

利用位能場做三維物體之形狀比對與辨識 (II) 僅具部分表面物體之形狀辨識

Shape Matching and Recognition of 3D Object Using Potential Fields(II)Shape Recognition of Objects

with Partial Surface Information

計畫編號: NSC87-2213-E-009-065

執行期限: 86/08/01 – 87/7/31

主持人: 莊仁輝 交通大學資訊科學系 副教授

E-mail: jchuang@cis.nctu.edu.tw Fax: 03-5721490

經費來源: 行政院國家科學委員會

一、中文摘要: (關鍵詞: 人工位能場、部分表面資訊、形狀比對、三維空間模型、三維物體辨識。)

在三維物體的比對與辨識時，由於取像角度的關係，一般三維物體周界常因被遮蔽而不完整，因此本計畫將討論到僅具部分表面資訊的物體辨識。在先前的計畫中，我們將牛頓位能場延伸到三維空間中，並提出了廣義位能場模型來協助三維物體的比對與辨識。而在本年度的計畫裡，我們更以先前計畫中的方法為基礎加以改進，使其能夠比對更複雜及資料量更大的物體模型，並以圖片及實驗數據來顯示出位能場在僅具部分表面資訊下進行比對的結果。本計畫之研究成果將有助於在電腦視覺等領域中，相關較實際之三維問題之研究。例如：部份被遮蔽物體之辨識。

英文摘要: (Keyword: Artificial potential field, partial surface information, shape matching, 3D free space model, 3D object recognition)

When matching and recognizing 3D objects, their boundary might be occluded due to the viewing angle, and thus becoming incomplete. Therefore, research in this project

is on the recognition of 3D objects with partial surface information. In an earlier research project, the Newtonian potential field model was extended from 2-Dimensional to 3-Dimensional, and we devised a generalized potential field model to assist the shape matching and object recognition of 3D objects. In this project, we improve the algorithm based on the previous project such that it can match 3D objects with more complicated shape and large geometric data quantity. Illustration and experimental data will show the results of shape matching with partial surface information using potential fields. The effects of this project will contribute to research works on some other important computer vision problems; e.g., the recognition of partially occluded 3D objects.

二、計劃緣由與目的

物體辨識為電腦視覺之重要課題。而僅具部分表面資訊之物體辨識更是肇基於此所延伸出來之新的研究方向。因此欲探討辨識部分表面資訊物體之方法，首先就要研發出可成功比對完整三維物體資訊的辨識技術。許多演算法將上述問題簡化為形狀比對與辨識的問題。雖然三維空間之物體辨識是電腦

視覺的主要研究重點，一般常見的形狀比對方法之研究多半探討較簡單的二維問題，如利用樣版比對[1][2]，傅立葉描述器[3]，字串比對等。一般而言，其方法常需要先知道物體的尺寸，旋轉角度等資訊，比對之過程則應用其影像，周邊或其他具結構性質之特徵而達成。

上述二維問題之解決方案，多半不易直接推廣至較為複雜的三維物體之形狀比對與辨識。此乃因為額外的自由度，大幅提高了問題的複雜度。一般的三維辨識系統多半由二維的影像中擷取物體之特徵，然後再與三維物體模型資料庫中對應的物體特徵做比對。這些特徵包括了物體的邊[4]，不同形狀的面及相交數個面的夾角關係等[5]。另外也有一些系統是直接利用三維物體之二維影像（投影）來進行比對[6]。

至於在部分表面的物體辨識方面，Fisher[7]則是利用兩個物體的二維周界的投影(所謂的 *silhouette*)來對物體進行定位的工作。另外，幾何雜湊(*geometric hashing*)此一技術也被發展於部分被遮蔽之物體辨識上[8]。

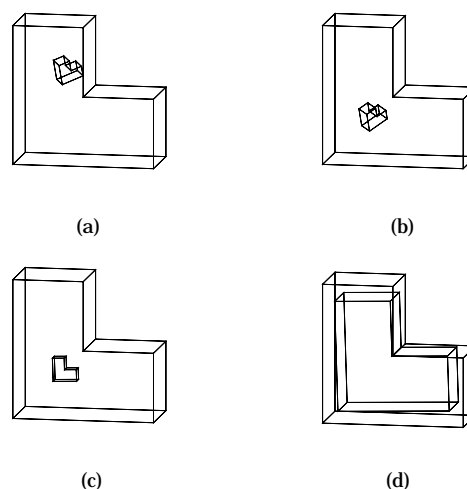
本計劃目的在探討利用先前計畫中所提之廣義位能場模型來協助僅具部分表面資訊三維物體之形狀比對與辨識。由先前的計畫，我們發現此一方法具有下列的優點：(1)待測物與樣版不需先旋轉對正，(2)兩者尺寸不需先做正規化，(3)待辨識物體周界可以不連續，相當適於推廣至僅具部分表面資訊之物體辨識。

三、研究方法與成果

在利用位能場模型來進行僅具部分表面資訊之三維物體之形狀比對與辨識之前，我們首先探討位能場與由其所產生之排斥作用。由於牛頓場在三維空間中並不適於提供前述比對過程所需之排斥作用（物體之接觸不會導致位能場之發散）。因此我們還是延

續使用與發展上年度計畫中的廣義場模型。由於空間一平面與一點之間因此而產生之排斥力具有解析形式，相關的計算得以大幅簡化。而物體表面的描述方式，也同樣以待測物體表面之取樣點來代表待測物體，而形狀樣版則以多面體來描述。其中需要注意的是取樣點之分佈及數目必須適切，如此方能保證在比對過程中，兩物體不會有接觸或重疊的情形發生。

至於基本的形狀比對演算法仍與先前計畫相同，如圖一所示。根據此一演算法若將縮小的待辨識物體模型置於形狀樣版之三維物體內，則彼此之間的排斥作用經由平移、旋轉會自動將二者對正。如果待辨識物體逐次增加其尺寸，則正確的形狀樣版將可使待辨識物體放大至最大體積。據此，形狀之比對與辨識得以完成。



圖一

在今年的計畫裡，我們選擇了與以往不同的物體模型來進行實驗，這些物體模型資料庫與相關的檔案格式，都可在

<http://www.eecs.wsu.edu>

[/~ir/3DDB](http://www.eecs.wsu.edu/~ir/3DDB) 這個網站找到豐富的資料。

利用這些物體模型，我們進行了三個實驗，分別是：完整物體表面資訊、僅具部分物體表面資訊、受雜訊干擾等三種狀況下的

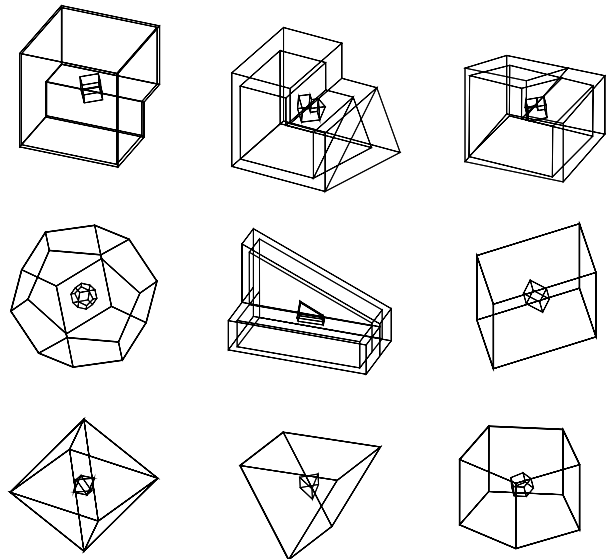
物體比對。

圖二即是完整物體表面的比對結果。除了圖二的比對結果之外，我們還選擇了資料量更大的另外兩個物體進行比對，其資料量為原來的數十倍以上，比對的結果請見圖三。圖四右邊為僅具部分表面資訊之物體比對的結果，圖的左邊則為部分表面資訊的模型。圖五則是受雜訊干擾之比對結果。

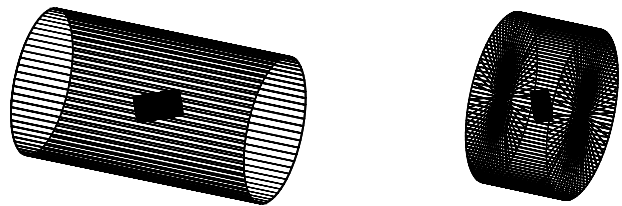
四、結論與討論

由於取像角度的關係，一般三維物體週界常因被遮蔽而不完整，所以我們提出解決的方法來辨識僅具部分表面資訊的物體。從這些實驗結果來看，可以發現此一模型除了能辨識完整資訊的待測物以外，若待測物本身受微量雜訊干擾亦不會影響辨識的結果。對於本計畫的主題『僅具部分表面之物體辨識』上，我們也可以從這些圖片中看到位能場模型在此一條件限制下所展現的良好特性。

然而，本實驗仍有未盡完美而尚待改進之處：(1) 取樣點分佈不夠平均的問題。受限於表示物體資訊之檔案格式的關係，取樣點往往過於集中導致較差的比對結果。在圖六中，左上圖為比對結果，右上圖為其側面圖，而下圖則為改變比對演算法後再次比對的結果，其改善尚無法達成較佳的辨識。



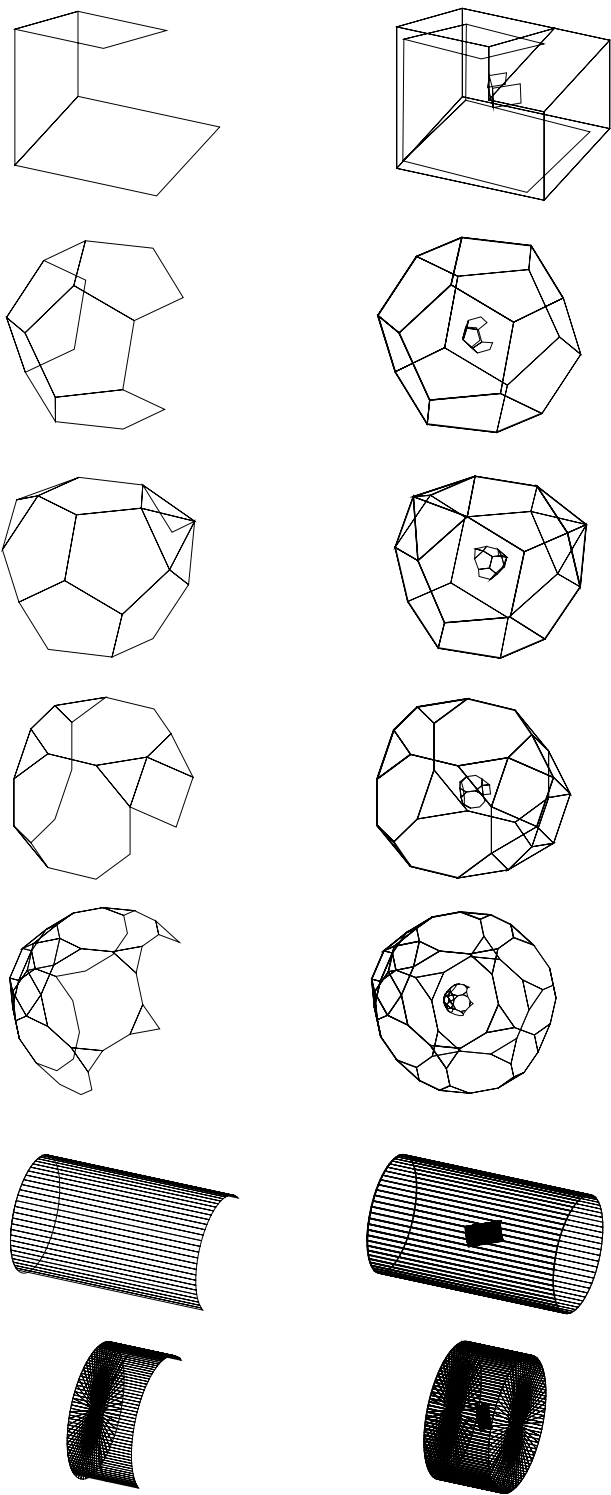
圖二



圖三

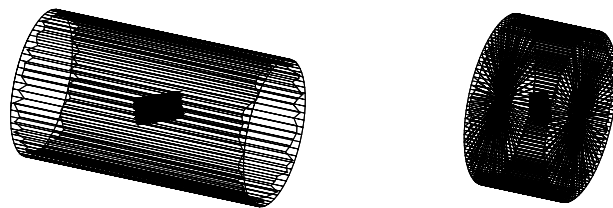
Partial Surface Objects

Matching Results



圖四

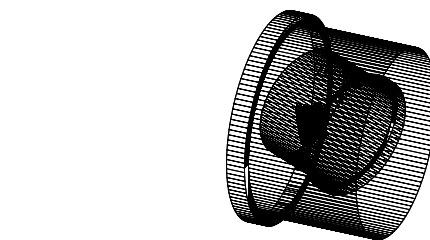
(2) 待測物本身形狀不利於比對。圖七右邊的 **bigwye** 則是此類型的例子，左邊則是加強模型其中一環的排斥力後再次比對的結果，效果已有改善了，但是在放大上，依然不夠。



圖五



圖六



圖七

五、參考文獻

- [1] W. A. Perkins, "A model based vision system for industrial parts," *IEEE Trans. Comput.*, 21:126-143, 1978.

- [2] P. Rummel and W. Beutel, "Workpiece recognition and inspection by a model-based scene analysis system," *Pattern Recognition*, 17:141-148, 1984.
- [3] E. Persoon and K. S. Fu, "Shape discrimination using Fourier descriptors," *IEEE Trans. Syst. Man Cybern.*, 7:170-179, 1977.
- [4] Radu Horaud and Humberto Sossa, "Polyhedral Object Recognition by Indexing," *Pattern Recognition*, 28(12):1855-1870, 1995.
- [5] Patrick J. Flynn and Anil K. Jain, "3D Object Recognition Using Invariant Feature Indexing of Interpretation Tables," *Image Understanding*, 55(2): 119-129, March 1992.
- [6] Clark F. Olson, "Probabilistic Indexing for Object Recognition," *IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 17(5):518-522, May 1995.
- [7] R. B. Fisher, "Using Surfaces and Object Models to Recognize Partially Obscured Objects," *Proc. Eighth Int'l Joint Conf. Artificial Intelligence*, Karlsruhe, West Germany, Aug. 8-12, 1983.
- [8] J. T. Schwartz and M. Sharir, "Identification of Partially Obscured Objects in Two and Three Dimensions by Matching Noisy Characteristic Curves," *Int'l J. Robotics Research*, vol. 6, no. 2, pp.29-44, summer 1987.