Video Coding
視訊媒體

Contents

- Introductions
- Motion-compensated Coding
- MPEG-1/2 Coding
- Motion Estimation Algorithm
- Introduction to MPEG-X applications

Introductions

- 利用人類視覺暫留原理，將靜態畫面以很快的速度播放，產生動態的效果
- 電視系統上，類比視訊規格主要分為NTSC 和PAL 兩種常見系統、以及不太常見的SECAM系統。

Introductions

- NTSC
  為「美國國家規格委員會」所制定，目前採用此規格的有北美及台灣、菲律賓、日本等國家，NTSC制每秒的播放速度是29.97個畫面 (29.97 fps － frames per second)
- PAL (Phase Alternation Line 之縮寫) 為歐盟各國所共同制定，目前採用的國家及地區有歐洲、澳洲、東南亞 (菲律賓除外)、大陸等區域，PAL制每秒的播放速度是25個畫面
- SECAM (Sequentiel Colures A Memoire 之縮寫) 由法國所制定，目前僅用在法國、蘇聯、非洲等國家，SECAM制每秒的播放速度是25個畫面

4.1.3 視訊的數位化 (量化)

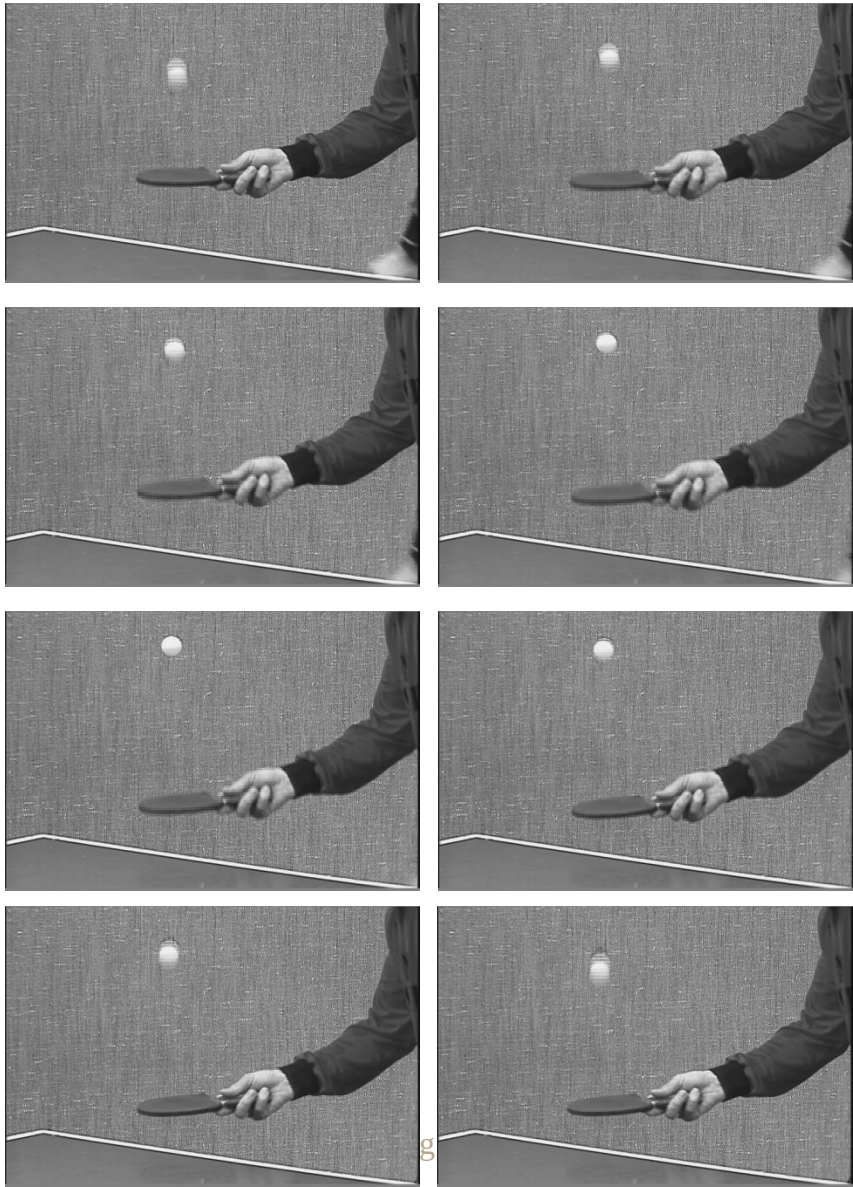
- 畫面的儲存
  - 視訊的原理在於利用肉眼的視覺暫留，為求得「連續」的效果，因此影像播放速度需要很快，如類似NTSC規格，可達到每秒鐘三十張影像
  - 一分鐘的影片就要耗掉 1800 × 352 × 240 × 3 (共約 435 Mega) Bytes 的儲存空間
  - 龐大的資料量在儲存及應用上將會造成很大的不便

4.1.3 視訊的數位化 (量化)

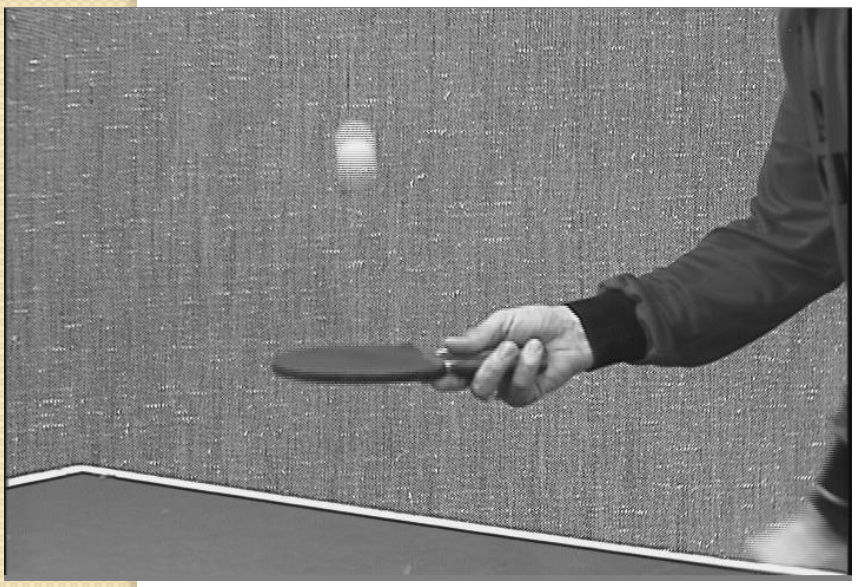
- 影響視訊資料儲存空間的主要因素
  - 單一影像畫格 (Frame) 的儲存空間
  - 儲存影像的張數
- 視訊壓縮
  - 減少單一影像的儲存空間
  - 減少儲存的影像張數
  - 因此，不需要將每張影像都記錄下來，只需從影像序列當中挑出一些關鍵畫格 (Key frame)，利用影像壓縮的方式加以儲存；而介於關鍵畫格之間的其他畫格，則只需儲存與關鍵畫格影像之間的差異資訊即可

視訊壓縮

- Inter-frame redundancy
- very insensitive to high spatial and temporal frequency

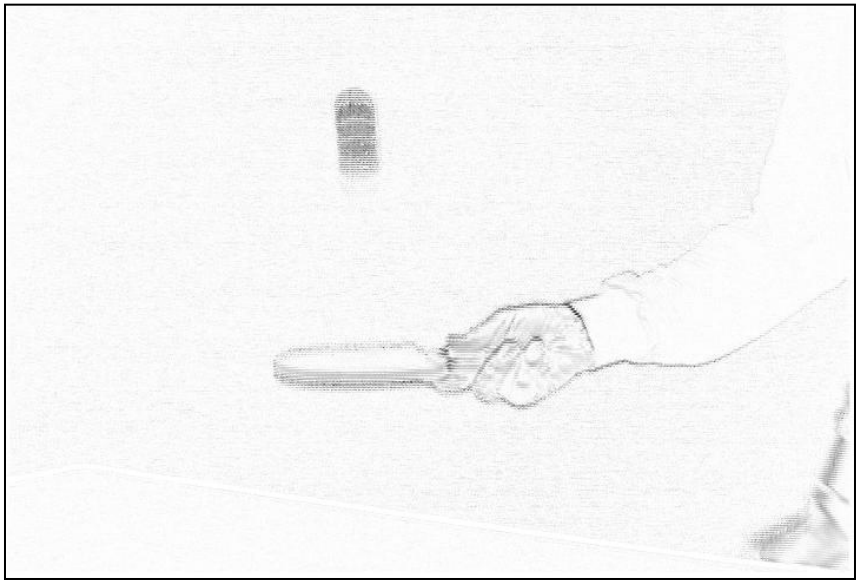


Frame *t-1*



Frame *t*

difference



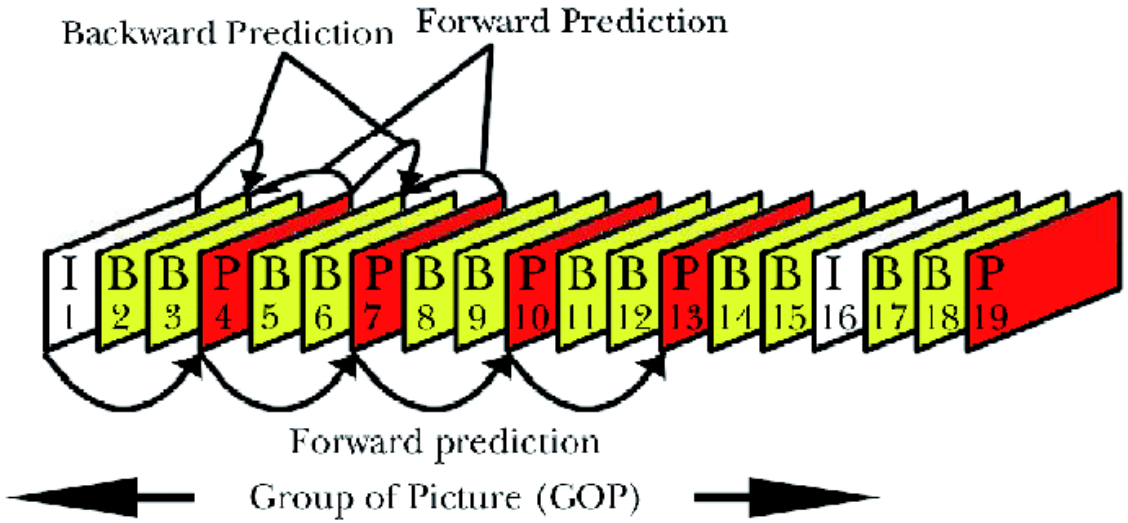
Motion Compensated Coding

- Intra-frame Coding (JPEG)
- Inter-frame Coding

  (motion estimation/compensation)

4.2.1 MPEG 系列

- MPEG-1(Motion Picture Expert Group)
  - 於影像序列的儲存方面，分別以 I 畫格 (Intra Frame) 、P 畫格 (Predicted frame) 以及 B 畫格 (Bi-directional frame)來儲存每一個畫面
  - 兩個I Frame 之間稱為一個GOP(Group of Picture)

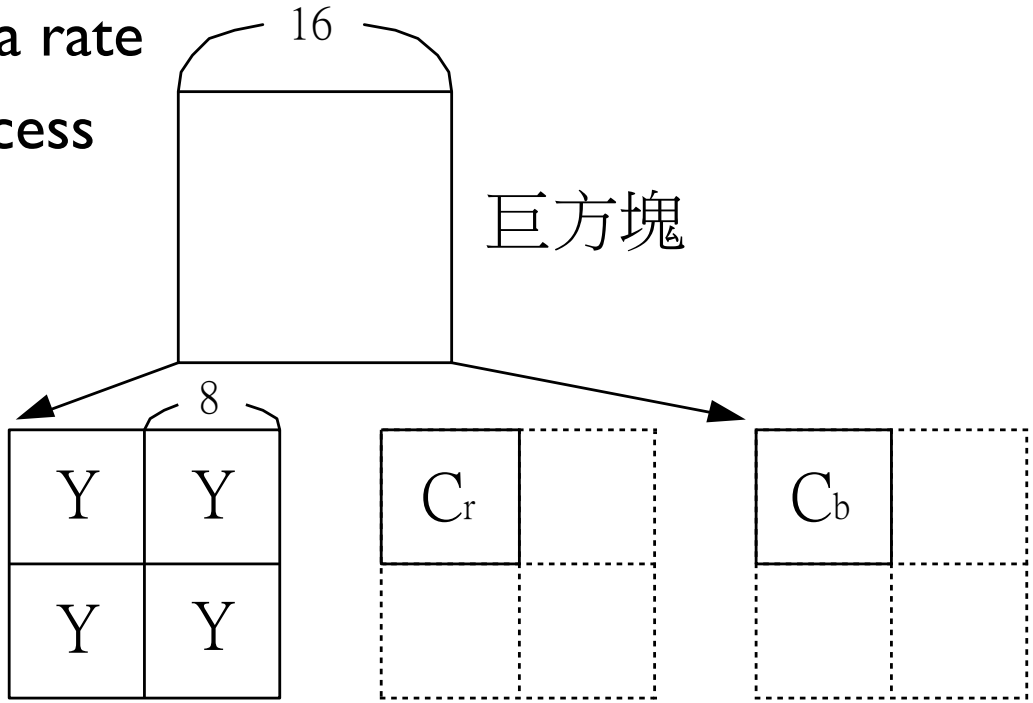


MPEG-1/2

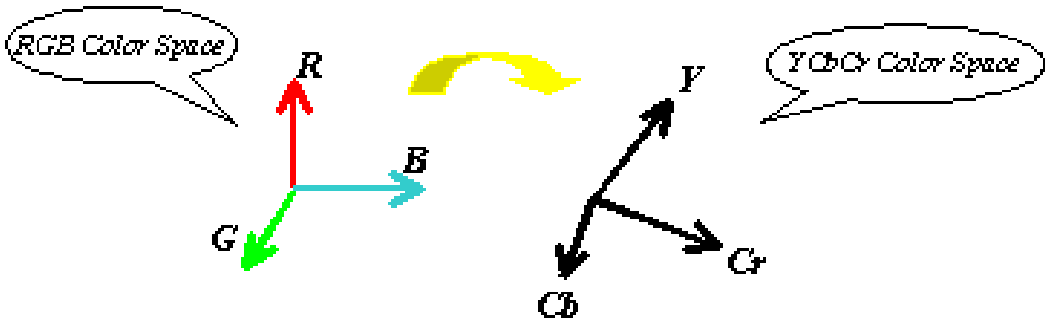
- I-frames
  - No temporal redundancy reduction
  - Has the highest bit count
  - For random access, FF, REW features
- P-frames
  - Forward motion-compensated prediction
- B-frames
  - Both forward and backward motion-compensated prediction
  - Usually results in the lowest bit count
  - Increase delay

MPEG-1/2

- I-frame
  - JPEG DCT like
  - Highest data rate
  - Random access



Color Space Conversion and Subsampling of Chrominance Information

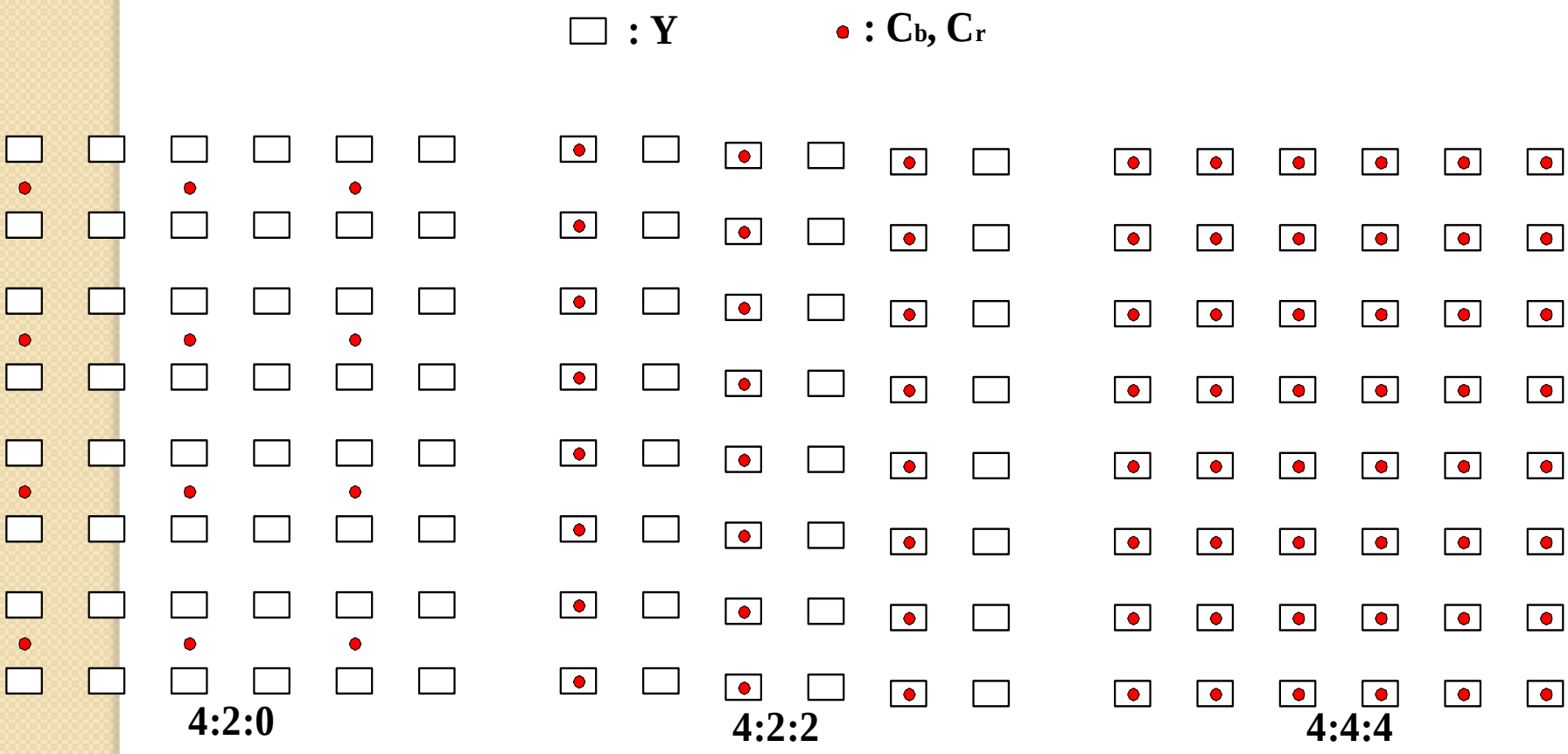


RGB => YCbCr Formulae

$$Y = (0.299R + 0.587G + 0.144B) - 128$$
$$Cb = 0.433(B - Y)$$
$$Cr = 0.877(R - Y)$$

Color Space Conversion and Subsampling of Chrominance Information

- Chrominance Sampling



Intra-frame coding
DCT-Based Encoder(JPEG)

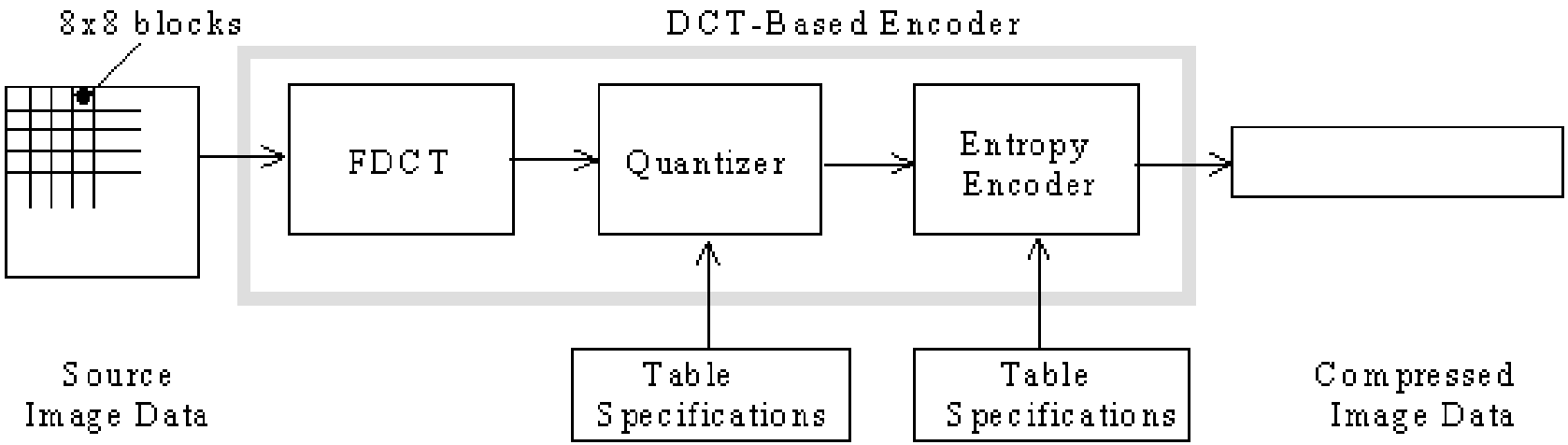


Figure 1. DCT-Based Encoder Processing Steps

Intra-frame Coding
DCT-Based Decoder

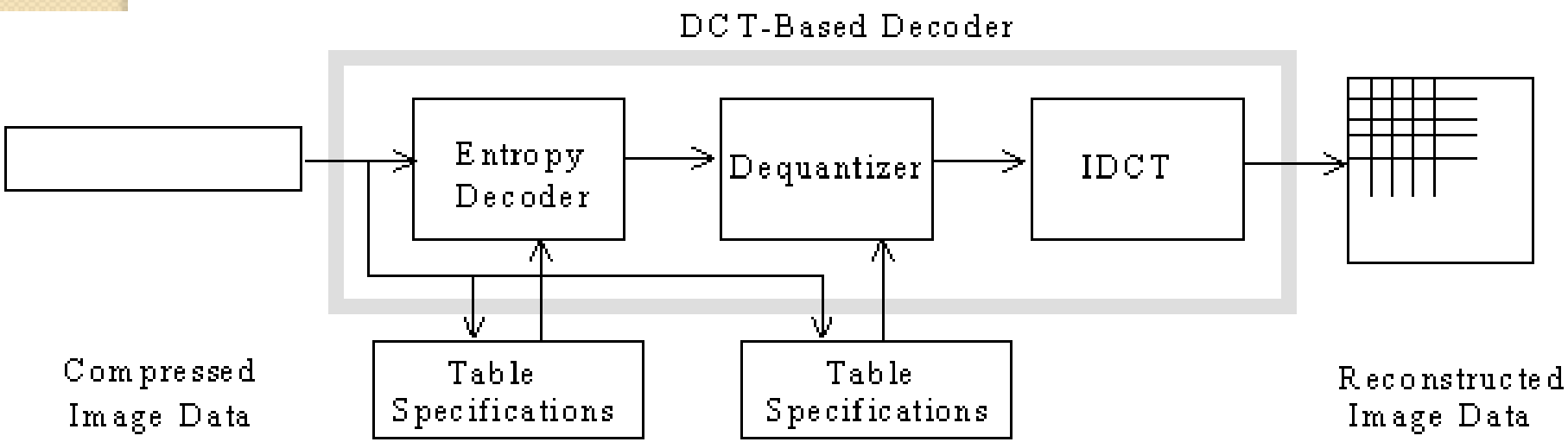
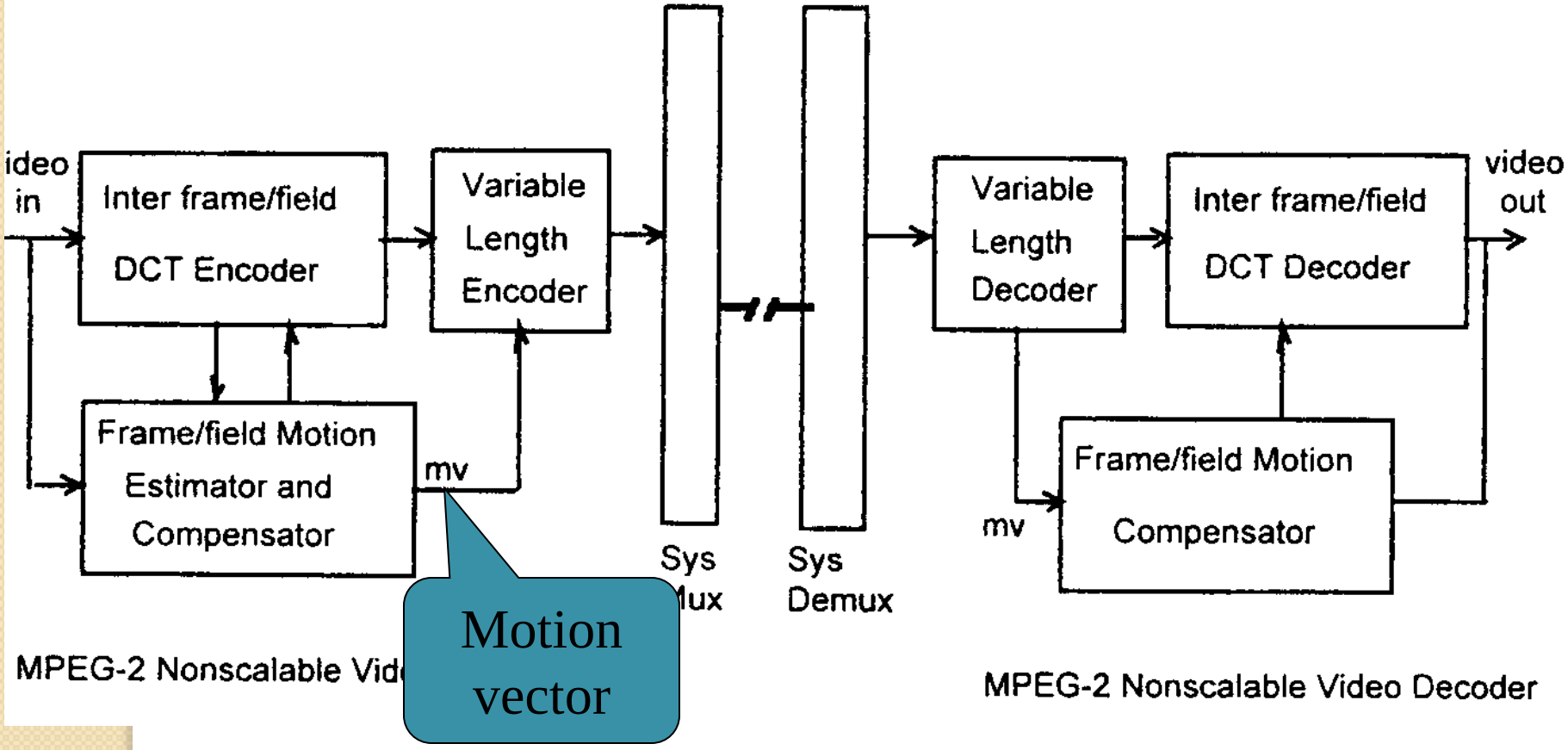
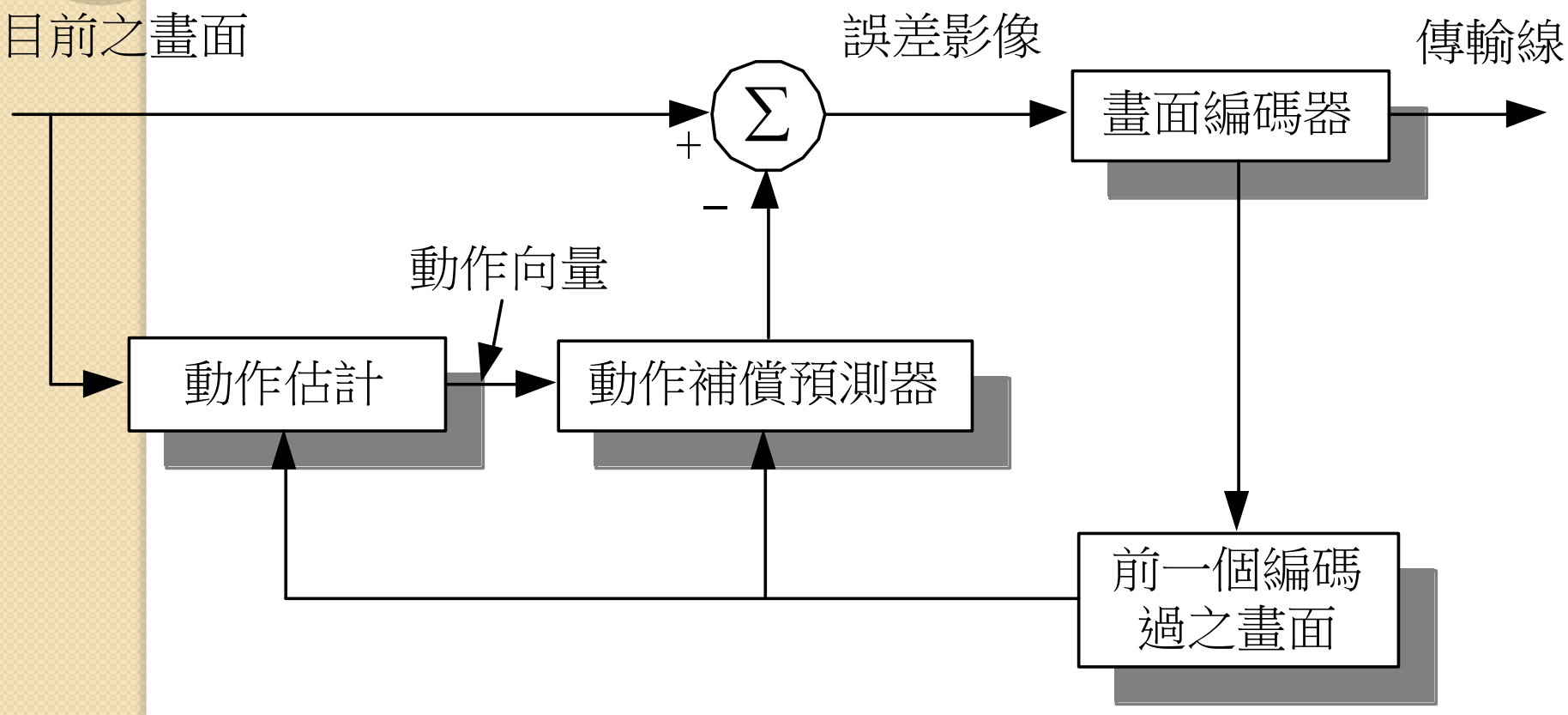


Figure 2. DCT-Based Decoder Processing Steps

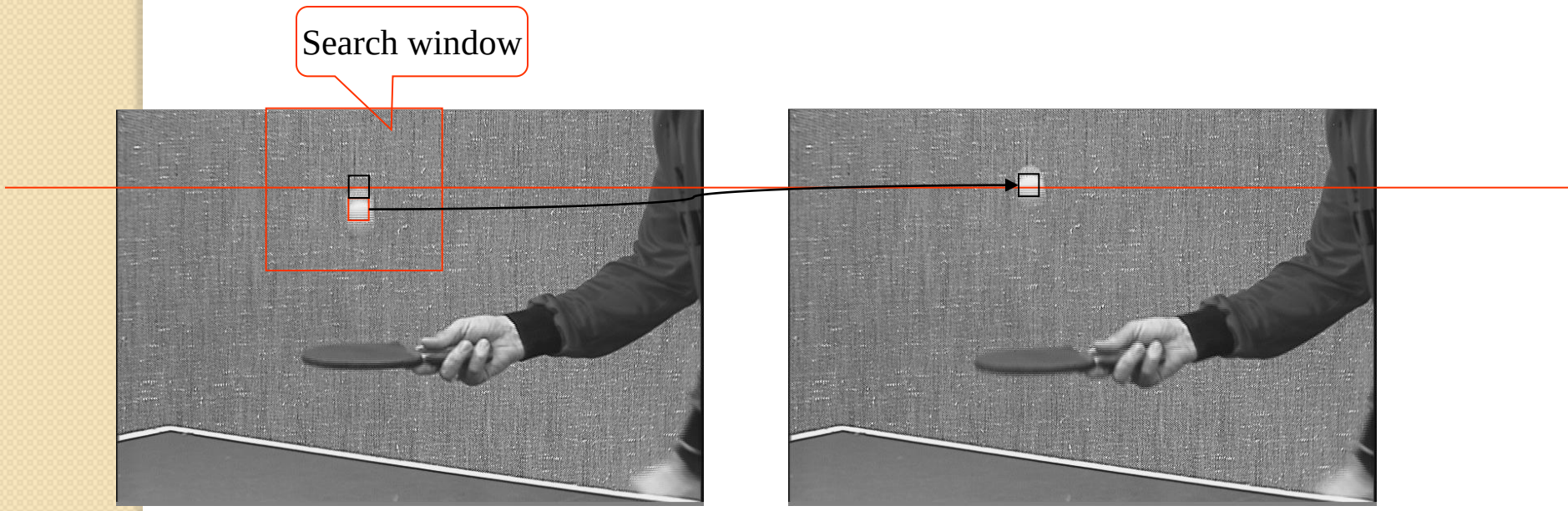
Inter-frame coding framework



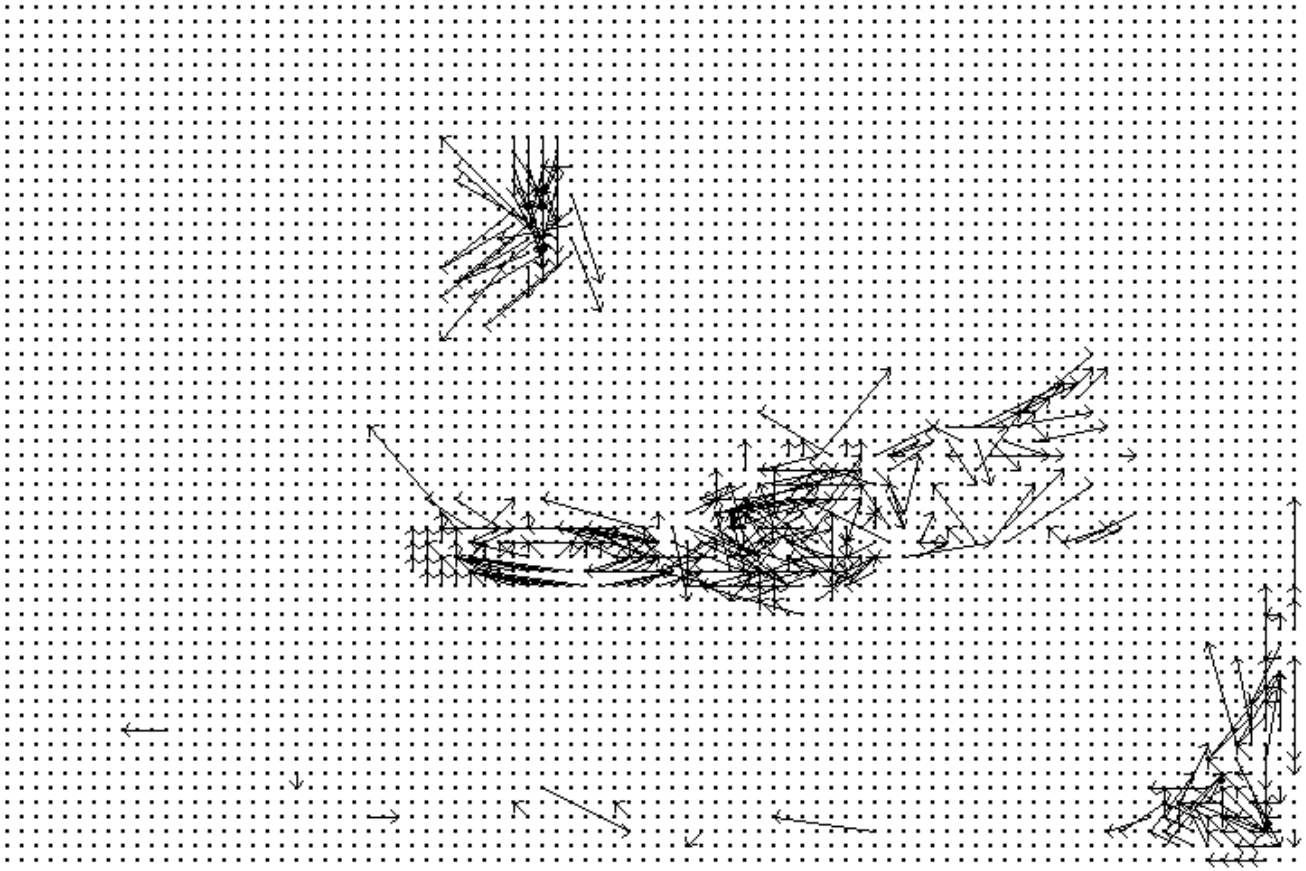
Inter-frame coding
Motion Estimation and Compensation



Motion Estimation



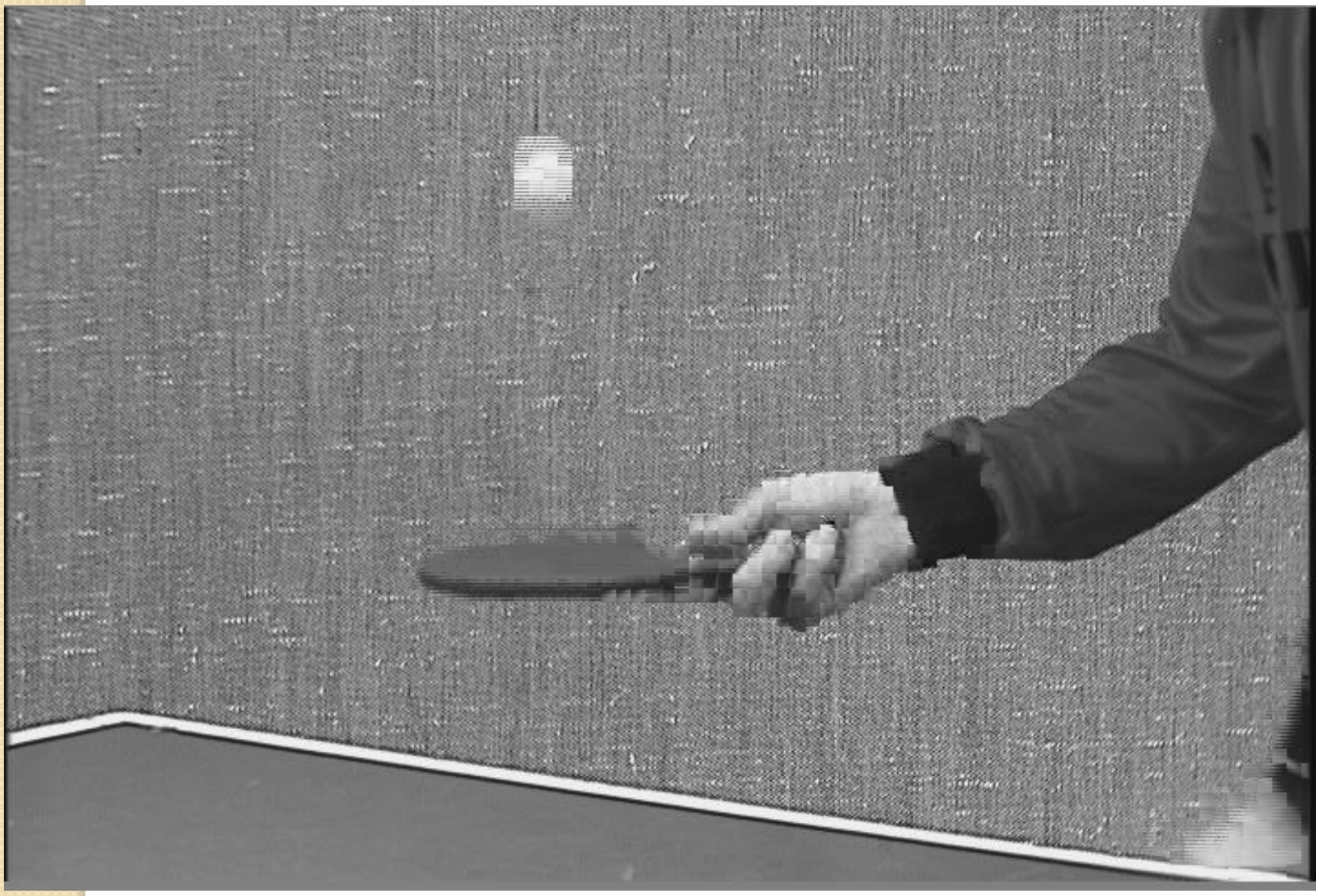
Motion Vectors



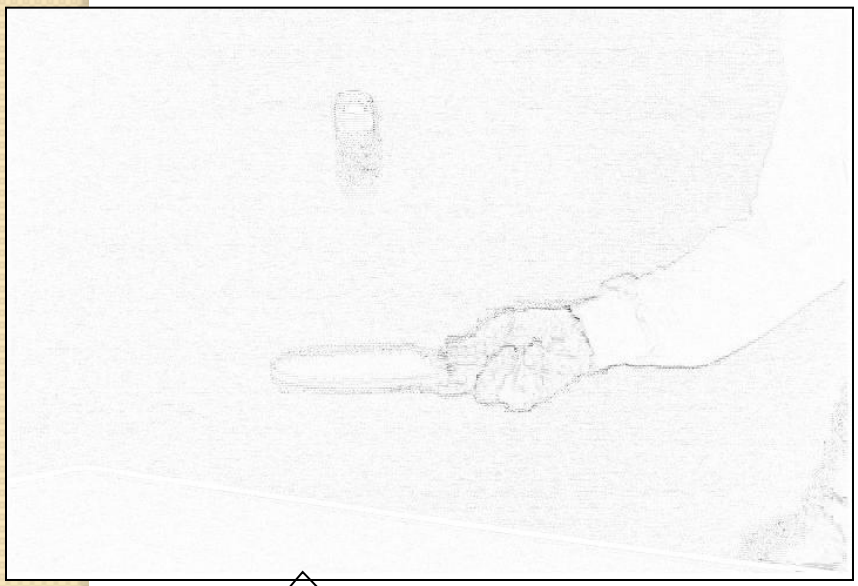
Block size 8x8

Search window size 15x15

Motion compensation

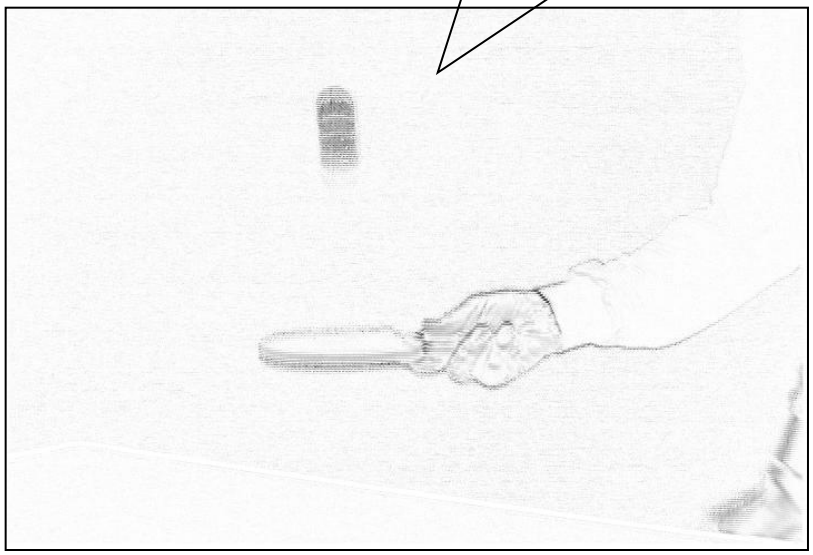


Effect of motion prediction



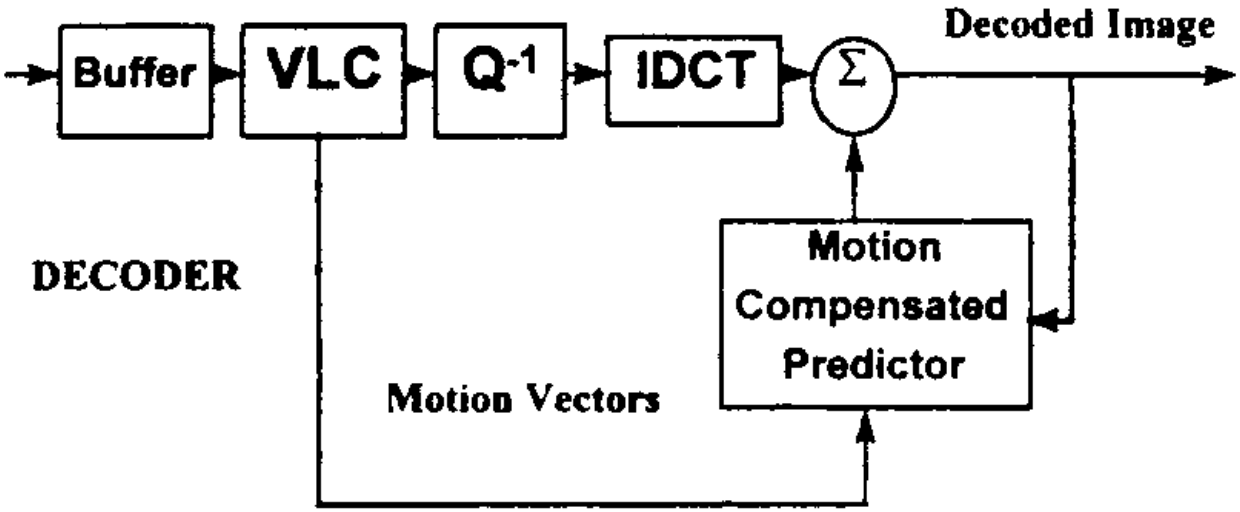
Predicted error
MSE = 77.50

Original difference
MSE=129.83



MSE is mean square error.

Inter-frame coding
Motion Compensation



MPEG-1/2 Results

Bit rate (Mbits/s)	SIF-30 ~ CVGA	CCIR 601 29.97 FPS ~VGA	HDTV 29.97 FPS	HDTV 60 FPS ~SVGA
pels	352	720	1920	1280
Lines	240	480	1080	720
Original bit rates (Mbps)	30.4	121.5	745.7	663.6
1.1 Mbps	Good	Poor		
4.0 Mbps	Excellent	Good		
9.0 Mbps	Excellent ++	Excellent		
18.0 Mbps		Excellent++	Good	Good
28.0 Mbps			Excellent	Excellent

MPEG-X

- MPEG-1 (ISO/IEC 11172, Nov 92)
  - Compression standard for progressive frame-based video in SIF(360×240), targeted at 1.5 Mbits/s
    - ~1.2 Mbits/s for video, ~250 Kbits/s for audio
  - Applications :VCD, MP3
- MPEG-2 (ISO/IEC 13818, Nov 94)
  - Compression standard for interlaced frame-based video in CCIR-601(720×480) and high definition format(1920 ×1088), wide range of bit rates 4 to 80 Mbits/s
    - Optimized around 4 Mbits/s
  - Applications : DVD, HDTV Studio, and etc

MPEG-X

- MPEG-4 (ISO/IEC 14496, Oct 98)
  - Multimedia standard for object-based video for nature or synthetic source
  - Coding for various bandwidth (5 Kbps ~270 Mbps)
  - Applications : Internet, cable TV, 3G wireless communication, and etc
- MPEG-7 (ongoing)
  - Multimedia content description interface
  - Applications : Internet, video search engine, digital library
- Specify only bitstream syntax and decoding

4.2.2 其他視訊檔案格式

- AVI (Audio Video Interleave)
  - 微軟公司所開發出來的一種視訊格式
  - 採用 RIFF (Resource Interchange File Format) 格式，這使得它的播放較為容易
  - 可以將各媒體資料以資料流 (Data Stream) 的方式儲存
  - Interleave 意指音訊資料是與視訊資料一起交錯安排，使得它們可以天衣無縫的一起播放
  - Windows 作業平台上最廣泛被運用的音訊 / 視訊格式
  - 格式中只描述了音訊以及視訊資料流儲存在檔案之中的結構，並未特別指定它編碼的方式，因此它可以透過許多不同的編碼方式加以儲存
  - 一般的 AVI 檔案可以未經壓縮或是透過任一種 codec (編碼與解碼工具) 來壓縮編碼

4.2.2 其他視訊檔案格式

- QuickTime
  - QuickTime 是由Apple公司在 1991 年開發出來的視訊檔案格式 (副檔名為 .mov)
  - 必須要搭配使用QuickTime播放軟體 才可觀看其內容
  - QuickTime並沒有限定視訊資料必須使用何種壓縮格式，它只定義了視訊的結構
  - QuickTime多半還是使用Apple本身的視訊編碼技術，具備有串流的效果

4.2.2 其他視訊檔案格式

- 串流格式媒體
  - 透過通信網路，由伺服器將影音檔案傳送並分解成許多小封包(Packets)，產生連續不間斷的訊號流
  - 訊號流到用戶端之後，再利用媒體播放程式將這些封包一一重組與呈現
  - 使用者不需將檔案完全下載完成就可開始播放
  - 播放中一邊繼續接收未播放的片段
  - 節省等候時間

4.4 電腦上的視訊播放

- 一般視訊資料可透過Windows系統內建的媒體播放程式Windows Media Player來播放
  - Microsoft Windows Media 格式 (副檔名為 avi、asf、asx、rmi、wav 、wma、wax 等)
  - Moving Pictures Experts Group - MPEG 壓縮系列 (副檔名為 mpg 、mpeg、m1v、mp2、mp3、mpa、mpe 等)
  - Musical Instrument Digital Interface - MIDI 格式 (副檔名為 mid、rmi 等)

4.4 電腦上的視訊播放

- Windows Media Player 也可以藉由擴充 codec 的方式來播放DivX格式的AVI檔、或是MPEG-4格式的WMV檔

上機作業

- 視訊媒體製作
- 錄製兩段以上長2分鐘左右的影片
- 將影片剪輯加片頭片尾（影像）
- 加轉場特效
- 加標題字
- 加背景音樂
- 加部分旁白
- 轉為mpeg 檔輸出