

應用模糊理論實現去交錯技術演算法之研究

陳碧東
清雲科技大學電機所
副教授
chenpi@cyu.edu.tw

陳志維
清雲科技大學電機所
研究生
m9612009@cyu.edu.tw

摘要

去交錯技術演算法，主要的功能目的是將交錯掃描格式的畫面轉換成循序掃描的畫面，由於視訊廣播格式的多樣化以及各種循序掃描顯示方式的普及，本文提出透過模糊理論中的各種歸屬函數種類來進行交錯式影像插補點的插補判斷，並將影像結果利用峰值訊噪比 (PSNR) 值，來讓影像結果更讓人容易了解，影像品質的提升與技術的發展。

關鍵詞：去交錯、模糊理論、歸屬函數、峰值訊噪比

Abstract

In this paper, a De-interlacing techniques using Fuzzy set function, is introduced to improve the quality of image on the flat plane display systems when displaying interlacing scanned video. We compare the differences of images among different Fuzzy Membership Functions.

Finally, the displaying quality among those images are also evaluated through the PSNR values.

Keywords: De-interlacing、Fuzzy、Membership Function、Peak Signal to Noise Ratio

1. 前言

目前在3C電子消費市場中TFT-LCD平面顯示器佔有率日益增加並朝著大型尺寸發展，而大尺寸的數位顯示器在畫質處理上更顯現其重要性。普遍在消費性電子市場中，顧客除了希望畫質清晰之外，也會希望畫面更為貼近自己的喜好，然而數位電視在畫面邊緣與動態品質上，若處理不佳容易造成模糊化、拖曳與殘影等不良現象，為改善其影像品質除了從液晶面板本身種類改善外，亦可從去交錯處理方式、Scalar處理器、倍頻技術與其它相鄰掃描線相關處理技術等方面做技術上的提升，本文主要將針對邊緣線平均法運用模糊理

論做相關性插補技術方面的改善。

去交錯技術演算法主要的目的是將交錯掃描格式的畫面轉換成循序掃描的畫面，由於視訊廣播格式的高速發展以及各種循序掃描顯示方式的普及，去交錯演算法的需求與技術逐漸受到相關產業的重視和積極投入技術發展。

交錯式掃描是一種以圖場為輸出方式而不是以圖框為輸出方式，在傳統電視的傳輸方式因電子槍的掃描速度無法達到全畫面每秒60次，故將畫面分化成偶數圖場與奇數圖場，分別連續傳送輸出，如圖1所示。[5]

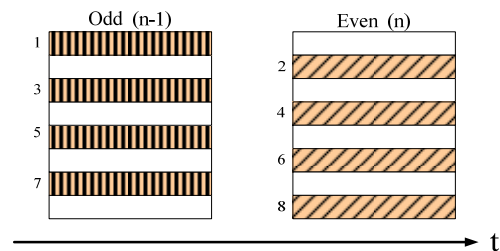


圖 1 交錯式掃描

現今三大彩色電視訊號系統分別為 NTSC (National Television System Committee)、PAL(Phase Alternating Line)、SECAM(System Essentially Contrary to American Method)，在台灣傳統的電視顯示系統為 NSTC 標準，交錯掃描輸出畫面有一半的掃描線是沒有資訊存在，而循序式掃描是每秒須輸出 60 張以上的圖框，以達到良好的電視影像品質，為了能在循序式掃描的數位電視上播放交錯式影像，影像訊號必須先做去交錯處理，將圖 1 交錯式掃描訊號轉換成循序式掃描方式如圖 2。

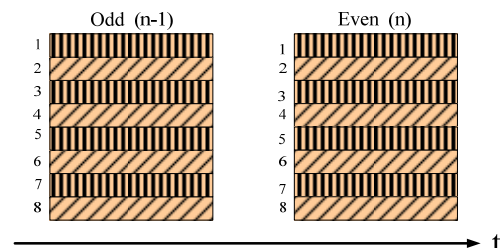


圖 2 循序式掃描

目前電視發展已經到達高畫質電視(High Definition Television ; HDTV)的規格，此規格若需要顯示在 3C 電視設備(電漿、液晶、陰極射線管)，亦需要經過去交錯技術與縮放技術等的動作，使其高解析度的畫質能夠盡情的發揮功效與品質，由圖 3 可知其去交錯技術在數位電視區塊中，仍然扮演相當重要的角色。

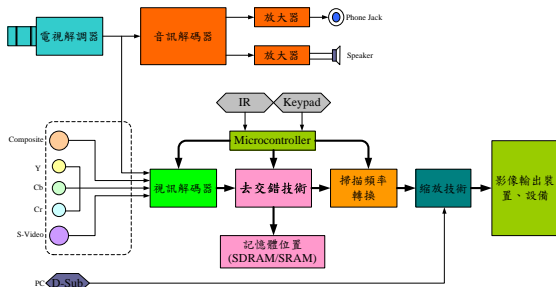


圖 3 平面電視訊號區塊圖

本文將原始畫面利用模糊歸屬函數加入去交錯(De-interlacing)方式來處理並探討其畫質，且與未加入模糊理論技術之畫面在同一區域位置影像做比較。影像經過去交錯(De-interlacing)技術處理之後，通常輸出影像與原始影像會有某種程度上的差異，我們再透過峰值訊噪比(PSNR)[15]來衡量影像處理前後的差異程度，將結果使用數字來呈現並比較各種去交錯(De-interlacing)技術處理過後的影像的差異。

2. 去交錯技術簡介

去交錯處理技術是將交錯式(Interlaced)訊號格式的影片轉換成循序式(Progressive)格式影片的處理，如圖 4，一般來說去交錯大致分為非動態補償與動態補償去交錯，其中又可再細分各種演算法。以下本文將介紹數種去交錯處理技術做基本的介紹 [12]。

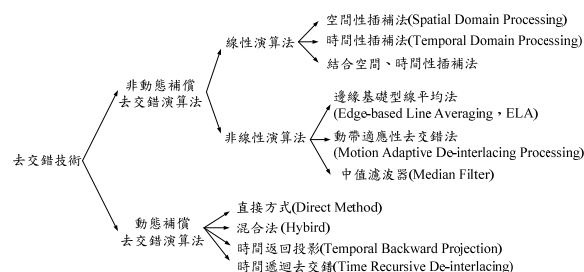


圖 4 去交錯技術演算法

2.1 空間性插補法[14]

空間性插補法(Spatial Domain Processing)

法亦稱為場內插補(Intra Field De-interlacing)去交錯處理法，它主要是利用目前圖場上下垂直相鄰掃描線的像素資訊做適當的運算處理，並做插補(Interpolation)動作至消失的圖場，來得到原先消失的圖場資訊，目前大多使用於圖場內插補法的方法有線平均法、線重複法兩種，兩者皆是透過垂直相鄰掃描線做插補以得到需要插補的圖場。

如圖 5、圖 6 為空間性插補法的兩種方法：線平均、線重覆法。線平均法(Line Averaging)，它是利用要插補的掃描線與上下相鄰的兩條掃描線做掃描，並算出其平均值並做插補；而線重覆法主要是利用消失圖場資料的上一條掃描線做複製之後直接插補至消失的圖場

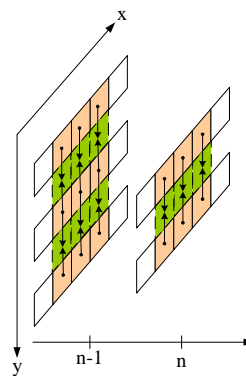


圖 5 線平均法

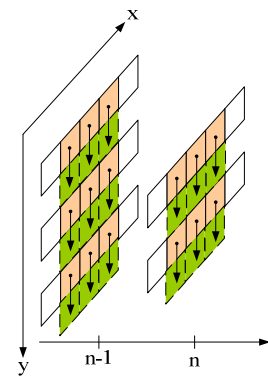


圖 6 線重覆法

2.2 時間性插補法[5][8][14]

時間性插補法(Temporal Domain Processing)亦稱為場間插補(Inter Field De-interlacing)去交錯處理法，它主要是利用將要處理的圖場之相鄰圖場作插補(Interpolation)，也就是將奇、偶圖場作直合併的方式用來得到所需要的圖場資訊。

此處理方法又稱為直接合併法(Weave法)，如圖 7 所示，直接合併法的處理方法動作處理方法為利用欲插補圖場之相鄰前一圖場作直接合併。當影像畫面為動態時，在影像的插補處理過程中可能會發生錯誤的影像結果，此結果稱為眼淚效應[11]，相對使用在靜態畫面，其畫面品質效果較佳。從表 1 可簡單了解到時間性與空間性插補法之差別比較。

表 1 空間性、時間性比較表[6]

	空間性	時間性
優點	動態： 1. 不易造成毛邊 2. 運算量低	靜態： 1. 視覺相當良好 2. 運算量低
缺點	1. 產生階梯效應	1. 產生眼淚效應

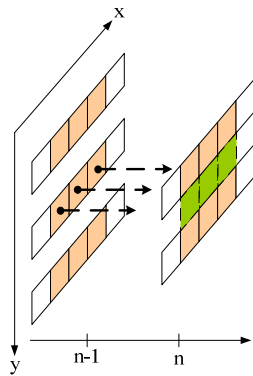


圖 7 直接合併法

2.3 邊緣基礎型線平均法

邊緣基礎型線平均法(Edge-Based Line Averaging, ELA) 為基礎, 是許多去交錯技術當中最常被使用於改善影像品質, 此插補法是利用水平的邊緣的插補來減少硬體複雜和線緩衝區。公式(1)為邊緣基礎型線平均法的表示式, 利用找尋數個不同方向的最相似點, 然後在沿著最相似方向做插補, 如圖8, 需插補點 $F(x,y)$ 的資料來源透過上下相鄰圖場的資訊利用對角的方向位置 $F(x-3,y-1)$ 與 $F(x+3,y+1)$ 兩點, 來進行插補點資料來源的取得。

$$F(x, y) = \frac{[F(x-3, y-1) + F(x+3, y+1)]}{2} \quad (1)$$

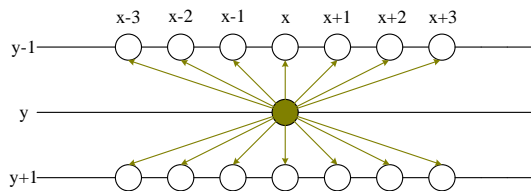


圖 8 邊緣基礎型線平均法

2.4 動態適應性去交錯法

動態適應性去交錯法 (motion-adaptive de-interlacing) 它結合了空間性與時間性插補法的條件可隨影像畫面的動態狀態而改變選擇進而使用合適的插補法, 如圖9交錯式掃描圖場首先經過動態偵測器偵測欲插補點是屬於動態點還是靜態點, 如果屬於動態點, 則採用場內插補法來做插補; 反之, 若是靜態點, 則採用場間插補法 (直接合併法) 來插補, 如此一來, 便能得到較好之去交錯影像畫面。 [5][13]

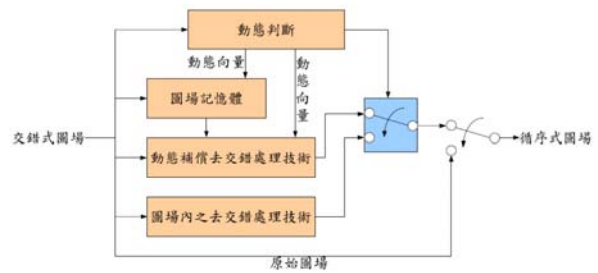


圖9 動態適應性去交錯法 [7]

2.5 垂直-時間中值濾波器

中值濾波器(Median Filter)[10]是一非線性的濾波器, 其原理是將像素的值用該像素鄰近的中間值來取代, 它提供了絕佳的雜訊降低效能, 當影像畫面中含帶大量雜訊時, 雜訊濾除能力特別良好。中值濾波器也是一般影像處理中最常見的排序統計濾波器, 其主要方法有兩種: 1.垂直-時間中值濾波器 (vertical-temporal median filter) 2.權重中值濾波器 (Weighted Median Filter)。 [13]

如下圖10, 為垂直-時間中值濾波器, 它是透過欲插補點之圖場上下相鄰圖場資訊及前一圖場與插補點之相同位置點資訊, 進行三方面的輸入影像畫素來作中值濾波器的插補點判斷並插補。亦可由公式(2), 了解垂直-時間中值濾波器功能原理。

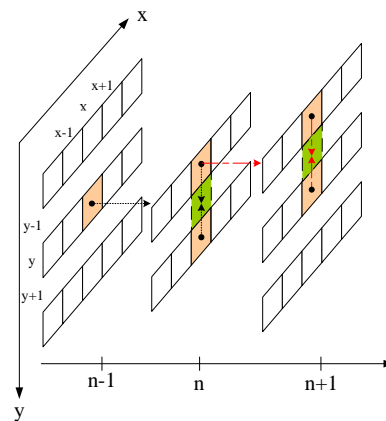


圖 10 垂直-時間中值濾波器

$$F(x, y) = med(a, b, c) \quad (2)$$

其中 $a = F(x, y, n-1)$ 、 $b = F(x, y-1, n)$ 、 $c = F(x, y+1, n)$ 。

3. 模糊理論

模糊理論控制是發展於 1965 年, 由美國加州柏克萊大學 L. A. Zadeh 教授在資訊與控

制學術雜誌上，所提出的模糊集合，進而衍生到目前所熱門的「模糊理論」。^[1]

FUZZY 應用領域非常之廣闊，研究包羅萬象有影像識別、自動控制、資料管理、心理分析、財經管理等均可透過模糊理論，將其應用之實現。以下將針對模糊理論做簡單之模糊集合介紹：

3.1 集合理論

模糊理論是以模糊集合(Fuzzy Sets)為基礎，基本精神是接受模糊性現象存在的事實，而以處理概念模糊不確定的事物為其研究目標，並積極將其量化可以被數位系統可以處理的資料。**表2**說明模糊集合(Fuzzy Set)和傳統集合(Crisp Set)不同之處^[3]。

表2 模糊集合與傳統集合比較

模糊集合 (Fuzzy Set)	傳統集合 (Crisp Set)
軟性的分類法	硬性的分類法
接受亦此亦彼的關係	強調非此即彼的關係
可接受模糊不清之資訊	只能接受精確不模糊之資訊
使用0~1歸屬函數	使用0或1之歸屬函數

3.2 傳統集合

在十九世紀末德國學者Cantor提出「傳統集合」的概念，傳統集合又稱為「明確集合(crisp set)」，如同以往的二值邏輯，它可明確的分辨元素屬於哪一個集合^[9]。明確的定義為可以「是」與「否」之間可以做出明確的判斷，通常以0(否)與1(是)兩個數值表示。明確集合就如同電子電路學中的數位訊號，只有「開」或「關」兩種選擇條件，一般的家電控制系統也以明確集合的二值邏輯作判斷，例如傳統式的空調控制，當我們將溫度設定為30°C時啟動空調；若室溫低於設定值就關閉空調，這就是屬於傳統二值邏輯的判斷。圖11利用傳統集合說明傳統空調溫度控制，在對溫度設定的判斷的情形，假設溫度到達30°C則空調系統將進行溫度調節動作。

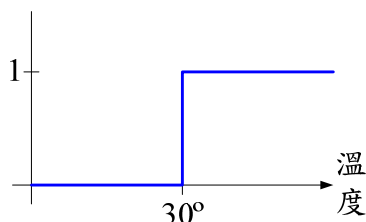


圖11 利用傳統集合

在每一個集合裡面每一元素對某一模糊集合的所屬程度都賦予一個介於0與1之間都有歸屬函數的定義，其定義之數值稱之為「歸屬函數(membership function)」。由於每個人的感覺、判斷有所差異，因此歸屬函數的給定因人而異，亦即根據使用者的主觀意識來作判別。

相對於傳統邏輯的非0即1的推論方式，模糊推論是利用歸屬函數取得各規則的適合程度，然後綜合各規則的適合度得到適當的推論，即使規則條件部分的命題不完全一致，也能依據一致度的高低比較得到合適的推論。

3.3 模糊集合

模糊集合是為了解決現實世界中大多數的事物，在語意表達上通常難以做明確區分別的情形。如圖形識別系統中，使用者對影像檢索其特徵之文字敘述，總是包含模糊及不明確的涵義，使得對此需求的理解判斷也都帶有某種程度上的不明確，對系統開發者往往須要大量的時間來量化這些模糊和不明確的要求。

模糊集合為傳統集合的延伸，將集合中的元素從以往的二值邏輯擴展成多值邏輯，除了以0(否)和1(是)作為表示方法，並將其值推廣至介於0與1之間的數值方式來表示。^[4]

以空調系統的溫度控制為例，使用模糊集合的判斷方式，可將溫度給予某程度上的集合值，即所謂的模糊集合，就是將每個溫度給予某程度的值形成某一模糊集合，溫度27°C在溫度“高”集合的所屬程度為0，在“中”集合的程度為0.66，在“低”集合的程度則為0.33，如圖12所示：

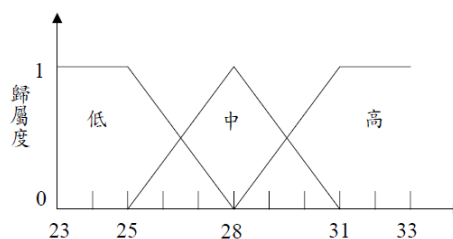


圖12 以模糊集合表現溫度控制的方式

3.3 歸屬函數

歸屬函數是運用模糊集合使用於實際問題的基礎。一般有具體的模糊對象條件，第一步必須先確定其切合實際的歸屬函數，才能應用模糊數學方法做具體的定量分析，歸屬函數的值在0至1之間。在模糊集合中所使用的歸

屬函數都具備著凸集(Convex)與可正規化(Normalized)等特性。[1] [2]

歸屬函數依其類別與特性定義可以分為兩種類型：1.數值、2.函數兩種定義方式，以數值方式稱為離散型歸屬函數，以直接給予模糊集合內每個元素的歸屬程度，又稱為連續型歸屬函數。[1]

本文利用圖示簡單說明下列4種歸屬函數：1.三角形歸屬函數、2.梯形歸屬函數、3.高斯歸屬函數、4.單點型歸屬函數、5.鐘型歸屬函數。依序為圖13(a)至(e)表示之。

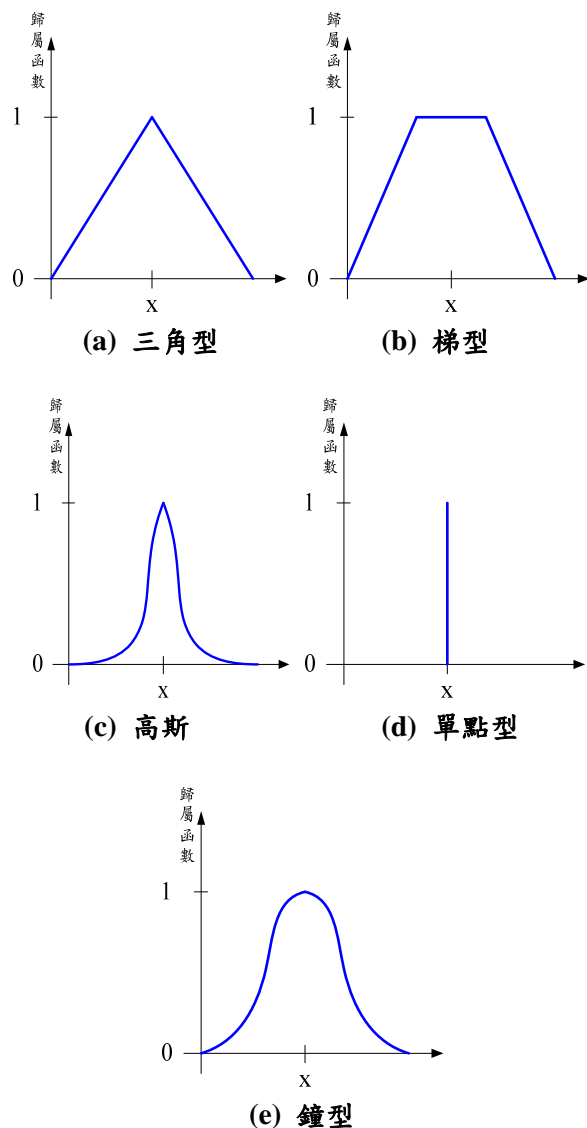


圖13 各類型歸屬函數圖形

4. 本文提出方法

本文透過模糊理論之高斯歸屬函數、鐘型歸屬函數來計算插補點的像素值，在透過中值濾波器原理，排序處理後的像素值，選擇中間

值像素進行插補動作，如圖 14 為本文實驗流程圖。

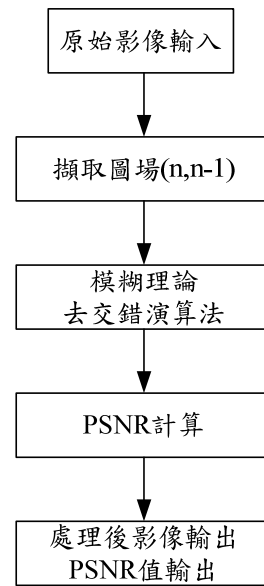


圖 14 實驗流程圖

圖 15 為本文提出之模糊理論去交錯演算法流程圖，首先輸入影像原始來源，進行影像圖場取得，並取得前後圖場中預計算之插補點位置，再進行模糊歸屬函數像素點計算，經過模糊後之像素點進行計算像素點本身亮度值，在透過中值濾波器進行插補點資訊的取得後，進行插補。

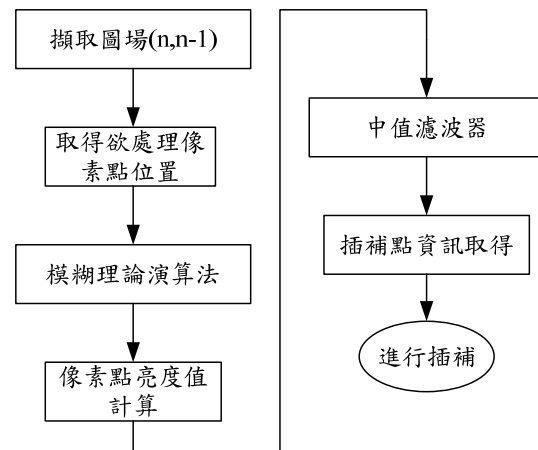


圖 15 本文提出之模糊演算法流程圖

4.1 高斯歸屬函數

本文實驗取得像素點方式如下圖 16 與實驗計算公式(3)。高斯歸屬函數中，試驗兩種方式，分別為 x_{med} 取 7 點(pixel1、pixel2、pixel3、pixel4、pixel5、pixel6、pixel7)與 2 點(pixel2、pixel5)。

$$F_o(x, y) = \exp\{-|p(x - x_{med})|\} \quad (3)$$

4.2 鐘型函數歸屬函數

鐘型函數歸屬函數，如圖 16 與實驗計算公式(4)。

$$F_o(x, y) = \frac{1}{1 + p(x - x_{med})^2} \quad (4)$$

其中 $x = \left\{ \begin{matrix} pixel1, pixel2, pixel3, pixel4, \\ pixel5, pixel6, pixel7, \end{matrix} \right\}$

$$x_{med} = \left[\frac{\left(\begin{matrix} pixel1, pixel2, pixel3, pixel4, \\ pixel5, pixel6, pixel7, \end{matrix} \right) / 7}{7} \right]$$

p 為函數曲線上升率或下降率之參數。

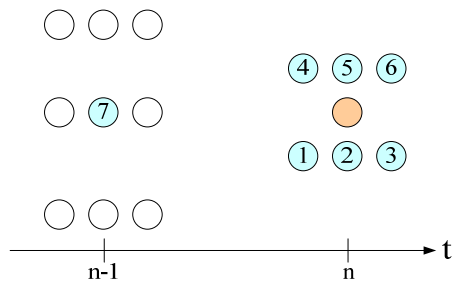
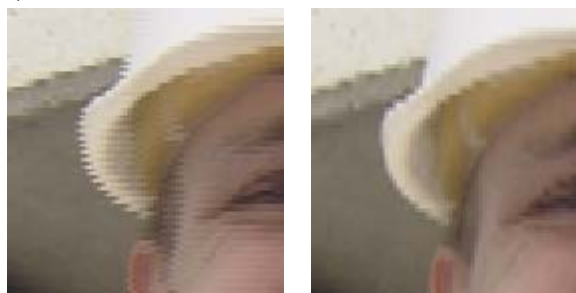


圖 16 像素點取得位置圖

5. 實驗模擬結果

本文實驗兩種實現影像，一是 foreman，另一個為 tennis，在實驗結果圖中可清楚了解運用直接合併法於動態影像會產生明顯的淚滴效應，而在背景靜態部分左上與左下陰影部份會產生階梯效應，也是較不好的結果，透過本文提出實驗的模糊歸屬函數在眼睛較細膩部分取 7 點的效果要比取兩點的效果來的好，而另外透過鐘型歸屬函數，在邊緣部份也較為平滑，視覺效果明顯與其它結果相比較來的好。



直接合併法

線平均法



圖 17 foreman

Tennis 為一打桌球的部份動態影像，在觀察動態部分，桌球運用在簡單的合併法與空間性去交錯技術所產生出來的結果也較不良，其邊緣的不良效應，有明顯的差異，此桌球影像為高度動態影像，在白色球體上高斯實現影像上有錯誤判斷的點產生，而鐘型所產生結果較為優良，背景部份也比較平順。

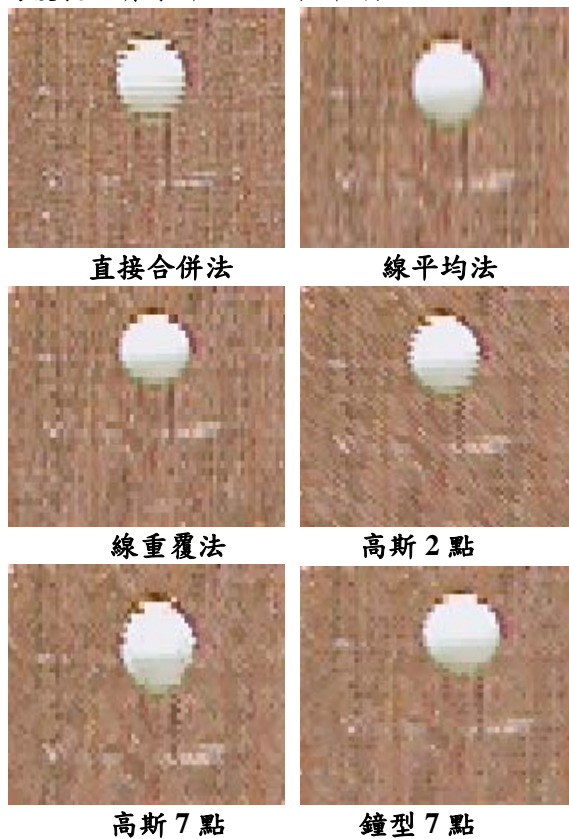


圖 18 tennis

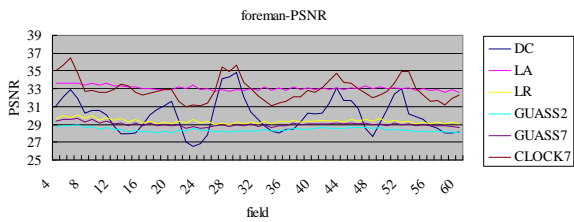


圖 19 Foreman PSNR

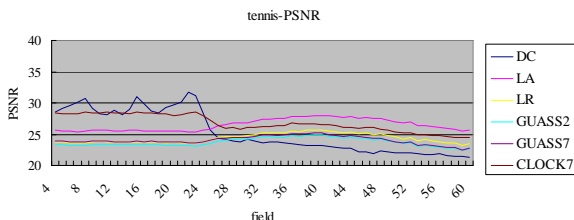


圖 20 Tennis PSNR

6. 結論

去交錯技術在未來的數位影像傳輸系統中，將佔有一席重要的地位，透過去交錯技術使影像品質達到觀賞者眼睛所能夠接受的期望值，單純去交錯使用圖場間插補對於攝影機靜止情況之下所得到的影像結果，比使用圖場內插補方式有更高的峰值訊噪比，也就是影像品質較好。

近一步將影像利用模糊的觀點來處理，使其影像品質能達到更進一步的效果與品質，透過本實驗的結果及圖19與圖20的PSNR值，可發現使用模糊理論的圖像能夠較使用單一的去交錯技術來的好，影像所得到較為平滑亦有反鋸齒的現象產生，使得影像得到較好的品質。

隨著平面顯示器的快速成長，影像畫質播放品質要求亦相對提高，由上述結論可知，本文所使用的模糊理論應用於去交錯技術的方法提高了影像畫質，達到觀賞者在影像顯示品質的要求。

參考文獻

[1] 王文俊，“認識 Fuzzy-第三版，”全華科技圖書股份有限公司，2005 年 6 月。
 [2] 林啟民，“應用模糊切換濾波器技術於影像脈衝式雜訊去除之研究，”東華大學電機工程學系碩士論文，中華民國 94 年 7 月。
 [3] 孫宗瀛、楊英魁，“Fuzzy 控制：理論、時作與應用，”台北，全華科技圖書股份有限

公司，2001。

[4] 張得隆、洪兆慶，“Fuzzy 產品基礎與實例，”全華科技圖書股份有限公司，1995。
 [5] 張毓麟，“電視訊號去交錯處理及其架構（上）”，Chip 123 IC Design Magazine，第 46 期，1~13 頁，中華民國九十三年三月。
 [6] 陳碧東、陳志維、陳令振，“去交錯技術應用於影像品質改善技術之比較”，2008 全國電信研討會，pp.1120-1124，中華民國 97 年 12 月。
 [7] 陳碧東、陳志維、沈榮欣、蘇哲宏“交錯式掃描影像品質改善之探討，”第二屆海峽兩岸科技與人文教育暨產學合作研討會，pp.527-532，中華民國 97 年 12 月。
 [8] 陳忠正，“四圖場相位相關性動態補償之混合型去交錯演算法，”清雲科技大學電機研究所碩士論文，中華民國 95 年 6 月。
 [9] 葉怡成，“類神經網路模式應用與實作，”儒林圖書公司，2003。
 [10] 廖紹剛，“數位影像處理 Digital Image Processing 2/e”，培生教育出版集團，2005 年 12 月。
 [11] C.Hentschel，“High quality noise insensitive motion detector using on field memory，” *IEEE Trans. on Consumer Electronics*，vol. 42，1996，pp. 696-704。
 [12] G. D. Haan and E. B. Bellers，“De-interlacing: an overview，” *Proc. Of the IEEE*，Vol. 86，No. 9，1998，pp. 1839-1857。
 [13] G.de Haan and E.B.Bellers，“De-interlacing A Key Technology for Scan Rate Conversion，” *ELSEVIER*，2000。
 [14] Kangyoung Won，Kwon Lee and Chulhee Lee，“Effective Deinterlacing Using Selective Spatial-Temporal Interpolation，” *Proc. Of the IEEE*，pp.17-20，2007。
 [15] W. Yuanji. L. Jianhua, L. E, F. Yao and Ji. Qinzong，“Image quality evaluation based on image weighted separating block peak signal to noise ratio，” *Proc. Of the IEEE*，Vol. 2，2003，pp.994-997。