

不同的視訊內容、畫面播放率及資料傳輸率對視訊品質的影響

孫惠民

長榮大學 資訊管理學系

prince@mail.cju.edu.tw

林泳全

長榮大學 資訊管理學系

r26931143@mail93.cju.edu.tw

摘要

已有愈來愈多的證據顯示，多媒體視訊內容的不同特徵以不同的畫面播放率(frame rate)或以不同的資料傳輸率(bit rate)，對觀眾視覺上的感受是有差異的，本論文透過客觀視訊品質測分析不同特徵的視訊內容，並建立視覺品質的客觀數據，同時也透過主觀的視訊品質測方法，進一步了解觀眾對於不同的視訊內容特徵，不同的畫面播放率與不同的資料傳輸率所帶來的影響。主觀視訊品質評估的實驗設計是採用雙受測連續性品質尺度(Double Stimulus Continuous Quality Scale, DSCQS)，讓受測者觀看參考視訊序列與測試視訊序列的感受滿意度，進一步將本實驗的主觀品質測試資料以統計分析來找出不同內容特徵的影響。研究發現低移動(motion)特徵的視訊內容均偏好低畫面播放率，而高移動特徵則偏好較高的畫面播放率，另外，我們也透過客觀視訊品質評估數據發現低移動低紋理的內容在主觀品質評估上，其不同的資料傳輸率皆有顯著差異，而有移動或紋理特徵一高一低時在主觀品質評估上，其資料傳輸率高時並無顯著差異，若高移動高紋理的內容在主觀品質評估上，其資料傳輸率低時並無顯著差異。

關鍵詞： frame rate, bit rate, subjective measurement, objective measurement, MPEG-4 FGS.

一、緒論

隨著電腦網路與多媒體科技的進步，網際網路播放多媒體視訊漸漸的成為現代人獲得知識與資訊的媒介之一，在網路運用的普及及網路使用者的日漸增多，使得多媒體資訊在網路上流通的需求量也逐漸增長，由於多媒體視訊的資料量都很大，以如此龐大的資料量在網路上傳輸是一件相當不容易的事，因此，在數位化的網路時代裡，針對不同內容特徵的多媒體資料如新聞播報、運動競賽、影片觀賞以及遠距教學等，其較適合的播放率或資料傳輸率也可能不盡相同。

多媒體組織 MPEG-4(Motion Picture Experts Group standard 4)，於 1999 年推出第二版，建立在第一版基礎上，並有所擴充。MPEG-4 標準提供許多關於影像、聲音與系統的編解碼工具組，稱之為 Profiles，目前共有 Visual、Audio、Graphic、Scene Graph、MPEG-J、Object Descriptor 等 6 大類 Profiles。

儘管 MPEG-4 在多媒體視訊串流加強多項服務功能，然而接收端對不同視訊資料的呈現品質，在傳送端要提供多少的資料量給接收端或以何播放率傳送？這些不同的參數設定對服務品質(Quality of Services)的影響如何？甚至觀看者對不同參數設定其視訊品質的感受度為何？都無法提供適當建議參數值。為了瞭解不同視訊內容、畫面播放率與資料傳輸率對接收端的影響，本研究將以客觀評估與主觀評估作深入的探討。

依據上述的研究背景與動機，本研究考慮以 MPEG-4 架構為基礎，對不同內容特徵之多媒體視訊進行實驗，在多媒體視訊內容的選擇方面則以連續畫面的移動(motion)及紋理(texture)特徵進行分類，以此將視訊內容分為四大類來探討，為了在網際網路上傳輸多媒體資料並且能夠提供最低服務品質的需求，將進行下列探討：

(一) 透過 MPEG-4 FGS 架構來探討視訊內容、畫面播放率和資料傳輸率在網路頻寬資源不足的情況下(低傳輸率)，不同的組合所帶來的不同的視覺感受。

(二) 以客觀視訊品質測模式，計算不同視訊內容在不同的畫面播放率與資料傳輸率之客觀品質數值。

(三) 以主觀的視訊品質測方法來評估不同視訊內容在不同的畫面播放率與資料傳輸率之主觀品質數值。

本論文將在第二章描述文獻探討，第三章說明研究架構與客觀視訊品質評估模式，第四章則提出主觀視訊品質評估之方法與步驟，第五章是實驗分析結果，最後第六章是結論。

二、文獻探討

本研究將文獻探討分為視訊內容分類、影響視訊品質之研究、視訊品質量測方法及 MPEG-4 架構等部份來探討：

(一) 視訊內容分類

多媒體視訊內容的型態相當多元化，舉凡有快速移動的連續畫面，如足球比賽、賽車等等，到偏向靜態的連續畫面，如演講等等，所以有一些學者就針對不同的視訊內容可由時序性(temporal)、聽覺及視覺等三個變數對多媒體視訊內容做分類[13]，時序性分為高與低時序性，聽覺與視覺又可分為高度感受及低度感受，如脫口秀是屬於低時序性、低視覺感受及高聽覺感受。

若不考慮視覺感受與聽覺感受，而是以視訊內容的移動特徵(motion)來進行分類，Yadavalli et al. [4]將視訊內容分為低、中及高移動型態，低移動的如視訊會議和新聞播報，中移動的如人群移動、武術表演、空拍攝影及動畫，而高度移動的是以運動和賽車來表示，此外，若只考慮聽覺及視覺感受，則可將視訊內容的視訊分為鮮少移動及快速移動，聽覺分為男聲及女聲[3]，還有考慮將視訊內容以紋理(texture)及移動(motion)進行分類[9]，所以將視訊分為高紋理與低紋理，高移動與低移動的交叉組合，因此，視訊內容的選擇與分類在在都影響著後續對視訊分析的效果與影響。

(二) 影響視訊品質之相關研究

多媒體視訊內容的多樣性，除了有其本身的快慢動作或是紋理簡單與複雜等屬性的差異會勾勒出不同的視覺效果及感受之外，其他會影響到視訊品質的因素還是有的，如畫面播放率的快慢會影響到視訊播放的品質[4][13][17]，一般來說，畫面播放率在以每秒 24 張以上的畫格數進行播放時，觀眾對視訊播放的連續動作落差是不易察覺出變動的，然而，若將畫面播放率降低時，如以每秒 10 張畫格播放就很容易察覺其連續動作的落差，這也就是畫面播放率會影響視訊播放品質感受的原因，因此，針對不同視訊內容而言，畫面播放率的落差程度影響也將會有所不同。

針對視訊資料在網路上的應用與傳輸效率的需求日漸增加的情況，視訊的資料傳輸率(bit rate)也是影響多媒體視訊在播放品質上的一大考量[9]，傳輸率的高低在在都影響到畫面呈現的品質，若再考慮了畫面播放率，則與資料傳輸率之間的關係是以平均每張畫面的大小(BPF)乘上每秒播放的畫面張數(FPS)就是資料傳輸率[4][18]，因此，BPF 與 FPS 之間的消長可以來配合資料傳輸率(bit rate)的變動。

(三) 視訊品質量測方法之相關研究

視訊品質量測方法有主觀的與客觀的研究方

法，以下將以主觀與客觀的研究方法進行探討：

1. 主觀的(subjective)視訊品質量測方法

主觀的視訊品質量測方法[7][10][15]，主要訴求都是透過受測者進行實驗測試去觀看並評估視訊品質的優劣，其研究方法可分為單一受測連續品質評估(Single Stimulus Continuous Quality Evaluation, SSCQE)或雙重受測連續品質尺度(Double Stimulus Continuous Quality Scale, DSCQS)[19]。

SSCQE methodology 是以單一的顯像畫面來進行實驗設計，受測者主要透過此介面來進行視訊品質評估，實驗過程中將會包含原始視訊序列與經過處理的視訊序列，在這單一顯像播放區域裡，連續播放給受測者觀看，且受測者必須在規定的間隔時間裡，及時的評估視訊品質。DSCQS methodology 則是以兩個顯像畫面來進行視訊品質評估，實驗過程中一樣包含原始視訊序列與經過處理的視訊序列，然而隨機方式播放在此兩個播放區域給受測者觀看並評估。

2. 客觀的(objective)視訊品質量測方法

在客觀的視訊品質量測方法裡，主要的品質測試是以訊號品質與雜訊的比例計算，最常被用的如尖峰視訊訊號對雜訊比(Peak Signal to Noise Ratio, PSNR)[12]或是利用原始視訊與處理過的視訊擷取特徵值後作比較[6]。

(四) 探討 MPEG-4 的可彈性化的微粒(Fine-Grained Scalable, FGS)架構

面對異質性的網路架構、變動的網路頻寬與無可避免的封包遺失的問題，新的傳輸模型於是產生：國際標準組織動態影片專家研究群(ISO MPEG)所制定的 MPEG-4 FGS(Fine-Granular Scalability)採用位元平面編碼(Bit-plane coding)，所產生的加強層位元流可以在任意位置作切割，具有良好適應頻寬的能力與最細微的可調解折度，並能抵抗網際網路上封包遺失的問題。透過加強層，使用者可依照本身解碼器的運算能力，選擇適當的資料量來解碼並獲得在有限頻寬下最佳的視訊品質。就視訊編碼而言，MPEG-4 FGS 提供了適合在網路上發展串流影音服務的核心技術。而為了實現一個有效率的視訊串流系統，更要考慮資料傳輸的部份。以視訊內容為導向的優先傳輸便是能提供觀看者最佳視訊品質的關鍵，因此本研究以 MPEG-4 FGS 來進行壓縮編碼工作。

多媒體資料是以封包為單位的網路傳輸的，每個畫面經 MPEG-4 的編碼成相同大小的串流資料群組(bitstream group)，稱之為視訊封包(video packet)，因此，每個畫面的工作包含有一些不等數量且相同大小的封包。

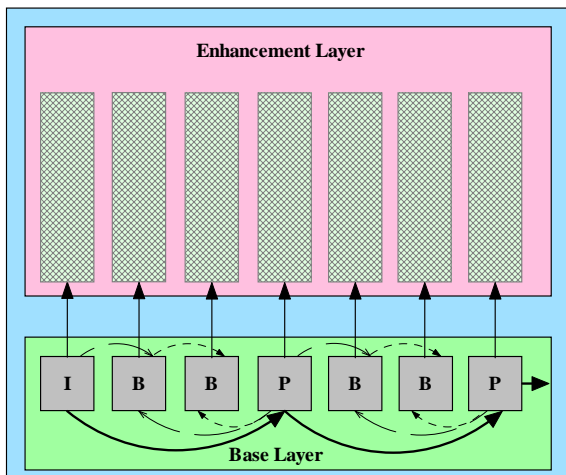
在 M. Schaar et. al. [9]提出一個網路串流視訊的系統，且利用 MPEG-4 FGS temporal-SNR 可調性

架構，FGS (Fine-Granular Scalability) 架構是相當有彈性的，它能夠即時地適應網路頻寬的變化，能夠在畫面播放時序性與畫面訊噪比之間取得一個權衡，來確保視訊串流有著高度視覺品質。

在 MPEG-4[5]的編碼法則是將的畫面以區塊為基礎 (block-based) 作編碼儲存資訊，MPEG 對視訊的壓縮技術主要有二個，第一是區塊為主的移動補償 (block based motion compensation) 用來縮減時域上多餘的資料量，假使兩個連續播放畫面有相同的部分，如果第一個畫面已經完整傳送了畫面資訊，第二個畫面就可只傳兩畫面不同之處的訊息即可。第二是離散餘弦轉換壓縮 (DCT based compression) 則用來減低頻域的資料量，將一畫面做 DCT 轉換後將高頻部份 (就是人眼較看不到的細節) 去除，只傳輸低頻部份。

MPEG 視訊標準是由三種不同的 frame 組合而成的：

1. Intra frame (I frame): 它是不利用之前的畫面資料所編碼的靜態 frame，它所佔的資料量最大。它是由時域到頻域的離散餘弦轉換壓縮，通常是將一完整畫面分成許多小塊(block)，8x8 或 16x16，再分別對小塊做離散餘弦轉換。
2. Predicted frame (P frame): 從解碼器的觀點來說，它是從最近解碼出來的 I frame 或 P frame 所預測出來的。
3. Bi-directional frame (B frame): 它是從最近解碼出來的前後兩個 frames 所計算出來的，一個是過去的，一個是未來，具有較大的資料壓縮量。



圖一 FGS 架構圖

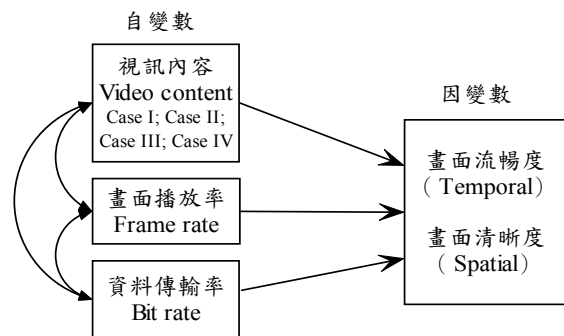
在 MPEG-4 的微細顆粒可調性 (Fine-Grained Scalable, FGS) 架構[2][8][20]，Base layer 能達到使用者最基本的服務品質保證，FGS 架構如圖一所示，包含有一個基礎層 (base layer) 和一個加強層 (enhancement layer)，那也就是說，編碼器需要至少基礎層所需的頻寬資源，來滿足接收者可接受的基本服務品質，而加強層則利用多餘的頻寬資源，

來多送一些額外的資料加強服務品質，以加強使用者對視訊服務品質的需要。

三、研究架構

我們在有限的網路傳輸頻寬下作多媒體視訊串流服務，考慮了畫面播放率、資料傳輸率以及視訊的內容三個主要影響視訊服務品質及感受滿意度的因素，基於 MPEG-4 FGS 架構環境，調整不同的頻寬作為資料傳輸率。

圖二為本研究之架構圖，自變數為視訊內容、畫面播放率及資料傳輸率，欲探討之因變數為受測者對其畫面流暢度與畫面解析度之滿意程度，因此，在自變數的調整與分析將格外重要，自變數之間的影响關係已於文獻探討部份介紹，接下來本章節將針對自變數來進行客觀實驗分析。



圖二 研究架構圖

我們依照相關文獻研究歸納出影響視訊播放的服務品質的幾項要素如下：

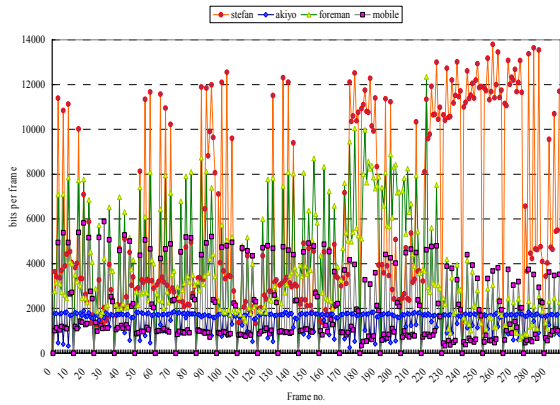
(一) 視訊內容 (Video Content)

意即序列內容的差異性，視訊內容的連續畫面特徵 (sequence characteristics) 可依移動特徵 (motion characteristic) 與紋理特徵 (texture characteristic) [9]來分析，可分為四類，一是具鮮少移動的靜態背景並且簡單畫面紋理的視訊內容，例如：新聞播報，定義為 Case I；二是具鮮少移動的物件與較複雜的畫面紋理，定義為 Case II；三是具有高速移動的物件與簡單畫面紋理的視訊內容，定義為 Case III；四是具有高速移動的物件甚至常有場景切換及相對複雜且隨機出現的畫面紋理，例如：運動競賽，定義為 Case IV，以表一說明紋理特徵與移動特徵之關係。

表一 視訊內容的連續畫面特徵

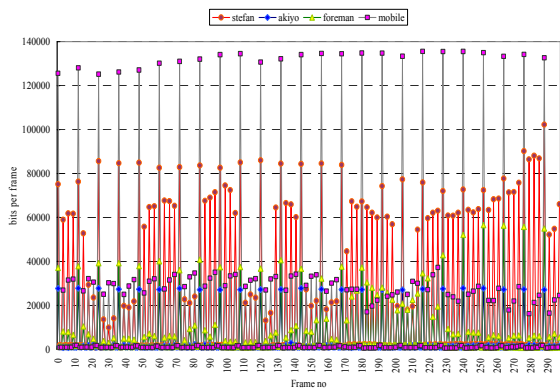
	Texture	低紋理特徵	高紋理特徵
Motion			
低移動特徵		Case I	Case II
高移動特徵		Case III	Case IV

以下為視訊內容的連續畫面特徵分析圖表，圖三表示這四類視訊內容的移動特徵，橫座標表示畫面連續編號 (frame number)，縱座標表示每張畫面的位元數 (bits per frame)，以此表示視訊內容的移動量多寡，因此，由此圖可以發現 Stefan sequence 與 Foreman sequence 的移動特徵較為快速，而 Akiyo sequence 與 Mobile sequence 的移動特徵比較緩慢。



圖三 連續畫面之移動特徵分析

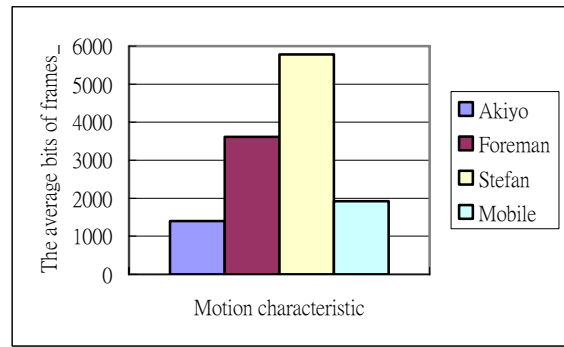
圖四表示這四類視訊內容的紋理特徵，橫座標表示畫面連續編號 (frame number)，縱座標表示每張畫面的位元數 (bits per frame)，以此表示視訊內容的紋理複雜度，因此，由此圖可以發現 Mobile sequence 與 Stefan sequence 的紋理特徵較為複雜，而 Akiyo sequence 與 Foreman sequence 的紋理特徵比較簡單。



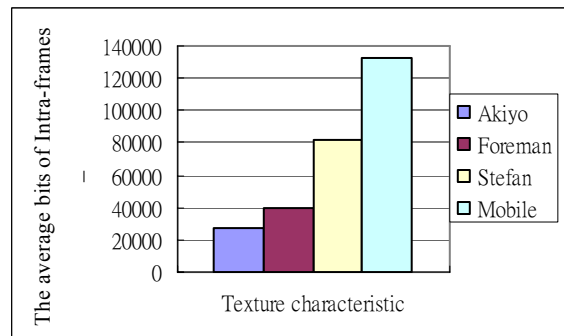
圖四 連續畫面之紋理特徵分析

由圖三及圖四的分析圖表得知 Akiyo sequence 是低度移動特徵及簡單的紋理特徵，屬於 Case I；Mobile sequence 是低度移動特徵及複雜的紋理特徵，屬於 Case II；Foreman sequence 是高度移動特徵及簡單的紋理特徵，屬於 Case III；Stefan sequence 是高度移動特徵及複雜的紋理特徵，屬於 Case IV。為了得到客觀量化數據，我們計算這四個 sequences 編碼時每一個畫面所需有關移動資料的平均值，如圖五所示，而有關紋理特徵則取 sequence 的 Intra Frame 所需紋理資料的平均

值，如圖六所示。



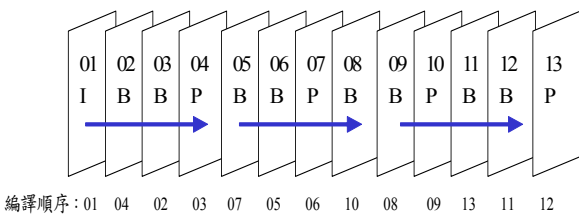
圖五 移動特徵之量化



圖六 紋理特徵之量化

(二) 畫面播放率 (Frame Rate)

每秒所播放的畫面張數，以『I,B,P』三種畫面類型組成 12 frames 畫面群 (Group of Pictures)，在一定的視訊序列資料量裡 (如 300 frames)，以畫面播放率為 30 fps 為原始播放率，播放 300 frames，為時 10 秒鐘的時間，如圖七所示 (典型的 MPEG group of pictures)，箭頭為播放順序。



圖七 畫面播放率

針對畫面播放率的變動影響，本研究將畫面播放率分為 10, 15, 20, 25 及 30 fps 等五種播放率來探討，播放時間均設定為 10 秒鐘，且考慮了以客觀的量測方法進行分析其差異性變動，客觀的分析方法是運用 PSNR 值及標準差的變動來分析，公式分別為：

1. 每張畫面影像大小為 $X \times Y$ 畫素 (352×288)，在畫面 f 與 f' 之間的視訊序列 PSNR 值定義為[14]：

$$PSNR(f, f') = 10 \cdot \log \frac{255^2}{MSE(f, f')} \quad (1)$$

且 $MSE(f, f')$ 定義為：

$$MSE(f, f') = \frac{1}{X \cdot Y \cdot (f - f' + 1)} \sum_{y=1}^Y \sum_{x=1}^X [I(x, y, f) - I'(x, y, f')]^2 \quad (2)$$

$I(x, y, f)$ 與 $I'(x, y, f')$ 分別為原始的與處理的畫面的灰階像素值 (gray-level pixel)，這些 PSNR 與 MSE 值是適用於亮度值 (luminance value)，而非彩色值[16]。

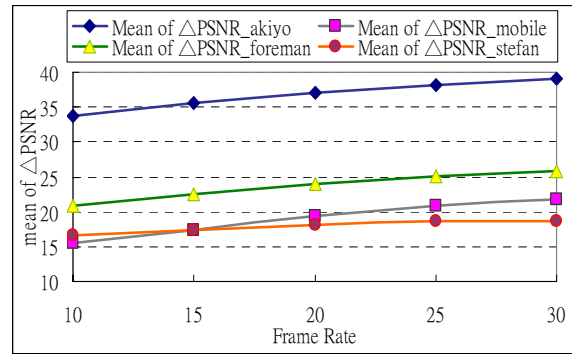
2. 每張畫面影像大小為 $X \times Y$ 畫素 (352×288)，根據畫面 f 與 f' 之間的視訊序列 PSNR 值，計算其標準差：

$$\text{stddev} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\text{PSNR}(i) - \mu)^2}{N}} \quad (3)$$

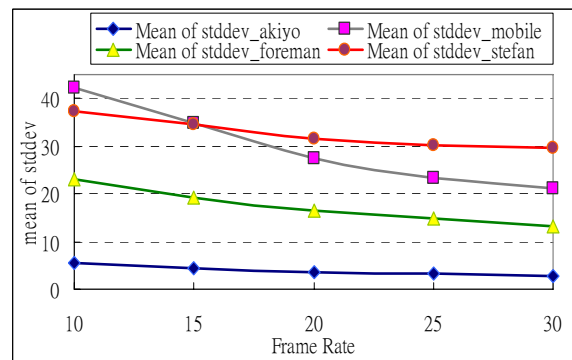
$\text{PSNR}(i)$ 表示第 i 個 PSNR 值，例如 $\text{PSNR}(1) = \text{PSNR}(f, f')$ ，而 μ 為此一視訊的平均 PSNR 值， N 為畫面總數。

為了了解畫面播放率的大小對視訊序列所帶來的變動性與影響，本研究根據 Mean of ΔPSNR 與 Standard deviation 來分析畫面播放率， $\Delta\text{PSNR}(f_1, f_{i+1})$ 是針對同一視訊序列裡，前後兩張畫面的相似程度值，例如第一張畫面與第二張畫面進行 PSNR 計算，得到一個 $\Delta\text{PSNR}(f_1, f_2)$ 值，第二張畫面與第三張畫面得到一個 $\Delta\text{PSNR}(f_2, f_3)$ 值，依此類推，而標準差是針對 PSNR 值來做計算，用來分析 PSNR 值變動的程度。

我們的客觀評估實驗分別計算六個不同的資料傳輸率，100k, 200k, 400k, ..., 1000 k，取其平均值以圖八與圖九分別表示畫面播放率之 ΔPSNR 值與畫面播放率之平均標準差，圖八的橫座標表示不同的畫面播放率，縱座標表示 Mean of ΔPSNR 值，而圖九的橫座標表示不同的畫面播放率，縱座標表示平均標準差，因此，當畫面播放率愈小時，Mean of ΔPSNR 的值就愈小，表示同一視訊的前後兩張畫面之相似程度愈小，且標準差則愈大，表示畫格與畫格之間的差距愈大，反之，當畫面播放率愈大，則畫格間的相似程度愈高，差距愈小。



圖八 畫面播放率之 ΔPSNR 值



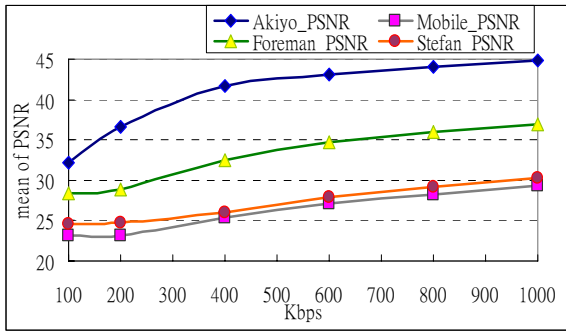
圖九 畫面播放率之平均標準差

(三) 資料傳輸率 (Bit Rate)

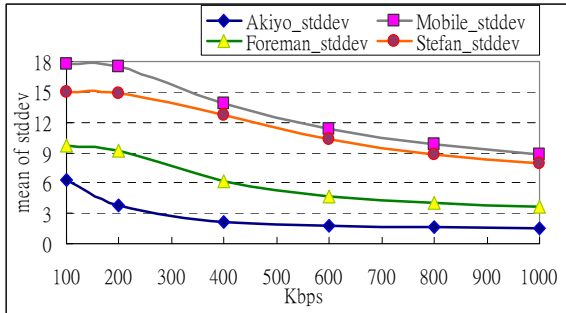
即每秒所播放的資料量，分為基礎層 (base layer) 與加強層 (enhancement layer)。

在資料傳輸率的影響程度方面，與畫面播放率的分析方法一樣，將以 Mean of PSNR 與 Standard deviation 來分析，不同之處在於資料傳輸率在視訊選擇方面是採用畫面播放率為 30 fps 來與原始的視訊 (30 fps) 進行 PSNR 計算與標準差計算，主要考量為分析資料傳輸率的調整，探討處理畫面與原始畫面之間的差異性。

圖十與圖十一分別表示資料傳輸率之 PSNR 值與資料傳輸率之平均標準差，圖十的橫座標表示傳輸率變動，縱座標表示 Mean of PSNR 值，圖十一的橫座標表示傳輸率變動，縱座標則表示平均標準差，當資料傳輸率愈低時，Mean of PSNR 值就愈低，表示了低傳輸率的情況裡，畫面品質與原始的視訊品質差異愈大，解析度愈差，同時標準差也愈大，表示原始與處理的視訊畫面品質有較大的落差，反之，當資料傳輸率愈大，畫面品質也就愈好，差異程度也愈低。



圖十 資料傳輸率之 PSNR 值



圖十一 資料傳輸率之平均標準差

四、主觀評估方式

依據主觀視訊評估訂定以下實驗程序步驟及研究方法：

(一)實驗步驟

步驟一：

首先將我們所制定的四類視訊內容進行視訊特徵的分類，依視訊內容的連續播放特徵分類法可以得到，一是具鮮少移動的靜態背景並且簡單的畫面紋理視訊內容，定義為 Case I，所採用的視訊序列是『Akiyo sequence』；二是具鮮少移動的物件與較複雜的畫面紋理，定義為 Case II，所採用的視訊序列是『Mobile sequence』；三是具有高速移動的物件與簡單的畫面紋理視訊內容，定義為 Case III，所採用的視訊序列是『Foreman sequence』；四是具有高速移動的物件甚至常有場景切換及相對複雜且隨機出現的畫面紋理，定義為 Case IV，所採用的視訊序列是『Stefan sequence』。這四類視訊內容的移動及紋理特徵之分析已於上一章節介紹。

步驟二：

經過第一階段對視訊內容進行特徵分析與分類之後，第二階段就要對這四類視訊內容進行編碼動作，在本研究的實驗裡，採用 Microsoft MPEG-4 software encoder/decoder[11]，根據以下的實驗設定來產生本研究的實驗追蹤：

1. 首先，對於每一類視訊序列的基礎層 (base

layer)而言，我們都以固定的量化參數進行編碼(量化參數(16,16,16)對於(I,P,B)畫面)，在基礎層的畫面群 (Group of Picture) 的架構設定為 IBBPBBPBBPBB，同時在畫面播放頻率 (frame period) 預設為 $T = 1/30$ 秒 (30fps)。

2. 對每個基礎層的品質而言，我們分割對應的 FGS 加強層，以遞增的傳輸率分別以 $C = 100\text{ k}, 200\text{ k}, 400\text{ k}, \dots, 1000\text{ kbps}$ 等六種資料傳輸率進行編碼。

步驟三：

根據編碼過的視訊內容 (有經過處理的)，將進行主觀評估實驗階段，此階段主要是針對受測者的評估分析其感受滿意程度，受測者是 30 位從事資訊相關且非多媒體視訊相關研究工作者，測試將分為六組 (依據資料傳輸率分組)，每組五位，每位受測者將單獨進入一間無人干擾且安靜的實驗室裡，研究員將對這位受測者教育訓練，講解實驗流程須知，先讓受測者觀看範例視訊，包含了這四類視訊內容中最好與最差的品質，在確定受測者了解實驗流程後，便開始進行主觀評估實驗。

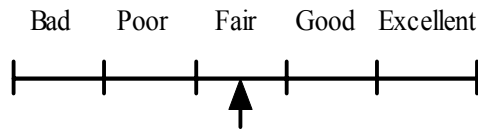
步驟四：

經過主觀評估方式所得到的每個視訊內容得分，將進行主觀的 MOSs (Mean Opinion Scores) 分析，並統計不同的視訊內容、畫面播放率與資料傳輸率對視訊品質影響程度，將於下一章節詳細介紹。

(二)研究方法

本研究是採用雙受測連續品質評分 (Double stimulus continuous quality scale, DSCQS) [3][19]之研究方法，DSCQS 方法是一個標準的主觀品質評估技術[1]，在評估的同時也兼顧了參考序列的加入，每組評估都包含了兩個顯像畫面，一個為『參考序列』(未經過處理的原始視訊)，另一個為『測試序列』(經過處理的視訊)，且每組顯像畫面所呈現的是相同的視訊內容，受測者必須對這兩個顯像畫面所呈現的視訊進行品質評估，同時，沒有事先告知受測者哪個顯像畫面是參考序列或是測試序列，且受測資料是以隨機呈現的方式給受測者來觀看並評分。

在品質評分的製作是以連續評估尺度，如圖十二所示，在這個評分尺度裡，指標 (pointer) 的預設位置為置中，受測者可以在這指定的範圍內移動指標，評分尺度的等級分為五等分 (Bad, Poor, Fair, Good and Excellent)，此評分尺度的實際得分間距在 0 - 100 分之間，在此評分尺度的最左邊是 0 分，最右邊的得分為 100 分。

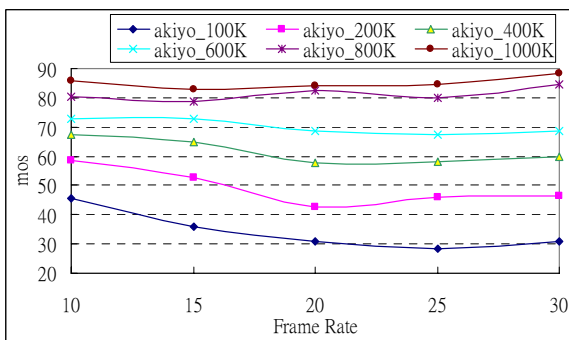


圖十二 連續性評分尺度

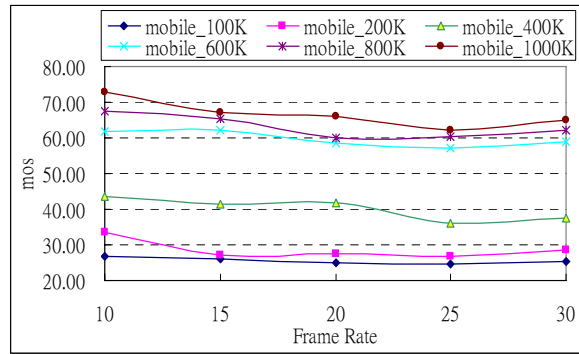
五、實驗結果

根據實驗設計與研究方法所得的主觀品質評估結果來分析，在不同的視訊內容裡，不同畫面播放率與資料傳輸率對視訊品質的影響程度，在圖十三到圖十六裡，說明了畫面播放率與資料傳輸率對不同視訊內容的影響，分別以『Akiyo sequence』、『Mobile sequence』、『Forman sequence』及『Stefan sequence』計算其 MOS 來了解不同視訊內容間主觀感受的變動與影響程度。

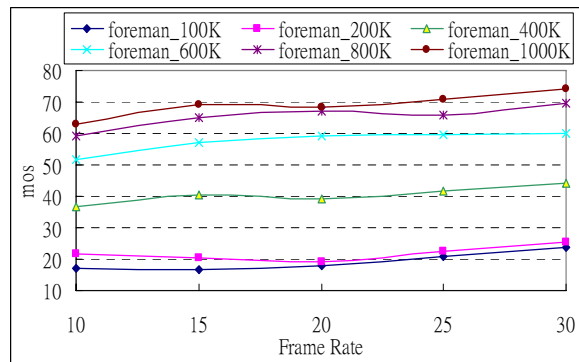
『Akiyo sequence』的 MOS 曲線最為分明，主要是因為它的視訊特徵是簡單紋理且移動特徵慢，所以傳輸率的增加也明顯牽動整個 MOS 曲線的上揚，在『Mobile sequence』的特徵是高紋理與低度移動，它需要較好的解析度，因此當資料傳輸率愈高，所得到的 MOS 曲線與傳輸率低的情形有明顯的差異，在『Forman sequence』的特徵是高移動與較簡單的紋理，畫面播放的流暢性為其主要視覺影響，因此它的高畫面撥放率的 MOS 得分較高，同時也可以看到在『Stefan sequence』中，由於其連續畫面特徵為高紋理與高移動性，因此在解析度與流暢性都是需要較好的呈現狀態，由圖可發現在低傳輸率時（100 - 400 kbps），其品質感受相當不好，主要原因在於低傳輸率使得畫面解析度變差，所以當傳輸率增高時，如 600 kbps 以上，則可明顯看出其品質感受的差異。



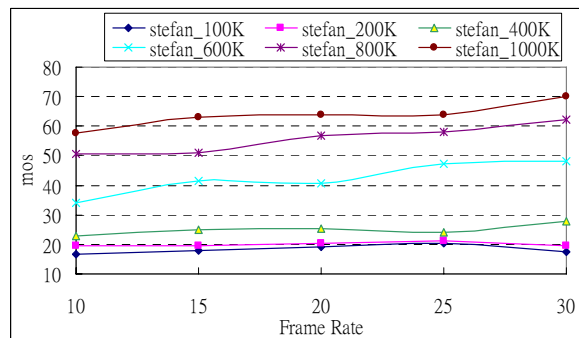
圖十三 Akiyo sequence 之 MOS



圖十四 Mobile sequence 之 MOS

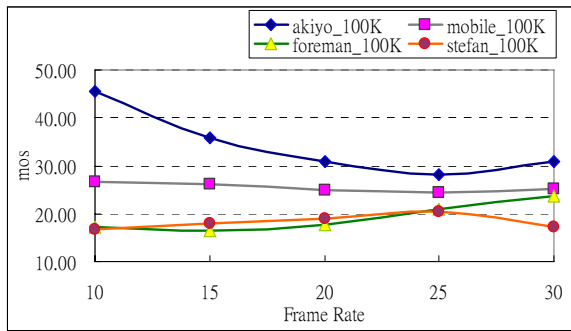


圖十五 Foreman sequence 之 MOS

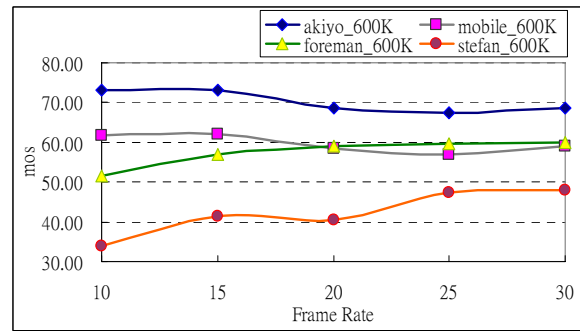


圖十六 Stefan sequence 之 MOS

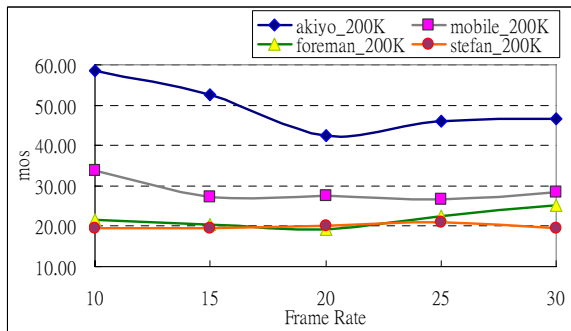
針對每一類視訊內容的資料傳輸率之分析結果如圖十七至圖二十二，說明了每一階段的資料傳輸率之主觀的品質感受變動情形，在低傳輸率時（100Kbps），除了所有視訊的得分均偏低以外，同時也可發現只有簡單紋理且低度移動的『Akiyo sequence』所得的分數較好，主要是因為它的連續畫面特徵相當簡單，所以只需要低傳輸率即可達到觀眾感受度的要求，也發現在低傳輸率時，具有複雜紋理或是高度移動的視訊內容由於畫面的解析度已經相當不好，所以畫面播放率的增加並不會提高主觀的品質滿意度，另外也可發現『Akiyo sequence』與『Mobile sequence』在畫面播放率低的時候，主觀的品質感受得分比其在高撥放率的滿意程度還高，主要是因為這兩類視訊內容的移動特徵比較不顯著，同時受測者也比較注重畫面的解析度。



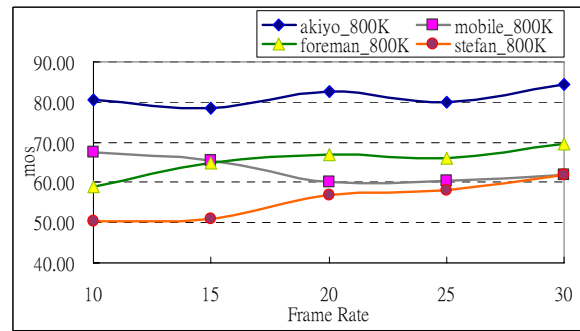
圖十七 資料傳輸率 100kbps 之 MOS



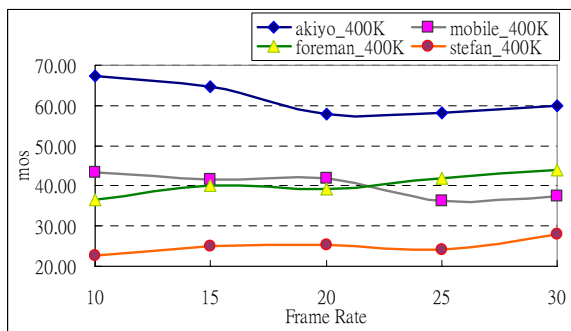
圖二十 資料傳輸率 600kbps 之 MOS



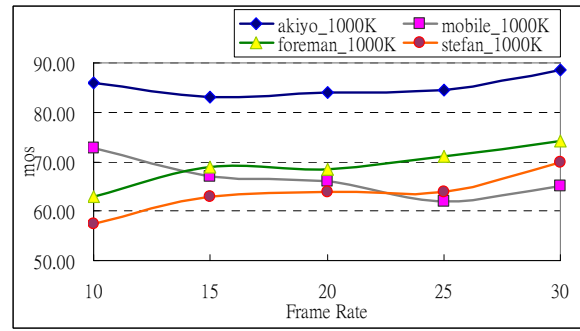
圖十八 資料傳輸率 200kbps 之 MOS



圖二十一 資料傳輸率 800kbps 之 MOS



圖十九 資料傳輸率 400kbps 之 MOS

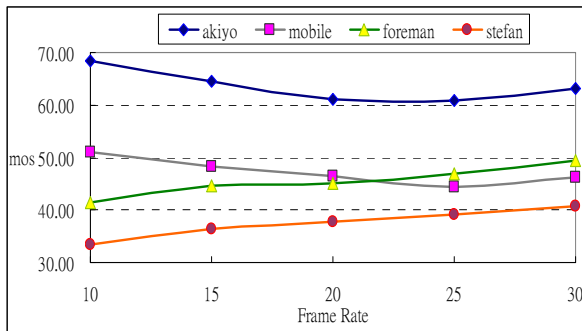


圖二十二 資料傳輸率 1000kbps 之 MOS

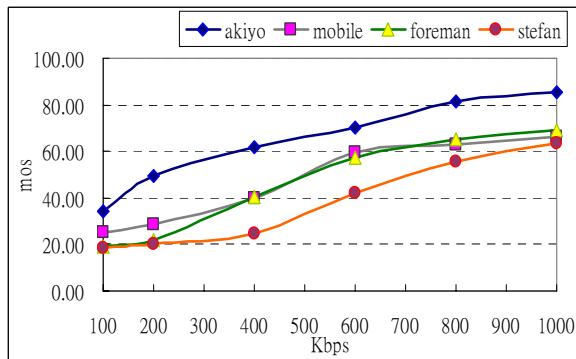
此外，資料傳輸率的提升也漸漸影響著視訊呈現的畫面品質，而帶動主觀的品質感受度的增加，這點就可以從圖十七到圖二十二的主觀評估得知，另外在『Stefan sequence』的傳輸率之影響而言，發現當資料傳輸率較低時（如 100Kbps - 400Kbps），在主觀的品質感受部分並沒有明顯的提升，原因在於此類視訊內容的連續畫面特徵屬於複雜紋理且具有高度移動的類型，在編碼與呈現的時候需要較高的資源來滿足，在傳輸率已漸漸升高的同時（如 600Kbps - 1000Kbps），發現了畫面播放率的要求逐漸升高，這是因為當畫面解析度達到一個水平的同時，畫面流暢度的要求也漸漸被重視，因此，在較高的資料傳輸率時，畫面播放率愈高者比較能讓觀眾所接受。

圖二十三表示在不同的視訊內容與不同的畫面播放率其所有資料傳輸率平均值的變動程度，由此圖可以發現『Akiyo sequence』的得分最高，同時也發現受測者比較偏好較低的畫面播放率，同樣地，在屬於高紋理的『Mobile sequence』裡，受測者也比較偏好較低的畫面播放率，而在『Forman sequence』與『Stefan sequence』裡，受測者則是比較偏向高畫面播放率。

在圖二十四是說明在不同的視訊內容與不同的資料傳輸率其所有的畫面播放率平均值之變動程度，由此圖可以發現『Stefan sequence』在較低的傳輸率時（100 - 400 kbps），變動性較不明顯，也表示了高紋理與高移動的視訊內容需要較高的傳輸率來支援，另外可以發現在低傳輸率（100 - 200 kbps）裡，『Mobile sequence』的品質感受程度比『Forman sequence』高，而在高傳輸率的情形則相反。



圖二十三 不同畫面播放率的視覺感受



圖二十四 不同資料傳輸率的視覺感受

六、結論

本論文透過客觀的分析方式針對不同視訊內容在畫面播放率與資料傳輸率的雙重變動之下，觀察出在畫面播放率的影響方面，播放率愈低時，連續畫面的差異性愈大，又考慮不同的視訊內容時，簡單紋理且低移動性的視訊內容（如 Akiyo sequence）的連續畫面差異性較小，是因為視訊的移動特徵不大，再加上紋理的簡單，所以造成 $\Delta PSNR$ 值都比其他視訊內容好，但是同樣為低移動的視訊內容，如 Mobile sequence 卻顯得比較差，主要是因為它具有複雜的紋理特徵而使得在編碼的同時，需要較多的資源來解析，也因此使得它的 $\Delta PSNR$ 值比較低。

在傳輸率影響方面，觀察出 Mobile sequence 與 Stefan sequence 的連續畫面 PSNR 值比較接近，是因為他們都是屬於複雜的紋理特徵，所以需要較好的資料傳輸率來針對他們的解析進行加強。

在主觀的品質測試結果發現低移動（motion）特徵的視訊內容均偏好低畫面播放率，而高移動特徵則偏好較高的畫面播放率，另外，我們也透過客觀視訊品質評估數據發現低移動低紋理的內容在主觀品質評估上，其不同的資料傳輸率皆有顯著差異，而有移動或紋理特徵一高一低時在主觀品質評估上，其資料傳輸率高時並無顯著差異，這是因為較高資料傳輸率時受測者感受分數皆高且差異不大，若高移動高紋理的內容在主觀品質評估上，其

資料傳輸率低時並無顯著差異，這是因為較低資料傳輸率時受測者感受分數皆低且差異不，此外，在本研究實驗數據也發現如果要讓觀眾有好的品質感受 (Good Quality, 量測分數在 60 分以上)，低紋理低移動類型者建議以 10FPS 且 400Kbps 以上的傳輸率來撥放；高紋理低移動者建議以 10FPS 且 600Kbps 以上的傳輸率來撥放；低紋理高移動者建議以 30FPS 且 600Kbps 以上的傳輸率來撥放；高紋理高移動者則是建議以 30FPS 且 800Kbps 以上的傳輸率進行撥放。在未來的研究工作是希望能找出客觀評估方程式所有的影響因素，達到快速計算視覺品質之感受。

誌謝：本研究受中華民國國科會補助，計畫編號 NSC 94-2213-E-309-008。

七、參考文獻

- [1] "Methodology for the Subjective Assessment of the Quality of Television Picture", ITU-R Rec. BT.500-10, Geneva, Switzerland, 2000.
- [2] A. Kwasinski and N. Farvardin, "Optimal resource allocation for CDMA networks based on arbitrary real-time source coders adaptation with application to MPEG4 FGS", IEEE Wireless Communications and Networking Conference, Vol. 4, pp. 2010-2015, 2004.
- [3] David S. Hands, "A Basic Multimedia Quality Model", IEEE Transaction on Multimedia, Vol. 6, No. 6, pp.806-816, December 2004.
- [4] G. Yadavalli, M. Masry and S.S. Hemami, "Frame rate preferences in low bit rate video", International Conference on Image Processing, Vol. 1, pp. 441-444, Barcelona, Sept. 2003.
- [5] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, "Overview of the MPEG-4 Standard", N1729 & N1730, Stockholm meeting, July 1997.
- [6] M. Pinson and S. Wolf, "An objective method for combining multiple subjective data sets", SPIE Video Communications and Image Processing Conference, Lugano, Switzerland, July 2003.
- [7] M. Pinson and S. Wolf, "Comparing Subjective Video Quality Testing Methodologies", SPIE Video Communications and Image Processing Conference, Vol. 5150, pp. 573-582, Lugano, Switzerland, July 2003.
- [8] M. van der Schaar and H. Radha and Chen Yingwei, "The MPEG-4 fine-grained scalable video coding method for multimedia streaming over IP", IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 3, Issue 1, pp. 53-68, March 2001.

- [9] M. van der Schaar and H. Radha, "Temporal-SNR rate-control for Fine-Granular Scalability", International Conference on Image Processing, Vol. 2, pp.1037-1040, 2001.
- [10] Margaret Pinson and Stephen Wolf, "The Impact of Monitor Resolution and Type on Subjective Video Quality Testing", NTIA Technical Memorandum TM-04-412, March 2004.
- [11] Microsoft, "ISO/IEC 14496 Video Reference Software", Microsoft - FDAM1 - 2.3 - 001213.
- [12] Philippe de Cuetos, Martin Reisslein and Keith W. Ross, "Evaluating the Streaming of FGS-Encoded Video with Rate-Distortion Traces", Institut Eurecom Technical Report RR-03-078, June 2003.
- [13] R.T. Apteker, J.A. Fisher, V.S. Kisimov, and H. Neishlos, "Video acceptability and frame rate", IEEE Multimedia, Vol. 2, No. 3 , pp. 32-40, Fall 1995.
- [14] S. Olsson, M. Stroppiana, and J. Baina, "Objective Methods for Assessment of Video Quality: State of the Art," IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. 43, No. 4, pp. 487-495, December 1997.
- [15] S. Winkler and F. Dufaux, "Video quality evaluation for mobile applications", Proc. SPIE/IS&T Visual Communications and Image Processing Conference, Vol. 5150, pp. 593-603, Lugano, Switzerland, July 8-11 2003.
- [16] S. Winkler, "Vision Models and Quality Metrics for Image Processing Applications," Ph.D. dissertation, EPFL, Switzerland, 2000.
- [17] S.R. Gulliver and G. Ghinea, "Changing Frame Rate, Changing Satisfaction?", IEEE International Conference on Publication Date, Vol. 1, pp.177-180, June 2004.
- [18] T. Yoshida, T. Warashina and Y. Inazumi, "Video transcoding based on optimal frame rate estimation", International Conference on Image Processing, Vol. 1, pp. 14-17, Sept. 2003.
- [19] Th. Alpert and J.-P. Evain, "Subjective quality evaluation-The SSCQE and DSCQE methodologies", ITU-R Recommendation BT.500-7, No. 271, pp. 12-20, Spring 1997.
- [20] W. Li, "Overview of Fine Granularity Scalability in MPEG-4 Video Standard", IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Tech., Vol. 11, No. 3, pp. 301-317, Mar. 2001.