

## 中國書法吉祥合成字之逆向設計研究

王中行\* 張庭瑞\*\* 柯俊宏\*\*\*

\*東海大學工業設計系(所) 副教授  
E-mail: cswang@mail.thu.edu.tw

\*\*南開技術學院工業工程與管理系 講師  
E-mail: t237@nkc.edu.tw

\*\*\*中央大學機械工程研究所 博士班研究生  
E-mail: 92343020@cc.ncu.edu.tw

### 摘要

中國書法字型是世界最美且最富涵義的文字，各書法名家書寫於紙上或篆刻於碑文上的書法字型，經過時間歲月的流逝，往往會遺失或損壞，令人十分惋惜，故如何有效地保存固有傳統的書法字體，應是一值得探究的主題；本研究以對如何建立中國書法及碑刻的數位化保存為方向，以結合影像辨識處理的逆向設計技術，作為中國書法之數位化工程轉換依據，而使得中華傳統書法藝術得以永遠保存，並加以發揚光大。

在書法字型逆向設計方法研究上，首先，藉由掃描器讀取中文書法字型，並以灰預測理論導入影像處理。在字型辨識方面，利用 Matlab 軟體程式語言撰寫影像辨識程式，完成中國書法字型邊緣偵測；進而將字型影像邊緣輪廓轉為點群資料，再將其匯入逆向 CAD 軟體 — Surfacr，以重建字型曲線輪廓；再轉換成 STL 格式，藉由快速原型機輸出字型實體，以達成字型之完整逆向設計與數位化的目標。在實例驗證上，本研究以中國書法中獨具特色的吉祥合成字型為案例，以毛筆書寫『招財進寶』一字，再經由掃描器將書寫於紙上之字型轉換為影像檔案，經由灰預測逆向辨識技術取得字型之影像邊緣，再將書法字型轉為點群文字檔，進行 Spline 曲線建構，最後再利用快速原型，將其以 3D 立體模型呈現，使中國書法字型能以數位化方式，並提供相關應用領域上展現出其獨特魅力與方寸之美。

**關鍵詞** 中國書法字型、逆向設計、影像辨識、灰預測模型、快速原型、數位化設計

## 一、緒論

中國書法流傳了近五千年的歷史，隨著朝代的演進，書法字型也隨之產生形變，由象形、甲骨文、銘文、篆書、隸書、楷書、宋體、明體...等演變[1]，但無論如何的變化均無損其散發出的獨特魅力，使人沈醉於其方寸之間。然而目前的设计風潮已由過去的西式風格逐漸轉為東方風及民族風，而中國的文化脈絡中包含了有形的造型因素及無形的意涵觀念，更在其設計領域中佔有一席之地，而書法更能表現出中國特有文化的精神，然而中國書法字型雖然優美，但目前市面上流通的文書處理系統，無法將中文字型完整地呈現出，使得書法字型無法完全融入於設計應用中，故如何有效的將中國書法字型再利用，書法字型的數位化應是解決之道。

中國書法字型數位化處理的過程中，一般都先將原始字型或實物，進行 2D 掃描或 3D 攝影，而取得其影像檔，再進行後續處理，但由於一般 CAD 軟體系統，僅能處理向量檔以及 ASCII 檔案格式，故要如何將影像圖檔轉成點群資料的 ASCII 格式，再轉為向量格式，匯入 CAD 軟體中，成為本研究之主要研究重點。逆向工程設計 (Reverse Engineering Design) 被視為解決書法字型數位化最有效的方法，藉由將書寫的書法字掃描、處理，轉換成點群資料，重新匯入 CAD 系統中，而完成書法字型數位化的程序。在相關研究上，以逆向設計進行的處理上，可分為書法字型辨識、字型擬合模型曲線建立、以及字型後處理應用等三方面，在相關文獻探討方面，分別說明如下：

### 1. 書法字型辨識

字型的影像辨識，或稱為逆向辨識，目的在

有效的取得書法字型的資料，在方法上，傳統的邊緣偵測技術中之導數運算子理論為主，但因導數運算子對於影像雜訊的敏感度極高，當影像受到雜訊干擾時會將雜訊放大，而使影像輪廓失真 [2]。張耀明 [3] 以灰預測理論來取代導數運算子理論，利用灰預測對於雜訊有排除性的特點來改善雜訊對影像的影響；王舜正 [4] 使用非等方向性擴散的技巧來模糊原始的書法影像，這樣將可以把字體邊緣保留住而不被模糊處理所影響，最後在做完二值化之後，利用字元寬度的資訊來去除雜訊，便可有效地辨識出書法影像是屬於碑文或字帖；陳映舟 [5] 在文字辨識方面以不同的文字特徵抽取方法及特徵距離的計算方式來提高書法影像的辨識率；Pan 等 [6] 利用傅立葉轉換 (Fourier Transformation) 來對中文字型進行辨識，且利用不同的轉換級數來使字型產生型變；Lin 等 [7] 以字型筆劃的趨勢，配合影像處理的八鄰邊理論，來找尋出字型的輪廓；Lin 等 [8] 另提出利用自動門檻值設定辨識字型並建立字型資料庫，以利用資料庫搜尋的方式來提高字型的辨識率；Romero 等 [9] 以類神經網路理論來訓練相近字型的辨識率，並以不同的搜尋方向來修正類神經參數以提高搜尋辨識率；Chuang 等 [10] 以啟發式演算法來辨識印刷版字體，利用字型的輪廓特性來訓練辨識率。

### 2. 書法字型擬合曲線建立

一般在描述字型輪廓的點群資料時，其擬合曲線均以參數式多項式方程來表示，以取代其龐大的資料量，其隨著各學者的研究重點不同，而有不同的理論發展。盧建智 [11] 在輪廓上找出曲率變化較大的點當作輪廓線的斷點，利用這些斷點將每一個輪廓線切成數個輪廓線段，再判斷每一個輪廓線段的描述形態，而決定採直線描述或

表 1 逆向工程應用技術發展之差異

規范		逆向工程傳統應用		逆向工程非傳統應用	
原始模型		硬質模型 軟質模型	硬質模型	人體	拓印碑文 書法圖畫
硬體設備 及前處理	量測載具平台	雷射掃瞄儀	3D 測量儀	醫學量測儀 (CT、MRI)	掃描機
	前處理技術	模型表面光滑處理（模型補土、表面修整..等）		不需特別之前處理	
資料格式處理	檔案格式轉換	一般以 ASCII 檔案格式為主		灰階影像檔轉換成點群資料 (影像邊緣偵測、座標資料轉換處理等)	
	資料量大小	由量測間距之大小決定		由影像特徵之大小決定	
	資料擬合型態	3D 自由曲線		2D 輪廓曲線	
3D 模型建構		由特徵曲線及邊緣曲線所建構成		由各層之輪廓曲線掃略混層 (Swept-Blend)而成	

用 Bezier 曲線來描述；Lim 等[12]先將輪廓邊緣以圓錐曲線及多項式曲線進行擬合，再配合筆劃的軌跡線進行輪廓掃略；Sarfraz 等[13]以 Bezier 曲線為基礎針對輪廓資料找尋控制點以便進行擬合，當擬合誤差至容許範圍內即停止繼續搜尋控制點；Sarfraz 等[14]另利用幾何模型找尋字型輪廓的控制點以減少輪廓之資料量，並將輪廓數位化後，將結果發布於網路上傳輸。

### 3. 書法字型的後處理

Wong 等[15]以虛擬筆刷(Virtual Brush)配合幾何模型理論，利用幾何模型找出字型書寫的軌跡線再以虛擬筆刷來描述字型，並運用在處理中文字型的隸書、楷書、草書等不同的字型上；邱煥鐘[16][17]以字型輪廓之座標資料，將中文

## 二、 字型逆向辨識

在字型逆向辨識方法上，可分為非傳統逆向工程、影像之灰預測邊緣偵測、影像與CAD座標系統間轉換、以及點群曲線的擬合等方面進行研究。

### 2.1 非傳統逆向工程

隨著技術的成熟發展，現今的逆向工程應用領域不再侷限於模型掃瞄，將逆向工程之定義擴展到廣義的處理，包括：人體器官、書法字型..等掃瞄圖檔，藉由影像處理技術取得影像輪廓線後，再以點陣型態以點群資料之處理過程，稱為非傳統逆向工程。逆向工程傳統與非傳統的技術差異，依據處理的項目可分成：(1)原始模型(2)

硬體設備及前處理(3)資料格式處理(4)3D模型建構方法等四項說明，而有所不同，可參考表1。

## 2.2 灰預測邊緣偵測

影像處理技術在非傳統逆向工程中是主要的核心技術，影像邊緣偵測的好壞直接影響到後續技術處理的進度及影像輪廓的誤差，而目前一般的影像處理是以 Sobel 運算子遮罩、Laplacian 運算子遮罩來偵測影像的邊緣；無論是何種運算子遮罩，都是以偏微分導數為基礎，而導數運算會增加雜訊的頻率，造成輪廓判斷的困難，故當影像受到雜訊干擾時，採用運算子遮罩所求得之影像邊緣較為粗糙且雜訊不易濾除[19]。

灰預測(Grey Prediction)理論運用於影像處理技術取代傳統的導數運算，主要考量是灰預測理論具有下述的優點[20]：(1)數學模型簡單，僅需簡單的基本及矩陣運算基礎，且均能將其參數以數值分析模式進行運算，方便導入於各種程式語言。(2)由於灰預測理論本身會進行數據生成的步驟，對於雜訊具有排除性，故將其導入影像處理技術後，具有抗干擾性。灰預測理論是以灰色模型(Grey Model)GM(1, 1)為基礎，對現有之數據進行預測的方法，GM(1, 1)模型是表示為一階微分方程，輸入變數為一個，是灰預測理論的基本模型，在實際應用上，則是找出數列中各元素之未來動態情況，其主要優點是不需太多的數據資料（一般以4筆資料即可建構模型進行預測）及數學基礎簡單（矩陣運算及代數運算）。本研究則以灰預測理論之特性，將其利用於影像邊緣偵測處理技術，在相關理論基礎上，以介紹灰階影像基本概念及灰預測動態邊緣偵測模型建立方式為主。

灰階影像是由像素 (Pixel) 所組成的，每個

像素即代表影像上的一點，然而每個像素均有一個介於 0~255 之間的灰階值 (Grey level)：當灰階值為 0 時，該像素則代表黑色■；當灰階值為 255 時，該像素則代表白色□；然而灰階值介於 128 時，則代表為灰色■。在灰階影像內，當像素點為邊緣點時，其像素值則不同於鄰近之像素值，一般傳統的運算子遮罩利用此特性，對像素進行偏微分運算以求得影像之輪廓邊緣，而灰預測邊緣偵測亦利用此一特性，以 GM(1, 1) 預測模型為基礎。

灰預測動態邊緣偵測主要是為了解決傳統導數運算子無法有效地去除雜訊的問題，灰預測理論本身會進行數據生成的步驟，故對於雜訊具有排除性，故將其導入非傳統逆向工程處理技術，並使其能有效地將影像資料轉換成點群資料，其流程步驟參考圖 1。

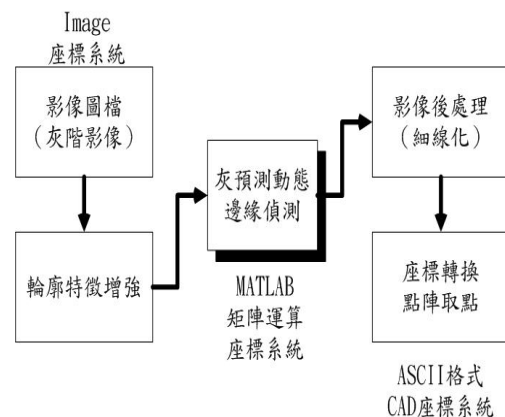


圖 1 灰預測動態邊緣偵測流程

有關灰預測動態邊緣偵測方式步驟，說明如下：

### 1. 灰階影像

由於灰預測動態邊緣偵測是以灰階影像本身

的灰階變化為模型建構序列數據，故需轉成灰階影像格式，本研究以 Matlab Toolbox 指令直接將全彩影像轉為灰階影像。

## 2. 輪廓特徵增強

一般在處理灰階影像時，將物體特徵與背景的分離視為必要的前處理動作，要如何使特徵影像能明確地與周圍的背景影像涇渭分明，所以特徵影像的增強是解決此問題的方法。由於灰預測是利用影像本身的灰階值為運算序列數據，故採用簡單的點處理法：增加或減少像素灰階值，使得影像對比增強。

## 3. 灰預測動態邊緣偵測

將上述之灰預測動態理論撰寫成 Matlab 程式，以灰階影像之像素灰階值為動態序列數據，經由程式運算即可獲得影像之輪廓邊緣，**圖 2(a)**所示，為書法字型掃描影像檔，**圖 2(b)**為灰階影像檔，**圖 2(c)**所示為利用灰預測動態邊緣偵測所取得的字型輪廓。



(a)書法字型掃描檔 (b)灰階影像檔 (c)灰預測邊緣偵測

圖 2 灰預測邊緣偵測

## 4. 影像後處理

邊緣偵測後之資料需再經過處理，以方便後續之運用，利用細線化可將影像輪廓細化且能將輪廓線修補及刪除雜訊點。

## 5. 座標轉換與點陣取點

當影像輪廓處理完畢，若是不經過格式轉換，則依舊無法將其靈活運用，故為了將影像輪廓資料，由 CNC 加工或 RP 成型等工程輸出，則需將其格式轉換成 ASCII 格式，以方便匯入 CAD 系統軟體進行處理修改。

## 2.3 灰預測動態邊緣偵測模型建構

灰預測邊緣偵測利用灰預測模型具有均勻變化的特性，當模型預測誤差大於預設之門檻值時，則表示該點之灰階變化率大，亦代表該點為影像之邊緣點。以灰階影像本身的灰階變化為模型建構序列數據，此動態模型其建構流程與一般 GM (1, 1) 模型步驟最大的差異點在於新舊序列數據之遞補與刪除，因此只需將原數列之資料加以更替，使其成為一組新序列，便可進行建模運算求出模型估計參數，以便進行預測計算，建構出動態 GM (1, 1) 模型。其動態邊緣偵測模型建構流程之步驟順序，說明如下[21]：

### 1. 建立原始序列：

設定 GM (1, 1) 模型建構所需之序列樣本數，當新數據資料輸入時，能同時刪除以前之舊數據資料，以確保動態模型之完整性。

### 2. 建立累加生成序列(Accumulated Generating Operation ; AGO)：

將序列數據轉換成單調遞增函數（累加序列值為原始序列之對應項與前項相加求得），以便於模型建構。

### 3. 建構估計參數矩陣：

估計參數矩陣是由 GM (1, 1) 原模型為基礎，將序列數值代入，以建構出運算矩陣。

### 4. 估計參數求解：

### 5. 建構灰預測響應方程式：

6. 建構累減生成序列 (Inverse Accumulated Generating Operation ; IAGO) :

將模型預測數列進行累減生成步驟，以還原序列數據並求出預測值。

7. 誤差評估：

由於預測值是由 GM (1, 1) 模型所預測出來的，難免會有誤差量產生，故需定義容許的誤差範圍。由運算前之原始序列數據與灰預測運算後之序列數據相互比較，以求得預測之誤差量。一般動態預測步驟僅到步驟 7 為止，隨即當新資料進入時重複步驟 1，以達到動態預測之目的，但若需將灰預測動態理論帶入影像之邊緣偵測處理，則需繼續進行下面兩個步驟，以能找出影像輪廓。

8. 門檻值設定：

影像門檻值的設定一般是以直方圖為依據，選擇適當的門檻值能使影像目標與背景涇渭分明，使得邊緣偵測事半功倍，而灰預測動態邊緣偵測則是以誤差量為門檻值設定。利用已知之預測誤差為影像門檻值，隨著動態序列的移動，其門檻值亦隨之變動。

9. 影像邊緣判斷：

灰階影像在進行影像輪廓判斷時，大都設定一門檻值，當像素點之灰階值大於該值時則為目標點，反之則為背景點，而當該像素點之預測誤差大於其動態門檻值時，即表示該點為影像之輪廓邊緣點。

本研究利用 Matlab 軟體矩陣運算能力，撰寫灰預測動態模型程式，因此只需將灰階影像之灰階值數據帶入程式內運算，則可獲得該影像之輪廓邊緣。

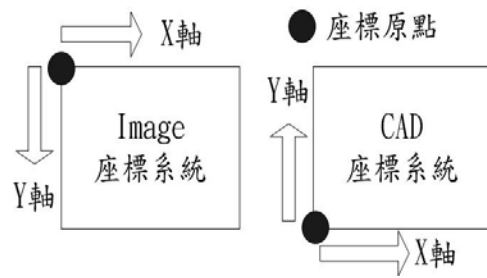


圖 3 座標系統的轉換

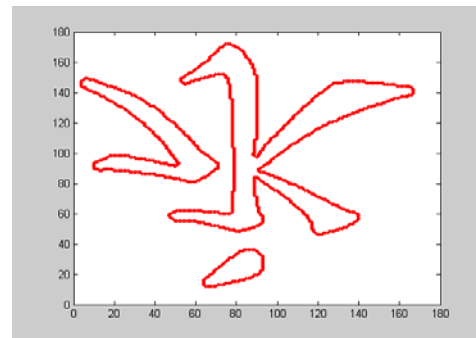


圖 4 未經過座標轉換之影像輪廓

## 2.4 座標轉換

一般 CAD 繪圖系統，座標原點位置為左下角 (X 軸朝右，Y 軸朝上)，影像像素座標原點為左上角 (X 軸朝右，Y 軸朝下)，如圖 3 所示。故在利用影像處理技術使輪廓資料轉換成點群資料的過程中，需要將座標系統進行轉換，以避免影像輪廓匯入 CAD 系統時造成圖形顛倒，如圖 4 所示，故必須進行座標轉換。

## 2.5 曲線擬合

目前市面上使用的字型，其建構曲線多以參數式自由曲線 (Free-form Curves) 中的 Bezier 曲線完成，本研究則採用 B-Spline 曲線，主要是因為 B-Spline 曲線除具有 Bezier 曲線特性外，並且比

Bezier 曲線具有區域控制的能力，在進行修改時，除了可以單獨移動控制點外，也可以輸入不同的節距值或輸入不同的加權值來改變曲線的形狀。

一般言，採用參數式建構曲線方式，其優點如下[22]：

1. 輸入點群資料之各點座標即可建構曲線。
2. 容易以矩陣數學模式運算。
3. 一組多項式即可表示曲線。
4. 容易程式化。

本研究以 3 次式 B-Spline 曲線為曲線擬合的基礎，可解決字型輪廓的擬合誤差且兼顧曲線的平滑性，以下則針對 3 次式 B-Spline 曲線進行說明：

$$R(u) = \sum_{i=0}^3 N_i^3(u) V_i \quad (1)$$

其中

$$N_0^3(u) = \frac{(1-3u+3u^2-u^3)}{6}$$

$$N_1^3(u) = \frac{(4-6u^2+3u^3)}{6}$$

$$N_2^3(u) = \frac{(1+3u+3u^2-3u^3)}{6}$$

$$N_3^3(u) = \frac{u^3}{6}$$

將 3 次式 B-Spline 曲線多項式轉換為矩陣型態

$$R(u) = UNV$$

$$= \begin{bmatrix} 1 & u & u^2 & u^3 \end{bmatrix} \frac{1}{6} \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 & 0 \\ -3 & 0 & 3 & 0 \\ 3 & -6 & 3 & 0 \\ -1 & 3 & -3 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \\ V_2 \\ V_3 \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中  $0 \leq u \leq 1$ ， $V = [V_0 \quad V_1 \quad V_2 \quad V_3]^T$ ，

上式為三次式 B-Spline 曲線表示式。

### 三、系統架構

為了將中國書法字型能完整地藉由 CAD 系統呈現，本研究以非傳統逆向工程之影像處理技術為兩者之間的溝通橋樑，而將灰階預測理論利用於灰階影像輪廓之邊緣偵測，以解決傳統梯度運算子遮罩會將影像雜訊放大使得邊緣失真的問題，最後以幾何曲線中 B-Spline 曲線重建擬合曲線字型。研究上，主要利用圖形控制軟體 Matlab，以自行發展的程式，進行灰階字型影像輪廓之邊緣偵測，再以逆向工程軟體 Surfacer 進行 B-Spline 曲線的重建，最後並以快速原型機輸出字型，其相關研究步驟流程可參考圖 5。

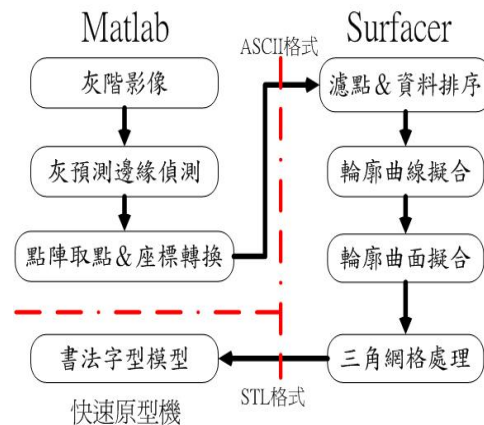


圖5 研究步驟流程

#### 1. 灰階影像取得

由於書法字型需經由掃描機將其轉換成影像圖檔方可進一步處理，而掃描圖檔大都為全彩圖檔，故需轉成灰階影像格式，而Matlab有強大

的Toolbox支援，全彩影像轉為灰階影像需利用指令（rgb2gray）即可。

## 2. 灰預測邊緣偵測

將上述灰預測動態理論撰寫成Matlab程式，以灰階影像之像素灰階值為動態序列數據，經由程式運算即可獲得影像之輪廓邊緣，且當影像受到雜訊干擾時，經由本程式處理，其影像輪廓判別仍可接受。

## 3. 點陣取點與座標轉換

影像處理技術是以影像像素座標為主，然而一般CAD軟體之座標系統則以直角座標為主，故需經由座標轉換，參考圖6為完成的影像圖形的座標轉換。影像資料格式需靠點陣型態取點方式，將其影像輪廓轉成ASCII格式。

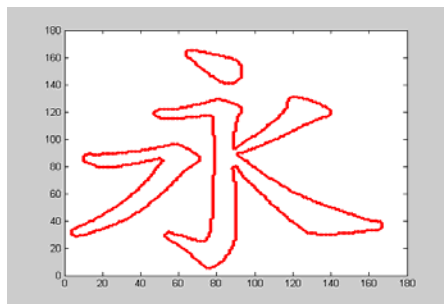


圖6 直角座標之影像輪廓

## 4. 濾點與資料排序

將ASCII格式表示的影像輪廓點群資料匯入Surfacer軟體中，如圖7所示，再進行濾點及點群座標資料重新排序，以便於後續之處理步驟，若是點群資料未經排序處理的話，將會造成資料雜訊，如圖8所示。

## 5. 輪廓曲線擬合

當點群資料經過前處理後，可根據擬合曲線模組之最佳擬合參數，將點群資料縮減擬合，參考圖9。

## 6. 輪廓曲面擬合

以擬合曲線為邊界曲線，進行曲面鋪設，完成將影像輪廓改以曲面型態表示，參考圖10。

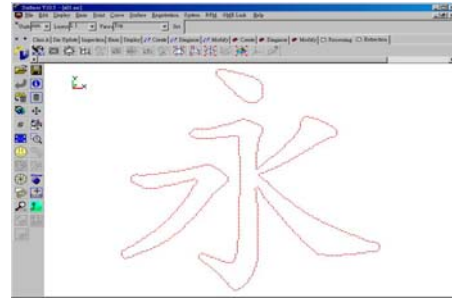


圖7 ASCII檔案匯入Surfacer

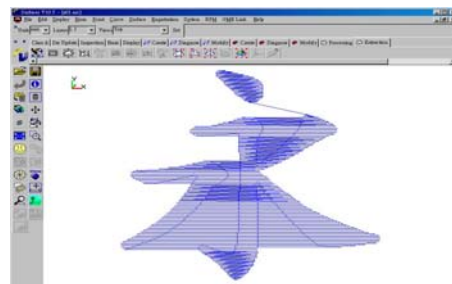


圖8 未經排序之資料擬合



圖9 永字輪廓曲線擬合





圖10 永字輪廓曲面擬合

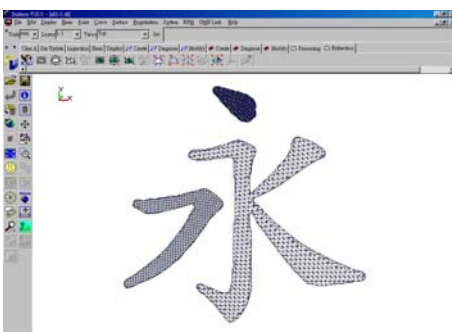


圖11 永字曲面轉成\*.STL格式



圖12 永字書法RP成型模型

產生STL格式，並匯入快速原型機台以成型製造。

在工程應用方面，本研究利用快速原型技術將其書法字型模型建構出來，而快速原型是採用堆疊加工技術不同於傳統的CNC切削加工，故只需將CAD繪製之模型轉成\*.STL格式即可進行加工成型，其RP模型成品，如圖12所示。

#### 四、實例驗證

中國書法除了字型本身的變化外（草書、隸書、楷書...等），更有合成字型的產生，合成字型大部分均具有吉祥的意味，故稱之為『吉祥合成字型』，其融合字型部首與書法特色，而在中國書法以『招財進寶』最廣為流傳，多出現於各種吉慶節日場合。然而目前中文文書處理軟體系統，並無法將合成字型加以運用，故現今吉祥合成字型大都僅出現於春聯、賀卡...等印刷品上，本研究則以非傳統逆向工程技術為基礎，採用灰預測動態邊緣偵測將其影像輪廓轉換成點群資料格式，以便於能匯入於CAD系統中，以將其應用於工程上。以『招財進寶』之合成字型為驗證實例，根據系統架構進行處理，步驟流程處理畫面，如圖13到圖19所示。當字型之STL檔建立完成時，則可將其以快速原型機輸出，而運用於各方面，圖20為文鎮、圖21則是招財進寶的印章、圖22與圖23則為結合中國結之吊飾RP模型。

#### 7. 三角網格處理

三角網格格式（STL）為快速原型機台均可接受之檔案格式，當影像輪廓以曲面表示時，則可將其轉換成STL格式，圖11說明以『永』字型為例，在完成擠伸曲面字型之實體後，即可直接



圖13 招財進寶影像檔

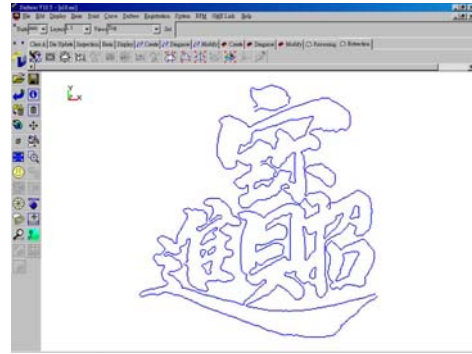


圖16 招財進寶匯入Surfacer



圖14 招財進寶灰預測邊緣偵測



圖17 招財進寶輪廓曲線擬合

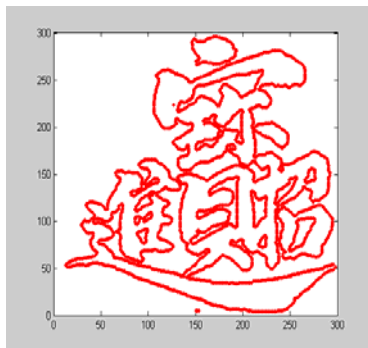


圖15 招財進寶之影像輪廓

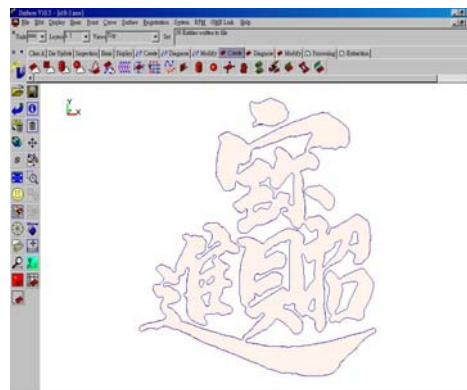


圖18 招財進寶輪廓曲面擬合

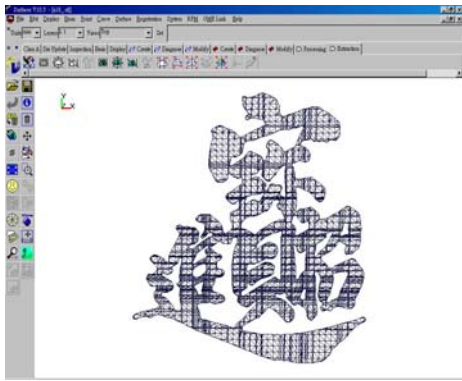


圖 19 招財進寶轉成\*.stl格式



圖 22 招財進寶中國結吊飾造型一



圖 20 招財進寶文鎮



圖 23 招財進寶中國結吊飾造型二



圖 21 招財進寶印章

## 五、結論與建議

經過本研究的步驟，已可將書法字型輪廓完整地保留，且利用快速原型技術將其轉為3D的實體模型呈現，不但解決了CAD軟體無法直接呈現書法字型的缺點，且更進一步地完成將書法字型輪廓數位化，達成方便保存及後續的運用目標。故本研究具體完成以影像處理技術為核心的非傳統逆向辨識工程，成功地將灰預測理論導入影像處理技術，以完成書法字型的邊緣偵測之目的，且能有效地在影像雜訊中判斷出正確地影像輪廓，進而方便將其轉為點群資料，達成逆向辨識的目的。

未來在文化創意數位化保存方面，可將此技術運用於其它平面工藝品，例如：水墨畫、剪紙、碑文篆刻...等傳統文化藝術品；在工程運用方面，更可利用將數位檔案以VRML格式發佈於網路上供人瀏覽，或轉成STL格式利用快速原型技術作3D的模型實體呈現，或經由CAD軟體轉為NC碼方便CNC工具機，進行模具加工使其大量化生產；達成學術界為保存中華文化在工業設計領域應用上，盡一份心力。

## 參考文獻

1. 曾啓雄、林長壽、楊剴勛，(2001)，「關於印刷體歷史性演進之研究—以現今稱呼之宋體字、仿宋體、明體為例」，*科技學刊*，Vol. 10，No. 3，pp. 219-229。
2. Gonzalez, R.C., and Woods, R.E., (2002), *Digital Image Processing*, Prentice Hall.
3. 張耀明，(1999)，*灰色理論為基礎之影像邊緣偵測*，中原大學電子工程研究所碩士論文。
4. 王舜正，(2000)，*書法影像內中文字的二值化和非等方向性擴散*，交通大學資訊工程系碩士論文。
5. 陳映舟，(2001)，*中文草書書法字帖的文字切割與辨識*，國立交通大學資訊工程系碩士論文。
6. Pan, Z., Ma, X., Zhang, M., and Shi, J., (1997), "Chinese Font Composition Method Based on Algebraic System of Geometric Shapes", *Computers & Graphics*, Vol. 21, No. 3, pp. 321-328.
7. Lin, J.R., Chen, C.F., (1996), "Stroke Extraction for Chinese Characters Using a Trend-Followed Transcribing Technique", *Pattern Recognition*, Vol. 29, No. 11, pp. 1789-1805.
8. Lin, C.F., Fang, Y.F., and Juang, Y.T., (2001), "Chinese Text Distinction and Font Identification by Recognizing Most Frequently Used Characters", *Image and Vision Computing*, Vol. 19, pp. 329-338.
9. Romero, R.D., Touretzky, D.S., and Thibadeau, R.H., (1997), "Optical Chinese Character Recognition Using Probabilistic Neural Networks", *Pattern Recognition*, Vol. 30, No. 8, pp. 1279-1292.
10. Chuang, C.T., Tseng, L.Y., (1995), "A Heuristic Algorithm for the Recognition of Printed Chinese Characters", *IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics*, Vol. 25, No. 4, pp. 710-717.
11. 盧建智，(2000)，*中文字帖書法字之描述*，國立交通大學資訊工程系碩士論文。
12. Lim, S.B., and Kim, M.S., (1995), "Oriental Character Font Design by a Structured Composition of Stroke Elements", *Computer Aided Design*, Vol. 27, No. 3, pp. 193-207.
13. Sarfraz, M., and Razzak, F.A., (2002), "An

- Algorithm for Automatic Capturing of the Font Outlines”, *Computer & Graphics*, Vol. 26, pp. 795-804.
14. Sarfraz, M., and Razzak, F.A., (2003), “A Web Based System to Capture Outlines of Arabic Fonts”, *International Journal of Information Sciences*, Vol. 150, pp. 177-193.
  15. Wong, H.T.F., and Ip, H.H.S., (2000), “Virtual Brush: a Model Based Synthesis of Chinese Calligraphy”, *Computers & Graphics*, Vol. 24, pp. 99-113.
  16. 邱煥鐘, (1994), “中文字型之數值化及變形排列”, *技術學刊*, Vol. 9, No. 2, pp. 225-234。
  17. 邱煥鐘, (1998), “中文字型資料結構之分析與數值化”, *技術學刊*, Vol. 13, No. 4, pp. 555-562。
  18. 陳宗輝, (2002), “中文字型平滑化應用於電腦輔助製造工程”, 中國機械工程學會第十九屆學術研討會, C9-022, pp. 965-972.
  19. 鄧聚龍、郭洪, (1996), *灰預測原理與應用*, 1<sup>st</sup> Ed., 全華圖書, Ch. 1。
  20. 鄧聚龍, (2000), *灰色系統理論與應用*, 1<sup>st</sup> Ed., 高立圖書, Ch. 6。
  21. 溫坤禮等, (2002), *灰預測原理與應用*, 全華圖書, Ch. 3。
  22. Choi B.K., (1991), *Surface Modeling for CAD/CAM*, Elsevier.

# Reverse Recognition and Processing for Chinese Calligraphy in Fortune Compound Characters

Chung-Shing Wang\* Teng-Ruey Chang\*\* Jiuan-Hung Ke\*\*\*

\*Associate Professor, Department of Industrial Design, Tung-Hai University

\*\*Lecturer, Department of Industrial Engineering and Management, Nan-Kai College

\*\*\*Postgraduate Student, Department of Mechanical Engineering, National Central University

## Abstract

Chinese calligraphy is thought as the most beautiful and meaningful patterns in the world. Calligraphy is an art dating back to the earliest day of Chinese history, and widely practiced throughout ancient China to these days. Owing to ages passing, many old carvings, stamping characters are gradually faded. How to reserve this old Chinese culture will be the crucial issues for today. On the other hand, the computer software for Chinese words processing can only deal with a few Chinese word styles, likes Ming, Kai, or Zhuan ...etc. There are still a lot of compound words or creating words used in different fields. This research is combined the reverse design, image processing and geometric modeling for keeping the characters of Chinese calligraphy. By this research, the gap between the Chinese calligraphy and computer technology can be compromised.

This research developed a Chinese characters reverse design and pattern recognition procedure. The written Chinese calligraphy is scanned by scanner or pictured by CCD camera. By using grey prediction for image processing, the edges of the Chinese characters can be detected. The edges for the characters then turn out to be data points which can be easily processed by any CAD software by using B-Spline curves model. An example is demonstrated by writing a Chinese compounded word “the fortune and treasure are coming” to show the process. More usefully, with this research the Chinese characters can be reserved. Finally, rapid prototyping model is presented to show various applications for this research in Chinese calligraphy pattern recognition and processing

**Keyword:** *Chinese Calligraphy, Reverse Design, Image Recognition, Rapid Prototyping, Digital Design*