

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 藉由策略性分解技術來實作可調式影像傳輸

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2213-E-032-009-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：淡江大學資訊工程學系

計畫主持人：許輝煌

共同主持人：施國琛

計畫參與人員：謝正葦、張建蒼

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 31 日

# 目錄

目錄 .....	I
中文摘要 .....	II
英文摘要 .....	II
關鍵詞 .....	II
前言 .....	1
研究目的 .....	1
文獻探討 .....	1
研究方法 .....	2
結果與討論 .....	5
參考文獻 .....	6
計畫成果自評 .....	6

## 中文摘要

此計畫共有六個階段，以下為各階段的具體說明：

第一階段首先整理先前已經有的圖庫，此處需要一部專門存放影像檔案的資料庫，以提供後續評估程式執行時可同步存取同一份資料，節省影像存放空間。第二階段決定主要演算法的進行步驟，包括：1. 圖片 Quadtree 切割演算法，包含可以設定的各項切割條件 2. 圖片區塊演算法，包含可以設定的各項切割條件 3. 錯誤更正演算法的主要程序，包含可以設定的各項切割條件。第三階段會把演算法實作為評估程式，以便之後對大量影像做自動處理。可同時對程式設定多組參數，程式會自動挑出最佳化的參數，便可得知每個參數對於區塊切割、影像品質以及傳數量的影響。第四階段使用評估程式的微調功能，如第二階段的功能，程式仍可接受多組設定參數，讓評估程式執行比較的工作，我們以 Progressive JPEG 作為比較的目標，比較 PSNR、BPP 兩個基本的項目。評估程式會列出我們的漸進式影像傳輸方法產生的圖片的影像品質 PSNR 值、傳輸比(BPP)、內插法的錯誤率、Progressive JPEG 的 PSNR 值、壓縮比。評估程式會分成兩個基準做比較，第一個基準是將兩個方法的 PSNR 值設定為相同，然後比較傳輸比。另一個基準是將兩個方法的 BPP 值設定為相同，然後比較影像品質 PSNR。第五階段我們把程式輸出的資料匯整分析，並匯製比較表格，以供分析區塊大小、傳輸量、傳輸品質之間的關係。第六階段以匯整的資料作為檢討的依據，調整演算法或是重新設定參數值。重新設定之後便修改程式，重新再輸入影像資料執行評估步驟。

## 英文摘要

Progressive image transmission (PIT) transmits the most significant portion of a picture, followed by less important parts. The mechanism can be used in web-based applications, while users are browsing images. Most PIT methods use the same pixel interpolation scheme for the entire picture, without considering the differences of different portions. We analyzed the efficiency of pixel interpolation schemes and tested several strategic decomposition mechanisms. Our work results in an adaptive image transmission mechanism, which takes the differences of pictures and picture portions into consideration. We tested 1500 pictures in different categories and parameters. The overall bit rates can be reduced significantly, with good PSNR values. An error recovery procedure is also implemented to guarantee that the transmitted pictures can be fully recovered.

## 關鍵詞

Progressive Image Transmission, Bit Plane Method, Pixel Interpolation, Image Coding, Network Applications

# 前言

漸進式影像傳輸是一種網際網路上經常應用的技術。當影像在網路上傳輸的時候，使用者通常需要花費時間等待影像傳輸結束，才能觀看到影像的全貌。尤其是在頻寬不足或是圖片較大的情形下等待時間更是明顯。在最差的情形底下，我們可能花了相當時間的等待，但是在傳輸結束後卻得到了一張和我們目的完全不相干的影像，這才是最大的浪費，同時浪費了寶貴的等待時間和頻寬。

而漸進式影像傳輸技術正可以解決這樣的問題。漸進式影像傳輸的特色在於它可以讓圖片以逐漸清晰的方式顯示，資料在傳輸的過程中，解碼器可以將已經到達的資料先行解碼並且顯示，無須等待所有資料到達才解碼。在傳輸資料的初期，解碼器經由少量的資料解析出整張影像，影像品質較差，隨著傳輸的資料陸續傳達接收端，影像品質慢慢上升。這個時候接收的使用者可以由概略的影像來決定是不是應該繼續接收這個影像，如果與預期的影像差異很大，使用者可以立即將傳輸中斷，如此一來便可省下無謂的等待時間和頻寬。

漸進式影像傳輸最初的用意便是在於節省瀏覽時間和傳輸的頻寬，不過由於ROI(Region of Interest)概念的引入，漸進式影像傳輸也具有相當程度的壓縮功能，漸進式影像傳輸可將圖片中較容易引起人類視覺的部分先行傳輸解碼，而將不容易引起注意的部分做某種程度的忽略，對於影像處理技術的演進，又邁進了一大步。

## 研究目的

本文的研究目的為以下 8 點:

1. 影像圖庫整理
2. 演算法探討
3. 撰寫主要演算法的程式部分
4. 撰寫評估程式部分
5. 執行評估程式、匯整資料以及製作表格及
6. 修改演算法、參數微調以及重新執行評估程式
7. 網站架設與實驗資料的提供
8. 論文撰寫與成果發表

## 文獻探討

目前漸進式影像傳輸的應用不僅在 Web 上，甚至應用在影像資料庫、影像資料粹取以及相關的影像瀏覽上。在影像資料庫上，使用漸進式影像顯示技術讓人眼可以在機器或是演算法未成熟的部分進行最後的補強，大量瀏覽影像資料的時候，影像分析或是過濾的演算法難免會有錯誤，最後關頭通常還是得用人力作影像篩選的動作。漸進式影像傳輸可以產生接近原影像而且又能表現原影像重點的概略影像提供人力瀏覽用。人眼可以快速的辨識出其是否為需要的影像

初期的漸進式影像傳輸分成接續影像壓縮演算法的研究和獨立的研究。所謂的接續是指承接舊有影像壓縮演算法的成果，修改或改良影像壓縮演算法使其具有漸進式的功能。由於是承接影像壓縮演算法而進行的改良，理所當然就有高壓縮比率及高品質的特性，而相對的也因為是由影像壓縮法為基礎，所以限制較多。例如 JPEG 配合漸進式影像傳輸的 Progressive JPEG，JPEG 使用階層式的方式解析圖片內容，而達到漸進式的效果(如圖一)。JPEG 壓縮演算法將數位影像資訊轉換為頻率空間(frequency domain)。

經過 DCT 轉換後的資料分為 DC 和 AC 兩個部分，保留/傳輸 AC 資料量的多寡與影像品質有關，控制 AC 的傳輸量即可控制顯示影像的品質。以 Progressive JPEG 來說，要達到漸進式的功能，只要將 AC 區塊依序傳輸，然後依序解碼即可。

而所謂獨立的研究是指不以影像壓縮演算法為基礎，方法較不受限制，但由於方法中並不含壓縮原理，故傳輸量較大。例如 BPM(Bit-Plane Method)

JPEG2000 加入了一個新的概念目標區域，(Region of Interest) 簡稱 ROI。ROI 對於漸進式影像傳輸是一個很重要的概念看，因為如果我們可以針對所謂感興趣的部分先傳遞，這代表接收者會先收到圖片中較重要的部分。針對這點可以將漸進式影像傳輸更具體化。

該概念之中心思想在於將待處理之資料分為目標區域 (Region of Interest)，以及非目標區域 (Not Region of Interest)，以利將來的應用以及處理。簡單來說，就是對欲處理的資料 (Raw data) 作 ROI 判斷 (ROI processing) 的動作，將資料轉換為更利於處理的狀態 (Enhanced Data)，再去使用該資料，以得到更好的結果。



圖一、Region of Interest 處理流程(I)

由以上說明應該可瞭解 ROI 之概念，而可以引發許多問題。例如，如何去找 ROI？又如該如何將已找出 ROI 的原始資料提升？

## 研究方法

在先前的研究中，我們以 BPM 和 GBN 的基礎，發展出可調式內插法(Adaptive Interpolation Method)，可調式內插法運用內插運算的技術，可概略的估計出未傳輸的像素(pixel)，進而節省資料傳輸量。

由實驗資料顯示，影像品質雖然因為內插法稍微降低，但是傳輸量降低了許多，我們可以接收更少的資料以前就達到相同的傳輸品質。

在可調式內插法的研究中，我們將測試的影像做若干種類的分類，經過分類的分析，

可以評估出此演算法對於某些類型影像的實用性。例如 JPEG 壓縮法對於風景/實景的壓縮效能很高，但對於卡通等大色塊的影像壓縮效能較低，GIF 壓縮法則相反，GIF 對卡通/動畫特性的圖片壓縮效果最佳。

故此計畫共有六個階段，以下為各階段的具體工作說明：

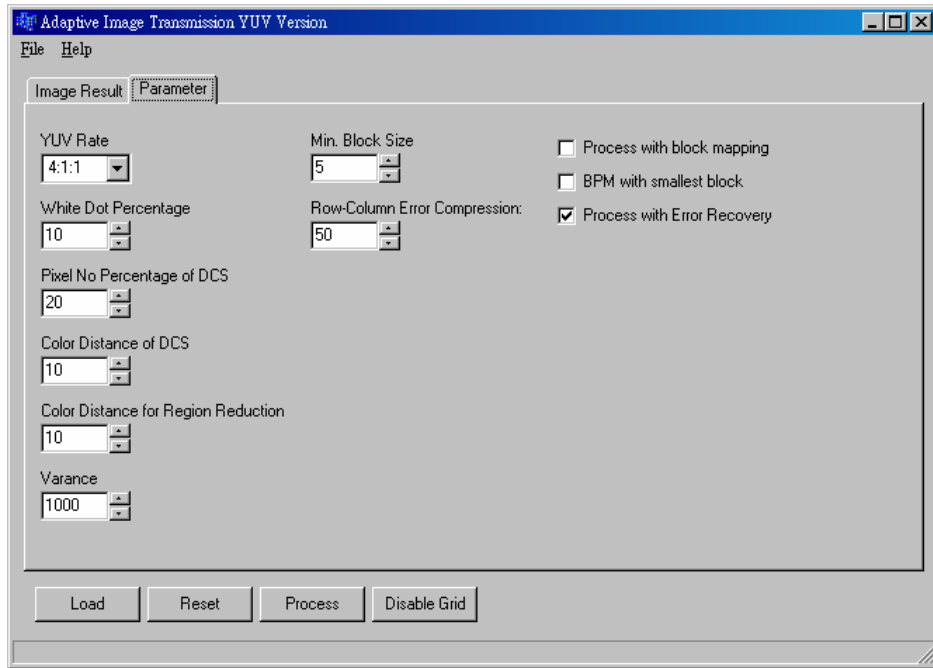
第一階段首先整理先前已經有的圖庫，我們預估區塊切割會與影像的大小有關，因為影像大小關係到影像內容的清晰度，而清晰度又影響了區塊切割的粗細，所以相同的圖片影像可能需要幾組不同的解析度。此處需要一部專門存放影像檔案的資料庫，以提供後續評估程式執行時可同步存取同一份資料，節省影像存放空間。

第二階段決定主要演算法的進行步驟，包括：

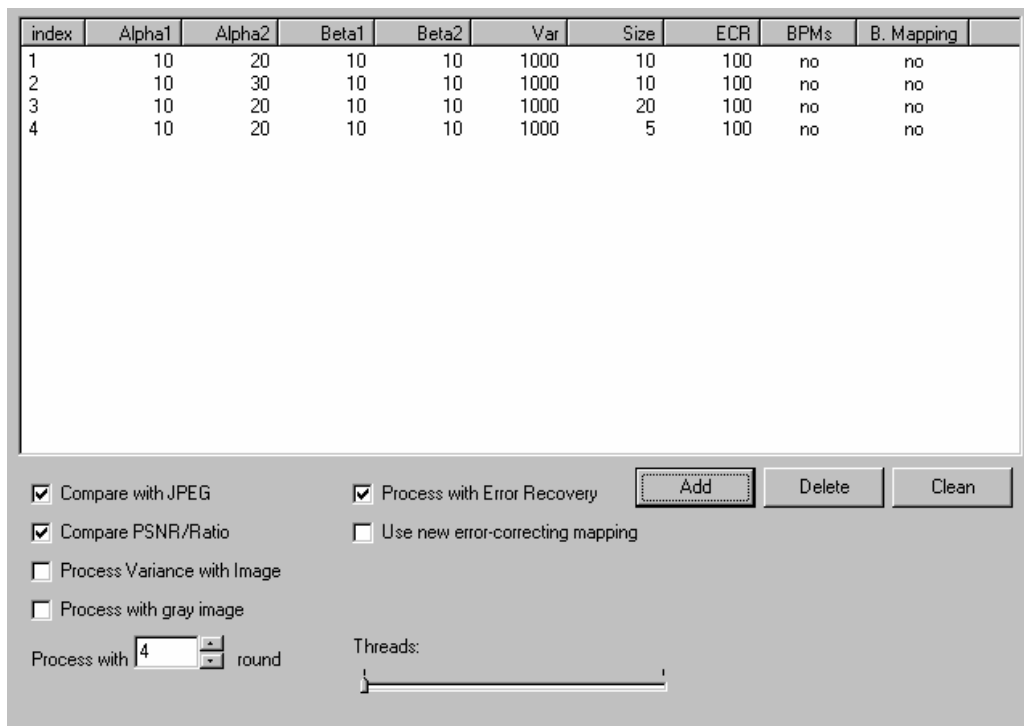
1. 圖片 Quadtree 切割演算法，包含可以設定的各項切割條件：
  - a. 最小切割區塊
  - b. 變異係數程度
  - c. 是否使用 最小區塊映射法
  - d. 最小區塊全部傳輸
2. 圖片區塊演算法，包含可以設定的各項切割條件：
  - a. 顏色相近差異度
  - b. 變異係數程度
3. 錯誤更正演算法的主要程序，包含可以設定的各項切割條件：
  - a. 是否使用錯誤更正
  - b. 是否使用 cross-bit 更正法

第三階段把演算法實作為評估程式，以便之後對大量影像做自動處理。可同時對程式設定多組參數，程式會自動挑出最佳化的參數，便可得知每個參數對於區塊切割、影像品質以及傳數量的影響。

第四階段使用評估程式的微調功能，如第二階段的功能，程式仍可接受多組設定參數，讓評估程式執行比較的工作，我們以 Progressive JPEG 作為比較的目標，比較 PSNR、BPP 兩個基本的項目。



圖二、切割條件的設定參數畫面預想圖



圖三、可同時設定各項參數的程式介面預想圖

評估程式會列出我們的漸進式影像傳輸方法產生的圖片的影像品質 PSNR 值、傳輸比 (BPP)、內插法的錯誤率、Progressive JPEG 的 PSNR 值、壓縮比。

評估程式會分成兩個基準做比較，第一個基準是將兩個方法的 PSNR 值設定為相同，然後比較傳輸比。

另一個基準是將兩個方法的 BPP 值設定為相同，然後比較影像品質 PSNR。

Filename	Best Parameter	PSNR	Transmit	Error Corr.	Ratio	JPEG PSNR	Ratio	Quality	Better than JPEG
E:\originalGS_028.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	32.040	0.088	53.506	53.594	34.773	15.266	97	no
E:\originalGS_001.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	32.008	0.125	54.552	54.678	31.905	23.273	97	yes
E:\originalGS_002.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.828	0.117	38.189	38.307	35.997	13.291	97	no
E:\originalGS_003.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.929	0.020	28.784	28.803	44.914	6.509	97	no
E:\originalGS_004.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.965	0.069	40.362	40.431	40.080	10.552	97	no
E:\originalGS_005.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.950	0.101	41.852	41.953	37.767	15.535	97	no
E:\originalGS_006.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	32.536	0.090	39.392	39.483	39.527	14.070	97	no
E:\originalGS_007.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	32.216	0.117	44.464	44.581	34.946	20.638	97	no
E:\originalGS_008.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.845	0.104	35.260	35.364	37.148	15.538	97	no
E:\originalGS_009.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.624	0.066	36.569	36.636	34.597	12.202	97	no
E:\originalGS_010.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.922	0.073	48.272	48.346	30.204	21.318	97	yes
E:\originalGS_011.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.922	0.104	44.295	44.399	32.560	16.368	97	no
E:\originalGS_012.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	32.100	0.121	48.226	48.347	34.668	18.985	97	no
E:\originalGS_013.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.919	0.105	33.991	34.096	38.313	14.781	97	no
E:\originalGS_014.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	32.151	0.075	43.692	43.767	37.077	13.258	97	no
E:\originalGS_015.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.988	0.168	64.972	65.140	34.306	22.245	97	no
E:\originalGS_016.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.958	0.089	41.678	41.767	37.705	13.140	97	no
E:\originalGS_017.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.866	0.130	62.937	63.067	31.815	23.972	97	yes
E:\originalGS_018.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.829	0.115	59.609	59.724	33.787	18.961	97	no
E:\originalGS_019.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.932	0.122	63.629	63.751	32.219	21.107	97	no
E:\originalGS_020.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.875	0.111	56.760	56.871	33.580	20.295	97	no
E:\originalGS_021.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.953	0.105	50.618	50.722	35.498	17.824	97	no
E:\originalGS_022.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	32.268	0.120	59.414	59.535	34.839	19.557	97	no
E:\originalGS_023.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.474	0.184	79.040	79.224	34.624	24.779	97	no
E:\originalGS_024.bmp	10,20,10,10,1000,10,100,no	31.757	0.163	59.947	60.110	32.861	20.596	97	no

圖四、程式傳輸完畢後的比較表視窗預想圖

由於評估程式需要處理上千張的圖片，而每張圖片又需要處理三到五組不同的解析度，以及多個參數的組合數據，所以需要三到五部桌上型電腦同時處理，桌上型電腦如果配備 Intel 的 Hyper-Threading 技術，並且將程式部份撰寫為具有多執行緒的架構，可節省硬體成本及運算時間。

第五階段我們把程式輸出的資料匯整分析，並匯製比較表格，以供分析區塊大小、傳輸量、傳輸品質之間的關係。

第六階段以匯整的資料作為檢討的依據，調整演算法或是重新設定參數值。重新設定之後便修改程式，重新再輸入影像資料執行評估步驟。

## 結果與討論

經由實驗後數據得知(表一)，可調式內插法較適用於卡通及影像，PSNR 平均都在 33dB 左右，而壓縮效能為 0.21BPP(大約 5 倍的壓縮比)，油畫可能因為色彩變異較大，故較不適用於內插法的預測。

表一、三種影像的實驗數據(平均)

	PSNR (dB)	Transmitted (BPP)	Error syndrome (BPP)	Ratio (BPP)
Cartoon	33.286dB	0.245	0.21031	0.21276
Photo	32.262dB	0.012	0.25647	0.25660
Painting	32.410dB	0.065	0.26349	0.26414



在錯誤校正中，我們做出四點歸納：

1. 資料更正花去非常多的傳輸頻寬。
2. 初期的影像品質幾乎與區塊大小無關，但是區塊大小卻與傳輸量有關，我們可以盡量增加傳輸區塊大小來節省傳輸量，因為並不會因此而損失太多影像品質。
3. 在初期的幾個回合使用錯誤更正是不划算的，因為更正後所提升的影像品質雖高，但是所花費的錯誤更正傳輸量是非常高的。而且已經被修正的錯誤可能因為下一個回合的再次錯誤預測後而再次被更正，重複的錯誤更正是絕對沒有必要的。
4. 所以我們必須規劃出更好的錯誤更正演算法。或是間接降低錯誤預測的機率。

## 參考文獻

- [1] M. Accame and F. Granelli, "Hierarchical Progressive Image Coding Controlled by a Region Based Approach," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 45, No. 1, February 1999, pp. 13-20.
- [2] C. C. Chang, F. C. Shine, and T. S. Chen, "A New Scheme of Progressive Image Transmission Based on Bit-Plane Method," *Proceedings of the Fifth Asia-Pacific Conference on Communications and Fourth Optoelectronics and Communications Conference (APCC/OECC 99)*, Beijing, China, 1999, Vol. 2, pp. 892-895.
- [3] C. C. Chang, Timothy K. Shih and I. C. Lin, "An efficient progressive image transmission method based on guessing by neighbors," in the *Visual Computer journal*, Springer Verlag, 2002.
- [4] J. H. Kim and W. J. Song, "Pyramid-structured progressive image transmission using quantisation error delivery in transform domains," *IEE Vision, Image Signal Processing*, Vol. 143, No. 2, April 1996, pp.132-136.
- [5] K. H. Tzou, "Progressive image transmission: a review and comparison of techniques," *Optical Engineering*, Vol. 26, No. 7, 1987, pp. 581-589.

## 計畫成果自評

1. 學術貢獻：
  - 探討漸進式影像傳輸與其他影像處理技術的相關性，如 ROI (Region of Interest)、影像壓縮、影像分割(Image Segment)、影像修補、影像特徵分析的關聯性。
  - 探討漸進式影像傳輸的評估方法，如 PSNR 是否適用於漸進式影像傳輸、是否有其他的評估方法更適用於漸進式影像傳輸。
  - 探討漸進式影像傳輸在非影像技術上的適用性，例如 MPEG4 等 Video 相關影片技術。
2. 實際應用
  - 將區塊切割應用於 ROI 中。
  - 將漸進式影像傳輸實際應用於網路系統，用實際的環境證明其適用性。
  - 建立新的影像傳輸儲存概念，並制定適用於漸進式影像傳輸的檔案格式。
3. 參與人員的收穫
  - 實際接觸影像處理的理論與實作部份，對影像處理能有深厚的理解。
  - 了解影像處理相關技術的結合與應用。
  - 學習實驗資料的統計與整合。
  - 培養專業的報告撰寫統整能力。