

# 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

## 中國山水畫 3D 動畫自動產生技術之研究(2/3) ※

計畫類別：個別型計畫    整合型計畫

計畫編號：NSC 92-2213-E-009-026

執行期間： 92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

計畫主持人： 施仁忠 教授

計畫參與人員：	蔡侑庭	國立交通大學資訊科學系
	周芸鋒	國立交通大學資訊科學系
	林韋錦	國立交通大學資訊科學系
	江玠峰	國立交通大學資訊科學系
	李彥霖	國立交通大學資訊科學系
	湯茜如	國立交通大學資訊科學系

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)：精簡報告    完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告一份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告一份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
- 國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立交通大學 資訊科學系

中 華 民 國            93 年        5 月        31 日

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

## 中國山水畫 3D 動畫自動產生技術之研究(2/3)

計畫編號：NSC 92-2213-E-009-026

執行期限：92 年 8 月 1 日至 93 年 7 月 31 日

主持人：施仁忠	教授	國立交通大學資訊科學系
計畫參與人員：蔡侑庭		國立交通大學資訊科學系
	周芸鋒	國立交通大學資訊科學系
	林韋錦	國立交通大學資訊科學系
	江玠峰	國立交通大學資訊科學系
	李彥霖	國立交通大學資訊科學系
	湯茜如	國立交通大學資訊科學系

### 一、中英文摘要

在中國水墨畫中，除了山石與樹木之外，河流、瀑布與雲霧等其他物體也是非常重要，其與峯巒山石聯綴而成優美的律動，構成生動活潑、蘊含無窮之山水畫境。在本年度計劃中，完成一個可以從任意視點觀賞中國山水畫的方法。經由對中國山水畫構圖的分析，定義山水的立體基本模型以及雲霧的基本形狀。使用者先輸入參考山水畫作，再指定山水外觀參數，系統便能自動建立和參考畫作相同場景的立體模型。使用者可以在場景中自由地遊走。在決定好觀看場景的位置後，由電腦輸出不同於原來參考畫作觀看角度的中國山水畫。如此，使用者只需輸入單張的山水畫，就能從各個不同的角度來觀賞原畫作所要呈現的三維山水景物。

關鍵詞：電腦繪圖、非相片質感處理技術、中國山水畫、白描法、皴法

Chinese artists capture the spirit and true beauty of the landscape to paint a

Chinese landscape painting. But while a single Chinese landscape painting gives us an amazing amount of information about the scene's structure and appearance, it is a static frozen picture. What we have lost is the ability to look in different directions and to move about in the scene. This project provides a method to view a Chinese landscape painting from an arbitrary viewpoint. Analyzing the composition of Chinese landscape painting and then define 3D basic primitives of mountain, cloud and water. First, the user inputs a reference picture. Then according to the feature parameters of 3D basic primitives specified by the user, the system automatically generates a 3D scene model which is the same as the scene of reference picture. The user can move to anywhere in the scene. After the user determines the viewing position, the system outputs a picture whose viewpoint is different from the original picture.

Keywords : computer graphics, NPR (non-photorealistic rendering), landscape painting, texture stroke

## 二、計畫緣由與目的

近年來由於電腦繪圖與影像視訊處理技術的成熟，如何將虛擬的視覺資訊處理的如真實世界(Photorealistic)一般已不是問題。在此同時科學家除了追求真實感之外，另一門非真實感處理技術(NPR, Non Photorealistic Render)也逐漸被人所重視，何謂非真實感處理技術？其實就是藝術化視覺資訊處理技術，如同畫家繪畫的技術一般，研究讓電腦自動產生之藝術繪畫的技術。

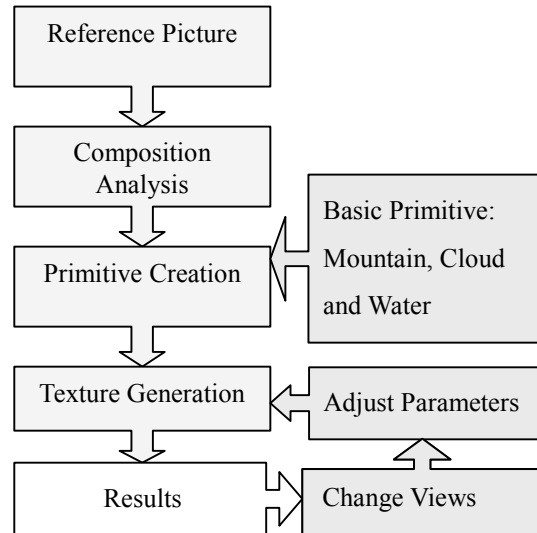
掌握山水畫技術，研究水、雲霧等其他建構技術，同時整合山、樹、水與雲霧等，自動產生單張山水畫作品。讓中國畫在電腦藝術化視覺資訊的研究佔有一席之地，同步提高中國畫與電腦藝術化視覺資訊學術研究。

每年 ACM SIGGRAPH 國際研討會討論此領域技術之論文也逐年以驚人的速度激增，顯示此領域技術逐漸受人重視。提供國內軟體廠商，發展各式各樣的電腦藝術化視覺資訊之相關核心技術，使我國應用軟體具有固有文化特色達到國際水準，並可大幅提昇我國軟體產業的產值。

## 三、結果與討論

本計畫主要完成事項如下：(1) 水紋皴法技術：研究建立水面擾動函數，再依其擾動(Perturbation)函數所產生的線條以濃墨線條復加，積於淡墨之其上，使有水波躍動之美。同時研究控制時間因素，以控制墨的「水分」。讓其自然滲化、溶接，產生不同的水、雲霧等墨色效果。(2) 雲霧成像技術：將水墨擦染濃淡處理技術結合 cloud shading algorithm、semi-transparent 與 fogging effect 等技術，可產生濃淡乾濕的變化，足以表現雲霧氣象的質感、立體感、動態與韻味。(3) 整合山、樹、水與雲霧等：將輸入山、樹、水與雲霧等的 Polygonal Model，依上述各項已完成之技術分別 rendering，再參考山水畫作指定參數，運用 Multi Layer 的觀

念，系統便能自動產生單張山水畫作品。(4) 多視點山水畫構圖：多視點投影技術是傳統電腦圖學單點投影技術的一大挑戰，使用 multiple view projection 及 image warping 接合技術達成北宋郭熙的三遠法。



圖一：系統流程圖

圖一說明單張山水畫自動產生技術流程。將輸入山、樹、水與雲霧等的 Polygonal Model，運用 Multi-Layer 的觀念，主要是將山水畫中前後關係，不同大小，甚至是不同方向的紋理細節，一一分析、抓取出來。根據不同的需求，我們會有不同的 Layer 產生。大特徵主要是決定山水畫主要輪廓與布局，小細節會影響山水畫的立體感以及山石樹木走向的表現。接著再參考山水畫作指定參數，系統便能自動產生單張山水畫作品。(如圖二)



圖二：電腦產生之單張山水畫作品

#### 四、計畫成果自評

從上述技術分析可以依不同之視點來模擬單張山水畫。再配合各種不同的山石、水、雲霧的模型，我們可以獲得各種不同角度同時具有構圖分析之水墨風格山水畫，如圖三單張山水畫與圖四用不同角度及位置模擬的成果。



(a) An ink painting by Liu Yung



(b) The ink painting of (a)

圖三 The synthesis of a landscape painting.

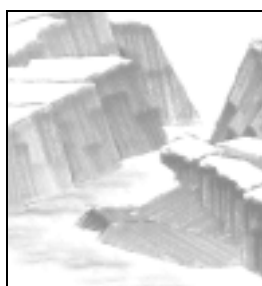
河川是山水畫的重要部分。河川不論是曲折方式、流速緩急，均是一種生命的表現。可用描線直接畫出最徐緩的河流，因為水量少的河流有木小不同的石露出水面，必須使用合適的渲染。研究建立水面擾動函數，再依其擾動函數所產生的線條以濃墨線條復加，積於淡墨之其上，使有水波躍動之美。同時研究控制時間因素，以控制墨的「水分」。讓其自然滲化、溶接，產生不同的水、雲霧等墨色效果。如圖五之瀑布以及河水的成果。



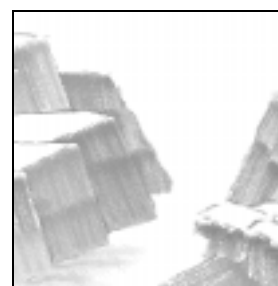
(a)



(b)



(c)

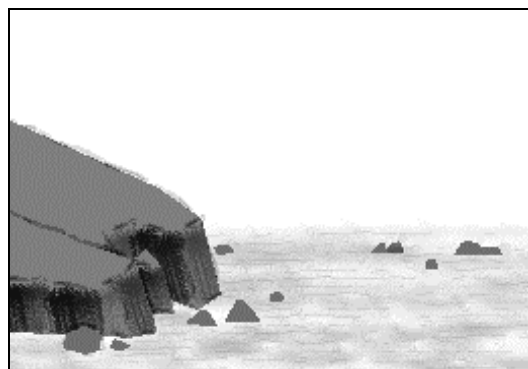


(d)

圖四 The synthesis of Figure 3 in various positions.



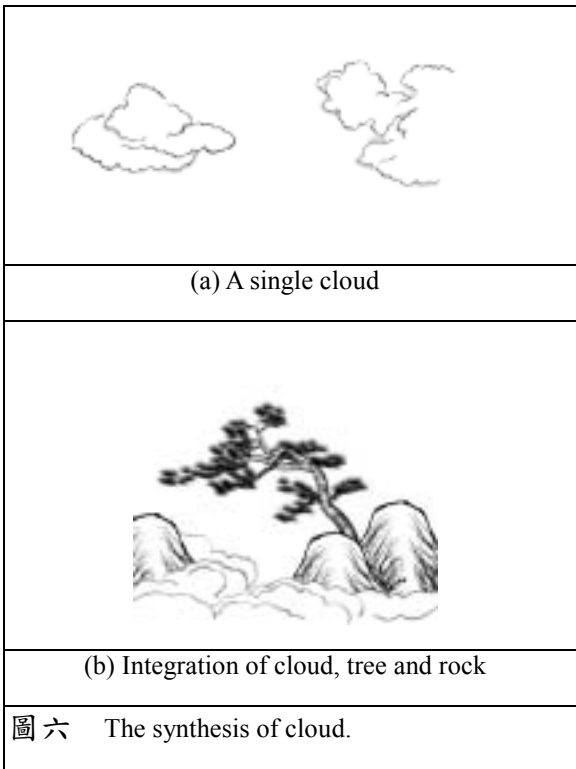
(a) A ink painting of waterfall



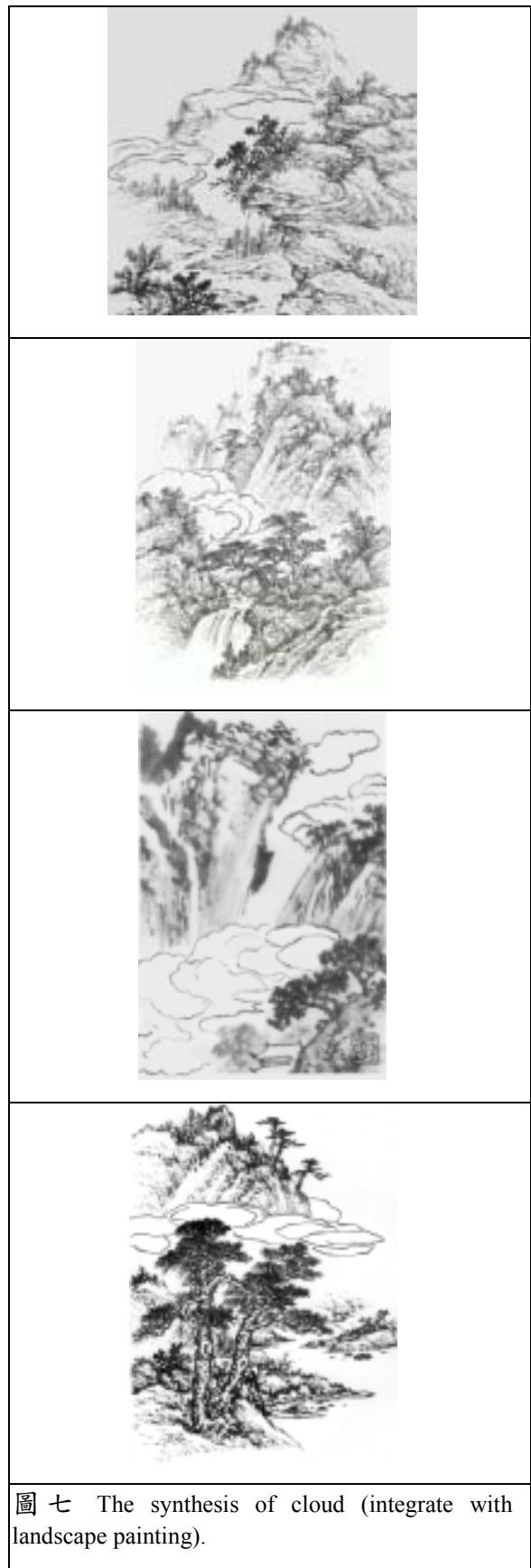
(b) A ink painting of water and rock

圖五 The synthesis of water.

假如在一幅山水畫中加上雲霧，可增加畫面的生氣。將水墨擦染濃淡處理技術結合 cloud shading algorithm、semi-transparent 與 fogging effect 等技術，可產生濃淡乾濕的變化，足以表現雲霧氣象的質感、立體感、動態與韻味。如圖六之雲霧的成果與圖七之整合山水畫的成果。



視點的移動就如同電腦繪圖中移動 camera 的觀念相同，但是傳統的電腦繪圖只採單點透視法，將景物成像於 2D 的 projection plane。研究多視點投影技術是傳統電腦圖學單點投影技術的一大挑戰，必須研究開發 multiple view projection 的技術，同時在邊緣的部份以 image warping 接合技術處理。換言之，計算投影角度的變化，逐漸調整視角差異值，讓兩個視點間的變化，採漸進式以達成北宋郭熙的三遠法。



除此之外，將輸入山、樹、水與雲霧等的 Polygonal Model，運用

Multi-Layer 的觀念，再參考山水畫作指定參數，系統便能自動產生單張山水畫作品。Multi-Layer 的觀念，主要是將山水畫中前後關係，不同大小，甚至是不同方向的紋理細節，一一分析、抓取出來。根據不同的需求，我們會有不同的 Layer 產生。大特徵主要是決定山水畫主要輪廓與布局，小細節會影響山水畫的立體感以及山石樹木走向的表現。除了特徵明顯度之外，對於各種狀況可能有各種需求，而產生出不同的 Layer。透過 Multi-Layer 的觀念，我們可以將我們產生出的畫作做出更多更有趣的變化。

最後，整個系統綜合先前所研發的核心技術，山水畫特徵處理，以及水墨技法表現，構成我們最後的水墨山水畫作。整套系統的技術面，可以說是重點顯而易見，各個舉足輕重。這些充滿挑戰的技術，的確值得我們深入開發，仔細研究。

本計畫之主要具體成果如下：電腦更具中國藝術化，讓中國畫在電腦藝術化視覺資訊的研究佔有一席之地。先期掌握中國山水畫皴法技術，奠定基礎，未來進一步研究中國繪畫電腦自動產生之相關核心技術。同步提高中國畫與電腦藝術化視覺資訊學術研究。

在中國水墨畫中，除了平面單張山水畫作品之外，還必須結合科技研發與藝術的應用產生連續多畫面的 3D 山水動畫，未來配合第三年開發 3D 山水動畫自動產生技術，將可完成本計劃最終的目的，也是最具挑戰性的部份。

## 五、參考文獻

- [1] G. J. Agin, "Representation and Description of Curved Objects," Memo AIM-173, Stanford Artificial Intelligence Report. October 1972.
- [2] M. Aono and T. L. Kunii, "Botanical tree image generation," IEEE Computer Graphics and Applications, 1984, 4, 10-34.
- [3] Gershon Elber. "Interactive Line Art Rendering of Freeform Surfaces". *EUROGRAPHICS '99*, Vol. 18, No. 3.
- [4] Ahna Girshick, Victoria Interrante, et al. "Line Direction Matters: An Argument For The Use Of Principal Directions In 3D Line Drawings". *Proceedings of the first international symposium on NPAR*, 2000, pages 43-52.
- [5] Aaron Hertzmann and Denis Zorin. "Illustrating smooth surfaces". *Proceedings of the conference on Computer graphics*, 2000, pages 517-526.
- [6] Aaron Hertzmann. "Introduction to 3D Non-Photorealistic Rendering: Silhouettes and Outlines". *SIGGRAPH '99*, Course 17, Chapter 7.
- [7] Lee Markosian, Michael A. Kowalski, et al. "Real-Time Nonphotorealistic Rendering". *Proceedings of the 24th annual conference on Computer graphics & interactive techniques*, 1997, pages 415-420.
- [8] A. Lindenmayer, "Mathematical models for cellular interaction in development, Parts and ,," *Journal of Theoretical Biology*, 18:280-315, 1968.
- [9] Yung Liu. "Ten Thousand Mountains". Published in the United States in 1984 by Shui-Yun-Chai Studio, pages 56-73 East Hampton Boulevard, Bayside, New York 11364.
- [10] J. D. Northrup and Lee Markosian. "Artistic Silhouettes: A Hybrid Approach". *Proceedings of the first international symposium on NPAR*, 2000, pages 31-37.
- [11] P. Prusinkiewicz, M. James, and R. Měch, "Synthetic Topiary," *ACM Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH '94)*, pp .351-358,1994.
- [12] P. Prusinkiewicz, L. Mündermann, R. Karwowski, and B Lane, "The use of positional information in the modeling of

- plants,” ACM Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH '01).
- [13] A. R. Smith, “Plants, Fractal and Formal Languages,” Computer Graphics, 1984, 18(3), 1-10.
- [14] Greg Turk. “Re-Tiling Polygonal Surfaces”. *Computer Graphics*, 26, 2, July 1992, pages 55–64.
- [15] Der-Lor Way, Zen-Chung Shih, “The Synthesis of Rock Textures in Chinese Landscape Painting”. *COMPUTER GRAPHICS Forum Volume 20, Number 3*, pp. C123-C131, 2001.
- [16] Der-Lor Way, Yu-Ru Lin, Zen-Chung Shih, “The synthesis of trees in Chinese landscape painting using silhouette and texture strokes”, Proceeding of IWAIT2002, pp. 1-5.
- [17] Jintae Lee, “Simulating Oriental Black-Ink Painting,” IEEE Computer Graphics and Applications, May/June 1999.