以提高其時間軸預測效率，SRFGS 可在數個操作點上予以最佳化，以符合各種不同應用的需求，同時還能保有 RFGS 的細緻度和容錯能力。實驗的結果顯示 SRFGS 可以在 PSNR 上提高 RFGS 的效率達 0.4 到 3.0 dB。

陸、英文發明摘要：

**柒、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第(1)圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

**捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

## 玖、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

本發明是有關於一種堆疊式影像編碼與解碼方法，尤指一種可使用以區塊為基礎的影像位移估算方式 (block-based motion estimation) 來移除時間軸上的冗餘資訊，並使用離散餘弦轉換 (DCT) 來移除空間軸上的冗餘資訊，並可細緻調整影像畫質失真度 (Fine Granularity Scalability, FGS) 以及提供不同時間軸解析度的可調式影像編碼解碼架構 (Scalable Video Coding, SVC)。

### 【先前技術】

隨著多媒體應用在網路和無線頻道 (wireless channel) 迅速的發展，可調整式影像編碼 (SVC) 越來越重要。在此類應用上，影像資訊會經由可能發生傳輸錯誤及頻寬變動的頻道傳送，並透過不同的網路由各類裝置予以接收。為使多媒體應用能使用於各種不同網路，動態影像專家群標準委員會 (MPEG Committee) 研發了可細緻調整畫質失真度式影像編碼 (FGS)，即以層級的模式提供以離散餘弦轉換 (DCT) 為基礎的可調整式影像編碼。其基礎層 (base layer) 是由一不可調整式 (non-scalable) 的 MPEG-4 影像編碼進階簡單工具組 (advanced simple profile, ASP) 編碼而成，而加強層

(enhancement layer)的編碼則是以不使用時間軸預測並由嵌入式位元平面編碼(embedded bitplane coding)而成，以達到可細緻調整畫質失真度式影像編碼的效果。由於 FGS 的加強層沒有時間軸預測所以本質上較為強韌，但也降低了編碼效率。

在一些已發表的研究中如：

1. H. C. Huang, C. N. Wang, T. Chiang, "A Robust Fine Granularity Scalability Using Trellis Based Predictive Leak," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 12, pp. 372-385, June 2002.

2. H. C. Huang, C. N. Wang, T. Chiang, and H. M. Hang, "H.26L-based Robust Fine Granularity Scalability (RFGS)," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/M8604, July 2002.

3. Y. He, R. Yan, F. Wu, and S. Li, "H.26L-based fine granularity scalable video coding," ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/M7788, Dec. 2001.

4. M. van der Schaar and H. Radha, "Adaptive Motion-Compensation Fine-Granular-Scalability (AMC-FGS) for Wireless Video," *IEEE Trans. Circuits Syst. Video Technol.*, vol. 12, pp. 360-371, June 2002.

提出了一些方法可提高時間軸預測的效率，並仍能

維持 MPEG-4 FGS 的細緻度與強韌度。在這些方法之中，強韌可細緻調整影像編碼 (Robust Fine granularity Scalability, RFGS) 以值介於 0 與 1 之間的衰減係數  $\alpha$  乘以時間軸預測資訊的方式來加強抗錯誤強韌性，並在編碼效率和抗錯誤強韌性之間得到良好的取捨。在 RFGS 結構中，基礎層產生的量化錯誤 (quantization error, QE) 會利用不同時間點的加強層資訊互作預測以移除時間軸上的冗餘資訊。這個量化錯誤在 MPEG-4 FGS 中並未使用時間軸預測，以致於其壓縮效率較差。在 RFGS 中，當只有一部份的加強層相關資訊被解碼器端接收時，衰減係數  $\alpha$  可減少解碼器端所產生的飄移錯誤 (drift error)。當飄移錯誤發生時，較小的衰減係數  $\alpha$  可減少編碼器和解碼器之間重建影像的不同。但是，當所有相關的加強層資訊被接收時，較小的  $\alpha$  將會降低壓縮效能，這是因為在加強層的預測迴圈中使用了被大幅衰減後的資訊來做時間軸預測，以致於只能移除一小部份的時間軸冗餘資訊。另一個係數  $\beta$ ，在 RFGS 結構中也扮演關鍵性的角色，可用來調整在加強層預測迴圈中所使用之位元平面的數量。較大的  $\beta$  值表示較多的加強層資訊被應用於加強層的預測迴圈中，因而可以移除較多的時間軸上的冗餘資訊，而當所有相關的位元平面全部重建，就可提供較好的效率。但是，較大的  $\beta$  會在較低的位元速率 (bitrate) 產生較大的飄移錯誤，這是因為在影像移動補償 (motion

compensation) 中只獲得少數必需的相關資訊。簡單地說，較小的 $\beta$ 藉由犧牲編碼效率而得以減少在低位元速率下的飄移錯誤，因為加強層中在第 $\beta$ 層位元平面以上的其他位元平面並不使用時間軸預測；但因此也會大幅降低壓縮效率，就像 MPEG-4 FGS 一樣。

可調整式影像編碼(SVC)技術除了有以離散餘弦轉換(DCT)為基礎並加上時間軸預測迴圈的技術之外，還有另一個正在發展中且有效的方法，即三維度(3-D)次頻(subband)/小波(wavelet)可調整式編碼，因其使用了「動態補償時間濾波(MCTF)」如文獻 J. W. Wood and P. Chen, “Improved MC-EZBC with Quarter-pixel Motion Vectors” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/M8366, May 2002. 中所提出。三維度小波可調整式編碼是應用 MCTF 來減少相鄰影像在時間軸上的冗餘資訊，並利用小波轉換(wavelet transform) 減少空間軸上的冗餘資訊。三維度小波可調整式編碼可以在影像品質和空間軸-時間軸解析度這三方面產生完全嵌入式位元流。儘管提供了良好的編碼效率，此方法卻需要大量的編碼延遲並消耗大量的影像記憶體(或稱為影像緩衝區, frame buffer)。例如，若每一分鐘編碼 30 張影像，而其圖像群(Group-of-Pictures, GOP)的大小等於 32 張影像，則其遲延的編碼時間會大於一秒鐘，且在編碼過程中需要 32 張影像記憶體，且影像的每一個像素需要 4 bytes 來儲



存，如文獻中 A. Golwelkar, I. Bajic, and J. W. Woods, “Response to Call for Evidence on Scalable Video Coding” ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/M9723, July 2003. 所提出。

#### 【發明內容】

因此，本發明之主要目的係在於提出一個可細緻調整畫質失真度(FGS)與可調整時間軸解析度(Temporal scalability)，可發掘更多時間軸上的冗餘資訊以及加強預防飄移錯誤，並可以在數個操作點上對不同的應用作最佳化的視訊影像編碼及解碼方式。

本發明之另一目的係在於，可使用以區塊為基礎的影像位移估算方式來移除時間軸上的冗餘資訊，並使用離散餘弦轉換(DCT)來移除空間軸上的冗餘資訊，因而能用少量的編碼延遲及影像記憶體達成上述之主要目的。

為達上述之目的，本發明係一種堆疊式影像編碼與解碼裝置，係包括：一基礎層及一以上之加強層，該加強層係可僅有一層或可被延伸至多層而形成堆疊結構；在基礎層，原始影像會利用前一時間點之基礎層重建影像(reconstructed image)來預測，其預測誤差(prediction error)會被量化(quantize)並編碼成基礎層位元流(bitstream)。在每一層加強層中，前一層產生的量化誤差(quantization error)會被本層在前一時間點之重建影像來預測。在實際預測前，該預測影像會先

乘上一個介於 0 到 1 的衰減係數 $\alpha$ 。利用衰減後的預測影像產生的預測誤差會使用位元平面編碼(bitplane coding)，並將前數個位元平面編碼成該加強層位元流(bitstream)。此一取前數個位元平面的過程就相當於基礎層的量化，因此一樣會產生該加強層的量化誤差，從而被下一加強層用相同的方式預測及編碼。

在上述說明中，首先，因為每一加強層都使用了該加強層在前一時間點之重建影像來預測，因此能減少時間軸上的冗餘資訊而提高壓縮效率。其二，因為加強層在做預測前都會乘上一個衰減係數 $\alpha$ ，且其位元流係利用位元平面編碼，因此可細緻調整畫質解析度，且當解碼端只收到部分加強層位元流時能將錯誤衰減而達到強韌的抗錯能力。其三，因為可以有任意數量的加強層，因而可以在編碼過程中將影像最佳化在數個不同的位元率以適用於多種不同應用。其四，因為使用以區塊為基礎的影像位移估算方式來移除時間軸上的冗餘資訊，並使用離散餘弦轉換(DCT)來移除空間軸上的冗餘資訊，而非如三維度小波可調整式編碼是應用 MCTF 以及小波轉換，因此在編碼及解碼過程中能夠只需要少量的編碼延遲及影像記憶體。

#### 【實施方式】

請參閱『第 1~4 圖』所示。第 1 圖係本發明堆疊式強韌可細緻調整影像編碼(SRFGS)之預測概念示意圖，

第 2 圖係本發明基於堆疊概念，建立以 AVC(Advance Video Coding, 為 MPEG committee 訂定之最新影像壓縮標準)為基礎層的 SRFGS 編碼器示意圖，第 3 圖係本發明基於堆疊概念，建立以 AVC 為基礎層的 SRFGS 解碼器示意圖，第 4 圖係本發明 SRFGS 編碼結構在一張影像中的位元流格式之示意圖。唯，第 2 圖及第 3 圖雖然顯示以 AVC 為基礎層之 SRFGS 編碼及解碼器實施例，但此發明之基礎層並不以 AVC 為限，而可應用各種使用以區塊為基礎的影像位移估算方式來移除時間軸上的冗餘資訊，並使用離散餘弦轉換(DCT)來移除空間軸上的冗餘資訊的編碼方式，例如 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261, 以及 H.263 等等影像壓縮標準。

在 SRFGS 中，其預測概念是得自如下的簡化後 RFGS 預測概念。前一層產生的量化錯誤可由本層在先前時間所重建的影像來預測。我們利用這簡化後的預測觀念，並進一步地將此概念推廣到多層的 SRFGS 中，如第 1 圖所示：在任一時間  $n$  中，其原始影像(即要被壓縮的影像，以  $O_n$  表示)係以基礎層在前一時間(時間  $n-1$ )的重建後影像(以  $B_{n-1}$  表示)來預測。原始影像  $O_n$  和重建後之基礎層  $B_n$  彼此間的差異為量化錯誤  $QE_{A,n}$ 。此量化錯誤  $QE_{A,n}$  會由第一加強層( $EL_A$ )在時間  $n-1$  的重建影像(即  $E_{A,n-1}$ )預測。 $QE_{A,n}$  和重建後的第一加強層 ( $E_{A,n}$ ) 彼此間的差異為量化錯誤  $QE_{B,n}$ 。 $QE_{B,n}$  可由第二加強層( $EL_B$ )在時間  $n-1$  的重建

影像（即  $E_{B, n-1}$ ）預測。依此可類推至第  $N$  加強層。 $N$  可為大於或等於一之任意正整數。藉由此概念，RFGS 的加強層預測結構可被延伸至多層而形成堆疊結構。從中，我們可以發現 SRFGS 之  $EL_A$  的編碼效率與 RFGS 之頭幾個位元平面的編碼效率相同，這是因為時間軸上的冗餘資訊都有從這兩種影像編碼方式中被移除。但是，在 SRFGS 之  $EL_B$  層以及所有其他各層中，其編碼效率比 RFGS 之其餘位元平面的編碼效率為佳，這是因為只有 SRFGS 之時間軸上的冗餘資訊被移除。實驗結果顯示 SRFGS 可以在 PSNR (Peak Signal to Noise Ratio, 最大訊號與雜訊比) 上提高 RFGS 的壓縮效率達 0.4 到 3.0 dB。

基於堆疊概念，建立以 AVC 為基礎層的 SRFGS 編碼器，如第 2 圖所示：其係由一基礎層編碼器 1 及一以上之加強層編碼器 2，該一以上之加強層編碼器 2 係可為一層或被延伸至多層而形成堆疊結構；

上述所提之基礎層編碼器 1 用來接收一原始影像和前一時間之基礎層重建影像，並利用該前一時間之基礎層重建影像來產生基礎層預測影像以預測該原始影像，並從而產生基礎層位元流，（本時間點的）基礎層重建影像，以及該原始影像和（本時間點的）基礎層重建影像間的差異影像（此差異影像稱為基礎層量化誤差影像）；且該基礎層編碼器 1 係由一影像內部預測模組 101 (Intra prediction)、一影像位移估算模組 102 (Motion

Estimation)、一影像位移補償模組 103(Motion Compensation)、一模式選擇器 104、兩個減法單元 105 及 112、一離散餘弦轉換及量化模組 106 (DCTQ)、一熵編碼模組 107 (Entropy coding)、一反量化及反離散餘弦轉換模組 108 ( $Q^{-1}$ IDCT)、一加法單元 109、一迴圈過濾器 110 (Loop filter)、及一影像緩衝區 111 (frame buffer) 所構成。其中該影像內部預測模組 101 係用以利用同影像的相鄰像素(pixel)來做預測；該模式選擇器 104 利用 AVC 的模式選擇方式選擇較佳的預測模式，產生預測影像；減法單元 112 將原始影像和基礎層重建影像相減，產生基礎層量化錯誤影像。其餘元件之功能與一般常見之影像壓縮器相同。

而該一以上之加強層編碼器 2 之每一層加強層編碼器 2 係用來接收前一層之量化誤差影像(對第一加強層而言，此前一層係指基礎層；對其他加強層而言，此前一層係指前一加強層。以下同)，以及接收在前一時間之該加強層重建影像。並利用前一時間之該加強層重建影像來產生該加強層預測影像以預測該前一層之量化誤差影像，並從而產生該加強層位元流，(本時間點的)該加強層重建影像，以及該前一層之量化誤差影像和(本時間點的)該加強層重建影像間的差異影像(此差異影像稱為該加強層量化誤差影像)；且該一以上之加強層編碼器 2 係由一影像位移補償模組 201、一影像衰減模組 202、一模

式選擇器 203、兩個減法單元 204 及 211、 $8 \times 8$  區塊之離散餘弦轉換模組 205、一位元平面編碼模組 206 (Bitplane coding)、 $8 \times 8$  區塊之反離散餘弦轉換模組 207、一加法單元 208、一影像緩衝區 209、及一熵編碼模組 210 或 212 所構成。其中，影像衰減模組 202 會將預測影像乘上一大於等於 0 且小於等於 1 之衰減係數  $\alpha$ 。該模式選擇器 203 在基礎層的模式選擇器 104 選擇預測模式為影像內部預測模式 (intra prediction mode) 時，會選擇一為 0 之影像為預測影像，亦即將預測影像在該聚合區塊 (macroblock) 的像素值設為 0；在基礎層的模式選擇器 104 選擇預測模式為將由相鄰影像預測模式 (inter prediction mode) 時，則會選擇經由衰減後的時間軸預測影像來當預測影像。該位元平面編碼模組 206 係用以將經過離散餘弦轉換之後的係數拆開成不同的位元平面 (bitplane)，由最上層位元平面開始排列到最下層位元平面；凡不是最後一層加強層的每一加強層，會使用熵編碼模組 210，將前  $\beta$  層位元平面編碼並寫入該加強層位元流，其中  $\beta$  唯一介於 0 至本加強層中最大位元平面數的值。最後一層加強層則使用熵編碼模組 212，將所有位元平面編碼並寫入該加強層位元流。此二熵編碼模組的編碼方式是相同的，差別只在於將部分或全部位元平面編入位元流中。減法單元 211 將前一層的量化誤差和本加強層的重建影像相減，已產生本加強層的量化錯

誤影像。在各個加強層中可以有不同的 $\alpha$ 及 $\beta$  設定。其餘元件之功能與一般常見之影像壓縮器相同。

而該 SRFGS 的一以上之加強層編碼器 2 中之第一加強層，以  $EL_A$  表示，與 RFGS 的加強層僅在兩方面有所不同。第一，只有前 $\beta_A$  個位元平面是經過位元平面編碼模組 206 及熵編碼模組 210 被寫入加強層編碼器 2 位元流。第二，衰減係數 $\alpha_A$  的乘法運算被移到影像位移補償模組 201 之後。除了最後一加強層迴圈  $EL_N$  之外，所有加強層迴圈與  $EL_A$  有完全相同的結構。在  $EL_N$  中，全部的位元平面都會被及熵編碼模組加以編碼，以使這些位元平面能夠在解碼器上得到完整的重建。

基於上述該基礎層編碼器 1 和一以上之加強層編碼器 2 的架構就可適用於堆疊結構。透過類似於文獻 Y. He, R. Yan, F. Wu, and S. Li, "H.26L-based fine granularity scalable video coding, " ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/M7788, Dec. 2001. 所提出的改進後的影像位移估算模組所推算出之影像移動量，基礎層的模式選擇模組(mode decision module)將使用 AVC 的模式選擇模組來選出最合適的模式。於是，同樣的預測模式和影像移動量就能在基礎層和所有的加強層預測迴圈中使用。

在解碼器這一方面，如第 3 圖所示，其係包括一基礎層解碼器 3 及一以上之加強層解碼器 4，該一以上之加

強層解碼器 4 係可為一層或被延伸至多層而形成堆疊結構。

上述所提之基礎層解碼器 3 用來接收一基礎層位元流和前一時間之基礎層重建影像，並利用該前一時間之基礎層重建影像以產生一基礎層預測影像，以及(本時間點的)基礎層重建影像；而

該一以上之加強層解碼器 4 之每一層加強層解碼器 4 用來接收前一層之重建影像(對第一加強層而言，此前一層係指基礎層；對其他加強層而言，此前一層係指前一加強層。以下同)。並利用前一時間之該加強層重建影像以產生該加強層之預測影像，以及(本時間點的)該加強層重建影像；該基礎層解碼器 3 更包含：一熵解碼模組 301，用來接收基礎層解碼器 3 位元流，將其解碼為運動向量，基礎層內部預測模式及基礎層量化離散餘弦差異係數；一反量化及反離散餘弦轉換模組 302，將該基礎層量化離散餘弦差異係數轉換為基礎層已量化預測誤差影像；一影像內部預測模組 303，用來接收該基礎層解碼器 3 內部預測模式以及已產生之(本時間點的)基礎層重建影像，以產生一基礎層內部預測影像；一影像位移補償模組 304，用來接收在前一時間之基礎層重建影像以及該運動向量，以產生一基礎層交互預測影像；一模式選擇器 305，用來接收該基礎層解碼器 3 內部預測影像及該基礎層交互預測影像，選擇其一成為基礎層預測影像；一



加法單元 306，將該基礎層解碼器 3 已量化預測誤差影像和該基礎層預測影像相加，以產生一基礎層未過濾重建影像；一迴圈過濾器 307，將該基礎層解碼器 3 中未過濾重建影像過濾為(本時間點的)基礎層重建影像；以及一影像緩衝區 308，用來儲存該(本時間點的)基礎層重建影像。

而該一以上之加強層解碼器 4 之每一加強層解碼器更包含：一熵解碼模組 401，用來接收該加強層解碼器 4 位元流，將其解碼為該加強層各位元平面離散餘弦差異係數；一位元平面解碼模組 402，接收熵解碼模組 401 產生之各位元平面，將其組合為該加強層離散餘弦差異係數；一  $8 \times 8$  區塊之反離散餘弦轉換模組 403，將該加強層離散餘弦差異係數轉換為一該加強層之已量化預測誤差影像；一影像位移補償模組 404，用來接收前一時間之該加強層重建影像以及該基礎層解碼器 3 產生之運動向量，以產生一該加強層交互預測影像；一影像衰減模組 405，將該加強層交互預測影像乘上一衰減係數  $\alpha$ ，並產生一該加強層之已衰減交互預測影像；一模式選擇器 406，用來接收一為零之影像及該加強層之已衰減交互預測影像，選擇其一成為該加強層預測影像；一加法單元 407，將該加強層之已量化預測誤差影像和該加強層預測影像相加，以產生一該加強層重建影像；以及一影像緩衝區 408，用來儲存該加強層重建影像；且該一以上之加

強層解碼器 3 中，凡不是最後加強層解碼器之加強層解碼器更包含有一加法單元 409，將該加強層重建影像和前一層總體重建影像相加，以產生一該加強層總體重建影像，又於該一以上之加強層解碼器 3 中而在該其最後加強層解碼器更包含：一  $8 \times 8$  區塊之反離散餘弦轉換模組 410，將最後加強層之所有位元平面離散餘弦差異係數轉換為一最後加強層之預測誤差影像；一加法單元 411，將該最後加強層之預測誤差影像和該最後加強層預測影像相加，已產生一最後加強層完整重建影像；以及一加法單元 412，將該最後加強層完整重建影像和該前一加強層總體重建影像相加，已產生一最後加強層總體重建影像，此影像即為解碼器輸出之加強層影像。且該一以上之加強層編碼器 4，其中  $\alpha$  係大於等於 0 且小於等於 1 之數值，且每一加強層可有不同的  $\alpha$ ；而其  $\beta$  係大於等於 0 且小於該加強層離散餘弦差異係數之最大位元平面數，且每一加強層可有不同的  $\beta$ 。

每一個迴圈所接收到的資訊將會由它自身的迴圈加以解碼，且加入到基礎層所重建的影像中以建立最終的影像。對每個迴圈來說，若只有一部份的位元流被接收到，則衰減係數可以消滅飄移錯誤，如同在 RFGS 中的一樣。如果一個迴圈沒有接收到任何資訊的話，那衰減之影像位移資訊將會被直接存回影像緩衝區。

據本發明所提出的架構，很容易就可以看出每一個

加強層預測迴圈的資訊都沒有用到其他加強層迴圈的資訊或受其影響。於是，如果在一個加強層迴圈中有任何的錯誤，它不會影響到其他加強層迴圈的資料。這種 SRFGS 本質上的錯誤局部化特性可以使其在有錯誤傾向 (error-prone) 的網路環境中用有較好的抗錯能力。

此外，有人可能認為有越多的加強層迴圈將會得到越好的編碼效率，其實不總是能有此效果。因為時間軸的預測雖然可以減少量化錯誤的能量，但它也同時提高了其動態範圍並增加額外的正負號訊息。最大的迴圈數目以及每一個迴圈的大小應適當的設定以獲得較好的效率。

第 4 圖所示，是 SRFGS 編碼結構在一張影像中的加強層位元流格式。首先假設我們有  $N$  個加強層迴圈。位元流會最先儲存  $EL_A$  的前  $\beta_A$  個位元平面，這是加強層中最重要資訊。之後，位元流會最儲存  $EL_B$  的前  $\beta_B$  個位元平面，這是其次重要的資訊。同樣的過程也被應用在其餘加強層的編碼上，除了最後一層加強層 ( $EL_N$ ) 以外。對於  $EL_N$ ，我們會將所有的位元平面 (而非僅前  $\beta_N$  個位元平面) 都儲存在位元流中，因此當收到所有位元流時，可以完整重建影像。在所有的加強層資訊中， $EL_N$  的資訊是最不重要的部分。如此，SRFGS 位元流就依據資訊的重要性在排序了。如此，經由 FGS 伺服器，就如同其處理 MPEG-4 FGS 和 RFGS 位元流的方式一樣，可以依據網路頻寬從任意點

開始截去 SRFGS 加強層位元流，而能在解碼端得到在該頻寬下最好的影像畫質。

在本發明中係利用一個簡單的最佳化方式來得到  $\alpha$ ，使每個聚合區塊 (macroblock) 有其最佳的  $\alpha$ 。此處的『最佳化』是指能使正在處理中的聚合區塊有最小的預測錯誤能量 (prediction error energy)。

如第 2 圖所示，該  $\alpha$  的乘法運算是於放在影像位移模組之後。如果正在處理中的聚合區塊在基礎層 1 決策模組中是會利用時間軸預測的模式 (inter prediction mode，是相較於只使用同影像之相鄰像素的預測模式而言，即 intra prediction mode)，則編碼器將會掃瞄介於 0 與 1 之間的  $\alpha$  值，找出能最小化預測錯誤能量的最佳  $\alpha$ 。藉此，我們可以用一個非常簡單的方式來找出對目前聚合區塊來說最好的  $\alpha$  值。然而，應該被編入每個聚合區塊表頭 (header) 的不同  $\alpha$  值，將會增加許多額外資訊而降低壓縮效率。在我們的方法中，我們定義一個影像層級 (frame level) 的  $\alpha$ ，將之命名為  $\text{frame}_\alpha$ 。每一個加強層迴圈會有其  $\text{frame}_\alpha$  並編碼在該迴圈的表頭。每一個聚合區塊會從 0 和  $\text{frame}_\alpha$  兩者之中找出最好的  $\alpha$ 。因此對於每一個聚合區塊來說，只需一個位元的旗標就能指出所使用的是 0 或  $\text{frame}_\alpha$  了。在我們的模擬中，此方法提供了在減少預測誤差能量和減少額外編碼資訊間很好的取捨。

而在 SRFGS 中，B 影像的預測結構與其在 RFGS 中是相似的。在 RFGS 中，B 影像的基礎層是利用一個高品質的參考影像，即基礎層和加強層之重建後影像的總和，來預測的，以  $B+E$  來表示。在 SRFGS 結構中，B 影像是以基礎層 1 和所有的加強層 2 的重建後影像之總和來預測的，以  $B+E_1+\dots+E_N$  表示。量化錯誤，即原始影像和基礎層 1 重建後影像之間的差異，將被編碼成為加強層的位元流。亦即，在 B 影像中並沒有堆疊的結構以減少編碼的複雜性。由於沒有其他的影像會以 B 影像作為預測參考，所以在 FGS 伺服器中丟棄掉一些 B 影像即可提供可調整時間軸解析度的影像編碼，而且不會使其餘的影像產生任何的飄移錯誤。SRFGS 的速率控制演算法與 RFGS 的相同，即在低位元率時會分配較多的位元給 P 影像，以提供一個較好的參考影像。藉由這種位元分配，我們可以減少 P 影像的飄移錯誤，也同時提高了 B 影像的參考影像品質。在高位元率時額外的位元將被分配給 B 影像，因為此時 B 影像的較高位元平面中所包含的資訊比 P 影像的較低位元平面中所包含的資訊更重要。

惟以上所述者，僅為本發明之較佳實施例而已，當不能以此限定本發明實施之範圍；故，凡依本發明申請專利範圍及發明說明書內容所作之簡單的等效變化與修飾，皆應仍屬本發明專利涵蓋之範圍內。

## 【圖式簡單說明】

第 1 圖，係本發明堆疊式強韌可細緻調整影像編碼 (SRFGS) 之預測概念示意圖。

第 2 圖，係本發明基於堆疊概念，建立以 AVC 為基礎的 SRFGS 編碼器示意圖。

第 3 圖，係本發明基於堆疊概念，建立以 AVC 為基礎的 SRFGS 解碼器示意圖。

第 4 圖，係本發明 SRFGS 編碼結構在一個影像中的位元流格式之示意圖。

## 【元件標號對照】

基礎層編碼器 1	影像內部預測模組 101
影像位移估算模組 102	影像位移補償模組 103
模式選擇器 104	減法單元 105
離散餘弦轉換及量化模組 106	熵編碼模組 107
反量化及反離散餘弦轉換模組 108	
加法單元 109	迴圈過濾器 110
影像緩衝區 111	加法單元 112
加強層編碼器 2	影像位移補償模組 201
影像衰減模組 202	模式選擇器 203
減法單元 204	
8×8 區塊之離散餘弦轉換模組 205	
位元平面編碼模組 206	
8×8 區塊之反離散餘弦轉換模組 207	
加法單元 208	影像緩衝區 209

熵編碼模組 210	加法單元 211
熵編碼模組 212	基礎層解碼器 3
熵解碼模組 301	
反量化及反離散餘弦轉換模組 302	
影像內部預測模組 303	影像位移補償模組 304
模式選擇器 305	加法單元 306
迴圈過濾器 307	影像緩衝區 308
加強層解碼器 4	熵解碼模組 401
位元平面解碼模組 402	
8×8 區塊之反離散餘弦轉換模組 403	
影像位移補償模組 404	影像衰減模組 405
模式選擇器 406	加法單元 407
影像緩衝區 408	加法單元 409
8×8 區塊之反離散餘弦轉換模組 410	
加法單元 411	加法單元 412

拾、申請專利範圍：

1. 一種堆疊式影像編碼裝置，包括：

一基礎層編碼器及一以上之加強層編碼器，該一以上之加強層編碼器係可為一層或被延伸至多層而形成堆疊結構；

此一基礎層編碼器用來接收一原始影像和前一時間之基礎層重建影像，並利用該前一時間之基礎層重建影像來產生基礎層預測影像以預測該原始影像，並從而產生基礎層位元流，(本時間點的)基礎層重建影像，以及該原始影像和(本時間點的)基礎層重建影像間的差異影像(此差異影像稱為基礎層量化誤差影像)；

此一以上之加強層編碼器之每一層加強層編碼器用來接收前一層之量化誤差影像(對第一加強層而言，此前一層係指基礎層；對其他加強層而言，此前一層係指前一加強層)，以及接收在前一時間之該加強層重建影像，並利用前一時間之該加強層重建影像來產生該加強層預測影像以預測該前一層之量化誤差影像，並從而產生該加強層位元流，(本時間點的)該加強層重建影像，以及該前一層之量化誤差影像和(本時間點的)該加強層重建影像間的差異影像(此差異影像稱為該加強層量化誤差影像)。

2. 如申請專利範圍第1項所述之堆疊式影像編碼裝置，其中，該基礎層編碼器更包含：



- 一影像內部預測模組，用來接收已產生之(本時間點的)基礎層重建影像，以產生一基礎層內部預測影像以及一基礎層內部預測模式；
- 一影像位移估算模組，用來接收該原始影像以及在前一時間之基礎層重建影像，以估算一運動向量；
- 一影像位移補償模組，用來接收在前一時間之基礎層重建影像以及該運動向量，以產生一基礎層交互預測影像；
- 一模式選擇器，用來接收該基礎層內部預測影像及該基礎層交互預測影像，選擇其一成為基礎層預測影像；
- 一減法單元，將該原始影像減去該基礎層預測影像，以產生一基礎層預測誤差影像；
- 一離散餘弦轉換及量化模組，將該基礎層預測誤差影像轉換為基礎層量化離散餘弦差異係數；
- 一熵編碼模組，用來接收該運動向量，該基礎層內部預測模式及該基礎層量化離散餘弦差異係數，以編碼為基礎層位元流；
- 一反量化及反離散餘弦轉換模組，將該基礎層量化離散餘弦差異係數轉換為基礎層已量化預測誤差影像；
- 一加法單元，將該基礎層已量化預測誤差影像和該基礎層預測影像相加，以產生一基礎層未過濾重建影像；

一迴圈過濾器，將該基礎層未過濾重建影像過濾為(本時間點的)基礎層重建影像；

一影像緩衝區，用來儲存該(本時間點的)基礎層重建影像；以及

一減法單元，將該原始影像減去該(本時間點的)基礎層重建影像，以產生該基礎層量化誤差影像。

3. 如申請專利範圍第1項所述之堆疊式影像編碼裝置，其中，該一以上之加強層編碼器之每一加強層編碼器更包含：

一影像位移補償模組，用來接收前一時間之該加強層重建影像以及該基礎層產生之運動向量，以產生一該加強層交互預測影像；

一影像衰減模組，將該加強層交互預測影像乘上一衰減係數 $\alpha$ ，並產生一該加強層之已衰減交互預測影像；

一模式選擇器，用來接收一為零之影像及該加強層之已衰減交互預測影像，選擇其一成為該加強層預測影像；

一減法單元，將前一層之量化誤差減去該加強層預測影像，以產生一該加強層預測誤差影像；

一 $8 \times 8$ 區塊之離散餘弦轉換模組，將該加強層預測誤差影像轉換為該加強層離散餘弦差異係數；

一位元平面編碼模組，將該加強層離散餘弦差異係數拆開成不同的位元平面，由最上層位元平面開始排列

到最下層位元平面；

一  $8 \times 8$  區塊之反離散餘弦轉換模組，將該加強層之前  $\beta$  層位元平面離散餘弦差異係數轉換為一該加強層之已量化預測誤差影像；

一加法單元，將該加強層之已量化預測誤差影像和該加強層預測影像相加，以產生一該加強層重建影像；  
以及

一影像緩衝區，用來儲存該加強層重建影像。

4. 如申請專利範圍第 3 項所述之堆疊式影像編碼裝置之該一以上之加強層編碼器中，凡不是最後加強層編碼器之加強層編碼器更包含：

一熵編碼模組，將該加強層位元平面編碼模組產生之該加強層前  $\beta$  層位元平面離散餘弦差異係數編碼為該加強層位元流；以及

一減法單元，將該前一層量化誤差影像減去該加強層重建影像，以產生該加強層量化誤差影像。

5. 如申請專利範圍第 3 項所述之堆疊式影像編碼裝置之該一以上之加強層編碼器中，其最後加強層編碼器更包含：

一熵編碼模組，將最後加強層位元平面編碼模組產生之最後加強層所有位元平面離散餘弦加強層差異係數編碼為最後加強層位元流。

6. 如申請專利範圍第 3 項所述之堆疊式影像編碼裝置

之該一以上之加強層編碼器，其中 $\alpha$ 係大於等於 0 且小於等於 1 之數值，且每一加強層可有不同的 $\alpha$ 。

7. 如申請專利範圍第 3 項所述之堆疊式影像編碼裝置之該一以上之加強層編碼器，其中 $\beta$ 係大於等於 0 且小於該加強層離散餘弦差異係數之最大位元平面數，且每一加強層可有不同的 $\beta$ 。

8. 一種堆疊式影像解碼裝置，包括：

一基礎層解碼器及一以上之加強層解碼器，該一以上之加強層解碼器係可為一層或被延伸至多層而形成堆疊結構；

此一基礎層解碼器用來接收一基礎層位元流和前一時間之基礎層重建影像，並利用該前一時間之基礎層重建影像以產生一基礎層預測影像，以及(本時間點的)基礎層重建影像；

此一以上之加強層解碼器之每一層加強層解碼器用來接收前一層之重建影像(對第一加強層而言，此前一層係指基礎層；對其他加強層而言，此前一層係指前一加強層)，並利用前一時間之該加強層重建影像以產生該加強層之預測影像，以及(本時間點的)該加強層重建影像。

9. 如申請專利範圍第 8 項所述之堆疊式影像解碼裝置，其中，該基礎層解碼器更包含：

一熵解碼模組，用來接收基礎層位元流，將其解碼為

運動向量，基礎層內部預測模式及基礎層量化離散餘弦差異係數；

一反量化及反離散餘弦轉換模組，將該基礎層量化離散餘弦差異係數轉換為基礎層已量化預測誤差影像；

一影像內部預測模組，用來接收該基礎層內部預測模式以及已產生之(本時間點的)基礎層重建影像，以產生一基礎層內部預測影像；

一影像位移補償模組，用來接收在上一時間之基礎層重建影像以及該運動向量，以產生一基礎層交互預測影像；

一模式選擇器，用來接收該基礎層內部預測影像及該基礎層交互預測影像，選擇其一成為基礎層預測影像；

一加法單元，將該基礎層已量化預測誤差影像和該基礎層預測影像相加，以產生一基礎層未過濾重建影像；

一迴圈過濾器，將該基礎層未過濾重建影像過濾為(本時間點的)基礎層重建影像；以及

一影像緩衝區，用來儲存該(本時間點的)基礎層重建影像；

10. 如申請專利範圍第 8 項所述之堆疊式影像解碼裝置，其中，該一以上之加強層解碼器之每一加強層解碼器更包含：

一熵解碼模組，用來接收該加強層位元流，將其解碼為該加強層各位元平面離散餘弦差異係數；

一位元平面解碼模組，接收熵解碼模組產生之各位元平面，將其組合為該加強層離散餘弦差異係數；

一 $8 \times 8$ 區塊之反離散餘弦轉換模組，將該加強層離散餘弦差異係數轉換為一該加強層之已量化預測誤差影像；

一影像位移補償模組，用來接收前一時間之該加強層重建影像以及該基礎層產生之運動向量，以產生一該加強層交互預測影像；

一影像衰減模組，將該加強層交互預測影像乘上一衰減係數 $\alpha$ ，並產生一該加強層之已衰減交互預測影像；

一模式選擇器，用來接收一為零之影像及該加強層之已衰減交互預測影像，選擇其一成為該加強層預測影像；

一加法單元，將該加強層之已量化預測誤差影像和該加強層預測影像相加，以產生一該加強層重建影像；  
以及

一影像緩衝區，用來儲存該加強層重建影像；

1 1. 如申請專利範圍第 10 項所述之堆疊式影像解碼裝置之該一以上之加強層解碼器中，凡不是最後加強層解碼器之加強層解碼器更包含：

一加法單元，將該加強層重建影像和前一層總體重建

影像相加，已產生一該加強層總體重建影像。

1 2. 如申請專利範圍第 10 項所述之堆疊式影像解碼裝置之該一以上之加強層解碼器中，其最後加強層解碼器更包含：

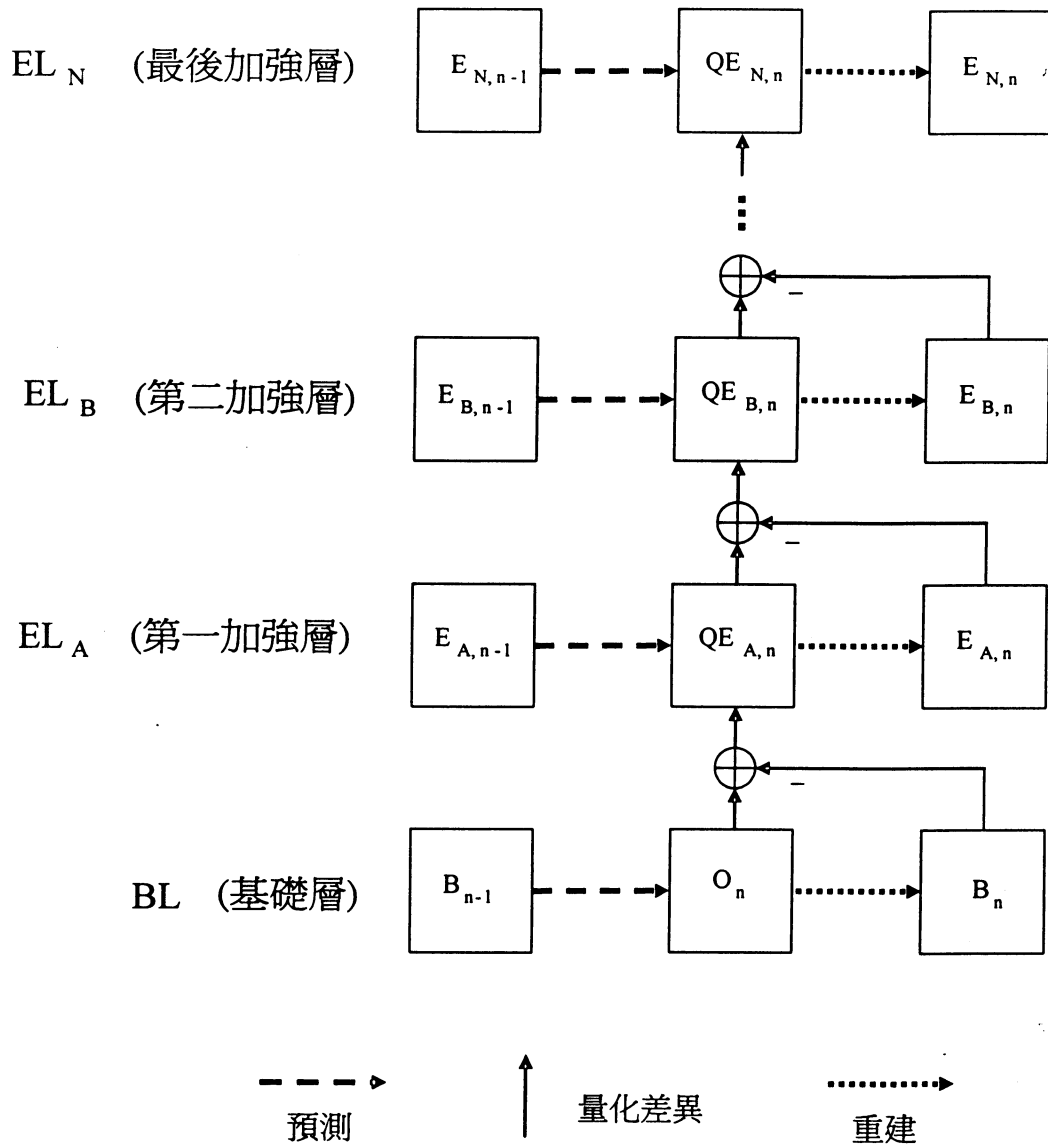
一  $8 \times 8$  區塊之反離散餘弦轉換模組，將最後加強層之所有位元平面離散餘弦差異係數轉換為一最後加強層之預測誤差影像；

一加法單元，將該最後加強層之預測誤差影像和該最後加強層預測影像相加，以產生一最後加強層完整重建影像；以及

一加法單元，將該最後加強層完整重建影像和該前一加強層總體重建影像相加，已產生一最後加強層總體重建影像，此影像即為解碼器輸出之加強層影像。

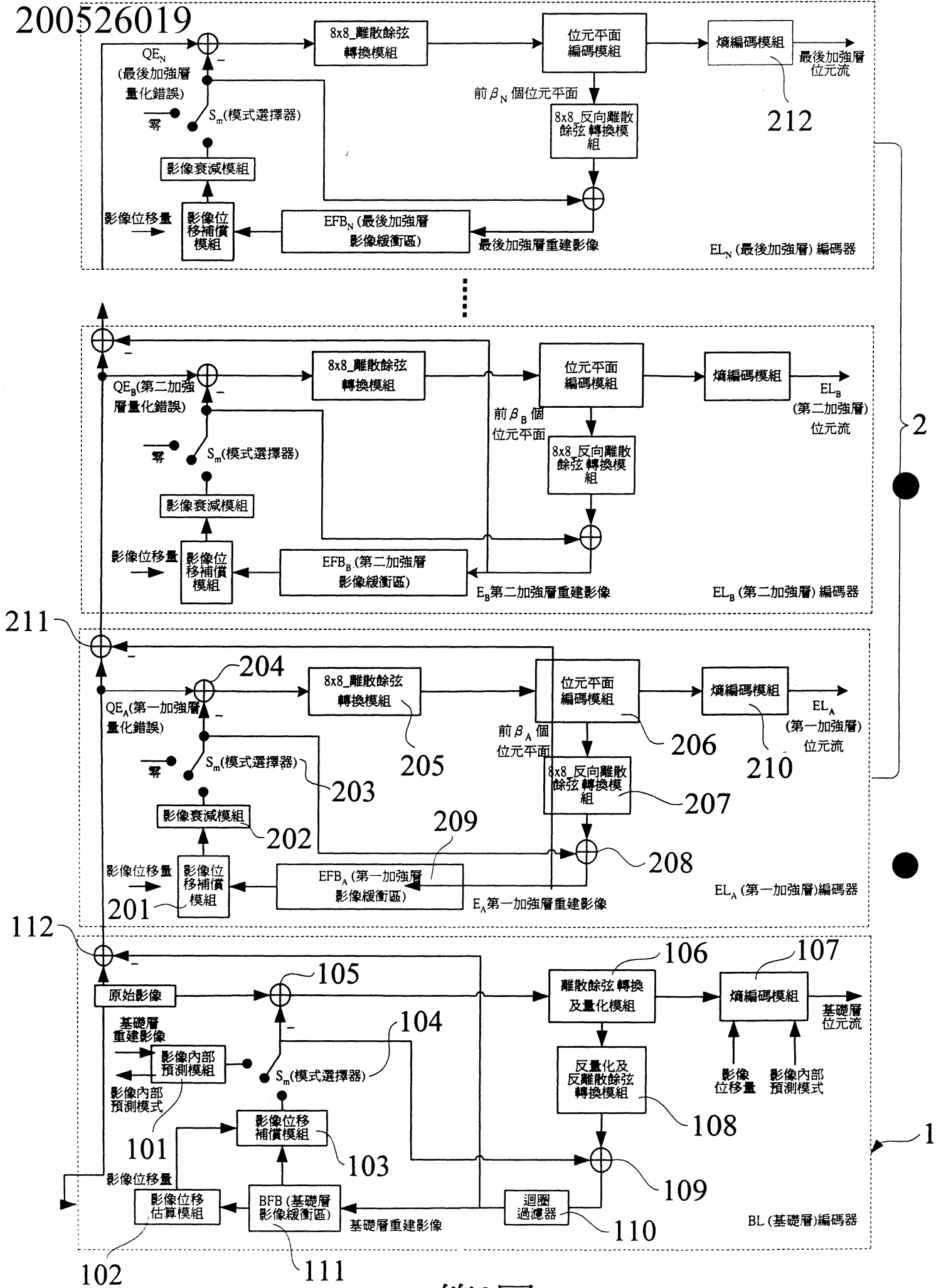
1 3. 如申請專利範圍第 10 項所述之堆疊式影像編碼裝置之該一以上之加強層編碼器，其中  $\alpha$  係大於等於 0 且小於等於 1 之數值，且每一加強層可有不同的  $\alpha$ 。

1 4. 如申請專利範圍第 10 項所述之堆疊式影像編碼裝置之該一以上之加強層編碼器，其中  $\beta$  係大於等於 0 且小於該加強層離散餘弦差異係數之最大位元平面數，且每一加強層可有不同的  $\beta$ 。

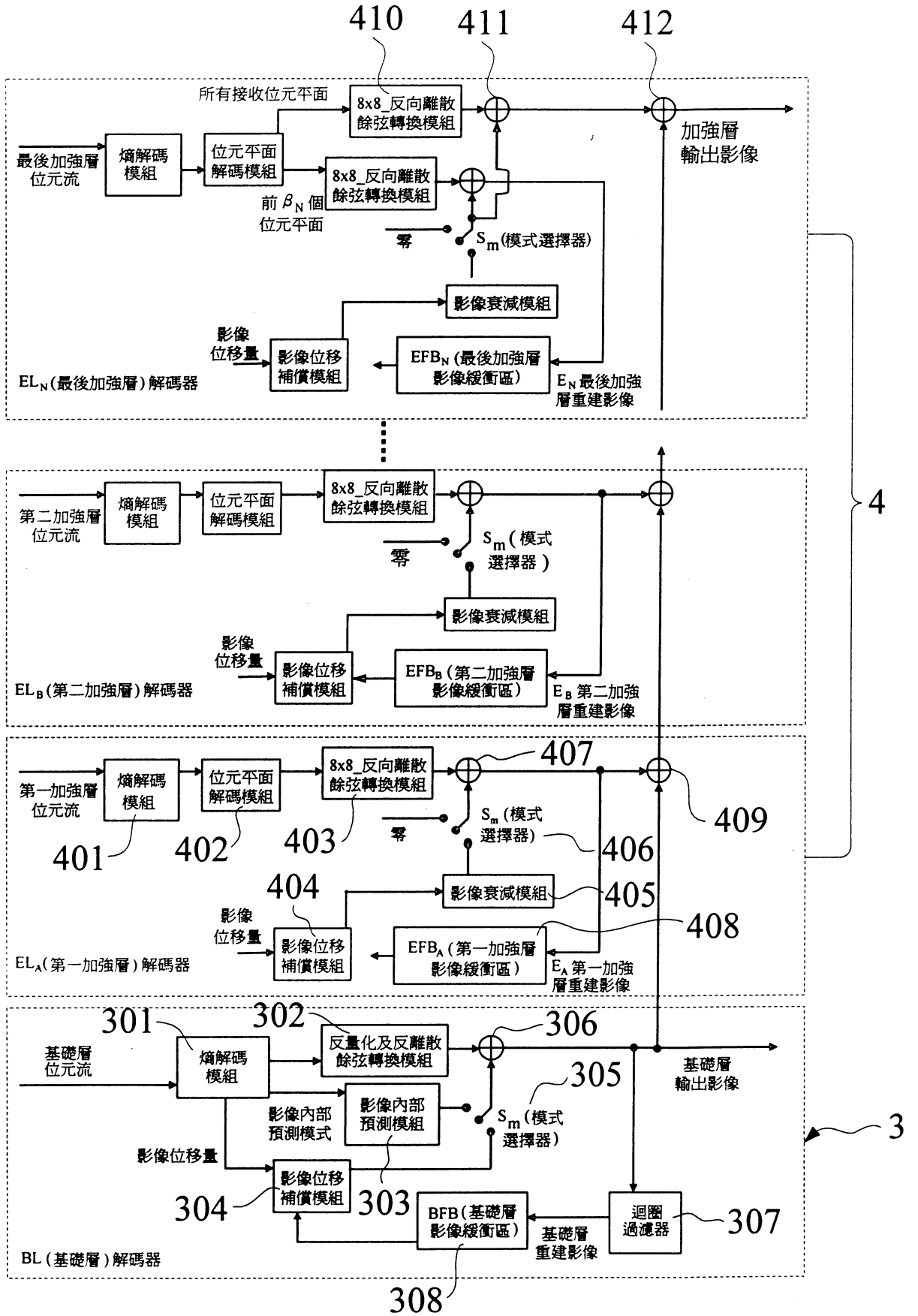


第1圖





第2圖



第3圖

影像 起始碼	第一 加強層 影像基 本資訊	第一 加強層 第一 位元平面	...	第一 加強層 第 $\beta_A$ <sup>th</sup> 位元平面	第二加強層 影像起始碼 及影像基本 資訊	第二 加強層 第一 位元平面	...	第二 加強層 第 $\beta_B$ <sup>th</sup> 位元平面	.....	最後加強層 影像起始碼 及影像基本 資訊	最後 加強層 第一 位元平面	...	最後 加強層 最後 位元平面
-----------	-------------------------	-------------------------	-----	--	-------------------------------	-------------------------	-----	--	-------	-------------------------------	-------------------------	-----	-------------------------

第4圖