

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(3/3)

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC93-2213-E-009-002-

執行期間：93年08月01日至94年07月31日

執行單位：國立交通大學資訊科學學系(所)

計畫主持人：施仁忠

計畫參與人員：蔡侑庭、周芸峰、祝琪、陳志豪、何怡緯、賴映華

報告類型：完整報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中 華 民 國 94 年 10 月 30 日

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 成果報告
 期中進度報告

中國山水畫 3D 動畫自動產生技術之研究 (3/3)

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 93-2213-E-009-002

執行期間：93 年 8 月 1 日至 94 年 7 月 31 日

計畫主持人：施仁忠 教授

共同主持人：

計畫參與人員：蔡侑庭、周芸峰、祝 琪、陳志豪、何怡緯、賴映華

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

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：國立交通大學

中 華 民 國 94 年 7 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 (3/3)

計畫編號：NSC 93-2213-E-009-002

執行期限：93 年 8 月 1 日至 94 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
周芸峰 國立交通大學資訊科學系
祝 琪 國立交通大學資訊科學系
陳志豪 國立交通大學資訊科學系
何怡緯 國立交通大學資訊科學系
賴映華 國立交通大學資訊科學系

中英文摘要

山水畫為中國文化藝術中相當重要的一個環節，畫家使用各種筆法來描繪自然環境景物。山水畫中常會出現高聳的山嶽以及綿延的地形，因此岩石的特性模擬相當重要。本計劃研究之重點，便是針對三維的地形模型，全自動產生中國山水畫的效果，並且能夠互動式地在地形場景中瀏覽。在本篇研究報告中，系統全自動地模擬出水墨畫的效果，並且能夠任意的切換視野。我們使用走勢線來模擬三維地形的起伏皺折；使用輪廓線來描繪地形的外觀；此外更整合筆刷模組並加以改善，使結果更貼近水墨畫意境。另外，我們也解決了畫面一致性的問題，讓瀏覽地形的過程中能夠平滑且柔順的切換視角。此研究可應用於電腦遊戲或虛擬實境之中。

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

Landscape is essential in Chinese painting. Painters use various kinds of brush styles to depict natural scenery. Terrain is the major object in Chinese landscape painting. Some mountains rise high and erect, and some are gradual and continuous. So the simulation of wrinkles on the rocks becomes very important. The major contribution of this thesis is to generate the Chinese ink painting style results automatically from 3D terrain model. Then, we can navigate around the scene and show images viewed from different positions at interactive rates. In this thesis, we use streamlines to express wrinkles on surfaces. Besides, we use silhouettes to describe the outward appearance of a terrain. Furthermore, we integrate the Chinese brush stroke model into our system and have some modifications to achieve Chinese painting styles. In addition, we resolve the frame coherence problem to have a smoothly view while navigating. This research can apply to computer games or virtual environment systems.

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

目 錄

一. 前言.....	1
二. 研究目的.....	2
三. 文獻探討.....	2
四. 研究方法.....	3
五. 結果與討論（含結論與建議）.....	6
六. 計畫成果自評.....	8
七. 參考文獻.....	9
八. 可供推廣之研發成果資料表.....	10

一、前言

電腦圖學自三十多年以來，大家都志一同的致力於研究如何讓這些電腦經過萬千計算過的圖「栩栩如生」，追求逼真一直是不變的目標。所以圖學界各學家不斷研究方法，以更接近真實與具物理特性的運作環境。而追求逼真的目標之餘，有些效果卻是連真實世界都無法呈現的。此即是電腦圖學的一分支領域所專注之處，有別於前者，此領域名稱取為 NPR(Non-Photorealistic Rendering)。NPR 的目標其中包括了模擬人類各種繪畫風格。人類文明人自有繪畫以來，手繪技術未因照相機的出現而沒落。其特點之一就是，畫作強烈的顯示創作者想表達的主觀意念，讓觀賞者看了之後能一目瞭然畫家想表達甚麼，而這有時連言語也無法傳達的。由前例就可知道 NPR 有 PR(Photorealistic Rendering)所不能取代的優點，近幾年已有越來越多人投入此領域研究。

NPR 的領域與傳統圖學領域有著很大的不同，在傳統的圖學領域中，雖然也有著許許多多不同的分類，但是大致上可以說是殊途同歸的，大家的目標一致在於「如何快速的製造出寫實的虛境」，大多脫不出「寫實」的標準，這樣的目標也很容易評斷好壞，因有著實景實物可以供作參考，好壞自然是顯而易見；而在 NPR 的研究中，單單是研究目標結果的種類就五花八門，標準也難以制訂，因為自古到今，「美」的定義就牽扯到哲學的範疇。怎樣的油畫才是一幅好畫？怎樣的水彩才算是飄逸？怎樣的國畫才有意境？許多見仁見智的標準，就已經是 NPR 本質上的困難之所在。

在 NPR 的分類上，我們首先當然可以從其所欲模仿的目標，或者說是其應用目的來加以分類。茲以簡單說明如下：

對傳統藝術媒材的繪畫風格，比如

水彩、油畫、素描墨繪等等，加以分析，試著模擬其筆觸。這一類可以說是 NPR 的最大宗研究目標，歷史最悠久，研究工作也最多最廣，也是本研究所欲達到的目標之所在。

- 1.學習傳統插畫般的非圖學常用透視法。
- 2.找出 3D 物件輪廓線並加以應用加強資訊的方法。
- 3.及時互動運用的非寫實著色技巧。
- 4.非傳統的半色調網版印刷技巧。

另外，我們還可以從「使用者所需要介入的程度」來看 NPR 的研究，從全自動的 Rendering Machine，到完全需要 User 全權控制的 Painting Tools 都涵蓋在 NPR 的研究範圍內，到底需要多少人工的介入，也是大家所要探討的課題之一，人工介入的多，讓成品比較有人性的感情，讓工具感覺比較多彈性、擴充性，但是又不能在需要大量 rendering 時，例如製作動畫時，讓人感到枯燥重複的煩悶工作，是需要找到一個平衡點。

再從 Input Source 來看 NPR 的研究，大多不出以下三種類型的 input，也有包含混合其中幾種的：

1. 3D scenes (described in terms of geometry, color, lighting, etc.) for rendering
2. Images for processing
3. Brushstrokes from a user (like the input to a paint system)

最後，我們若是從技術面來對 NPR 的研究作分類，則大略可以將之分成兩個大類：以精確的 Brush Model 來模擬筆觸效果和以 2D 的 Image Filter 來模擬各種繪畫效果。

二、研究目的

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，研究整合所有核心技術，使用者可以在場景中自由地走動，在決定好觀看 3D 場景的視角動線後，再參考山水畫作指定參數，自動產生連續多畫面的 3D 山水動畫。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、文獻探討

在第一種類的研究 [1,2,4,6,10,12] 中，大多都是提出各種精確的 3D 繪圖用具之 model：brush, canvas, ink 等等，藉以精準的計算出顏料經由筆刷的運作是如何在畫布上擴散暈開等等效果；這一類研究的作法往往需要大量而複雜的精準計算，也就導致其耗時的弊病，而且往往需要使用者密切的參與各種參數的調整：像是位置、形狀、顏色、方向、大小等等參數的調整。

Strassmann 早在 1986 年所提出的

hairy brushes model [10] 提供了所有做筆刷精確模擬的研究者一個基礎。他的研究提出了筆刷物質的各種物理性質，並且對於筆毛在畫圖時的效果做了相當不錯的模擬。他使用了一個一維的「筆跡」，在紙上沿著 spline 曲線掃畫過形成一個筆畫。曲線是由一連串的 control points 所定義，每一個 control point 都有二維的座標以及一個對應的筆觸壓力值。每一個筆畫都有特定沿著 spline 曲線的墨水含量。一個包含各種沾墨量以及紙張特性的 library 可以產生各種各式的筆觸風格。

Horace 與 Helena 所研究的 calligraphic character synthesis [4] 模擬了筆觸創作的物理過程。他們的研究主要是在模擬書法的寫作，包括毛筆的 physical geometry、動態運筆、沾墨量等。書法所考慮的幾個重要技法，像是收筆、轉角筆法等等都很成功的模擬出來，使得結果與真人的書法相去不遠。

Jintae [6] 則是使用 3D brush 來模擬東方的水墨畫，他提出了所謂「軟筆」的概念，他的 brush model 可以模擬每一根筆毛根據使用者施力的大小方向，所產生的動態形狀變化量，他的演算法計算每一根筆毛因為筆刷在紙上運作而產生的 3D 彈性形變資訊，來繪出每一個筆畫，而不是藉由編輯一連串的曲線 control points 以產生每一筆畫。

Zhang [12] 所研究的則是以簡單的 cellular automaton model 模擬筆刷、紙張等，藉由計算墨、水在筆刷接觸紙張以後，從筆毛流動到紙張，因為毛細現象與凝滯力的拉扯所形成的擴散情形。而模擬的過程以現有的 3D 生長樹 model 來作為畫圖的主題與筆畫順序。

第二種類的研究工作

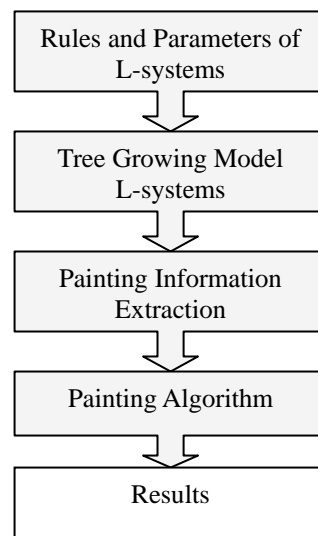
[3,7,8,9,11]，大多是以一張現有的 2D 影像，利用各種使用者定義的 patterns 或 texture maps，將原始的 image 轉換成各種不同風格的 NPR 圖，這種方式產生的圖畫，通常比起真正的手繪圖畫來得死板，多少會有一點機械式的味道在；但是這樣子的作法就比較不耗時，容易達到 real time 的效率。

四、研究方法

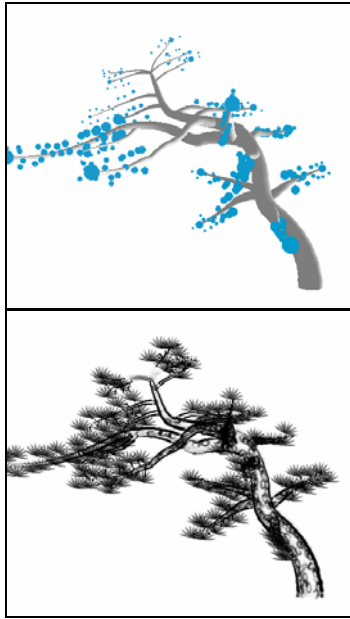
本計劃進行「中國山水畫 3D 動畫自動產生技術」研究，掌握山水國畫技術，研究中國繪畫電腦 3D 動畫自動產生之相關核心技術，主要相關技術如下：(1) 虛擬毛筆建構技術、(2) 山石建構技術、(3) 樹木建構技術、(4) 水、雲霧等其他建構技術、(5) 單張山水畫自動產生技術、(6) 3D 山水動畫自動產生技術。其中相關核心技術在前兩年的國科會計劃已陸續開發完成，如虛擬毛筆建構技術的線條控制函數與水墨插染濃淡處理技術；以及山石建構技術的山石特徵處理、山石的皴法與山石的白描法。基於現有技術之下，為繼承傳統繪畫藝術與突破科技技術，讓電腦更具中國藝術化，朝向「中國山水畫 3D 動畫自動產生技術」邁進。

第一年計畫主要完成事項如下：(1) 樹木特徵處理：樹木的特徵資訊包含 Orientation、Distribution、View-dependency、Painting-view preservation 以及建立各種 reference map 如 Depth map、Normal map、Curvature map、Object ID map 等。(2) 樹木的白描法：將輸入樹木的 Polygonal Model，經由 Silhouette 的演算方法，找出物體的輪廓邊緣。再將輪廓邊緣的線條計算其相鄰的深度值，求其 normal 代表移動路徑的壓力參數，最後沿移動

路徑畫出各種不同的毛筆線條。(3) 樹木的皴法：「皴」是依樹木的紋理以各種線條（或點）畫出樹木的質感或立體感，以 procedural texture 初步自動產生皴法的各種紋理，再計算其分部機率，將樹皮的皴法貼上樹木。(4) 樹木型態之模擬：完成以 L-systems 來模擬樹木型態之生成，讓國畫中之不同姿態的樹木可以自由的產生出來，然後再藉由毛筆模組描繪出樹木的輪廓與樹皮紋理，及樹葉，產生出中國山水畫中之樹木。



圖一：樹木建構流程圖

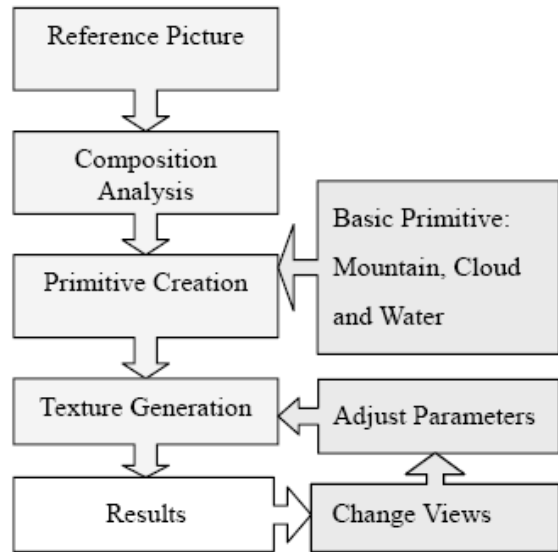


圖二：模擬建構樹木與水墨皴法

圖一說明樹木建構流程。首先，樹木型態之不同表現，賦予國畫不同之情感。研究 L-systems 技術，以不同之樹木生成因素來模擬樹木型態之生成，讓國畫中之不同姿態的樹木可以自由的產生出來，然後再藉由毛筆模組描繪出樹木的輪廓與樹皮紋理，及樹葉，產生出中國山水畫中之樹木。(如圖二)

第二年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 imagewarping 接合技術達成北宋郭熙的三遠法。



圖三：系統流程圖



圖四：電腦產生之單張山水畫作品

圖三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。(如圖四)

在前兩年完成上述所有核心技術之後，第三年開發之技術，可輸入任何山水畫的 polygonal model，其中包含山、樹、水與雲霧等物件，系統便能自動產生單張山水畫作品。本年度計劃內容即整合所有核心技術，使用者可以在場景中自由地走動，在決定好觀看 3D 場景的視角動線後，再參考山水畫作指定參數，自動產生連續多畫面的 3D 山水動畫，主要解決畫面與畫面之間的同步處理技術(frame coherent)，才能達到動畫播放時平順的效果。

第三年計劃的主要目標是自動地產生在中國山水畫中的皴法，完成 3D 山水動畫自動產生技術。首先，3D 畫出地形模型的輪廓邊緣；然後，建立地形表面的資訊譬如陰影或山形取向所引起紋理。最後，風格化的筆觸被應用於中國水墨繪畫。除不同繪畫風格以外，我們能自由選擇從不同的位置來觀看，並遊走於場景中。此外，我們也解決畫面同步一致性的問題。主要成像的執行步驟如下：

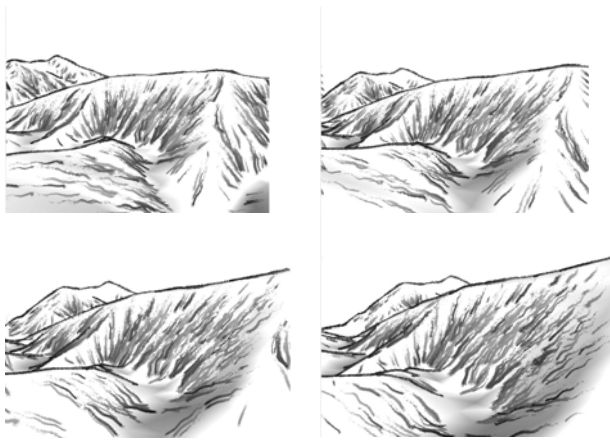
- (1) 3D 資訊提取：我們使用 OpenGL 成像 3D 地形模型如點、邊、面和光源等。luminance map 被指定作為墨水濃

淡的參考值。ID map 被使用在隱藏線的移除。

- (2) 濾網簡單化：為了加快處理計算的時間，我們減少地形模型總面個數。
- (3) Feature lines extraction: 這部分包括特殊線條和輪廓邊緣偵查。在預先處理步驟先計算流線是方向在表面。同時輪廓邊緣偵查是解決畫面同步一致性的問題。
- (4) Hidden lines removal: 我們使用一種快速和高效率的算法查出可看見的特點段。然後我們合併這些段入光滑和長的路徑為下一步的處理。
- (5) Projection: 所有可看見的特點線被投射於 2d 平面，這些同控制點將用於筆刷的畫線的路徑。
- (6) Brush strokes: 一個基於物理現象的筆刷模型[37]被使用模擬國畫中的筆觸。luminance map 被指定作為墨水濃淡的參考值。
- (7) Image space optimization: 我們使用一些方法進一步改進被綜合的圖像的質量，最後結果完成同一樣的山水風景畫。
- (8) Ink diffusion: 模擬墨水在宣紙的行為。

Frame Coherence

在 NPR 研究中畫面同步一致性是一個主要的問題。在二個連續的畫面之間如果筆觸和樣式是相當不同的，它將造成聯連貫性的問題。我們應用 silhouette edges and streamlines 的建立。因為 streamlines 的位置是固定的不會隨視角而改變(view-independent)。此外，我們保存筆觸參數譬如刷子的大小，刺毛的數量，墨水，水的越來越少的率，等等。當筆觸是應用的在各個畫面時，各個筆觸位於在同樣位置和有同樣筆觸參數。圖五 顯示不同視點的結果。



圖五：Frame coherence of *hemp-fiber* Ts'Un.

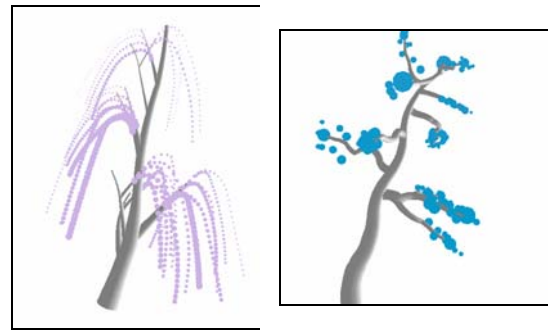
五、結果與討論

第一年的研究結果可以依不同之樹木生成因素來模擬樹木型態之生成。再描繪樹形、樹皮紋理（皴法）及樹葉的參考依據，然後產生適當的勾勒筆觸，及變化豐富的皴擦渲染效果。如此一來，我們可以獲得所需之樹木型態，然後自動的描繪出水墨畫風格之樹木，如圖六的松樹與柳樹畫法的成果。

找出樹木邊緣，再將定義好的毛筆筆刷參數，包括用墨濃淡，墨的水分多少，沿樹木邊緣路徑方向等等。我們可以事先透過不同的參數組合，完成毛筆筆刷。我們得到樹木邊緣和特徵線條向量化的資料之後，就可以為筆刷定義出起點以及終點。定義的方式當然可以自動，或是透過使用者完成。有了筆觸的起點以及終點之後，自然筆劃的方向就大致確定。同樣的原理將重複運用，直到整個樹木邊緣和特徵線條畫完成為止。

再以 procedural texture 初步自動產生皴法的各種紋理，這些事先完成的筆觸將成為我們的皴法筆觸資料庫，將來我們在產生國畫畫線條過程中，可以從資料庫中擷取適用的筆觸來應用。最後再計算其分部機率，將樹皮的皴法貼上

樹木，再從我們的資料庫中取得適當的皴法筆觸，加以適合地動態調整，而形成我們所需要的一組皴法。如圖六(b)



(a) 3D tree model



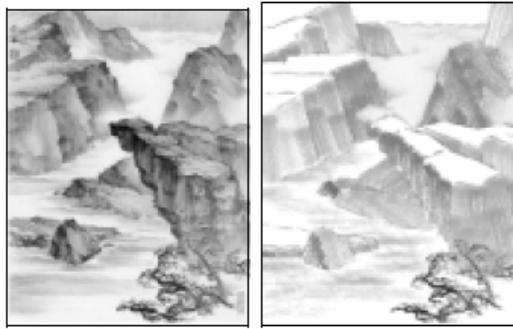
(b) Rendered result of (a)

圖六：The synthesis of a tree in different views.

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。第二年開發水、雲霧等其他建構技術，將可完成單張山水畫自動產生技術發展方向。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。

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。如圖七的成果。



(a) 原圖 (b) 模擬結果

圖七 山水畫模擬結果

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。如圖八(a)之雲霧的成果與圖八(b)之整合山水畫的成果。



(a) A single cloud



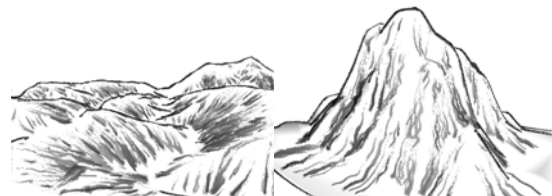
(b) Integration of cloud, tree and rock

圖八 The synthesis of cloud.

第三年計劃的主要目標是自動地產生在中國山水畫中的皴法，完成 3D 山水動畫自動產生技術。我們的系統被實施用 C 語言在個人電腦與 P4 1.8GHz CPU 和 512 RAM。

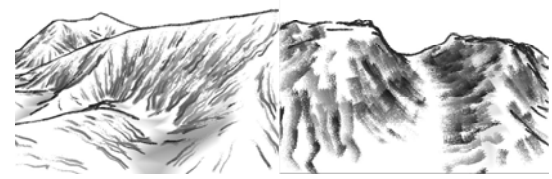
圖九(a) 和九(b) 是披麻皴的模擬繪畫結果，並且圖九(c) 和九(d) 是斧劈皴模擬繪畫的結果。表 1 是我們的方法和舊的方法比較的性能測量結果。圖像大小的是 800 x 600。第一專欄提到圖。第二個專欄是 3D 地形模型的 polygons 個數並且第三個專欄是端點的數量。第四欄表示繪畫樣式。第五個和第六個欄顯示新舊方法的計算時間比較。我們改進計算時間在大約 50 倍。

Table 1: Performance measurements. (sec / fps)					
	polygons	vertices	Styles	Old method	New method
(a)	1,196	600	披麻	7.415 / 0.13	0.126 / 7.93
(b)	5,614	2,809	披麻	11.23 / 0.09	0.192 / 5.21
(c)	3,694	1,849	斧劈	8.027 / 0.12	0.165 / 6.05
(d)	6,948	3,476	斧劈	10.08 / 0.10	0.183 / 5.46



(a)

(b)



(c)

(d)

圖九: The synthesis of a tree and a rock

六、計畫成果自評

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。在三年的研究計劃，我們提出一個交互式瀏覽系統於中國山水繪畫。一個具體 3D 地形模型自動地產生表面皺痕的 silhouettes and texture strokes。我們實施二個主要 texture strokes 為地形的表面使用傳統筆刷技術在中國山水繪畫。此外，使用者能駕駛在瀏覽不同的觀察方向。提出的技術解決的步驟：3D 資訊提取；控制線建築；投射在第 2 個圖像；申請刷子衝程和墨水擴散。這份研究的結果可能嚮電腦遊戲或虛擬現實應用被申請。

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，對於各種狀況可能會有各種需求，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。

除了交由電腦自行對輸入的資料予以向量化之外，我們也可以考慮另外一個方向，也就是透過使用者定義的方

式，對樹木的國畫技法的參數化。由於這種方法勢必增加人力的參與，相對地系統的主動性也會較為不足。但是交由人工指定的參數，卻也能製造出更自然生動的效果。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。

七、參考文獻

- [1] 王耀庭編，「山水畫法 1、2、3」，雄獅圖書公司，民國七十三年三月。
- [2] 鄭明編著，「中國山水畫技法」，藝風堂出版社，民國七十六年三月出版。
- [3] J.W. Buchanan and M.C. Sousa, "The Edge Buffer: A Data Structure for Easy Silhouette Rendering," Proc.1st Int'l Symp. Non-Photorealistic Animation and Rendering, ACM Press, pp. 39-42, 2000.
- [4] D. Card and J.L. Mitchell, "Non-Photorealistic Rendering with Pixel and Vertex Shaders," Vertex and Pixel Shaders Tips and Tricks, W. Engel, ed., Wordware, 2002.
- [5] J. Curtis Cassidy, D. Anderson Sean, E. Seims Joshua, W. Fleischer Kurt, H. Salesin David, "Computer-Generated Watercolor," Proc. of SIGGRAPH'97, pp. 421-430, 1997.
- [6] Chow Chian Chiu and Chow Leung Chen Ying, "Chinese Painting: A Comprehensive Guide," Published in 1979 by Art Book Co., Ltd.
- [7] G. Elberg, "Interactive line art rendering of freeform surfaces," Computer

- Graphics Forum, Vol. 18, No. 3, pp. 1–12, 1999.
- [8] B. Freudenberg, “Real-Time Stroke Textures,” (Technical Sketch) SIGGRAPH 2001 Conference Abstracts and Applications, p. 252, 2001.
- [9] Hertzmann, “Introduction to 3D Non-Photorealistic Rendering: Silhouettes and Outlines,” Non-Photorealistic Rendering (SIGGRAPH’99 Course Notes), S. Green, ed., ACM Press, 1999.
- [10] Hertzmann and D. Zorin, “Illustrating Smooth Surfaces.” Proc. of SIGGRAPH’00, Annual Conference Series, pp. 517–526, 2000.
- [11] Sheng-Wen Huang, Der-Lor Way, Zen-Chung Shih, “Physically-Based Model of Ink Diffusion in Chinese Ink Paintings,” Proc. of WSCG 2003.
- [12] T. Isenberg, N. Halper, and T. Strothotte, “Stylized Silhouettes at Interactive Rates: From Silhouette Edges to Silhouette Strokes,” Computer Graphics Forum (Proc. Eurographics 2002), vol.21, no. 3, pp. 249-258, 2002.
- [13] Michael A. Kowalski, Lee Markosian, J. D. Northup, Lubomir Bourdev, Ronen Barzel, Loring S. Holden, and John Hughes, “Art-Based Rendering for Fur, Grass, and Trees,” Proc. of SIGGRAPH’99, pages 433-438, August 1999.
- [14] Peter Litwinowicz, “Processing Images and Video for An Impressionist Effect,” Proc. of SIGGRAPH’97, 1997.
- [15] 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.
- [16] Lee Markosian, “Art-based Modeling and Rendering for Computer Graphics,” PhD thesis, Brown University, May 2000.
- [17] J.D. Northup and L. Markosian, “Artistic Silhouettes: A Hybrid Approach,” Proc. 1st Int’l Symp. Non-Photorealistic Animation and Rendering, J.-D. Fekete and D.H. Salesin, eds., ACM Press, pp. 31-37, 2000.
- [18] Yutaka Ohtake, Masahiro Horikawa, Alexander Belyaev, “Adaptive smoothing tangential direction fields on polygonal surfaces,” 2001 Proc. of 9th Pacific Conference, Computer Graphics and Application, pp. 189-197.
- [19] E. Praun, H. Hoppe, M. Webb, and Finkelstein, “A Real-Time Hatching,” Proc. of SIGGRAPH’01, Computer Graphics, Annual Conference Series, pp. 579-584, 2001.
- [20] M. P. Salisbury, M. T. Wong, J. F. Hughes, and D. H. Salesin, “Orientable textures for image-based pen-and-ink illustration”. Proc. of SIGGRAPH’97, pp. 401–406, 1997.
- [21] M. C. Sousa, and J. W. Buchanan, “Observational model of blenders and erasers in computer-generated pencil rendering,” Proc. of Graphics Interface’99, pp. 157–166, 1999.
- [22] M. C. Sousa, and J. W. Buchanan, “Computer-generated graphite pencil rendering of 3d polygonal models,” Computer Graphics Forum, Vol.18, No.3, pp. 195–208, 1999.
- [23] Steve Strassmann, “Hairy Brushes,” Proc. of ACM SIGGRAPH’86, pp. 225-232.
- [24] L. Victoria, “Interrante. Illustrating Surface Shape in Volume Data via Principal Direction-Driven 3D Line Integral Convolution,” Proc. of SIGGRAPH’97, pp. 109–116, August 1997.
- [25] Der-Lor Way, Zen-Chung Shih, “The Synthesis of Rock Textures in Chinese Landscape Painting,” Computer Graphics Forum, Vol.20, No.3, pp. C123-C131, 2001.
- [26] Der-Lor Way, Yu-Ru Lin, Zen-Chung Shih, “The Synthesis of Trees in Chinese Landscape Painting Using Silhouette and Texture Strokes,” Journal of WSCG, Volume 10, Number3, pp.

499-507, 2002.

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

可技術移轉

日期：94年10月28日

<p>國科會補助計畫</p>	<p>計畫名稱：中國山水畫 3D 動畫自動產生技術之研究 計畫主持人： 施 仁 忠 計畫編號：NSC 93-2213-E-009-002 學門領域：資訊學門</p>
<p>技術/創作名稱</p>	<p>中國山水畫自動產生技術</p>
<p>發明人/創作人</p>	<p>施 仁 忠</p>
<p>技術說明</p>	<p>中文：利用電腦繪圖演算法與適當的資料結構，結合相關的物理模式，自動合成水墨山水畫，包含各種的筆觸、皴法、渲染、...等等繪圖技法，結合參數控制，產生不同風格的水墨山水畫。</p> <p>英文：Using computer graphics algorithms, appropriate data structures, and related physically-based model, we can automatically synthesize the Chinese landscape ink-paintings. It includes various strokes, Ts'Un, diffusion, ...etc. Different parameter settings can produce different styles of Chinese landscape ink-paintings.</p>
<p>可利用之產業 及 可開發之產品</p>	<p>多媒體、電腦動畫、電腦遊戲。</p>
<p>技術特點</p>	<p>符合美術風格、多樣性、具彈性、便利操作。</p>
<p>推廣及運用的價值</p>	<p>可使傳統的電腦繪圖結果增加一項重要的藝術風格，提高其應用之附加價值。</p>

※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位
研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。

※ 2. 本項研發成果若尚未申請專利，請勿揭露可申請專利之主要內容。

※ 3. 本表若不敷使用，請自行影印使用。