

一個根據影片中物件移動之字串

游重陽

淡江大學資訊管理學系碩士班

ericgh5.gh5@msa.hinet.net

梁恩輝

淡江大學資訊管理學系暨研究所

ehliang@mail.im.tku.edu.tw

摘要

在影像資料庫中基於內容的影像尋取(Content-Based Image Retrieval, CBIR)是一個查詢影像的重要方法。利用字串表示影像中物件之間的空間關係,以及利用空間關係進行空間推論及相似尋取之方法已被廣泛的討論。

在此將2D B-字串表示法的概念運用到影片中以表示物件移動的空間關係。假設物件在空間上是以中心點表示,標記出每個物件在影片中「第一個畫面」和「最後一個畫面」中的位置,並由第一個畫面的位置到最後一個畫面的位置定義出一區段,稱之為此段影片中該物件的「位移區段」。最後我們將根據物件的位移區段提出一新字串,此新字串能表達出在該影片中,物件彼此之間移動的空間關係,此新的字串本論文稱之為2D M-string。運用本論文之2D M-string來分析,相似尋取的次數可以減少許多,藉此將可達到有效率的影片尋取之目的。

關鍵字：空間關係、位移區段、2D B-字串、2D M-字串

Abstract

In image database systems, Content-Based Image Retrieval (CBIR) is an important approach to image retrieval. How to use strings to express the spatial relationship between objects and how to perform the inference and similarity retrieval have been widely discussed.

The 2D B-string notation is used to indicate the displacement of objects in a video. Each object is represented as a focal point, and the point is marked in the first and the last frame of the video. A section from the point in the first frame to the point in the last frame is defined as the “displacement” of the object in the video. Finally, the 2D M-string is created based on the displacement of the objects in the video. Consequently, the moving spatial relationship between objects can be derived from the string and the efficient retrieval of similar video can be achieved.

Keywords : spatial relationship、index structure、2D B-string、2D M-string

1. 緒論

近年來,由於資訊技術的迅速發展,因而存在許多型態的多媒體資料,例如:靜態影像(image)、影片(video)。這些多媒體資料不論在商業的使用,或是個人的使用方面,都扮演著重要的角色。然而,若沒有一個合適的尋取方法的話,這些資料的可用性將會大大的降低。因此,多媒體資料的索引(index)及尋取(retrieve)技術變的愈來愈重要。

多媒體資料在尋取之前,必需有一套表示法,以對多媒體資料做索引,加速尋取的速度。影像資料及影片資料的索引技術可以大致歸納成兩類:低階的視覺特徵(low-level visual

features) 以及高階的關係特徵 (high-level relationship features) [7]。低階視覺特徵包括影像中物件的顏色、紋理、形狀等；高階的關係特徵則包括影像中兩兩物件之間的相對位置、距離、拓撲(topology)、空間(spatial)關係等。使用低階視覺特徵做為索引的例子包括 QBIC[4]、VisualSEEK[13] 等系統，而 2D 字串[2]、2D C 字串[8]、[9]以及[12]則是使用高階關係特徵做為索引技術的例子。這兩種技術通稱為基於內容的相似尋取(Content-Based Retrieval, CBR)。在過去，基於內容的相似尋取被應用於影像相似尋取上[2]、[4]，此種技術則被稱為基於內容的影像相似尋取(Content-Based Image Retrieval, CBIR)。類似的概念則被延伸使用於影片資料庫的相似尋取問題上[4]。因此，我們可以將 CBIR 的技術，應用於影片相似尋取的問題上。

影片與影像是兩種非常相似的型態的資料。一部影片可以視為是由一串連續的靜態影像所組成的[3]，這些靜態影像稱為畫面(frame)。許多型態的資料都可以執行相似尋取，例如文字資料、影像資料、音訊(audio)資料及影片資料。影片資料的索引以及相似尋取的方法，可以從影像資料的索引及相似尋取技術延伸而來[1]。Shearer 及 Venkatesh 在[14]及[15]的研究中，將用於影像資料的索引表示法使用於影片資料的索引上。過去中也有以影像相似尋取的方法，而應用於影片相似尋取的問題上的也在過去的研究中被提出來了，例如：[11]以及[16]。

相似尋取是影像資料庫系統中重要的功能之一。在影像資料庫中，空間關係是被用來對影像資料做索引及相似尋取的方式之一。由 Chang 等人提出的 2D 字串是其中的一個例子。2D 字串是將影像中的物件分別投影至空間座標的 x、y 軸，以各種不同意涵的符號記錄投影資料，而用這些符號代表兩兩物件的空

間關係。依照相同的概念，有許多改良 2D 字串的方法被提出，例如 2D C 字串、2D B-string[10]及 2D C⁺字串[6]等等。而最大相似(maximal-likelihood)則是衡量兩張影像相似程度的標準之一[8]。在過去的研究中，[8]為採用最大相似的標準來衡量兩張影像相似度的例子之一。

既然影片可以視為由一連串的畫面(frame)所組成，每一個畫面又是一個靜態影像，我們可以使用 2D B-string 應用於影片上，以表示物件間移動的空間關係。通常影像相似尋取皆用線性搜尋，依序對影像進行比對，這樣並非是一個有效率的方式，因此如何建立出新的字串以提升搜尋效能、減少相似比對次數為本論文之重點。

2D B-string 主要是分別利用物件在 X 軸及 Y 軸上的「起始邊界」與「結束邊界」的序值之比較來進行空間推論。在本論文中，利用 2D B-string 的概念來表示影片中一段時間內物件間移動的空間關係。假設物件在空間上是以中心點表示，標記出每個物件在影片中「第一個畫面」和「最後一個畫面」中的位置，並由第一個畫面的位置到最後一個畫面的位置定義出一區段，稱之為此段影片中該物件的「位移區段」。最後我們將根據物件的位移區段提出一新字串，此新字串能表達出在該影片中，物件彼此之間移動的空間關係，此新的字串本論文稱之為 2D M-string。運用本論文之 2D M-string 來分析，相似尋取的次數可以減少許多，藉此將可達到有效率的影片尋取之目的。本論文的架構如下。第二節是相關研究的探討。第三節是依影片建立 2D M-string。第四節則是說明以此字串進行影片相似尋取。最後第五節是本研究的結論。

2. 文獻探討

2.1 空間關係表示法

2D-strings是一種以物件為導向，根據物件之間的空間關係查詢影像之方法。一張影像經過影像處理(image process)和圖形辨識(pattern recognition)兩階段處理，並確認包含在影像中的所有物件後，影像可以被表示成符號圖(symbolic picture)，其中每一個符號代表原圖中的一個物件，且每一個物件皆以最小邊界矩形MBR(Minimum Bounding Rectangle，MBR)來代表整個物件。

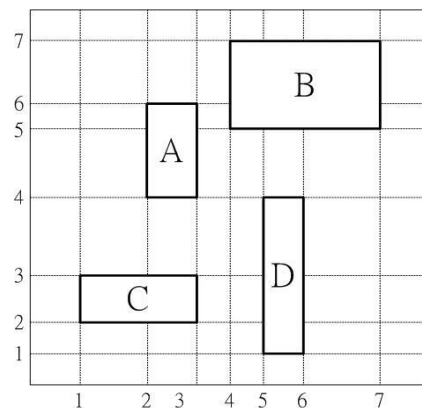
在2D是一維字串的有序序對(ordered pair)，表示成(u, v)。它是將影像中的物件先以MBR做概略化的動作，再將MBR的重心分別對x軸及y軸做投影。其中第一個一維字串u表示物件投影至x軸上的空間關係，第二個一維字串v表示物件投影至y軸上的空間關係。2D-strings的結構表示為(S, R)，S與R的意義分別如下：

- S為符號圖中各個符號的集合。
- R為空間關係符號的集合，用來描述物件與物件之間的空間關係，包括“=”、“<”及“:”三種。“=”代表兩物件投影到同一個位置上，“<”代表物件是左右或上下的空間關係，“:”代表兩物件在同一點上，即表示兩物件有重疊或覆蓋的情況。

2D C-string是一種延伸自2D-strings的概念，用來表示一張影像中物件間之空間關係的方法。對影像f而言，2D C_u-string(f)代表影像f投影在x軸上的2D C字串；2D C_v-string(f)代表影像f投影在y軸上的2D C字串。在2D C string中，表示空間關係的符號集合為{“<”，“[”，“=”，“[”，“]”，“%”，“/”}。接著將兩影像相似度的比較轉變為兩組字串的比對。依據此觀念，陸續有學者提出改良的方法，如：2D B-string、2D C⁺ string...等等。

因為在本論文中將利用 2D B-string 查詢

重疊物件對及配合我們提出之 FAB string 使用，因此在此說明 2D B-string。2D B-string 表示成(u, v)，其中 u、v 分別表示圖中物件投影至 x-軸和 y-軸後，物件間之起始邊界和結束邊界所形成之字串。“=”代表投影在同一點之邊界，例如圖一之 2D B_u-string 為 CAA = CBDDDB，2D B_v-string 為 DCCD = ABAB)。



圖一、2D B-string 之範例

2D B-string 主要是利用物件的起始邊界與結束邊界的序值之比較進行空間推論。在 x-軸或 y-軸上一維字串 u 或 v 中，各個符號序值的定義為該符號在字串中的位置減去在此符號前出現的“=”個數，且計算該符號在字串的位置時，不包括“=”在內；換句話說，也就是影像中各個物件投影至 x-軸和 y-軸的起始邊界和結束邊界的排列順序。

投影之後的物件以兩個符號表示，分別為代表物件的起始邊界和結束邊界，因此一個物件在一維字串 u 和 v 中各有兩個序值，分別是起始的序值和結束的序值。例如在圖一中，令 begin(X)和 end(X)分別代表物件 X 的起始邊界之序值和結束邊界之序值，因此圖一的 u 字串各物件之序值如下：

$$\text{begin}(A)=2、\text{end}(A)=3$$

$$\text{begin}(B)=4、\text{end}(B)=7$$

begin(C)=1、end(C)=3

begin(D)=5、end(D)=6

v 字串各物件之序值如下：

begin(A)=4、end(A)=6

begin(B)=5、end(B)=7

begin(C)=2、end(C)=3

begin(D)=1、end(D)=4

得到字串 u 和字串 v 各物件的序值之後，
可以根據此序值進行空間推論。

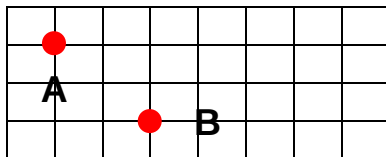
3. 依影片建立 2D M-string

這節將會介紹如何使用上一節提到的 2D B-string 來建立字串。影片中每一個畫面都可以視為一個靜態的影像，我們可以利用 2D B-string 的概念表示影片中一段時間內物件間移動的空間關係。過去對影像的搜尋大都使用“線性搜尋”，對每個畫面進行字串比對，這樣並非是一個有效率的方式。所以本論文在此建立一個新字串，藉由此字串將可達到有效率的影片尋取之目的。

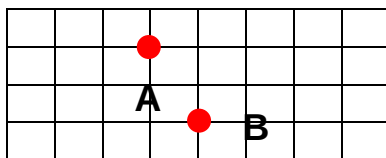
2D B-string 主要是分別利用物件在 X 軸及 Y 軸上的「起始邊界」與「結束邊界」的序值之比較來進行空間推論。本論文將 2D B-string 表示法運用到一段畫面中以表示物件

間移動的空間關係。假設物件在空間上是以中心點表示，每個畫面以 2D string 表示物件的空間關係，以下說明如何為一段 n 個畫面影片建立字串，圖二為一包含 4 個畫面的影片 (n = 4)，在此我們只考慮 X 軸上物件位置的變化，所以可以清楚知道一維空間中物件間之移動空間關係。但在搜尋時，若每個畫面皆進行字串比對則較浪費時間，所以接下來將這 4 個畫面重疊合併成一張畫面，且標記出每個物件在此段影片中「第一個畫面」和「最後一個畫面」中的位置，並由第一個畫面的位置到最後一個畫面的位置定義出一區段，稱之為此段影片中該物件的「位移區段」。位移區段可以表示出該物件在此影片中的移動結果。

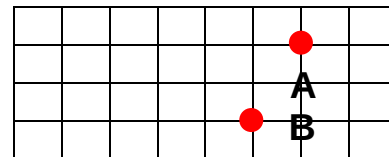
物件的位移區段是有方向性的，第一個畫面中物件位置的標示方式以英文字母大寫來註記，最後一個畫面中物件位置的標示方式以英文字母小寫來註記，以此方式表示物件由英文字母大寫的位置往英文字母小寫的位置移動。最後將這些區段使用 2D B-string 的概念來表示，此時的字串就能表達出在該影片中，物件彼此之間移動的空間關係。接著我們可以根據物件的位移區段，利用 2D B-string 的概念建立一新的字串，此新的字串本論文稱之為 2D M-string。如圖三之 2D M_u-string 表示為 ABba。此時稱此張畫面為「位移區段圖」。位



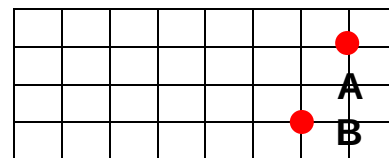
(a) Frame 1、2D u-string：AB



(b) Frame 2、2D u-string：AB



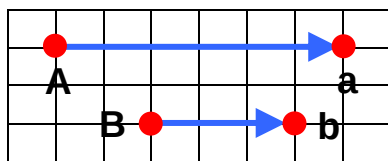
(c) Frame 3、2D u-string：BA



(d) Frame 4、2D u-string：BA

圖二、某個影片之範例

移區段圖可以表示出每個物件在此影片中的移動結果。



圖三、兩物件的位移區段圖

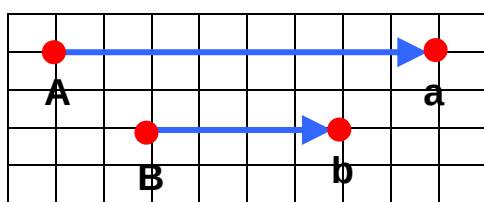
但我們需要使用 2D M-string 之前需先依 2D B-string 的表示法做少許調整。在 2D B-string 中用 “=” 代表二物件的邊界相同。本論文將 “=” 以左括號 “(” 及右括號 “)” 取代，將邊界位置相同的物件字母放進左右括號內，且在括號內的字元不管如何排列，其空間關係是不會改變的。

Lee and Hsu 完整地推演出在一維空間中兩兩物件間較為完整空間關係總共有 13 種 [8]，以物件 A 相對物件 B 位置總共定義出 13 種空間關係及相對符號代表。本論文運用 Lee and Hsu 所提之 13 種關係，在一維空間中定義兩物件位移區段之移動空間關係。假設只考慮兩物件（物件 A 及物件 B）在一維空間上位移區段之位置就會有十三種空間關係，如表一左

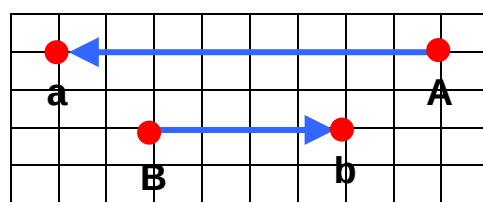
方欄位之 R-1 ~ R-13。

而事實上兩物件在影片中之移動關係，必須考慮方向性，位移區段可以是向右或者向左。所以當考慮位移區段的方向時，兩物件在空間上的位移區段會有四種情形，如圖四所示。在圖四(a)中，物件 A 及物件 B 之位移區段均為向右。在圖四(b)中，物件 A 之位移區段為向右及物件 B 之位移區段為向左。在圖四(c)中，物件 A 之位移區段為向左及物件 B 之位移區段為向右。在圖四(d)中，物件 A 及物件 B 之位移區段均為向左。

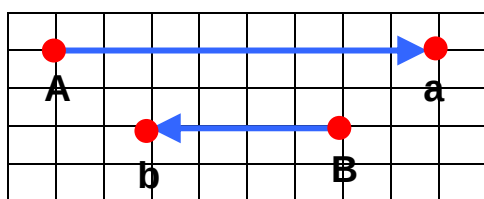
因此兩物件在影片中之移動關係可以根據 R-1 ~ R-13 十三種關係來定義，例如在 R-1 之關係中，當考慮了位移區段之方向後，會有四種不同的移動關係，定義成 R-1-1、R-1-2、R-1-3、R-1-4，其他 R-2 ~ R-13 也可類似分別定義出四種移動關係，如表一所列。於表一中依每種移動關係表示出 2D M-string，如在 R-1 之關係，R-1-1 表示為 AaBb，R-1-2 表示為 AabB，R-1-3 表示為 aABb，R-1-4 表示為 aAbB，其他 R-2 ~ R-13 也可分別依四種移動關係表示出 2D M-string。



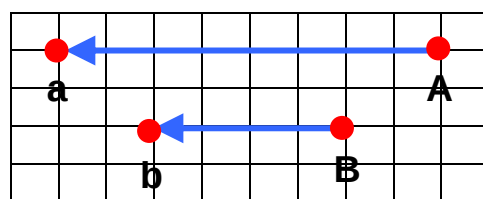
(a) 2D B_u-string : ABba



(c) 2D B_u-string : aBbA



(b) 2D B_u-string : AbBa



(d) 2D B_u-string : abBA

圖四、兩物件位移區段之四種情形

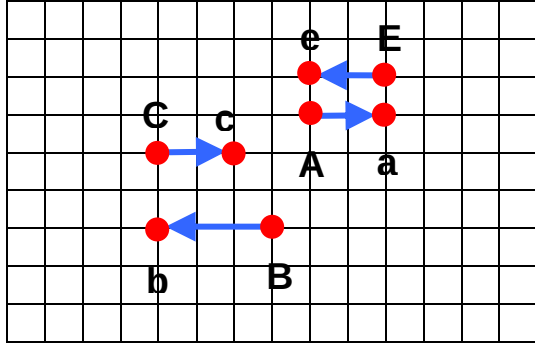
表一、兩物件在一維空間上位移區段之移動空間關係

兩物件位置之空間關係	兩物件移動之空間關係			
R-1 	R-1-1 : A a B b 	R-1-2 : A a b B 	R-1-3 : a A B b 	R-1-4 : a A b B
R-2 	R-2-1 : A (a B) b 	R-2-2 : A (a b) B 	R-2-3 : a (A B) b 	R-2-4 : a (A b) B
R-3 	R-3-1 : A B a b 	R-3-2 : A b a B 	R-3-3 : a B A b 	R-3-4 : a b A B
R-4 	R-4-1 : (A B) a b 	R-4-2 : (A b) a B 	R-4-3 : (a B) A b 	R-4-4 : (a b) A B
R-5 	R-5-1 : A B (a b) 	R-5-2 : A b (a B) 	R-5-3 : a B (A b) 	R-5-4 : a b (A B)
R-6 	R-6-1 : B A a b 	R-6-2 : b A a B 	R-6-3 : B a A b 	R-6-4 : b a A B
R-7 	R-7-1 : (A B) (a b) 	R-7-2 : (A b) (a B) 	R-7-3 : (a B) (A b) 	R-7-4 : (a b) (A B)
R-8 	R-8-1 : A B b a 	R-8-2 : A b B a 	R-8-3 : a B b A 	R-8-4 : a b B A
R-9 	R-9-1 : (A B) b a 	R-9-2 : (A b) B a 	R-9-3 : (a B) b A 	R-9-4 : (a b) B A
R-10 	R-10-1 : B A (a b) 	R-10-2 : b A (a B) 	R-10-3 : B a (A b) 	R-10-4 : b a (A B)
R-11 	R-11-1 : B A b a 	R-11-2 : b A B a 	R-11-3 : B a b A 	R-11-4 : b a B A
R-12 	R-12-1 : B (b A) a 	R-12-2 : b (A B) a 	R-12-3 : B (a b) A 	R-12-4 : b (B a) A
R-13 	R-13-1 : B b A a 	R-13-2 : b B A a 	R-13-3 : B b a A 	R-13-4 : b B a A

4. 影片相似尋取

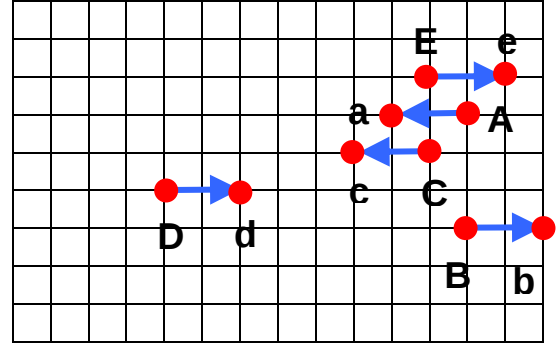
經過上節影片的字串已經建立完成，接下來便可以進行影片查詢，本論文提供的查詢方式是範例式查詢(Query by Example)，此 QBE 查詢是由使用者提供一段範例影片來進行索引，希望從資料庫中找到相似的影片。

在此舉例說明，本研究先建立 6 段影片的資料庫，每段影片以 1 至 6 來編號，包含五個物件 ABCDE，並表示每段影片 X 軸上之 2D M_u-string，如圖五所示，以說明本研究提出方法之搜尋效率。



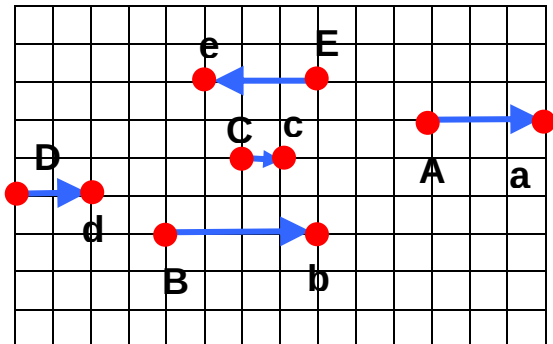
(a)、影片 1

2D M u-string = (Cb)cB(Ae)(Ea)



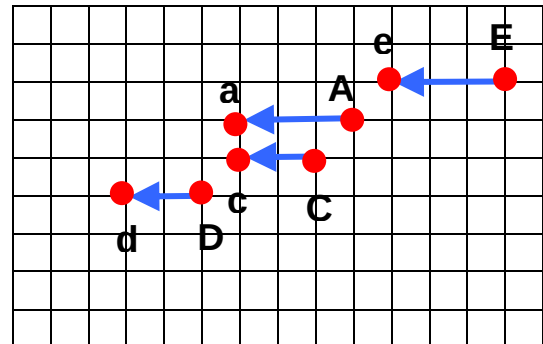
(d)、影片 4

2D M u-string = Ddca(EC)(AB)eb



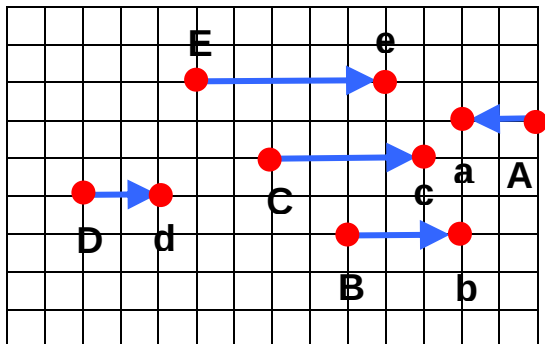
(b)、影片 2

2D M u-string = DdBcCc(Eb)Aa



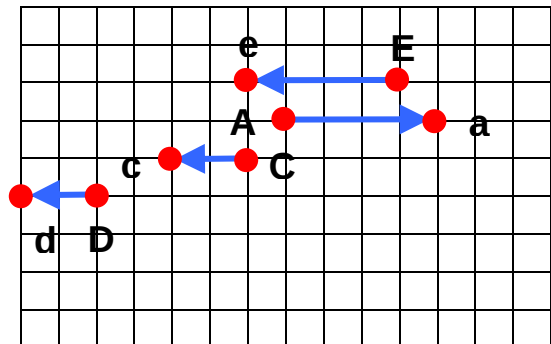
(e)、影片 5

2D M u-string = dDacCAeE



(c)、影片 3

2D M u-string = DdECBec(ab)A

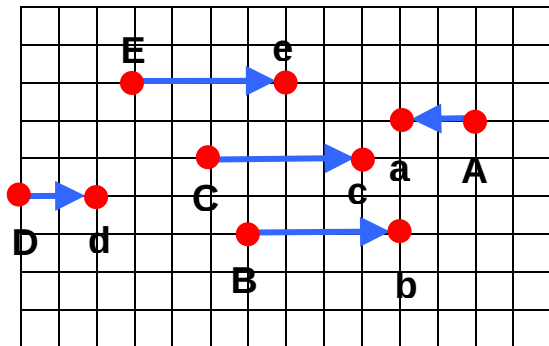


(f)、影片 6

2D M u-string = dDc(eA)CEa

圖五、建立 6 段影片之字串

資料庫建構完成後，接下來有兩個查詢影片之位移區段圖，對資料庫進行索引，如圖六及圖七。



圖六、查詢影片 1 之位移區段圖

圖六是一張位移區段圖，2D M_u-string 表示為 DdECBec(ab)A，物件間之移動的空間關係可以由這字串推論出來， O_{ij} 表示物件 O_i 相對於物件 O_j 的移動空間關係，接下來與資料庫中的字串進行空間關係比對：

O_{AB} ：屬於 R-12-3 的關係，且與影片 3 是相同。

O_{AC} ：屬於 R-13-3 的關係，且與影片 3 是相同。

O_{AD} ：屬於 R-13-3 的關係，且與影片 3、影片 4 是相同。

O_{AE} ：屬於 R-1-2 的關係，且與影片 3 是相同。

O_{BC} ：屬於 R-3-1 的關係，且與影片 3 是相同。

O_{BD} ：屬於 R-1-1 的關係，且與影片 2、影片 3、影片 4 是相同。

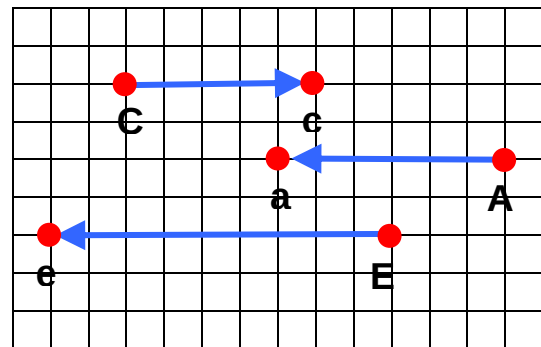
O_{BE} ：屬於 R-3-1 的關係，且與影片 3、影片 4 是相同。

O_{CD} ：屬於 R-13-1 的關係，且與影片 2、影片 3 是相同。

O_{CE} ：屬於 R-3-1 的關係，且與影片 3 是相同。

O_{DE} ：屬於 R-13-1 的關係，且與影片 3、影片 4 是相同。

結果可以發現查詢影片的所有物件對空間關係只有與資料庫中影片 3 是完全相同的，所以可以合理的推論影片 3 和使用者建立之範例影片較為相似。



圖七、查詢影片 2 之位移區段圖

圖七是第二張位移區段圖，2D M_u-string 表示為 eCacEA，物件間之移動的空間關係可以由這字串推論出來， O_{ij} 表示物件 O_i 相對於物件 O_j 的移動空間關係，接下來與資料庫中的字串進行空間關係比對：

O_{AC} ：屬於 R-3-2 的關係，沒有與任何影片相似。

O_{AE} ：屬於 R-11-4 的關係，沒有與任何影片相似。

O_{CE} ：屬於 R-6-2 的關係，且與影片 2 是相同。

結果可以發現查詢影片只有 O_{CE} 空間關係與資料庫內的影片 2 相同，並非所以物件對都符合，所以最後無法檢索出與此段影片空間關係相似的影像。

5. 結論

在影片中每一個畫面都可以視為一個靜態的影像，因此我們可以利用 2D string 表示每一個畫面，以便做影片的索引及搜尋。但是若當影片資料量越龐大時，對每個畫面作字串比對，這樣並非是一個有效率的方式。在本論文中，利用 2D B-string 的概念來表示影片中一段

時間內物件間移動的空間關係。假設物件在空間上是以中心點表示，標記出每個物件在影片中「第一個畫面」和「最後一個畫面」中的位置，並由第一個畫面的位置到最後一個畫面的位置定義出一區段，稱之為此段影片中該物件的「位移區段」。最後我們將根據物件的位移區段提出一新字串，此新字串能表達出在該影片中，物件彼此之間移動的空間關係，此新的字串本論文稱之為 2D M-string。運用本論文之 2D M-string 來分析，相似尋取的次數可以減少許多，藉此將可達到有效率的影片尋取之目的。

參考文獻

- [1] T. Arndt and S. K. Chang, "Image Sequence Compression by Iconic Indexing," 1989 IEEE Workshop on Visual Languages, The Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE Computer Society, Silver Spring, MD, pp. 177-182, Oct. 1989.
- [2] S. K. Chang, Q. Y. Shi and C. W. Yan, "Iconic indexing by 2D-strings," IEEE Trans. On Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-9, May, 1987, pp. 413-428.
- [3] Sagarmay Deb, "Video Data Management and Information Retrieval," Idea Group Inc. 2005.
- [4] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, B. Dom, M. Gorkani, J. Hafner, D. Lee, D. Petkovic, D. Streele, and P. Yanker, "Query by Image and Video Content: The QBIC System," Computer, vol. 28, no. 9, pp. 23-32, Sept. 1995.
- [5] P.W. Huang and Y.R. Jean, "Spatial reasoning and similarity retrieval for image database system based on RS-strings," Pattern Recognition, 1996, pp. 2103-2114
- [6] P.W. Huang and Y.R. Jean, "Using 2D C+-string as spatial knowledge representation for image database systems," Pattern Recognition, 1994, pp. 1249-1257.
- [7] P. W. Huang and C. H. Lee, "Image Database Design Based on 9D-SPA Representation for Spatial Relations," IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering, vol. 16, no. 12, 2004.
- [8] F. J. Hsu and S. Y. Lee, "Spatial Reasoning and Similarity Retrieval of Images Using 2D C-String Knowledge Representation," Pattern Recognition, vol. 25, no. 3, pp. 305-318, March 1992.
- [9] F. J. Hsu and S.Y. Lee, "Similarity Retrieval by 2D C-Trees Matching In Image Database," Journal of Visual Communication And Image Representation Vol.9, No. 1, March, 1998, pp. 87-100.
- [10] S. Y. Lee, M. C. Yang and J. W. Chen, "2D B-string: a spatial knowledge representation for image database systems," Proc. ICSC'92 Second Int. Computer Sci. Conf., 1992, pp. 609-615.
- [11] C. C. Liu and Arbee L. P. Chen, "3D-List: A Data Structure for Efficient Video Query Processing," IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering, vol. 14, no. 1, 2002.
- [12] M. Nabil, A.H.H. Ngu, and J. Shepherd, "Picture Similarity Retrieval Using the 2D Projection Interval Representation," IEEE Trans. Knowledge and Data Eng., vol. 8, no. 4, pp. 533-539, Aug. 1996.
- [13] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEK: A Full Automated Content-Based Image Query System," Proc. Fourth ACM Int'l Multimedia Conf., pp. 87-98, 1996.

- [14] K. R. Shearer, S. Venkatesh, and D. Kieronska, "Spatial Indexing for Video Databases," *J. Visual Commun. Image Representation*, vol. 7, pp. 325-335, 1996.
- [15] K. R. Shearer, D. Kieronska, and S. Venkatesh, "Resequencing Video Using Spatial Indexing," *J. Visual Languages Comput.*, vol. 8, pp. 193-214, 1997.
- [16] K. R. Shearer, H. Bunke, and S. Venkatesh, "Video Indexing and Similarity Retrieval by Largest Common Subgraph Detection using Decision Trees," *Pattern Recognition*, vol. 34, pp. 1075-1091, 2001.
- [17] H. Tamura and N. Yokoya, "Image database systems: a survey," *Pattern Recognition*, Vol. 17, NO. 1, 1984, pp. 29-43.
- [18] R. A. Wagner and M. J. Fischer, "The String-to-String Correction Problem," *Journal of the Association for computing Machinery*, Vol. 21, No. 1, January 1974, pp. 168-173.