

行政院國家科學委員會專題研究計畫 期中進度報告

智慧型遠端影像監視控制系統之研究(2/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2213-E-009-052-

執行期間：92年08月01日至93年07月31日

執行單位：國立交通大學電機與控制工程學系

計畫主持人：李祖添

共同主持人：吳炳飛

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 93 年 5 月 20 日

行政院國家科學委員會專題研究計畫期中報告 智慧型遠端影像監視控制系統之研究(2/3)

The Study of Intelligent Control System of Remote Video Monitoring (2/3)

計畫編號：NSC 92-2213-E-009 -088

執行期限：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

主 持 人：李祖添 教授

共同主持人：吳炳飛 教授

國立交通大學電機與控制工程學系

本研究成果獲得第十七屆宏碁龍騰知識經濟論文獎資訊科技及應用類**金質獎**

得獎評語是「本論文針對監控系統之影像特性發展出一套以小波轉換為基礎的影像壓縮技術，並將此技術以物件導向軟體工程方式，封裝成為軟體元件，結合微電腦周邊軟體，以及遠端家庭監控系統，一個落實了技術創新及工業實務的論文，故予以推薦。」

中文摘要：

本研究計畫之對智慧型遠端影像監控系統之需求，發展了一套以小波轉換技術為基礎之高速度、高影像品質與高壓縮倍率之影像壓縮技術。本壓縮技術結合了改良型零樹編碼技術，並針對監控系統之影像特性，推導出一套能大幅提昇視訊壓縮速度，並且能保有優良影像品質之壓縮方法，這對於廠商發展數位多通道監視錄影系統而言，提供了相當良好的關鍵技術，即使在多個監控畫面下，仍然能夠保證監控畫質與流暢度。本計畫之研究成果有相當廣泛的應用層面，除了一般監控用途外，更可運用在智慧型交通道路即時影像分析系統、視訊會議、視訊電話與網際網路遠距教學等應用範疇均可發揮其所長，並可結合了微電腦周邊硬體，使之亦可成為家庭的智慧總管，包含家電的控制、影音系統的管理、家庭安全的防護，以一個建立全方位的數位化家庭安全監控

中心。

關鍵詞：視訊監控系統、即時視訊壓縮、低運算能量、小波轉換、零樹編碼技術。

英文摘要：

This research project, according to the requirements of The Intelligent Control System of Remote Video Monitoring (ICSRVM), develops a wavelet-based approach to compressing video, with high speed, high image quality and high compression ratio. Using the sequential characteristics of surveillance images, this method applies the low-complexity zero-tree coding, which uses little memory, to develop an algorithm for encoding and decoding video, which greatly improves the speeds of compression and decompression and maintains images of high quality. The method provides good quality and smoothness even under multi-channel surveillance, and so is of great value to

companies that develop multi-channel surveillance systems. The outcomes of this research project have widely applications, in addition to the surveillance applications, the real-time road image analysis of intelligent transportation system, video conferencing, video phone and distance education are all its application areas. This versatile and intelligent surveillance system also integrates peripheral computer hardware. Incorporating IA, this system is not just a surveillance system but is, rather, an intelligent home manager that can control electronic appliances, video/audio systems and home security in an “e-Home”

Keywords : Video surveillance, real-time video compression, low computation complexity, wavelet transform, zero-tree coding technology

前言：

近幾年全球安全產業在數位化的影響下，不管是監視監控、門禁設備、防盜系統...等，都積極發展數位化產品，數位監控系統儼然成為發展的主流。一個遠端即時監控系統的效能之核心關鍵，就在於即時影像的應用，還有以即時影像傳輸為基礎的整合系統應用設備。目前監控產業對即時影像的需求漸增，即時影像傳輸所牽涉的影像壓縮技術及傳輸頻寬等問題，需要有更高品質、更高速度與更佳的壓縮效能之數位視訊編碼處理技術才能解決；此外其後端如何整合其他系統（如門禁、監視、家電產業等）是一個難題；因此，一個影像傳輸功能更佳、更具擴充性的技

術，是未來監視控制系統發展的重要關鍵

研究目的：

本研究計劃開發了一套以小波轉換 (Wavelet Transform) 轉換編碼為基礎，並結合了改良型零樹編碼演算法 (Zero-tree Coding)，並針對監控系統之影像特性，推導出一套能大幅提昇視訊壓縮編碼速度，同時還能保有優良影像品質之壓縮方法，使之成為具備更高速的壓縮效能、更好的影像品質與更高壓縮比之視訊壓縮技術，以此實現一個智慧型視訊監控系統。本研究計畫所開發之編碼技術擁有相當高速的效能，故即使在多個監控畫面下，仍然能夠保證監控畫質與流暢度，其主要之創新與貢獻列表如下：

- 一、結合小波轉換與離散餘弦轉換技術的優點
- 二、壓縮速度快
- 三、壓縮倍數高
- 四、良好的視訊品質

結合了以上眾多具有實用性與創新的視訊編碼技術，其擁有相當廣泛的應用層面，除了一般監控用途外，運用在運鈔車與救護車的即時遠端監控、智慧型交通道路即時影像分析系統、視訊會議、視訊電話與網際網路遠距教學等應用範疇均可發揮其所長，並可結合了微電腦周邊硬體，及行動通訊以一個建立全方位的數位化家庭安全監控中心。

本研究計劃將架構於開發一套以小波轉換技術為基礎之具備高速度、高影像

品質與高壓縮倍率之視訊編碼技術，並結合網路伺服程式、影像擷取卡與 CCD 攝影機，設計製作一套高效率的多錄影通道智慧型監控系統。

第二年間，將完成開發小波轉換高速視訊壓縮技術，並完成多智慧型多通道監控系統，發展多視訊通道即時監視控制、錄影、檢索、遠端網路即時監控等功能，並進行整合與測試實驗。

研究方法：

小波轉換高速視訊壓縮技術：

1.影像壓縮方法

在影像壓縮的領域中，轉換編碼技術一直是最令人喜愛的一種方式。早期的轉換編碼技術，是以離散餘弦轉換(discrete cosine transform; DCT)為主，它已被用在 JPEG 的標準中，使得現在的電子產品中，可以普遍看到它的應用。然而，近幾年來，研究人員發現採用離散時間小波轉換(discrete wavelet transform; DWT)的壓縮技術([2], [5]-[7])，其壓縮效果往往勝過以 DCT 為主的技術，使得新一代的靜態影像壓縮標準 JPEG2000 中，改為採用 DWT 的轉換編碼技術[1][3]。若為二者作個比較，可以發現以 DWT 為基礎的轉換編碼壓縮技術擁有較佳的影像品質，尤其是在壓縮倍率越高時，此一優勢更為顯著，但是以 DCT 為基礎的壓縮技術則由於演算法較為簡化，對於運算能量較為精簡，故其在編碼速度上有其優勢存在，所以本研究希望將二者優點結合，使之發揮最大效

能。

在 DWT 的轉換上，為了減少轉換所花的時間，lifting scheme 的轉換方式被提出來。透過 lifting scheme 的方式，計算量可以減少將近一半。而在配合 DWT 的壓縮演算法上，零樹(zerotree)編碼演算法([6], [7] and [9])，算是其中最簡單又是效果最好的一種。最早的零樹編碼方式，稱為嵌入式零樹小波(embedded zerotree wavelet; EZW)編碼演算法。它是由 Shapiro 在 1993 年所提出來[6]。它的優點包括：不需要事先儲存的表格，不需要訓練，不需要知道影像的統計資料，以及可以產生完全的嵌入碼(embedded codes)。使得只要使用一種位元率壓縮後，就可以根據應用上的需要，產生各種位元率的解壓縮影像。這將有利於連續式的傳輸，以及影像索引的應用。Said 和 Pearlman 更加地改進 EZW 的執行效率。他們提出來的方法，稱為在階層樹上的集合分割(set partitioning in hierarchical trees; SPIHT) [7]。由於 SPIHT 不管在壓縮品質與執行速度，都表現的相當優異，使得在 MPEG-4 的動態影像壓縮標準上，也使用類似 EZW 的壓縮方法於視覺紋路模式(visual texture mode) [8]。

在多支攝影機同時不斷的將影像資料流輸入系統的高負載狀態中，影像壓縮的速度變成極為重要的問題，目前主流之以離散時間小波轉換為基礎的壓縮技術，其運算能量仍舊太高，以致於無法在多支攝影機同時錄影情況下依舊維持高影像張數(frame rate)的壓縮效率，此時我們需要

一個更有效率的，但又保有高畫質的小波轉換影像壓縮技術，Debin Zhao 等人提出的低運算能量低記憶體需求的熵最佳化影像編碼器[11] [12]，成為我們改良的最佳選擇，再結合動畫差值內插補償壓縮技術，即可達成此高標準的效能要求。

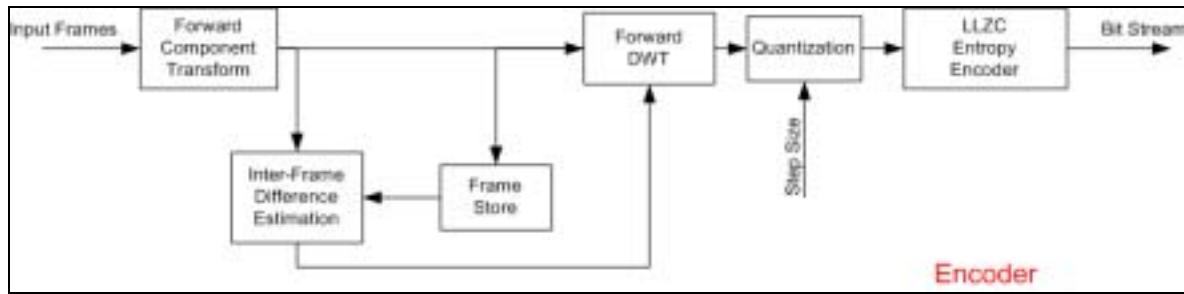
2. 視訊壓縮編碼解碼器架構

由於監控系統的應用，大多是長時間拍攝一監視範圍內的風吹草動，若是對於每一個時間點所拍攝下的影像，均使用「完美」的靜態影像壓縮處理（如 JPEG2000[1]），則對於儲存空間是一大浪費，但是若使用 MPEG-4 [4] 標準的動畫影像壓縮技術，其軟體計算量相當龐大，無法切合監控系統的特殊需求，也就是高單位秒張數(fps)的多影像通道監控需求，所以我們提出一套較為簡化（高速度）並保持高畫質與高壓縮效率的動畫壓縮技術，其編碼與解碼架構如圖一與圖二所示。

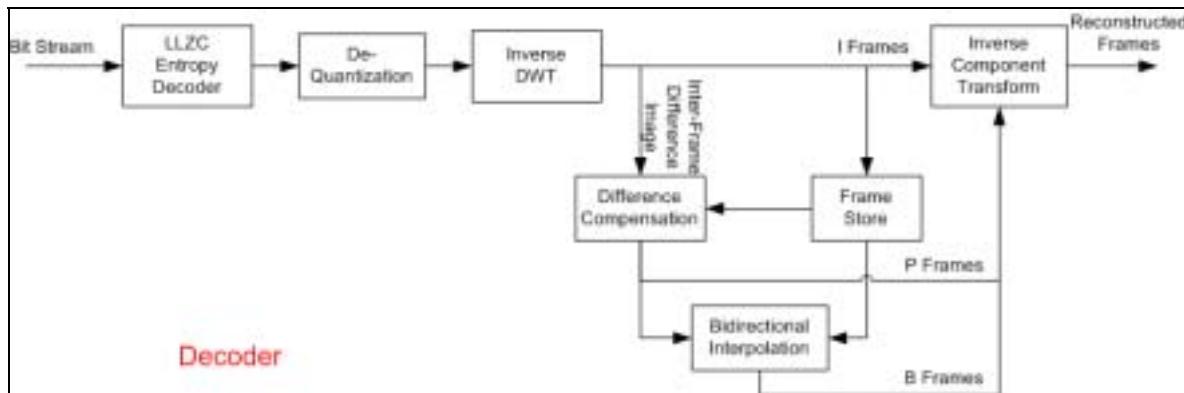
基本上來說，解碼之運算流程為編碼運算流程之反運算，所以，我們只要順著編碼器的執行順序，將它反過來，即為解碼器所要執行的動作。因此在稍後的說明中，我們會將彼此互為反動作的方塊圖功能，合併一起作說明。在這個架構圖中，包括了順向/反向色彩元素轉換(forward component transform / inverse component

transform)、順向/逆向小波轉換(forward DWT / inverse DWT)、量化/解量化等等(Quantization / De-quantization)、低計算量零樹編碼 (Low-Complexity and Low-Memory Entropy Coder，LLZC encoder/decoder)、動畫差值偵測(Inter-Frame Difference Estimation)與補償(Difference Compensation)和雙向動畫內插技術等(Bidirectional Frame Interpolation)等。其中比較特別的是，在編碼器的量化方塊圖上，有一個輸入變數 Step size，此一變數是用來決定量化器(Quantizer)的步階大小，使用者可藉由調整此值以控制編解碼時的壓縮比。

由於一連串的連續監視畫面，其畫面與畫面之間的「關連性」是我們可以用以減低編碼運算能量與儲存空間的關鍵，由前後二個畫面取差值所得的留數畫面，其資訊含量便隱含著畫面中物體移動的多寡，如果留數畫面的能量相當大，則代表畫面變動極大，其資訊含量也就相對較多，此時就必須以較多的位元數來編碼，反之亦然。本系統所使用的動畫壓縮技術，應用了動畫中每張影像與影像之間的差異特性，以使編碼之位元數(bit allocation)得以最有效率的運用，如此我們可以在節省通道傳送的頻寬下，仍舊保持優良的監控畫面品質。



圖一、視訊編碼器架構圖



圖二、視訊解碼器架構圖

2.1 順向色彩元素轉換 / 反向色彩元素轉換

順向色彩元素轉換的功能，主要是先將色彩元素間的相關性移除，以期得到比較好的壓縮效果。在此編解碼器中採用的是 JPEG2000[1] 中的可逆的色彩轉換(reversible color transform; RCT)。其定義如下：

$$Y_0 = \left\lceil \frac{R + 2G + B}{4} \right\rceil, \quad Y_1 = B - G, \quad Y_2 = R - G \quad (1)$$

在此，符號 $\lceil x \rceil$ 表示取小於 x 的最大整數值。RCT 相對應的反轉換如下：

$$G = Y_0 - \left\lceil \frac{Y_2 + Y_1}{4} \right\rceil, \quad R = Y_2 + G, \quad \text{and} \quad B = Y_1 + G \quad (2)$$

2.2 順向/逆向小波轉換

以影像處理觀點而言，大部分的自然界影像訊號在低頻帶會聚集比較多的能量，高頻帶則較少，這意味著我們可

以在低頻帶作進一步的解析，於是在實際應用上，DWT 分離出來的低頻帶訊號將會再經過進一層的 DWT 處理，藉以在低頻帶獲得更細緻的小頻寬解析訊號，這也就是多重解析(multi-resolution)的觀念。DWT 的計算有分兩個部分，一個是解析部分，就是將訊號分解成兩個頻帶，其對應的方塊圖位於圖 1；另一為組合部分，就是將兩個頻帶的訊號重建成原始訊號，稱之為 inverse DWT(IDWT)，而其對應的方塊圖位於圖 2。

為了提高小波轉換的執行速度，本系統所採用的是 Haar 小波轉換係數。對於二維的小波轉換，我們仍然採用一維的小波轉換，首先作水平方向的轉換，再作垂直方向的轉換。在逆向小波轉換時，則先作垂直方向的反轉換，再作水平方向的反轉換。一維的 Haar 小波轉換

其定義如下：

$$\begin{aligned} a_1[n] &= \frac{1}{\sqrt{2}}a_0[2n] + \frac{1}{\sqrt{2}}a_0[2n+1], \text{和} \\ d_1[n] &= \frac{1}{\sqrt{2}}a_0[2n] - \frac{1}{\sqrt{2}}a_0[2n+1] \end{aligned} \quad (3)$$

依序為低頻係數與高頻係數，反轉換係數則為：

$$\begin{aligned} \hat{a}_0[n] &= \frac{1}{\sqrt{2}}(a_1[n] + d_1[n]), \text{ 與} \\ \hat{a}_0[n+1] &= \frac{1}{\sqrt{2}}(a_1[n] - d_1[n]) \end{aligned} \quad (4)$$

編解碼實作中，運算時間的考慮相當重要，為了減少上述運算式子中，數個 $1/\sqrt{2}$ 的運算所花費的時間，因此在轉換時作了一些運算方式之修正，即在水平轉換與垂直轉換皆完成後，才將資料作右移的動作，即除以 2 以節省運算所花費之時間。

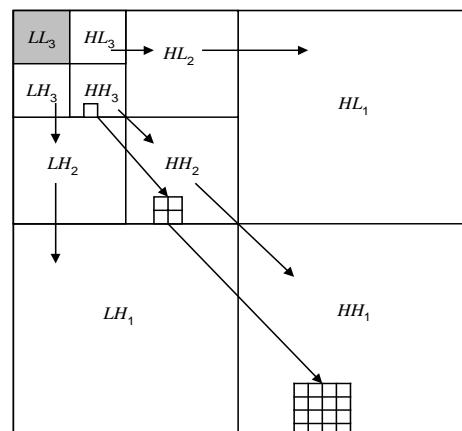
2.3 量化 / 解量化

在此編解碼器中，執行的是純量量化，並且在量化器中，具有一個無作用區域。量化器的唯一參數是量化的步階值。步階值的大小，影響誤差的大小，也影響到重建影像的品質。步階值愈大，重建的影像品質愈差，但是，編碼後的檔案大小會變小，且編解碼的時間會縮短。因為量化後的係數，是以無失真的壓縮方式編碼，因此，解碼可直接得到各個量化後的係數值。之後，再將各個係數值乘以步階值，即可得到解量化後的值。

2.4 低記憶體低計算量零樹編碼器/解碼器

在此編碼器中，所採用的兩種主要的技巧是 one pass 的零樹編碼(zerotree coding)，和 Golomb-Rice (G-R)碼[12]。One pass 的零樹編碼使得量化後有意義係數的分佈位置，可以被有效地取出

來。而 G-R code 則被用來編碼這些取出的係數值。G-R 碼是一種可變長度碼/可變長度整數(VLC – variable length code / VLI – variable length integer)的形式，它取代了 JPEG 中 Huffman tables 的使用，使得編解碼的複雜度更進一步的下降。在本實作中，所採用的 G-R 碼只採用基本序列的模式(G-R_FS)，並沒有使用到取樣點的分割或是參數的估測，因此，計算量很低。如圖 3 所示，這是經過三層二維小波轉換後的頻帶圖。每個頻帶的編號，以 L 和 H 兩個英文字母和一個下標值來表示。第一個字母，代表水平方向是高頻(H)還是低頻(L)，第二個字母則代表垂直方向是高頻(H)還是低頻(L)，而下標則是代表該頻帶是在第幾層的小波轉換後所產生的頻帶。舉例而言， HL_2 代表的是水平方向為高頻，垂直方向為低頻，且是第二層小波轉換後所產生的頻帶。圖中的 LL_3 頻帶代表的是最低頻的頻帶，它的係數所代表的即是影像中的 dc 值。相同方向的頻帶將組成樹狀結構，樹根的位置落在最後一層小波轉換的頻帶上，即 HL_3 、 LH_3 和 HH_3 。圖中的箭頭表示每一棵樹後代子孫的方向。除了節點落在第一層的小波轉換頻帶外，每一個節點有四個直接的後代子孫。圖中在 HH_3 和 HH_2 頻帶中的方格顯示出這個關係。整個編碼的演算法流程，如圖 4 所示。



圖三、樹狀結構圖

```

(1) Use DPCM scheme to code the DC
    coefficients.
(2) For each tree  $k$ ,  $\text{EncodeTree}(k)$ {
    G-R_FS( $k$ );
    If at least one descendant of  $k$  is not zero {
        Output 1 in 1 bit;
        For each sub-tree of  $k$ :  $s$ ,  $\text{EncodeTree}(s)$ ;
    }
    else
        Output 0 in 1 bit:
}

```

圖四、編碼演算法

2.5 動畫差值偵測、補償與雙向內插技術

由於一連串的連續監視畫面，其畫面與畫面之間的「關連性」是我們可以減低編碼運算能量與儲存空間的關鍵，由前後二個畫面取差值所得的留數畫面，其資訊含量便隱含著畫面中物體移動的多寡，如果留數畫面的能量相當大，則代表畫面變動極大，其資訊含量也就相對較多，此時就必須以較多的位元數來編碼，反之亦然。本系統所使用的動畫壓縮技術，應用了動畫中每張影像與影像之間的差異特性，將一個序列的視訊影像，分成以 10 張為一組的編碼處理程序，將這 10 個畫面分成 I (起始畫面) P (留數畫面) 與 B (雙向內插畫面)，以進行針對性的壓縮編碼程序，一組影像序列的編碼處理如下示意圖所示：



圖五、一般壓縮模式(Fast Mode)



圖六、高速壓縮模式(Turbo Mode)

在編碼端方面，對於 I 畫面，這是一組畫面編碼的參考，我們對直接進行編碼動作，使其分配較多的位元數，使此畫面在重建時

得以擁有較少的失真，而 P 畫面的產生，則是由動畫差值偵測而來，透過畫面暫存器的運作，與先行的畫面進行差值偵測，產生留數畫面，並對此施以編碼，影像傳送方面則將編碼好的畫面依序傳送至接收端。在解碼端方面，在接收一組畫面後，先將 I 畫面解碼產生，接著將 P 留數畫面解碼後，以動畫差值補償(Inter-Frame Difference Compensation)重建該畫面，並進行雙向內插補償(Bidirectional Interpolation)重建 B 畫面，如此我們可以在節省通道傳送的頻寬下，仍舊保持優良的監控畫面品質。

視訊壓縮技術實驗結果：

首先將一般商業上所使用以 JPEG 為壓縮基礎的影像壓縮方式與本計畫所發展的壓縮方法作比較，如下圖所示圖 7(a)是一張典型監控系統所拍攝小偷侵入民宅的畫面，監控系統所錄製的畫面是唯一可以用來作為小偷犯罪的證據，需要依據圖中嫌犯的臉部特徵來找尋線索以幫助破案，圖 7(b)至圖 7(e)是將圖 7(a)在不同壓縮倍率下，分別使用 JPEG 與本系統兩種不同壓縮方法所壓縮後的結果，由圖 7(b)中可看出嫌犯的臉部特徵經由 JPEG 壓縮後嚴重模糊不清，故此監控影像並無法提供有利的破案證據，相較而言，本系統即使在高壓縮率的情況下，在圖 7(c)中仍然可以看到嫌犯臉部的特徵是相當明顯而且容易辨識的，這項結果說明了在相同的壓縮倍率下，本計畫所發展之技術可以使壓縮圖像具有較高的 PSNR 值，也就是會有較好的影像壓縮品質。



(a) 原圖



(b).JPEG 壓縮結果 (壓縮倍率 = 140 , PSNR=22.2958)



(c) 本技術壓縮結果(Fast Mode)(壓縮倍率 = 140 , PSNR= 29.0956)



(d).JPEG 壓縮結果 (壓縮倍率 = 50 , PSNR = 33.4798)



(e) 本技術壓縮結果(Fast Mode)
(壓縮倍率 = 50 , PSNR = 44.7615)

圖七 、 JPEG 與本系統壓縮結果之比較

以下的表格數據是在相同的測試平台上，針對本計畫所發展的壓縮編碼技術與 MPEG-4 標準壓縮技術[4][8]所作相關的比較說明：

測試程式：本計畫所發展之視訊編解碼器 (CSSP) , Fast 與 Turbo 模式

參考組：M9073(交大研發之 MPEG-4 範本)

測試平台：AMD Althon (TM) XP 1700+ 1.53Ghz

測試資料一：MPEG 組織標準測試影像 Akiyo CIF (352 * 288 pixels) 100 張。

表一、本計畫所發展之視訊編解碼技術與 MPEG-4 之效能比較(Akiyo)

技術規格	Settings	Frame rate (fps)	壓縮比
MPEG-4	Bit-rate: 384K bits	19.9	184
本計畫發展技術	Fast mode	99	176
本計畫發展技術	Turbo mode	122	257



(a) akiyo 原圖



(b) MPEG4 壓縮結果(壓縮倍率 184 倍)



(c) 使用本技術之 Fast mode 壓縮結果(壓縮倍率： 176 倍)



(d) 使用本技術之 Turbo mode 壓縮結果(壓縮倍率： 257 倍)

圖八、本計畫所提出之技術與 MPEG-4 技術
壓縮效果比較一

由表 1 可知在壓縮比相近的情況下，本計畫所發展之視訊編解碼系統，其每秒壓縮張數為 MPEG-4 技術的 5 至 6 倍 (在影像大小為 CIF 的情況下)，可說是提供了相當高速的壓縮效率，經由圖 8 比較可看出，其畫面品質在人類視覺觀測下不會呈現出太大的差異，這對於發展數位監視錄影系統而言，提供了相當良好的影像壓縮技術，如此一來，即使在多個監控畫面下，仍然能夠保證監控畫面的流暢度。

智慧型視訊監控系統實現成果：

本計畫所開發之智慧型多通道遠端視訊監控系統包含了伺服端(server side)與客戶端(client side)應用程式，其中在伺服端應用程式設計了幾項主要功能提供使用者選擇，而其

流程步驟則依圖 9 至 15 所示，首先如圖 9 中，伺服端可依照所須選擇與主機相連接的各種攝影裝置，並可選擇使用單一或多個裝置，以滿足使用者個人的需求，圖 10 中顯示的是主要的基本功能設定，可以依照使用者的需求或使用環境，調整錄製模式為一般模式 (Fast Mode)或快速模式(Turbo Mode)，並可依照使用的用途選擇壓縮倍率的高低以獲得不同的影像品質與壓縮資料空間，圖 11 中是選擇所要錄製的畫面，使用者選擇錄製按鈕後，則按鈕與視窗上的綠色橫條會變成紅色的訊號已以表示錄製進行中，在錄製取消後則會回到綠色狀態表示影像處在一般的顯示狀態而並未錄製，圖 12、13 中可以利用回放按鈕來進行影像回放的動作，可以依照使用者的需求選擇回放的裝置、回放的時間日期(包含小時以及分秒)，可利用主機上的滑鼠鍵盤裝置來選取檔案，以達到快速回放的效果，圖 14 中在回放的狀態下可以利用放大與縮小的按鈕來使畫面放大，讓使用者可以更精確的檢視錄製畫面，圖 15 則是選取停止回放以回到影像錄製畫面。



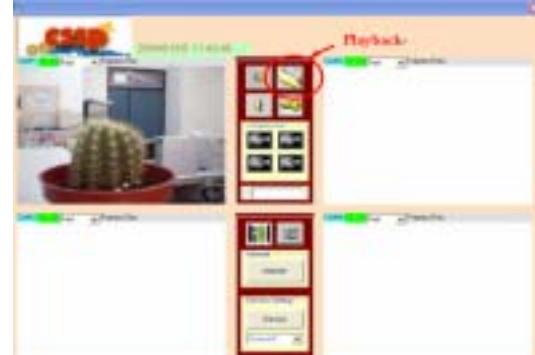
圖九、主機端攝影機裝置設定



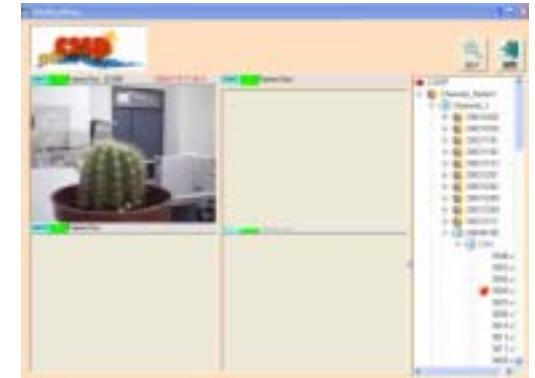
圖十、選擇壓縮圖像之壓縮模式、倍率



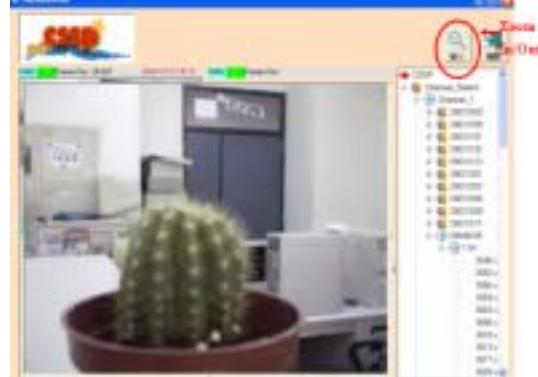
圖十一、按鈕選擇攝影機開始壓縮影像



圖十二、按鈕選擇回放已壓縮檔案



圖十三、選擇回放畫面、channel 與時間



圖十四、瀏覽畫面放大與縮小之調整



圖十五、停止回放以回到錄製畫面

在伺服端內置 Web 伺服器，支援 TCP/IP 協定，使得用戶可以通過 Internet 來即時觀看監控伺服器發送來的影像，遠端使用者只需使用 PC / Notebook 內建之瀏覽器 (如 IE or Netscape)，經由企業網路(Intranet) 或 Internet 連接，即可在遠端看到即時影像，並且透過遠端網路的使用者介面(如圖 16)，選取所要監看的攝影機，隨時觀看伺服端不同角落的影像，此外，也可以透過發送電子郵件(E-Mail)的方式，將監控畫面傳送給使用者設定的郵件位址，達到更安全有效的網路監控效果。



圖十六、網頁監控介面

計畫成果自評：

本研究計畫之研發成果成功的將所開發之小波轉換為基礎之壓縮技術，整合於微電腦周邊硬體，以及行動通訊，並實現了多媒

體與網際網路之應用，使之成為一個具有高度功能整合之智慧型多通道遠端影像監視控制系統。再者，本系統可進一步整合 Information Alliances - IA 理念，使得監控系統將不再是單純的監控系統，而是家庭的一個智慧總管，舉凡家電的控制、多媒體資訊系統的管理、家庭安全的防護，以實現 e-Home 的理念。

本研究計畫部分內容參與第十七屆宏碁龍騰知識經濟論文獎榮獲金質獎；並已投稿論文至 *International Journal of Computer Applications in Technology* 國際期刊發表之；同時亦申請國內專利，專利案號 092130954。

參考文獻：

- [1] ISO/IEC, “ISO/IEC 15444-1: Information technology - JPEG2000 image coding system”, 2000.
- [2] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, and I. Daubechies, “Image coding using wavelet transform,” *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 1, pp. 205-220, April 1992.
- [3] C. Christopoulos, A. Skodras, and T. Ebrahimi, “The JPEG2000 still image coding system: an overview,” *IEEE Trans. Consumer Electronics*, vol. 46, pp.1103-127, Nov. 2000.
- [4] R. Koenen (Ed.), “Overview of the MPEG-4 Version 1 Standard,” *ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N1909*, MPEG97, October 1997.
- [5] S. Li, W. Li, “Shape-adaptive discrete wavelet transforms for arbitrarily shaped visual object coding,” *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 10, pp.725-743, Aug. 2000.
- [6] J. M. Shapiro, “Embedded image coding using zerotrees of wavelets coefficients,” *IEEE Trans. Signal Processing*, vol. 41, pp. 3445-3462, Dec. 1993.
- [7] A. Said and W. A. Pearlman, “A new, fast, and efficient image codec based on set partitioning in hierarchical trees,” *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 6, no. 3, pp. 243-250, June 1996.
- [8] T. Sikora, “The MPEG-4 video standard verification model,” *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 7, pp. 19-31, Feb. 1997.
- [9] C. Y. Su and B. F. Wu, “Image coding based on embedded recursive zerotree,” *ISMIP’97*, pp. 387-392, Taipei, Taiwan, Dec. 1997.
- [10] D. Taubman, “High performance image scalable image compression with ebcot,” *IEEE Trans. Image Processing*, vol. 9, pp. 1158-1170, July 2000.
- [11] Chorng-Yann Su and Bing-Fei Wu, “A low memory embedded zerotree coding,” *IEEE Trans. on Image Processing*, Vol. 12, No.3, pp. 271-282, March 2003.
- [12] Debin Zhao, Y. K. Chan, and Wen Gao, “Low-complexity and low-memory entropy coder for image compression”, *IEEE Trans. on Circuits And Systems for Video Technology*, Vol.11, No.10, October 2001
- [13] Bing-Fei Wu, Yen-Lin Chen, Chao-Jung Chen, Chung-Cheng Chiu and Chorng-Yann Su, “A Real-Time Wavelet-Based Video Compression Approach to Intelligent Video Surveillance Systems”, submitted to *International Journal of Computer Applications in Technology*, Feb. 200