



RRPB89030562 (4.P)

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

影像資料庫中使用字串比對之影像相似尋取

Similarity Retrieval using String Matching in Image Database Systems

計劃編號：NSC 89-2213-E-032-019

執行期限：88年8月1日至89年7月31日

主持人 梁恩輝 淡江大學資訊管理學系

一、中文摘要

物件間的空間關係是影像之一重要特性，在影像資料庫系統中，影像相似尋取常常是根據這些空間關係推論的。針對圖像索引，許多根據2D字串的圖像資料結構已被提出，因為它們提供了一個很自然的方法來對影像建立空間索引。

在以往研究中，2D字串、2D C-字串及2D B字串在進行影像相似尋取時，是透過找尋最大完全子圖來完成相似尋取的工作，其為NP complete的問題。而2D C-樹在進行影像相似尋取時，是利用樹比對的方式，其時間複雜度為 $O(M^2 \times N^2)$ ，其中，M、N為兩樹的節點數。

在本研究中，我們提出一個新的影像相似尋取的方法，它是以2D B-字串為基礎，將其調整後，再利用字串比對的方式，比對兩字串，找出其對應影像間的相似值，再利用過濾的方式，找出相似的影像。其時間複雜度，只有 $O(M \times N)$ ，M、N為兩字串的符號數。而此方法亦適用於子圖的影像查詢。最後，我們將進行一個實驗來驗證本研究之正確性。

關鍵字：相似尋取、子圖查詢、字串比對、空間關係、樹比對、2D B-字串、2D B-String、2D C-樹、2D C-Tree、影像資料庫

Abstract

The spatial relationship between objects is one of the important characteristics of an image. In image database systems, similarity retrieval is often based on the spatial relationships. Many pictorial data structures based on 2D strings for iconic indexing have been proposed since they provide a natural way to construct the spatial indexing for images.

In the previous research, the similarity retrieval is accomplished by finding the maximal complete subgraph. When the retrieval is based on 2D strings, 2D C-strings and 2D B-strings. It is a NP complete problem. The tree matching between two trees is used when the

similarity retrieval is based on the 2D C-tree. It's time complexity is $O(M^2 \times N^2)$, where M, N are the numbers of the nodes in each of these two trees.

In this research, we propose a new approach for similarity retrieval, which is based on the 2D B-strings, string matching can be applied to two 2D B-strings to calculate the similarity between their corresponding images. Finally, a set of similar images can be found. The time complexity of the string matching is $O(M \times N)$, where M, N are the numbers of the symbols of the each of two strings. Also, the proposed approach is modified for subpicture query. Finally, an experiment will be performed to verify the correctness of the proposed approach.

Keywords: Similarity Retrieval、Subpicture Query、String Matching、Spatial Relationship、Tree Matching、2D B-String、2D C-Tree、Image Databases

二、緣由與目的

影像資訊系統，乃是控制和管理影像輸入、影像處理、影像輸出、影像儲存、影像尋取及使用使用者界面之資訊系統。近年來，影像資料庫系統引起人們廣大的興趣[1]，例如辦公室自動化、CAD/CAM、地理資訊系統、全球定位系統、多媒體資料庫和醫療系統等。

在影像資料庫系統中，影像如何儲存及尋取方式是一重要課題，目前已有許多方法被提出[2-6]。影像中物件是否存在及物件是否存在及物件間的空間關係是尋取影像時必須考慮的重要特性之一。

在過去的研究中利用這種特性之資料結構包括，2D字串、2D C-字串及2D B-字串；其進行影像的相似尋取，是透過最大完全子圖來完成相似尋取的工作，其為NP-complete的問題，為減少時間複雜度，Hsu等[7]延續2D C-字串提出2D-C樹，其進行影像相似尋取是利用樹比對(tree matching)的方式，其時間複雜度為 $O(N^2 \times M^2)$ ，N、M為兩樹的節點數。

三、結果與討論

本研究中，將以2D B-字串來表示一張影像之空間關係，2D B-字串[8]表示成(u, v)，其中u、v分別表示投影至X軸和Y軸後，物件間之起始邊界和結束邊界之空間關係。“=”代表該兩物件之邊界相同，例如圖1之2D B-字串為(CAA= BDDDB, DCCD=ABAB)。

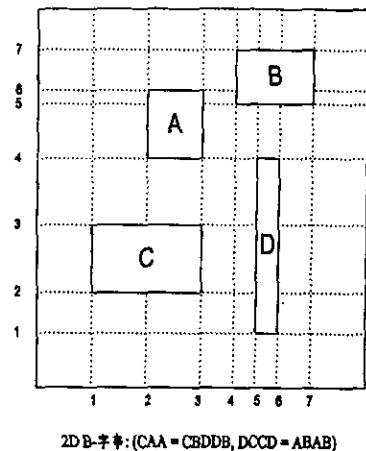


圖 1 2D B-字串之範例

字串比對的定義是計算兩字串

間，將一字串轉變成另一字串所需最小差距(minimum distance)的編輯運算(editing operation)，字串比對的編輯運算有三種：(1)將一個字元(character)改變成另一字元，我們稱為"改變"(change)，(2)從一個給定的字串中刪除一字元，我們稱為"刪除"(delete)，(3)從一個給定的字串插入一字串，我們稱之為"插入"(insert)。字串比對有許多的方式，我們採用Robert A. Wagner等[9]提出的方法，其時間複雜度為 $M*N$ ， M 、 N 分別為兩字串的長度。為了達到利用字串比對進行影像查詢之目的，我們做了下面的調整以適用2D B-字串的字串比對：

1. 編輯運算的成本值
2. 把"="當作一字元來處理
3. 起始邊界與結束邊界的名稱不同
4. 由等號"="連結的物件需有固定的順序
5. 相似的差距值為在X軸上求得值乘上在Y軸上求得值

至於子圖之查詢上，只要將刪除的成本設為零，也就是 $\gamma(d \rightarrow \Lambda) = 0$ ，就適用在子圖的尋取上，若將門檻值設為0，則找出的圖就是查詢影像的子圖了。

本研究在資料庫中建立了500筆影像，其中，每張影像的大小皆為 $256*256$ ，影像中的物件以最小邊界矩形(MBR)來表示，物件個數隨機產生1~5個，每個物件的名稱由A、B、C、D、E隨機命名之(影像中物件名稱不重覆)，每個物件的座標為隨機產生，再利用一查詢影像進行查詢。

觀察查詢結果得知，以本研究提

出方法所找出的前三張影像確是比其它張影像與查詢影像較為相似，因為所找出的影像與查詢影像的"相同物件存在"和"物件所在位置"較為接近，這也說明本研究的方法確能找出相似的影像。

四、計劃成果自評

在影像資料庫中，影像的相似尋取是一項重要的課題，而找尋所需時間的長短，又是其中一個我們關切的問題，在以往的研究中，2D字串、2D C字串及2D B字串在進行影像相似尋取時，是透過找尋最大完全子圖，其為NP complete的問題，而2D C-樹在進行影像相似尋取時，是利用樹比對的方式，其時間複雜度為 $O(N^2*M^2)$ ，其中， N 、 M 為兩樹的節點數。

在本研究中，我們提出一個新的影像相似尋取的方法，它是以2D B-字串為基礎，將其調整後轉變為適合做字串比對的2D B-字串，利用字串比對的方式，找出各影像間的影像相似值，再利用過濾的方式，找出相似的影像。

本研究所提出的方法與2D C-樹的影像相似尋取方法一樣與2D C-樹一樣，可以適用於子圖的查詢，並且驗證本研究的正確性，但是其時間複雜度較低，只有 $O(N*M)$ ， N 、 M 為兩字串的符號數。

五、參考文獻

- [1] H. Tamura and N. Yokoya, "Image database systems: a survey," *Pattern Recognition*, Vol. 17, NO. 1, 1984, pp. 29-43
- [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] A. Guttman, "R-Trees: a dynamic index structure for spatial searching," *Proc. ACM-SIGMOD 1984 Int. Conf. Management of Data*, June, 1984, pp. 47-57.
- [4] T. Sellis, N. Roussopoulos and C. Faloutsos, "The R⁺-Tree: a dynamic index for multidimensional objects," *Proc. Of 13th Int. Conf on Very Large Database*, 1987, pp. 507-518
- [5] 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
- [6] P. W. Huang and Y. R. Jean, "Spatial reasoning and similarity retrieval for image database systems based on RS-strings", *Pattern Recognition*, 1996, pp. 2103-2114
- [7] 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
- [8] 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.
- [9] Robert A. Wagner and Michael J. Fischer, "The String-to-String Correction Problem," *Journal of the Association for computing Machinery*, Vol. 21, No. 1, January 1974, pp. 168-173