

視訊資訊系統結構化視訊計算與查詢方法

Structured Video Computing and Query Methods in a Video Information System

計畫編號：NSC 87-2213-E009-093

執行期限：民國 86年8月1日 至 民國 87年7月31日

主持人：李素瑛 交通大學資訊工程系 教授

一、中文摘要：(關鍵詞：視訊資訊系統、
視訊特徵萃取、結構化計算、視訊索引
與查詢)

在不久的將來，視訊資訊將完成以數位的形態呈現，儲存於硬式磁碟機或光碟機中，並可由電腦直接任意的存取播放。對視訊而言，處理並計算出視訊中的內容，將會是一件非常重要的工作。其中的一個項目是自動尋找出視訊的結構，並建構出結構化的視訊。結構化的視訊對視訊中劇情訊息的了解、景物中物件的辨認以及物件中相對的關係，有許多幫助。

在此計畫中，我們提出對視訊資訊系統物件特徵值萃取與查詢處理的數種重要的方法。我們首先將探討對視訊序列中一個或數個移動物件位置計算的一個有效方法。我們將使用電腦視覺中提供的工具，做為物件追蹤及特徵值萃取的依據。接著，我們提出一套多重序列比對方法，以作為比較兩個視訊序列物件移動變化的差異之用。其中的對應函數，差異表及整體差值等計算方法及解釋，加以定義。我們使用顯著特徵值作為分割的位置，並依此分割位置將視訊序列分成數個較小的群組。經過對齊的處置後，我們將可找到最佳的比對位置及對應關係，同時提出一份兩序列間的評估報告以作為分析之參考。

英文摘要 (keyword: Video Indexing and Searching, Video Server, Video Information System, Video Feature Extraction)

In the near future, video information will be represented digitally and stored together on a device such as a hard disk or CD-ROM, and accessed directly by the computer. Processing and computing of dynamic digital video will be important for video data. One of the significant task is the automatic detection of video structure and the construction of structured video. Structured video will help the understanding of the scenario information in the video, recognition of objects in the scene and their relationships with other objects.

In this proposal, we present several important methods in a video information system for video object extraction and query processing. We first describe an efficient method for computing the position of one or more moving objects in a video sequence. We utilize computer vision routines for both target object tracking and feature value extraction. Then, we propose a multiple subsequence matching mechanism for comparing the difference of object motion between two video sequences. The definitions of mapping function, penalty table, and overall distance between two video sequences are provided. We use the prominent feature points as our segmentation positions and partition the sequence into several subsequence groups. After an alignment process, we can find the mapping of the best matching, and get an evaluation report between the two video sequences for temporal content analysis.

二、計劃緣由與目的：

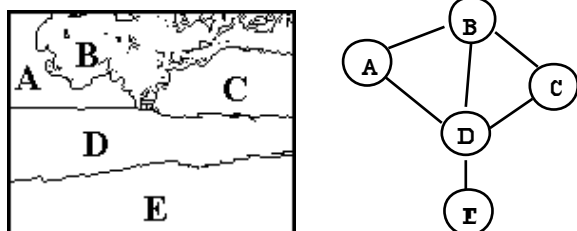
無論何種應用與資料型態，視訊資訊的取得必須透過內容擷取的步驟，以獲得有用的特徵值或特定數據。自動化影

像特徵值萃取 (**automatic image feature extraction**)，是由電腦的影像處理功能自動計算分析出低階內容特徵的特殊數值表示，經由此內部的特徵數值便可進行內容資料的比對。為了能自動萃取出視訊中物件的特徵值，首先需要解決的是時空中物件的分割 (**segmentation**)、辨識 (**recognition**) 與追蹤 (**tracking**) 等視訊計算問題。視訊中的物件因受移動、變形及光影的影響較不易辨認，演算法的設計需要深入探討。但為顧及視訊資料往往數量相當龐大，具及時性或速度快的演算法，以及相似非精確的比對模式，較能滿足實際計算及查詢時的需求。

三、研究方法與成果：

為了自動而快速的擷取視訊中空間及時間性資訊，根據過去的研究，以畫面中色彩區域為主 (**region-based**)，對視訊畫面中的物件加以分割與擷取特徵值，是較有效的方法。我們將以此一理念發展出視訊資訊系統中所需的視訊計算與查詢方法。

我們可由像素的色彩統計圖 (**color histogram**) 分析出相似顏色的分佈狀況，再利用相似色彩分群 (**similar color clustering**) 的方法建立各區域的顯著顏色對照表 (**prominent color table**)，以區域填滿法 (**area-flooding**)，可將各顏色區域分割出，以取得各區域之特徵值，進而建立相關區域的空間相對位置與屬性圖 (**attribute graph**)，如圖一(a)與(b)。



(a) 空間物件分割 (b) 空間關係屬性圖

圖一. 空間分割與空間特徵圖

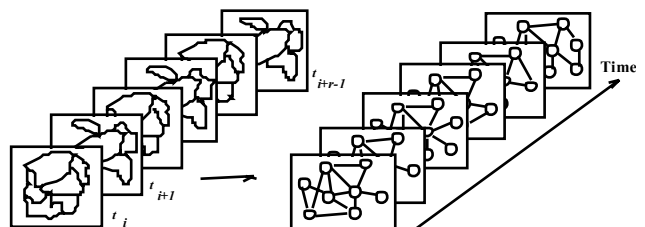
但是，真實世界的影像往往受到光影等現象而不易有效的分割，可運用 **HSV**

(**Hue, Saturation, Value**，彩度、飽和度、強度) 色彩系統，對色彩的分佈加以分群後分割，例如表一所示。

若由單一影像空間屬性圖的觀點，推導至一連串連續畫面的視訊資料時，視訊資料的處理模式將如圖二所示，轉換成為時間軸上一連串連續屬性圖的處理模式。因此，圖形的比對 (**graph matching**) 方法將會成為視訊資訊查詢的主要方法之一。

表一. 相似色彩分群範圍

Color ID	Color	Hue	Saturation	Value
A	Light Blue (sky)	160~192	26~49	63~80
B	Dark Green (tree)	65~79	6~13	8~30
C	Green (mountain)	66~86	8~17	18~38
D	Cyan (ocean)	159~1176	21~65	28~63
E	Gray (sand)	336~43	2~20	57~84



圖二. 視訊資料處理模式

為提昇物件分割時所使用的區域填滿法的效能，此計畫設計出一個整合式標號法則 (**integrated labeling algorithm**)，在填滿區域的同時，也記錄下此物件區域的面積、顏色等特徵值和周圍區域間的相鄰關係，例如表二所示。

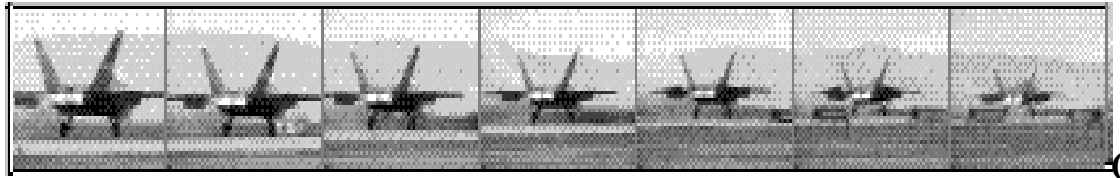
表二. 整合式標號法則紀錄

Region ID	Region Color	Degree	Adjacent Region Set
A	Light Blue	2	B, D
B	Dark Green	3	A, C, D
C	Green	2	B, D
D	Cyan	3	A, B, C

E	Gray	I	D
----------	-------------	----------	----------

在處理視訊中動態與時間性資料時，物件的追蹤，如圖三所示，是相當重要的一項工作。配合色彩區域分割法及相似性量度 (similarity

measurement)，尋找下一個畫面中的相似物件所在位置，是構成此一視訊資訊系統中動態分析與時序性資料萃取的主要方法。



a) 原始視訊片段



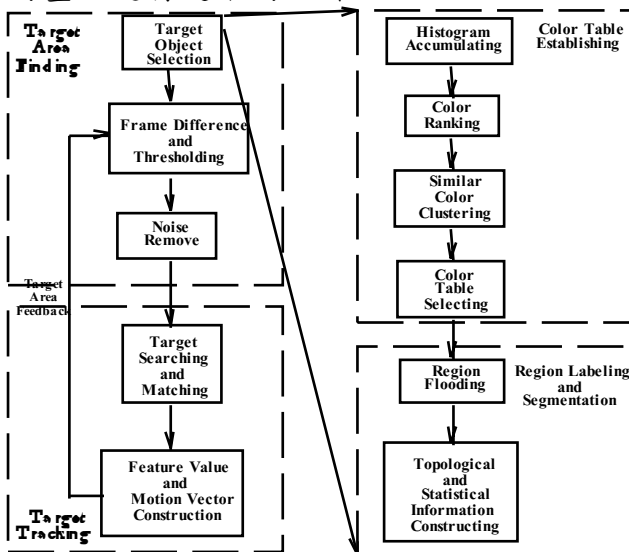
(b) 畫面一及目標區域



(c) 畫面二及目標區域

圖三. 視訊資料的物件追蹤

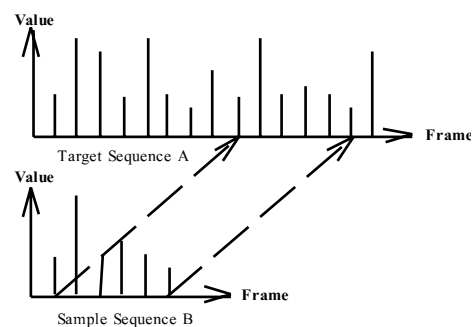
我們採用的物件追蹤方法如圖四所示。使用者必須先將追蹤的物件以滑鼠等輸入設備選定，建立此務物件的色彩分布表以及相鄰區域的屬性圖。經過與下一張畫面的差異比較後，進行可能區域的比對與相似性計算，以取得最相像的目標。再根據位移向量，依序對之後的畫面進行追蹤的工作。



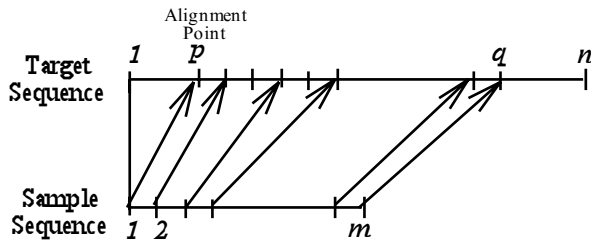
圖四. 物件追蹤流程圖

由於視訊資訊具有時間的特性，查詢時比對的模式，如圖五所示，基本上與圖案比對 (pattern matching) 的問題相似。若查詢相同長度的片段，一般的KMP方法便能達到目的。但是，當資料庫中查詢的對象繁多時，此種線性搜尋 (linear search) 法會較為遲緩。

若查詢的條件允許有時間上的延遲差異時，如圖六所示，KMP方法的比對模式將無法解決。對於此種比對模式，我們將以改進後的相似型OCS (Optimal Common String of Subsequences) 方法加以解決。

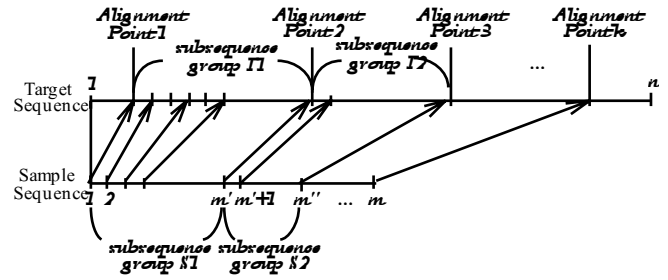


圖五. 時序性資料比對模式



圖六. 延遲性比對模式

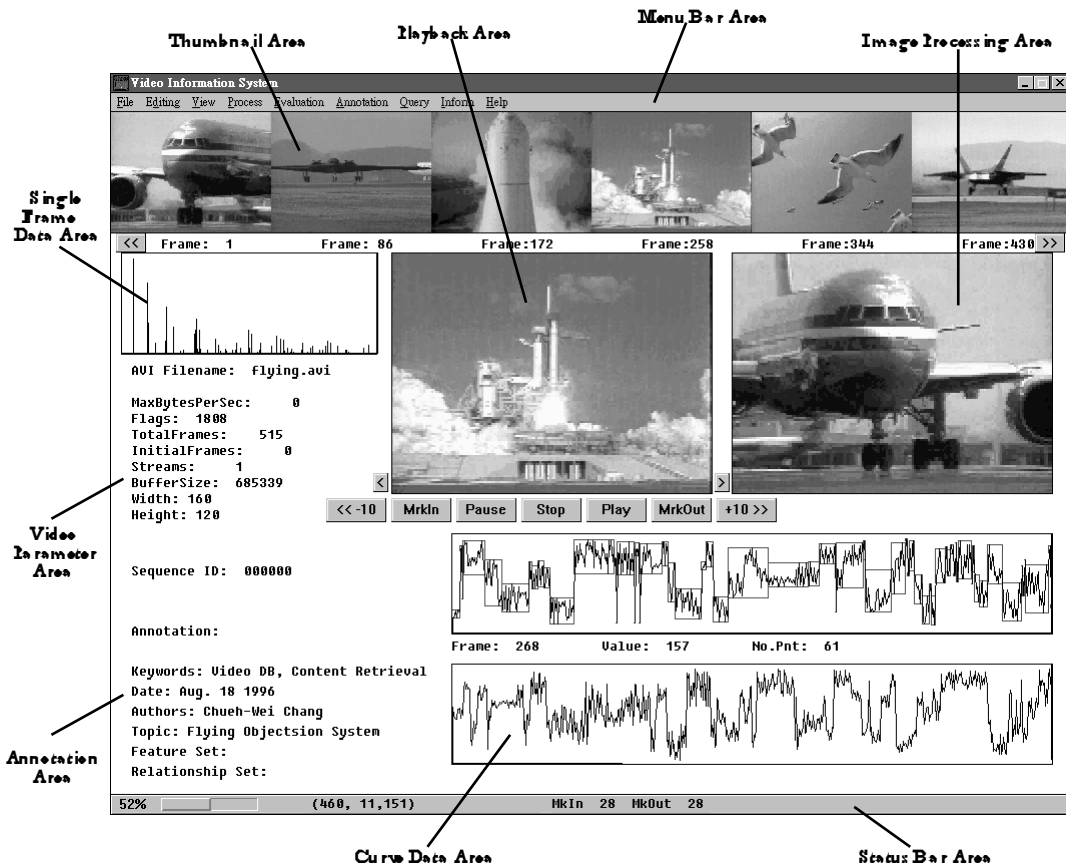
為避免在 OCS 方法中建立過大的比對表，有效的將序列分割成較小的群組，如圖七所示，將可節省計算上所花費的時間。



圖七. 序列的群組分割

運用分割征服 (divide and conquer) 的策略，可將對應的序列群組逐一比對計算。若比對的過程各單一的群組均能滿足查詢的容忍條件，且累積的差值也在範圍之內，查詢序列便是查詢結果之一。

使用者介面提供使用者方便友善的工作環境，同時能輕易的進行影像特徵設定及視訊片段瀏覽，如圖八所示。



圖八. 使用者介面設計

四、結論與討論：

我們在此計畫中建立了一套具有視訊特徵萃取、視訊索引及視訊內容查詢

擷取能力的視訊資訊系統雛型。實驗結果顯示我們的方法，為將來的視訊資訊系統應用，提供了一個有效且實際的環境。

五、參考文獻：

- [1] S. Adah, K. S. Candan, S. H. Chen, K. Erol and V. S. Subrahmanian, "The Advanced Video Information System: Data Structures and Query Processing," *Multimedia Systems*, Vol. 4, No. 3, pp. 172-186, 1996.
- [2] C. W. Chang, K. F. Lin and S. Y. Lee, "The Characteristics of Digital Video and Considerations of Designing Video Databases," *Fourth Intl. Conf. on Information and Knowledge Management CIKM95*, pp. 370-377, Baltimore, Maryland, USA, 1995.
- [3] C. W. Chang and S. Y. Lee, "Indexing and Approximate Matching for Content-based Time-series Data in Video Database," *First Intl. Conference on Visual Information Systems Visual'96*, pp. 567-576, Melbourne, Australia, 1996.
- [4] C. Faloutsos, M. Ranganathan and Y. Manolopoulos, "Fast Subsequence Matching in Time-Series Databases," *ACM SIGMOD*, pp. 419-429, Minneapolis, MN., USA, 1994.
- [5] Flickner et al., "Query by Image and Video Content: The QBIC System," *IEEE Computer*, pp. 23-32, Sep. 1995.
- [6] D. E. Knuth, J. H. Morris and V. R. Pratt, "Fast Pattern Matching in Strings," *SIAM J. Comput.*, Vol. 6, pp. 323-350, Jun. 1977.
- [7] A. D. Narasimhan, "Special Section on Content-based Retrieval," *Multimedia Systems*, Vol. 3, No. 1, pp. 1-2, Feb. 1995.
- [8] A. D. Narasimhan, "Multimedia Databases," *Multimedia Systems*, Vol. 4, No. 5, pp. 226-249, 1996.
- [9] S. W. Smoliar and H. Zhang, "Content-Based Video Indexing and Retrieval," *IEEE Multimedia*, pp. 62-72, Summer 1994.
- [10] S. Stevens and T. Little, "Introduction to the Special Issue on Video Information Retrieval," *ACM Trans. on Information System*, Vol. 13, No. 4, pp. 371-372, 1995.
- [11] Y. Tonomura, A. Akutsu, Y. Taniguchi and G. Suzuki, "Structured Video Computing," *IEEE Multimedia*, Vol. 1, pp. 34-43, Fall 1994.