

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

應用相關模型自動選擇機制於立體模型檢索之研究 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 98-2221-E-216-039-
執行期間：98年08月01日至99年10月31日
執行單位：中華大學資訊工程學系

計畫主持人：石昭玲
共同主持人：李建興、周智勳
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：張翔淵
碩士班研究生-兼任助理人員：侯堯文
碩士班研究生-兼任助理人員：洪雋彥

報告附件：出席國際會議研究心得報告及發表論文

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 100 年 01 月 20 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

應用相關模型自動選擇機制於立體模型檢索之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 98-2221-E-216-039-

執行期間：98 年 08 月 01 日至 99 年 10 月 31 日

執行機構及系所：中華大學資訊工程學系

計畫主持人：石昭玲

共同主持人：李建興、周智勳

計畫參與人員：侯堯文、張翔淵、洪雋彥

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

本計畫除繳交成果報告外，另須繳交以下出國心得報告：

赴國外出差或研習心得報告

赴大陸地區出差或研習心得報告

出席國際學術會議心得報告

國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除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

中 華 民 國 100 年 1 月 15 日

摘要

關鍵詞：GPCA，曲率投影特徵

隨著電腦技術發展的日新月異，人類越來越想在電腦上模擬出真實世界的物體，而不僅僅只是單純的相片、影像。也因為發展 3D 模型的工具和掃描技術的大幅發展，如 AutoCAD、3D Studio、Maya 等開發軟體，使 3D 模型的製做變得相當容易。而網路的快速發展也功不可沒，它加速了資料的流通與獲取的管道。以前，往往只有機械工程師、動畫師等專業人士才能接觸到大量的 3D 模型。現在只要連上網路就可以輕易獲取許多 3D 模型的相關資訊。基於這些外部及內部特徵，我們已可以粗略地描述 3D 模型，但是對於日趨複雜的 3D 模型而言，我們希望能提出更精確的方法去描述它。所以在本計劃中，我們藉由擷取 3D 模型表面的曲率，來更詳細的描述模型的外部特徵。我們第一部分是先利用 Grid-based Principal Components Analysis (GPCA)去改善傳統 PCA 的缺點，將 3D 模型擺正，避免 3D 模型旋轉時所造成的誤差，在接下來利用 3D 模型表面的曲率，以得到六張 3D 模型的曲率投影灰階圖，並且使用 MPEG-7 的 ART(Angular Radial Transformation)[1]來擷取此六張曲率投影灰階圖之特徵，以取得更精細的外部特徵。

一. 報告內容

1. 前言

近年來，3D 風潮如同旱地驚雷般地在所有領域颳起一陣旋風，諸如遊戲、動畫、網路、機械、娛樂等，大量的 3D 模型應運而生。面對現今數量龐大的 3D 模型資料庫，在搜尋上將產生相當大的問題。在過去，傳統的關鍵字搜尋方式不僅不直覺，且隨著每個人主觀的分類不同，往往不能滿足我們在 3D 模型萃取上的需求。因此，如何有效率地搜尋出使用者所期望的 3D 模型，儼然成為目前重要的研究課題。因此在本計劃中，我們希望藉由擷取 3D 模型的表面曲率來加強表示出模型中的外部資訊，所以我們在本計劃是先利用 Grid-based Principal Components Analysis (GPCA)去改善傳統 PCA 的缺點，將 3D 模型擺正，避免 3D 模型旋轉時所造成的誤差，在接下來利用 3D 模型表面的曲率，以得到六張 3D 模型的曲率投影灰階圖，並且使用 MPEG-7 的 ART(Angular Radial Transformation)[1]來擷取此六張曲率投影灰階圖之特徵，並對特徵進行比對。

2. 研究目的

基於這些外部及內部特徵，我們已可以粗略地描述 3D 模型，但是對於日趨複雜的 3D 模型而言，我們希望能提出更精確的方法去描述它。因此本計畫提出了曲率投影特徵來擷取 3D 模型的表面曲率變化，使得 3D 模型檢索系統能夠更加的完善。

3. 文獻探討

以下我們將針對國內外有關 3D 模型檢索的相關文獻做簡單的介紹。一般來說，目前現有 3D 模型檢索的方法大多藉由擷取合適的特徵來描述 3D 模型的形狀以便找出相似的 3D 模型，而有些相關文獻中，曾提出對 3D 模型擺正的方法，我們將先介紹這些方法。接下來再將常見的 3D 特徵約略地分成兩大類別，分別為二維投影特徵(2D view feature)、低階特徵(low-level feature)。

3D 模型擺正(alignment)的方法:

Chen-Tsung Kuo[2]提出了主要平面分析的方法，其目的是要改善傳統主軸分析的方法在兩個相似的 3D 模型上因為外觀的些微差異而導致主軸的偏移。因此，將主軸分析的觀念沿伸至主要平面分析，主平面的判斷是在 3D 模型中所有的點到某個平面距離之合最小，則該平面為 3D 主要平面。

Zhang 及 Chen [3] 提出一種有效率計算特徵的方法，首先將 3D 模型利用網格(mesh)切割成一小塊一小塊的，而每一小塊就稱為 voxel。每個 voxel 可標為 1 或 0，視 voxel 為落在 3D 模型的內部或外部而定，由此可計算 3D 模型的體積，再利用模型中的三角片(mesh)對 3D 模型取矩量(moments)和富立葉係數來當特徵。如此的觀念也可應用在 PCA 的正規化找尋主軸上，主要是利用對 3D 模型取矩量所得到的一個 3x3 的矩陣，計算出該矩陣的 eigenvectors，則這些 eigenvectors 即為該 3D 模型的主軸。

Papadakis[4]等人提出基於球型諧波的理论下，使用兩種不同的 3D 模型擺正方法，並將兩種結合為一。而擺正的方法分為，在點座標系統下進行 3D 模型的擺正(CPCA)以及使用該模型上三角片的單位法向量做擺正的動作(NPCA)。做完擺正的動作以後，對於每個 3D 模型的中心點，根據不同的角度可放射出與模型表面形成交集的射線。將交集與中心點之間的線段，等距離補點。再對 CPCA 與 NPCA 兩種擺正方式，利用球型諧波針對已補點完的 3D 模型，進行擷取特徵值的動作。最後，將兩種擺正方法所得到的特徵值組合起來，即為該 3D 模型的特徵值。

Chaouch[5]等人提出一個 3D 模型擺正的方法，主要的做法為，先對每個 3D 模型進行 Principal Components Analysis (PCA)的擺正，接下來針對擺正後的第一主軸，找出通過 3D 模型的中心點且與第一主軸垂直的法向量，沿著法向量的方向做等切。將切出來的區塊依序做比對，若兩個區塊之間的差異值小於門檻值，則兩個區塊視為相似的。統計出沿著法向量的方向上，區塊間連續相似的數量稱為最大相似長度(LTIC)。對於每個 3D 模型，以第一主軸當旋轉軸做旋轉，去找到一個旋轉角度使得計算出的最大相似長度(LTIC)會最大，則將該模型旋轉至該角度即完成擺正的動作。

二維投影特徵(2D view feature) 的主要觀念是藉由許多二維黑白影像(binary images)或是

灰階影像(gray-level images)來描述一個 3D 模型，二維影像可從 3D 模型的邊界輪廓上以不同的視角所取得，然後使用 2D 特徵來進行比對並找尋相似的 3D 模型。以下我們將針對幾個系統來介紹。

T. Funkhouser [6]提出之 3D 模型搜尋引擎為例，使用者可以任意畫出一個 3D 形狀(3D Sketch)去 3D 資料庫中做搜尋，或者使用者可利用前視圖、側視圖、以及俯視圖來描繪出一個 3D 形狀，並利用這三張影像來做搜尋，也可以用關鍵字進行搜尋，此類方法多半是使用剪影圖形來進行比對並將比對結果的前幾名最相近的 3D 模型回應給搜尋者。

Super and Lu [7] 利用 2D 輪廓剪影來辨識 3D 物件。其先將 3D 物件擺正在 x-y 的平面上，然後將 3D 物件旋轉 16 個角度，每次旋轉角度為 22.5° 。藉此達到環繞整個 3D 模型，因此可取得 16 張 2D 輪廓剪影。最後利用 scale-space 的方法擷取特徵。

在三維模型的調準與檢索系統 (A 3D Model Alignment and Retrieval System) [8] 中 Chen et al. [9] 介紹一種光影描述(lightfield descriptor)來搜尋 3D 模型。光影描述特徵的計算是藉由 N 個不同角度觀察所獲得的 N 個剪影，每張剪影代表一種 2D 的黑白影像，並利用 Zernike moments 和 Fourier descriptors 來描述每張黑白影像。也曾提到，以不同的角度去觀看 3D 模型，並擷取該角度的 2D 剪影圖形，然後將這些 2D 剪影使用 ART (Angular Radial Transform) 擷取 2D 形狀特徵來當作此 3D 模型的特徵向量。

我們在 94 年之國科會計專題研究計畫針對 3D 模型的檢索提出了一個六立面體的方法 [10]。此方法已投稿至 Pattern Recognition 期刊，且被接受，於 2007 年 1 月發表。六立面體這個特徵對於 3D 模型的小程度的變形是不會受其影響而產生變化的，而且適用於 3D 模型的旋轉。首先，一個 3D 模型從”前、後、左、右、上、下”六個不同的視角，產生六個不同的投影灰階平面，稱之為立面。擷取每張立面圖的灰階剪影圖，並且以灰階值的深淺代表模型在該立面圖的高度分佈資訊，其中越靠近觀察者的灰階值越高，反之則越低。接著將每一個立面利用同心圓擷取特徵。藉由每個立面上的兩兩相鄰的同心圓上，所得到高度資訊總和值的差異即為該立面的特徵。利用各個立面的特徵，就可以算出兩個 3D 模型的相似程度。

我們在 96 年所提出之國科會計專題研究計畫曾針對 3D 模型的檢索提出了將 3D 模型投影到三個主平面的方法 [11]。此方法已投稿至 IEEE ICICIC 會議，且被接受。主要的作法為，對於每個 3D 模型，在空間中找到一個平面使得模型上的所有點到平面的距離總和會最小，此平面稱為第一主平面 E_1 。根據 E_1 平面，我們可以找出跟 E_1 平面法向量垂直的平面稱為第二主平面 E_2 。同理，利用 E_1 、 E_2 這兩個平面，可以找出與這兩個平面都互相垂直的平面稱為第三主平面 E_3 。對於每個 3D 模型投影到三個主平面，可以得到三張黑白影像，再利用同心圓的方式針對三張黑白影像擷取特徵。

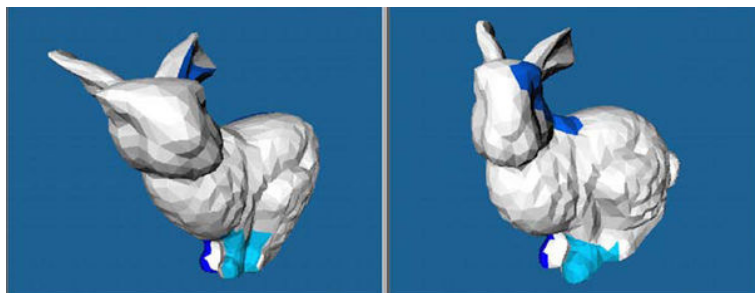
Ricard [12] 等人提出一個 3D 形狀特徵的描述方法，其主要做法為將 MPEG-7 中所提到的

2D Angular Radial Transform(2D-ART) 轉換到 3D 空間中，針對每個 3D 模型進行 3D-ART，把轉換之後所得到的係數值當作該 3D 模型的特徵值。首先將每個 3D 模型用球面座標來表示，接下來針對每個 3D 模型沿著 Z 軸方向做 Principal Components Analysis (PCA)的擺正。最後，再做 3D-ART 來擷取特徵向量。

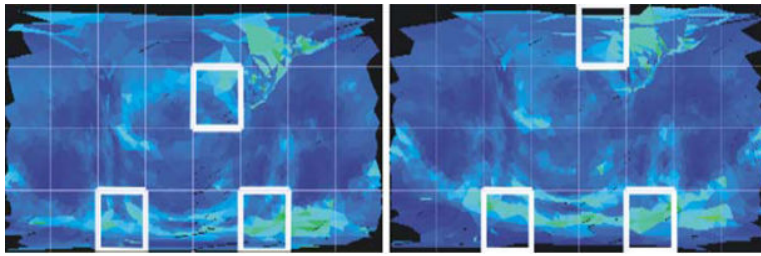
Dimitios Zarpalas[13]等人提出一個 3D 模型檢索系統。主要的做法為將一個 3D 模型切成 $128 \times 128 \times 128$ 個網格，每 8 個 $2 \times 2 \times 2$ 的網格就組合成一個巨型網格(coarser voxel)，對於每個 3D 模型，均可切出 $64 \times 64 \times 64$ 個巨型網格。在一個正二十面體中，找出通過 3D 模型的中心點且與正二十面體上的十二個頂點形成切線的平面。每個平面使用灰階影像來表示，影像中的灰階值代表單一巨型網格中所包含有效網格的數量。而對於每個正二十面體，再分成二十種不同的半徑，因此，對於每個 3D 模型，可用 $240(12 \times 20)$ 張灰階影像來表示。

Mohamed Chaouch[14]等人提出一個 3D 模型檢索系統，這套系統主要的方法是藉由 3D 模型投影到一個正十二面體的二十個頂點方向，所得到的二十張深度影像，再對這些深度影像作特徵擷取的動作。對於每張深度影像，根據影像大小($N \times N$)，分別在水平以及垂直方向上劃出 N 條深度線，即每張影像可劃出 $2 \times N$ 條深度線。對於每條深度線，使用 5 種符號分別是 o, c, /, -, \, 依序代表外部背景點、內部背景點、遞增點、水平點、遞減點，對此條線做序列編碼的動作。利用深度線來描述 3D 形狀的邊界輪廓比起其他使用 2D 形狀表示法來的更為精確。最後再將編碼完的序列，使用動態規劃演算法計算出兩個序列的相似度。

Assfalg[15-17]等人提出利用曲率投影進行 3D 模型檢索的方法，主要的做法為先對每個 3D 模型上的三角片做平滑處理。對於 3D 模型(如圖一)表面上的每個點，根據該點周圍的三角片計算出該點的平均法向量，再利用每個點的法向量即可求出該模型表面上的曲率。最後，再將 3D 模型做變形處理以及曲率投影的動作。曲率投影所得到的影像是由相同大小的區塊所構成的一張棋盤式影像如圖二所示，利用直方圖即可統計出整張影像的曲率分布資訊。



圖一 兩個相似的 3D 模型[16]。



圖二 由圖十六曲率投影所得到的影像以及三個最相近的區塊[15]。

在 3D 檢索系統中，低階特徵符號通常被擷取出來描述 3D 模型的幾何特性[3, 18]，空間特性[19-24]，以及形狀分佈[1, 25-30]。以下我們將一一分別介紹。

Paquet 等人[32]利用矩量(moment)來描述 3D 物件的對稱性，藉由 cord-based descriptors 來表達 3D 模型的細節資訊，並透過小波轉換(wavelet transform descriptors)來描述 3D 模型的密度分佈。

Vranic 等人[20] 提出利用球型諧波來計算 3D 模型的特徵向量，但此方法必須先將 3D 模型做 PCA 正規化才不會受旋轉的影響。因此 Funkhouser 等人[19, 21] 即提出了即使不需將模型先做正規化也依然可以利用球型諧波公式求出特徵向量。其主要概念是將 3D 模型的資料轉換成頻率(frequency)的表示法，就有如 2D 上的傅立葉轉換(Fourier transform)一般。也就是對不同半徑的同心球(concentric spheres)中的資料，使用球型諧波來分解 3D 模型，這樣就能避免因旋轉而產生的問題。儘管這方法無法重建原始模型，但是兩組有些微差別的物體經由球型諧波分析後的資料還是會很相似的。

Osada et al. [25, 32] 提出 3D 幾何形狀分佈 (3D shape distributions) 的方法。這個方法的主要想法就是，使用一個簡單的幾何形狀函式(shape function)把 3D 模型的形狀轉換成機率分佈的型態。透過數學方式簡單的比較兩個分佈曲線函數的差異用來作為評估是否相似的標準。這是一種較為接近完全數學分析的角度來思考，因此也具備了簡單而且相當強健(robust)的特性，這是其最大的優點，能夠不需對模型作任何額外的處理就能進行檢索(retrieval)，使其實用性大幅提昇。其方法的步驟如下，首先選定所要使用的幾何形狀函式(shape function)，並在 3D 模型上亂數選點來計算出這些選出的點的函數值，之後將這模型的 n 組函數的值作成直方圖分佈(histogram)，就完成了特徵擷取的步驟。幾何形狀函式(shape function)有下列五種，A3、D1、D2、D3、D4。

因為在傳統計算 D2 這個特徵向量時，都是以亂數選取 3D 模型上的點當做取樣，而在 Ip 等人[26, 27]所提出的觀念是將模型中的 D2 特徵分成 IN, OUT, MIXED 三種。而 ALL 為模型中 IN, OUT, MIXED 全部的總合。因此，我們觀察 IN, OUT, MIXED 在 3D 模型中所分佈的比例，來對 3D 模型進行分類。並考慮 ALL, IN, OUT, MIXED 四個直方圖的分佈，可以經由對四個直方圖的分布情形做觀察，假如兩個 3D 模型中的四個直方圖分布情形很相

似，則此兩 3D 模型相似程度就較大，反之，此兩 3D 模型相似程度就較小。但是若只考慮 ALL 和 MIXED 這兩個直方圖分佈的情形，它們所呈現出來的直方圖分佈是相似的，可是再加以考慮 IN，OUT 這兩個直方圖分佈的情形，其實兩個模型是完全不相似的 3D 模型。

R. Ohbuchi[28] 所提出的 mD2 其主要是將 *Pseudo-random sequence points* (PRNS)，改良為 *Quasi-Random Number Sequence* (QRNS) 的亂數補點方式，使點在 3D 模型表面上的分布更為均勻，有效改善 D2 亂數取點的穩定性。然而傳統的 D2，主要利用任意選取模型上的兩點並計算兩點的距離來當作特徵擷取的依據，導致 3D 模型在比對上稍嫌不足。因此 Ohbuchi et al. 提出了 Angle and Distance(AD) 以及 Absolute Angle and Distance(AAD)。其中 AD 在做法上不單只計算兩點間的距離，而且還考慮了兩個三角面上點的法向量之間的內積所形成的角度，再根據距離以及角度，計算出 3D 模型上這些點的函數值，之後將所得到的 n 組函數值製作成直方圖分佈，AAD 是針對兩個三角面的法向量計算出的內積取絕對值，如此一來變增強了沒有方向性的跟方向不一致的模型表面的幾何形狀特徵(shape feature)。解決了 AD 的方向影響的計算問題。因為多了一個角度的特徵因素，因此 AD 和 AAD 所得到的直方圖為 2-D 的。因此正確率會比單獨只考慮對模型取距離之方法還來的準確。

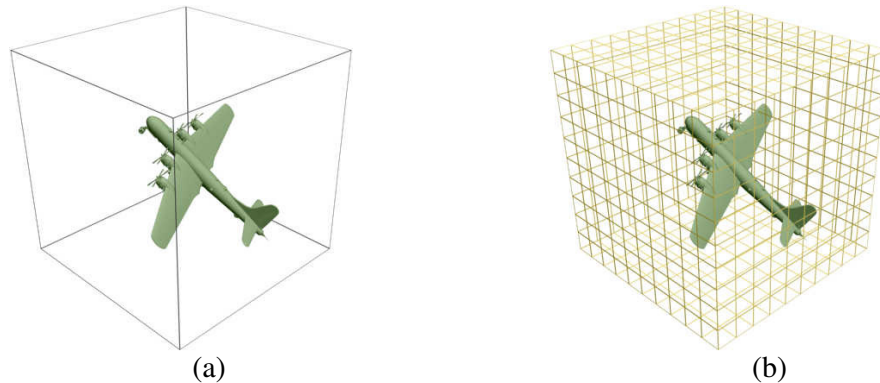
R. Ohbuchi[29]改良自己所提出的 AD 和 AAD，其主要是利用 3D Convex Hull 演算法將模型降成多種不同的解析度，並將多種不同解析度的 3D 模型利用自己所提出的 AAD 的方法進行特徵擷取。首先作者利用自己所提及的 QRNS 的亂數補點方式，將 3D 模型轉換成點集合的型態來表示(point set)。接著再將點集合型態的 3D 模型利用不同的半徑 α ，來產生多種不同解析度下的 3D 模型圖。當所取的半徑 α 越小，則產生的 3D 模型圖會與原點集合型態之圖形越相似；反之，則差異越大。之後將每種不同解析度下產生的 3D 模型，利用前面所提的 AAD 的方法來各別的取得各自的特徵向量，再進行兩兩特徵的比對，得到所要的結果。

MPEG-7 中擷取 3D 模型特徵的方法對於多邊形 3D 模型的特徵擷取步驟，其主要做法為計算模型上的每個面的曲率，然後統計每種曲率出現的頻率做成直方圖(histogram)。其主要步驟介紹如下：先利用表面平滑細分演算法(Smooth Subdivision Surfaces)[33]把 3D 模型其解析度統一。接下來計算每一個平面的曲率(curvature)，及其平均法向量(mean normal vector)。如此可求出該模型的形狀索引(shape index)。計算出來的形狀索引值會因為曲面的曲率不同而有所改變。之後統計所得到的形狀索引，並將其做正規化。則此正規化後的直方圖即為此模型的特徵向量，可看出上面兩個較相似的模型有著類似的直方圖，而下面兩個完全不同的模型則有著截然不同的直方圖。最後在計算兩個 3D 模型的特徵向量之相似程度，只需計算兩者之間的歐幾里德距離(Euclidean distance)即可。

4. 研究方法

在本計劃中，我們提出了曲率投影特徵(Curvature Map Descriptor, CMD)擷取方法。在過去的 3D 模型檢索系統中，常運用 Principal Components Analysis(PCA)的方法，求得 3D 模型的主軸，並以此擺正模型。傳統的 PCA 做法，是利用模型中三角片的頂點座標們來計算主軸 (Principal axes)，但客機中的引擎以及螺旋槳的部分非常複雜，須要用許多的三角片來表示，如此三角片分佈不均的情況，會造成主軸計算時的偏差。因此在這次計畫所提出的 Grid-based Principal Components Analysis (GPCA)則是先把 3D 模型切成網格，切割網格的主要好處是可過濾模型的細微變化，也充分的表現出 3D 模型的外型。每格網格都只會取得一個特徵參數來計算主軸，不會因為三角片分佈不均的問題來影響主軸的精確度。

GPCA 主要做法為，對於一個 3D 模型，在空間中找到一個最小立方體，把 3D 模型包起來，如圖三(a)所示。再利用網格方式將 3D 模切割成 $128 \times 128 \times 128$ 的網格 (Voxel grid)，如圖三(b)。在每格網格中若有 3D 模型多邊型的面存在就將此網格視為 1， $Voxel(x,y,z) = 1$ ，(代表此網格為有效網格)；反之網格中沒有 3D 模型存在則將它視為 0， $Voxel(x,y,z) = 0$ ，(代表此網格為無效網格)。



圖三 3D 模型切網格 (a)利用最小立方體，包圍住 3D 模型 (b)將立方體切成 $128 \times 128 \times 128$ 的網格。

接下來利用 GPCA 來求 3D 模型的三個主要平面，並將 3D 模型擺正。對於一個 3D 模型，計算有效網格的平均向量(mean vector) \mathbf{m} ，其中 \mathbf{O} 是所有有效網格的集合， $\mathbf{o}_i = (x_i, y_i, z_i)$ ， $1 \leq i \leq N$ ， N 是所有有效網格的個數。接下來對任意有效網格 \mathbf{o}_i ，計算 \mathbf{o}'_i ， $\mathbf{o}'_i = \mathbf{o}_i - \mathbf{m}$ ，並利用 \mathbf{o}'_i 求共變異矩陣(covariance matrix) \mathbf{C} 。從共變異矩陣 \mathbf{C} 可以求三個特徵值(eigenvalues)和對應的特徵向量(eigenvectors)。特徵值由大到小，分別定義為 λ_1, λ_2 和 λ_3 ，其相對的特徵向量分別為 $\mathbf{ev}_1, \mathbf{ev}_2$ 和 \mathbf{ev}_3 。利用 \mathbf{ev}_1 可求得第一主平面(first principal plane) E_1 的單位法向量(unit normal vector) \mathbf{n}_1 ；同理可得，第二主平面(second principal plane) E_2 的單位法向量，以及，第三主平面(third principal plane) E_3 的單位法向量。這三個主要平面為相互正交(orthogonal)，如圖四(a)所示。

將 3D 模型擺正使得單位法向量 \mathbf{n}_1 , \mathbf{n}_2 和 \mathbf{n}_3 分別平行於(1,0,0), (0,1,0) 和(0,0,1) , 如圖四(b)所示。旋轉矩陣(Rotation Matrix) \mathbf{R} , 主要平面矩陣(Principal Plane Matrix) \mathbf{N} , 單位矩陣(Identity Matrix) \mathbf{I} , 分別定義如下：

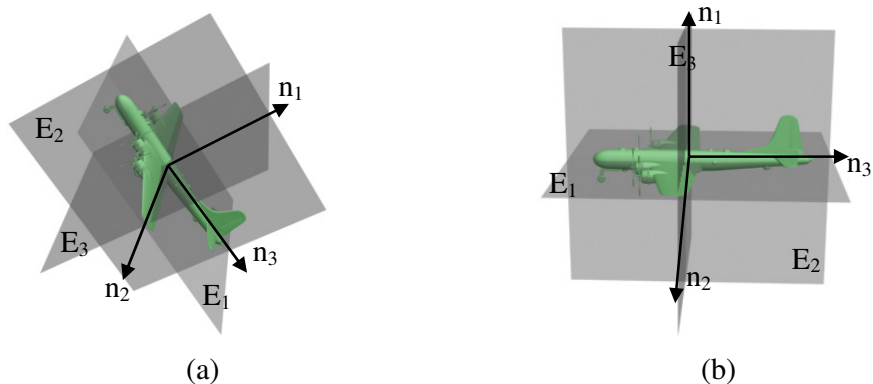
$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_4 & r_5 & r_6 \\ r_7 & r_8 & r_9 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{N} = \begin{pmatrix} \mathbf{n}_1 \\ \mathbf{n}_2 \\ \mathbf{n}_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{I} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

而且 $\mathbf{NR} = \mathbf{I}$;

$$\begin{pmatrix} a_1 & b_1 & c_1 \\ a_2 & b_2 & c_2 \\ a_3 & b_3 & c_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_1 & r_2 & r_3 \\ r_4 & r_5 & r_6 \\ r_7 & r_8 & r_9 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

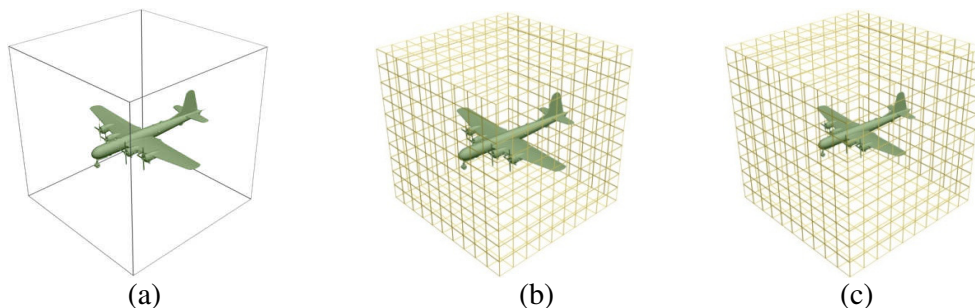
如此可得旋轉矩陣 \mathbf{R} 的 9 個係數：

$$\begin{aligned} r_1 &= \left(\frac{b_3c_2 - b_2c_3}{a_2c_3 - a_3c_2} \right) r_4, \\ r_2 &= \left(\frac{b_3c_1 - b_1c_3}{a_1c_3 - a_3c_1} \right) r_5, \\ r_3 &= \left(\frac{b_2c_1 - b_1c_2}{a_1c_2 - a_2c_1} \right) r_6, \\ r_4 &= \frac{1}{a_1 \left(\frac{b_3c_2 - b_2c_3}{a_2c_3 - a_3c_2} \right) + b_1 + c_1 \left(\frac{a_3b_2 - a_2b_3}{a_2c_3 - a_3c_2} \right)}, \\ r_5 &= \frac{1}{a_2 \left(\frac{b_3c_1 - b_1c_3}{a_1c_3 - a_3c_1} \right) + b_2 + c_2 \left(\frac{a_3b_1 - a_1b_3}{a_1c_3 - a_3c_1} \right)}, \\ r_6 &= \frac{1}{a_3 \left(\frac{b_2c_1 - b_1c_2}{a_1c_2 - a_2c_1} \right) + b_3 + c_3 \left(\frac{a_2b_1 - a_1b_2}{a_1c_2 - a_2c_1} \right)}, \\ r_7 &= \left(\frac{a_3b_2 - a_2b_3}{a_2c_3 - a_3c_2} \right) r_4, \\ r_8 &= \left(\frac{a_3b_1 - a_1b_3}{a_1c_3 - a_3c_1} \right) r_5, \\ r_9 &= \left(\frac{a_2b_1 - a_1b_2}{a_1c_2 - a_2c_1} \right) r_6. \end{aligned}$$



圖四 3D 模型擺正 (a)3D 模型的三個主要平面 E_1, E_2 和 E_3 和其單位法向量 $\mathbf{n}_1, \mathbf{n}_2$ 和 \mathbf{n}_3 (b)將單位法向量分別平行於 $(1,0,0), (0,1,0)$ 和 $(0,0,1)$ 。

將模型擺正之後，為了不受到模型大小所影響，須對模型大小在正規化一次。將模型切割成 $128 \times 128 \times 128$ 的網格，如圖五(b)所示，將 3D 模型的質量中心移動到 $(64, 64, 64)$ 位置，並縮放 3D 模型讓所有有效網格到達中心的平均距離為 32，如圖五(c)所示。移動 3D 模型的質量重心到正立方體的中心。



圖五 對擺正後的 3D 模型做大小的正規化 (a)最小立方體包圍住 3D 模型 (b)正規化 3D 模型前 (c)正規化 3D 模型後。

3D 模型常用之外部特徵都是二維投影特徵(2D view feature)，主要分為兩種：黑白影像(Binary Image)投影以及灰階值影像(Gray level Image)投影。而在 95 年的國科會計畫中，我們曾經提出了將 3D 模型投影到多立面體，以取得數張灰階立面圖，灰階值的大小代表模型在該立面圖的高度分佈資訊，其中越靠近觀察者的灰階值越高，反之則越低。但是立面圖的灰階值影像只是表示高度分佈資訊，沒考慮到 3D 模型的表面曲率變化，因此本次計畫第一年的部分中我們將以 3D 模型表面的曲率當做特徵，利用曲率投影來做特徵擷取。

首先，先介紹曲率的計算方式。對一端點 p_i 的曲率判斷，可以藉由周圍的三角片去計算，如圖六(a)，計算步驟如下：

- (1) 首先，對於一個端點 p_i 可以找到他周圍相鄰的三角片，這些三角片可以定義一個集合

$$F_{p_i}, F_{p_i} = f_{p_i}^1 \cup f_{p_i}^2 \cup \dots \cup f_{p_i}^k, \text{ 如圖六(b)所示。}$$

- (2) p_i 的單位法向量(unit normal vector)為 N_{p_i} ，是由周遭三角片 $f_{p_i}^k$ 的單位法向量 $N_{f_{p_i}^k}$ 所定

義而成：

$$N_{p_i} = \frac{\sum_{k=1}^K |f_{p_i}^k| N_{f_{p_i}^k}}{\left\| \sum_{k=1}^K |f_{p_i}^k| N_{f_{p_i}^k} \right\|}$$

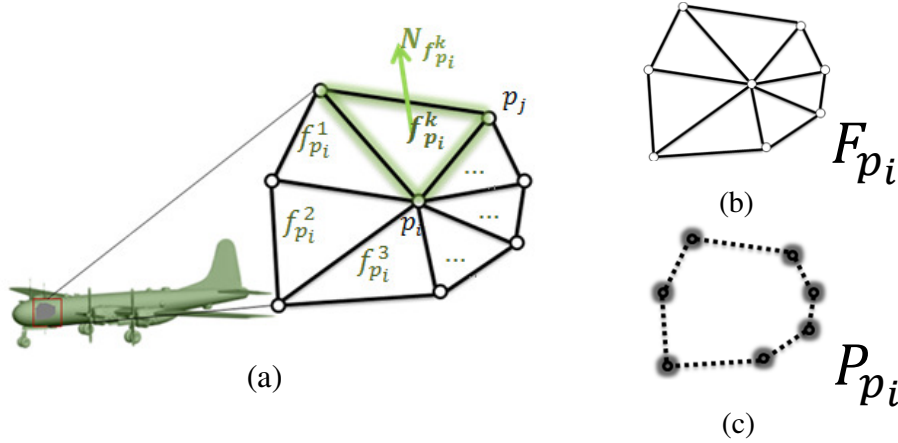
其中， $|f_{p_i}^k|$ 是三角片 $f_{p_i}^k$ 的面積。

(3) P_{p_i} 是 p_i 周圍的端點 p_j 所形成的集合，如圖六(c)所示， $|P_{p_i}|$ 是 p_i 周圍的端點 p_j 的總數。

最後 p_i 的曲率 Γ_{p_i} 定義如下：

$$\Gamma_{p_i} = \frac{1}{2} \frac{\sum_{p_j \in P_{p_i}} |N_{p_i} - N_{p_j}|}{|P_{p_i}|}$$

由於，單位法向量的範圍是 $[-1,1]$ ，相減取決對值之後範圍為 $[0,2]$ ，所以除以 2，將曲率的範圍縮減成 $[0,1]$ ，最後設計出來的曲率範圍就是 $[0,1]$ 。



圖六 客機的3D模型 (a) 3D模型的三角片示意圖 (b) p_i 周圍的三角片集合 F_{p_i} (c) p_i 周圍的端點 p_j 。

3D模型在經過曲率計算後，每個網格都以最靠近最小立方體的端點的曲率，當做網格的曲率值，表示成 $CurVoxel(x,y,z) = \Gamma_{v_i}$ 。從3D模型”前、後、左、右、上、下”六個不同的視角進行曲率值投影，產生六個不同的灰階影像平面，如圖七， $f_k^c, k=1,2,\dots,6$ ：

$$\begin{aligned} f_1^c(x,y) &= CurVoxel(x,y,z^{\min}), \text{ for } 1 \leq x,y \leq 128 \\ f_2^c(x,z) &= CurVoxel(x,y^{\min},z), \text{ for } 1 \leq x,z \leq 128 \\ f_3^c(y,z) &= CurVoxel(x^{\min},y,z), \text{ for } 1 \leq y,z \leq 128 \\ f_4^c(x,y) &= CurVoxel(x,y,z^{\max}), \text{ for } 1 \leq x,y \leq 128 \\ f_5^c(x,z) &= CurVoxel(x,y^{\max},z), \text{ for } 1 \leq x,z \leq 128 \\ f_6^c(y,z) &= CurVoxel(x^{\max},y,z), \text{ for } 1 \leq y,z \leq 128 \end{aligned}$$

且其中

$$z^{\min} = \max_{1 \leq z \leq 128} (129 - z) \text{Voxel}(x, y, z)$$

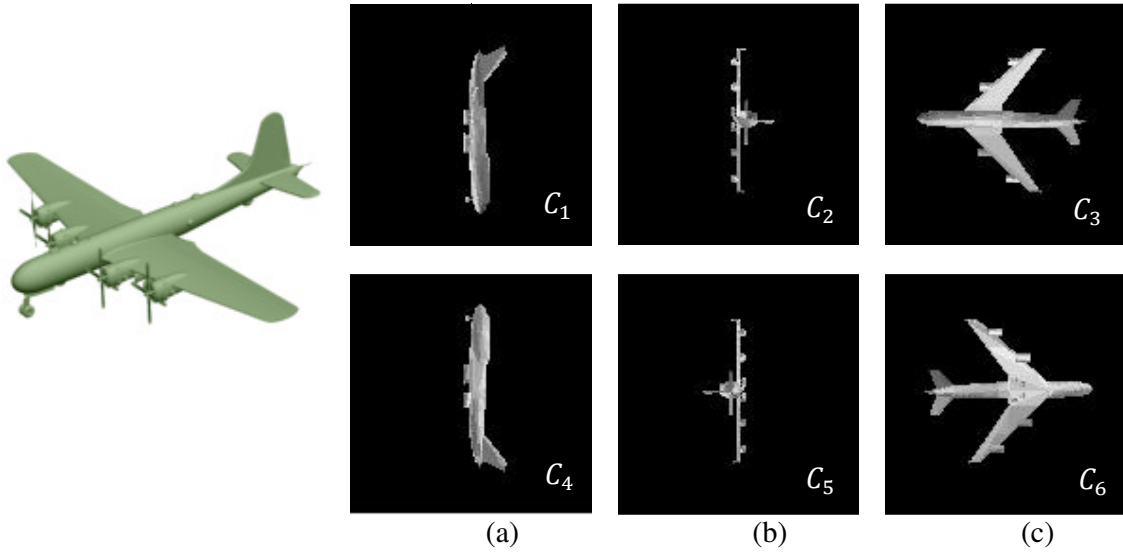
$$y^{\min} = \max_{1 \leq y \leq 128} (129 - y) \text{Voxel}(x, y, z)$$

$$x^{\min} = \max_{1 \leq x \leq 128} (129 - x) \text{Voxel}(x, y, z)$$

$$z^{\max} = \max_{1 \leq z \leq 128} (z) \text{Voxel}(x, y, z)$$

$$y^{\max} = \max_{1 \leq y \leq 128} (y) \text{Voxel}(x, y, z)$$

$$x^{\max} = \max_{1 \leq x \leq 128} (x) \text{Voxel}(x, y, z)$$



圖七 飛機的六張曲率投影灰階立面圖，分別投影至六個不同的視角。

曲率投影得到灰階影像圖後，就能進行曲率投影特徵(Curvature Map Descriptor, CMD)擷取，曲率投影特徵(CMD)擷取是對 $f_k^c, k=1,2,\dots,6$ 做 MPEG-7 的 Angular Radial Transformation (ART)的運算來擷取特徵，ART 對應的係數 $F_k(n,m)$ ，定義如下：

$$\begin{aligned} F_k(n,m) &= \langle V_{n,m}(\rho, \theta), f(\rho, \theta) \rangle \\ &= \int_0^{2\pi} \int_0^1 V_{n,m}^*(\rho, \theta) f(\rho, \theta) \rho d\rho d\theta \end{aligned}$$

其中 $f_k(\rho, \theta)$ 是每張圖片在極座標上的灰階值， $V_{n,m}(\rho, \theta)$ 是 ART 的基底函式。基底函式可被分成角度和徑度的方向。

$$V_{n,m}(\rho, \theta) = A_m(\theta) R_n(\rho)$$

角度和徑度的基底函式則分別定義如下：

$$A_m(\theta) = \frac{1}{2\pi} \exp(jm\theta)$$

$$R_n(\rho) = \begin{cases} 1, & n=0 \\ 2\cos(m\rho), & n \neq 0 \end{cases}$$

ART 的係數是不受旋轉的因素影響；根據 ART 轉換得到 35 組係數，如表一所示，其中 $|F_k(n, m)|$ 之 n, m 是介於 $0 \leq n \leq 2$ 且 $0 \leq m \leq 11$ (除了 $n=0, m=0$ 之外)，最後曲率投影特徵 (CMD) 定義如下：

$$\mathbf{vt}^C = [(vt_1^C)^T, (vt_2^C)^T, \dots, (vt_6^C)^T]^T$$

其中 \mathbf{vt}_k^C , $1 \leq k \leq 6$ 是 ART 在第 k 張曲率圖的特徵向量：

$$\begin{aligned} \mathbf{vt}_k^C &= [vt_k^C(1), vt_k^C(2), \dots, vt_k^C(35)]^T \\ &= [|F_k(0,1)|, \dots, |F_k(0,11)|, |F_k(1,0)|, \dots, |F_k(1,11)|, |F_k(2,0)|, \dots, |F_k(2,11)|]^T \end{aligned}$$

最後，曲率投影特徵 (CMD) 正規化後：

$$\mathbf{v}^C = [(v_1^C)^T, (v_2^C)^T, \dots, (v_6^C)^T]^T$$

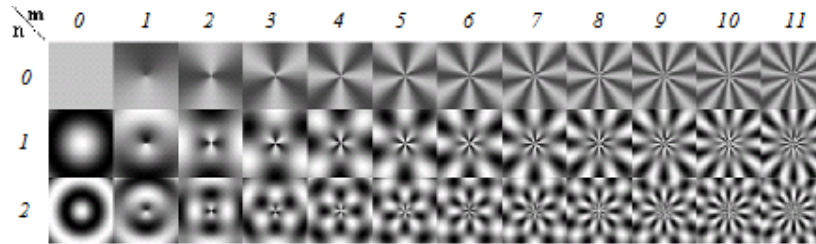
且

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_k^C &= [v_k^C(1), v_k^C(2), \dots, v_k^C(35)]^T \\ &= \left[\frac{vt_k^C(1) - \min_k^C(1)}{\max_k^C(1) - \min_k^C(1)}, \frac{vt_k^C(2) - \min_k^C(2)}{\max_k^C(2) - \min_k^C(2)}, \dots, \frac{vt_k^C(35) - \min_k^C(35)}{\max_k^C(35) - \min_k^C(35)} \right] \end{aligned}$$

其中， $\max_k^C(i)$ 和 $\min_k^C(i)$ 是在所有模型資料庫中 $vt_k^C(i)$'s 的最大值和最小值。

表一 ART 中 z 跟徑度和角度 (n, m) 的轉換關係

z	0	1	2	3	4	...	30	31	32	33	34
n	1	2	0	1	2	...	1	2	0	1	2
m	0	0	1	1	1	...	10	10	11	11	11



圖八 ART 基底函式。

曲率投影特徵 (CMD) 的相似度比對

這裡介紹曲率投影特徵 (CMD) 的相似度比對。假設 $\mathbf{x}^{C,t}$ 和 $\mathbf{y}^{C,t}$ 分別為查詢的 3D 模型 q 以及比對的 3D 模型 s 的曲率網絡特徵，其中 t 代表第 t 立面體投影，那麼在 $\mathbf{x}^{C,t}$ 和 $\mathbf{y}^{C,t}$ 之間的差異程度定義為：

$$Dis_{q,s}^C = \sum_{t=1}^6 \sum_{i=1}^{36} |x^{C,t}(i) - y^{C,t}(i)|$$

5. 結果與討論

實驗中採用兩個資料庫，一個是我們自製的小型測試資料庫，此資料庫包含 20 種類別，每類別有旋轉、放大、縮小等 25 個類似的 3D 模型總共有 500 個 3D 模型，如圖九。另一個實驗資料庫是「普林斯頓資料庫 (Princeton Shape Benchmark)」[34]，如圖十，此資料庫是提供給對 3D 模型檢索研究有需求的使用者免費使用，大部分的 3D 模型特徵擷取都有用此資料庫來做檢索研究。普林斯頓資料庫含有 1814 個 3D 模型，包含 161 個不同的類別。分成 907 訓練模型(90 個類別)以及 907 測試模型(92 個類別)。

根據資料庫中每個類別的 3D 模型數量不一樣，實驗裡使用的量測標準為 recall (Re_i^j)與 precision (Pr_i^j) 為第 i 類的第 j 個查詢模型，定義如下：

$$Re_i^j = N_i^j / T_i$$

以及

$$Pr_i^j = N_i^j / K,$$

其中 N_i^j 表示為相關 3D 模型的數量， T_i 表示為資料庫全部模型的數量， K 表示檢索出 3D 模型的數量。平均的 recall 和 precision 定義如下：

$$Re = \frac{1}{T_s} \sum_{i=1}^{92} \sum_{j=1}^{T_i} Re_i^j,$$

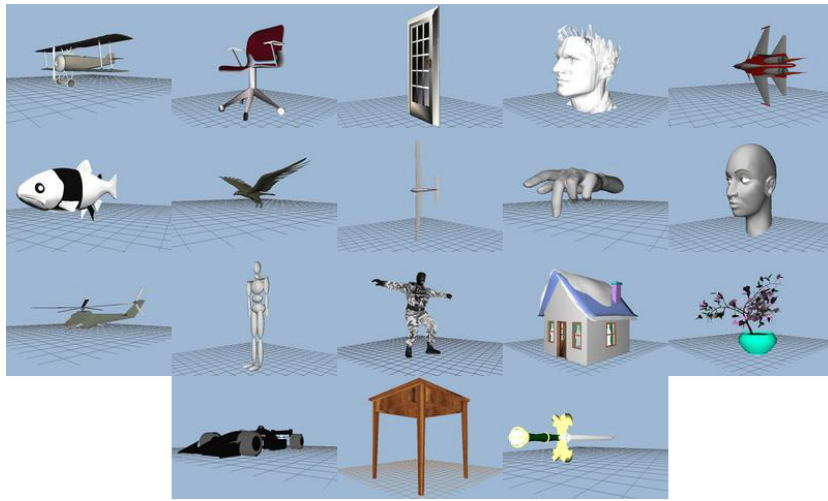
以及

$$Pr = \frac{1}{T_s} \sum_{i=1}^{92} \sum_{j=1}^{T_i} Pr_i^j,$$

其中， $T_s = T_1 + T_2 + \dots + T_{92}$.



圖九 本計劃建立的小型測試資料庫



圖十 普林斯頓資料庫中的一些類別。

本計劃是將我們所提出擷取 3D 模型外部特徵實驗於上述兩個不同形狀基準資料庫中做檢索，以上述兩個不同資料庫的 3D 模型當作檢索目標，以我們提出的曲率投影特徵。根據曲率投影所產生六個立面圖當作特徵對資料庫中每個 3D 模型進行檢索。表二、三為曲率投影特徵實驗於自己建立的 500 資料庫及普林斯頓大學 3D 模型資料庫中都有不錯檢索正確率。此特徵實驗於自己建立的 500 資料庫，在不同類別上都有很高的檢索正確率。將此特徵實驗於普林斯頓 3D 模型資料庫中，在不同的類別檢索結果上，也有比以往使用外部特徵的檢索正確率更好。

表二 在本計畫建立上的小型測試資料庫正確率比較結果

特徵	$K=1T_i$	$K=2T_i$
CMD	0.9949	0.9985
D2	0.7092	0.8172
GD2	0.8276	0.8988
SH	0.4884	0.5753
SSD	0.7180	0.8188
ED	0.6174	0.7164

表三 在普林斯頓資料庫上的正確率比較結果

特徵	$K=1T_i$	$K=2T_i$
CMD	0.4411	0.5471
D2	0.1878	0.2369
GD2	0.2830	0.3738
SH	0.2706	0.3457
SSD	0.1587	0.1992
ED	0.3660	0.4631

二. 參考文獻

- [1] MPEG Video Group, "MPEG-7 Visual part of eXperimentation Model Version 9.0", Doc. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N3914, Pisa, January 2001.
- [2] C. T. Kuo and S. C. Cheng, "3D model retrieval using principal plane analysis and dynamic programming", *Pattern Recognition*, Vol 40, Issue: 2, pp. 742-755, Feb, 2007.
- [3] C. Zhang and T. Chen, "Efficient feature extraction for 2D/3D objects in mesh representation", *Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing(ICIP)*, Thessaloniki, Greece, pp. 935-938, 2001.
- [4] P. Papadakis, I. Pratikakis, S. Perantonis and T. Theoharis, "Efficient 3D shape matching and retrieval using a concrete radialized spherical projection representation". *Pattern Recognition*, Vol. 40, pp. 2437-2452, 2007.
- [5] M. Chaouch and A. V. Blondet, "A Novel Method for Alignment of 3D Models", *IEEE International Conference on Shape Modeling and Applications*, pp. 187-195, June, 2008.
- [6] T. Funkhouser, P. Min, M. Kazhdan, J. Chan, A. Halderman, D. Dobkin, D. Jacobs, "A search engine for 3D models", *ACM Trans. Graphics* 22 (1), pp. 83-105, 2003.
- [7] B. J. Super, H. Lu, "Evaluation of a hypothesizer for silhouette-based 3-D object recognition", *Pattern Recognition*, Vol. 36, pp. 69-78, 2003.
- [8] D. Y. Chen and M. Ouhyoung, "A 3D Model Alignment and Retrieval System", *Proc. of International Computer Symposium, Workshop on Multimedia Technologies*, Vol. 2, pp. 1436-1443, Hualien, Taiwan, Dec. 2002.
- [9] D. Y. Chen, X. P. Tian, Y. T. Shen, and M. Ouhyoung, "On visual similarity based 3D model retrieval", *Computer Graphics Forum* 22 (3), pp. 223-232, 2003.
- [10] J. L. Shih, C. H. Lee, and J. T. Wang, "A New 3D Model Retrieval Approach Based on the Elevation Descriptor", *Pattern Recognition*, Vol. 40, No.1, pp. 283-295, Jan 2007.
- [11] J.-L. Shih and W.-C. Wang "A 3D Model Retrieval Approach based on The Principal Plane Descriptor", *Proceedings of The Second International Conference on Innovative Computing, Information and Control (ICICIC 2007)*.
- [12] J. Ricard, D. Coeurjolly and A. Baskurt "ART Extension for Description, Indexing and Retrieval of 3D Objects". *Pattern Recognition*, Vol. 3, pp.79-82, 2004.
- [13] D. Zarpalas, P. Daras, A. Axenopoulos, D. Tzovaras and M. G. Strintzis, "3D model search and retrieval using the spherical trace transform", *EURASIP Journal on Applied Signal Processing*, Vol. 2007, pp. 207-207, 2007.
- [14] M. Chaouch and A. Verroust-Blondet, "A New Descriptor for 2D Depth Image Indexing and 3D Model Retrieval", in *Proc. of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP 2007)*, Vol. 6, pp. 373-376, 2007.
- [15] J. Assfalg, A.D. Bimbo, and P. Pala, "Content-based retrieval of 3D models through curvature

- maps: a CBR approach exploiting media conversion”, Proceedings of Multimedia Tools and Applications, Vol. 31, No. 1, pp. 29-50, 2006.
- [16] J. Assfalg, A.D. Bimbo, and P. Pala, “Curvature maps for 3D CBR”, Proceedings of Multimedia and Expo, Vol. 02, pp. 301-304, 2003.
- [17] J. Assfalg, A.D. Bimbo, and P. Pala, “Retrieval of 3D objects using Curvature Maps and Weighted Walkthroughs”, Proceedings of Image Analysis and Processing, pp. 348-353, 2003.
- [18] E. Paquet, A. Murching, T. Naveen, A. Tabatabai, M. Rioux, "Description of shape information for 2-D and 3-D objects", Signal Processing: Image Communication, Vol. 16, pp. 103-122, 2000.
- [19] T. Funkhouser, P. Min, M. Kazhdan, J. Chan, A. Halderman, D. Dobkin, D. Jacobs, "A search engine for 3D models", ACM Trans. Graphics 22 (1), pp. 83-105, 2003.
- [20] D. V. Vranic, D. Saupe, J. RICHTER, "Tools for 3D-object retrieval : Karhunen-Loeve transform and spherical harmonics", Proceedings of the IEEE Workshop on Multimedia Signal Processing, pp. 293-298, 2001.
- [21] M. Kazhdan, T. Funkhouser, S. Rusinkiewicz, "Rotation invariant spherical harmonic representation of 3D shape descriptors", Symposium on Geometry Processing, 2003.
- [22] M. Novotni, R. Klein, "Shape retrieval using 3D Zernike descriptors".
- [23] M. Yu, I. Atmosukarto, W.K. Leow, Z. Huang, R. Xu, "3D model retrieval with morphing-based geometric and topological feature maps", Proceedings of Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 656-661, 2003.
- [24] M. Ankerst, G. Kastenmuller, H.P. Kriegel, T. Seidl, "3D shape histograms for similarity search and classification in spatial databases", Symposium on Large Spatial Databases, pp. 207-226, 1999.
- [25] R. Osada, T. Funkhouser, B. Chazelle, D. Dobkin, "Shape distributions", ACM Trans. on Graphics 21 (4) , pp. 807-832, 2002.
- [26] C.Y. Ip, D. Lapadat, L. Sieger, W.C. Regli, "Using shape distributions to compare solid models", Proceedings of Solid Modeling, pp.273-280, 2002.
- [27] C.Y. Ip, L. Sieger, W.C. Regli, A. Shokoufandeh, "Automated learning of model classifications, Proceedings of Solid Modeling", pp. 322-327, 2003.
- [28] R. Ohbuchi, T. Minamitani, T. Takei, "Shape-similarity search of 3D models by using enhanced shape functions", Proceedings of Theory and Practice of Computer Graphics, pp.97-104, 2003.
- [29] R. Ohbuchi, T. Takei, "Shape-similarity comparison of 3D models using alpha shapes", Proceedings of Pacific Conf. on Computer Graphics and Applications, 2003.
- [30] J.-L. Shih, C.-H. Lee, J.T. Wang, "3D object retrieval system based on grid D2", Electronics Letters 41 (4), pp. 23-24, 2005.

- [31] E. Paquet, A. Murching, T. Naveen, A. Tabatabai, M. Rioux, "Description of shape information for 2-D and 3-D objects", *Signal Processing: Image Communication*, Vol. 16, pp. 103-122, 2000.
- [32] R. Osada, T. Funkhouser, B. Chazelle, and D. Dobkin, "Matching 3D models with shape distributions", *Shape Modeling International*, pp. 154–166, May. 2001.
- [33] C. T. Loop, "Smooth Subdivision Surfaces Based on Triangles", Master's Thesis, Department of Mathematics, University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA, 1987.
- [34] The Princeton Shape Benchmark, <http://shape.cs.princeton.edu/benchmark/>.

三. 計畫成果自評

本計畫中我們提出了曲率投影特徵，利用 Grid-based Principal Components Analysis (GPCA) 去改善傳統 PCA 的缺點，將 3D 模型擺正，避免 3D 模型旋轉時所造成的誤差，在接下來利用 3D 模型表面的曲率變化，以得到六張 3D 模型的曲率投影灰階圖，並且使用 MPEG-7 的 ART(Angular Radial Transformation)[1]來擷取此六張曲率投影灰階圖之特徵，加強描述了 3D 模型外部特徵，並且有效提升了 3D 模型檢索上的正確性。

行政院國家科學委員會補助國內專家學者出席國際學術會議報告

100 年 1 月 15 日

附件三

報告人姓名	周智勳	服務機構及職稱	中華大學資訊工程系
會議時間 地點	2010/10/15~2010/10/17 德國-達姆斯塔特	本會核定 補助文號	計劃編號： NSC99-2221-E-216-021
會議名稱	(中文) (英文) The Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP 2010)		
發表論文題目	(中文) (英文) Fast Forgery Detection with the Intrinsic Resampling Properties		

報告內容應包括下列各項：

一、參加會議經過

這是個跟智慧型計算及多媒體相關的會議，會議時間在 10/15~10/17，地點位於法蘭克福南方二、三十公里的小鎮。由於直航班機已客滿，改搭須於曼谷轉機的班機，行程上多花了些時間。

會議場地設於達姆斯塔特的一個會議中心，特殊的建築結構(圖一)，搭配室內藝術採光設計(圖二)，有種後現代建築風。國外的研討會不像國內一般，會有明顯的動線指標與工作人員引導，因此花了不少時間找會議地點。



圖一 會議現場外



圖二 會議現場內



圖三 會議電子看板



圖四 會議註冊處

此次研討會總計三天，由於是在德國舉辦，歐洲人士相對較多，不像在亞洲之研討會，台灣及大陸學者佔了一大半。我的論文排在第一天發表，由於同一個時段並行的 section 不多，因此每個 section 聆聽的人也相對較多。

會議晚宴安排在第二天晚上，地點在會議廳後方附屬餐廳，以自助式形式進行，由於與會人士不少，晚宴會場顯得有點擁擠。過程中除介紹工作人員，並有頒獎及下屆主辦單位的宣傳說明。

二、與會心得

1. 會場的佈置似乎不像國內辦研討會的熱鬧，國內辦研討會，會花不少心思在會場佈置上，感覺比較有那麼個氣氛。
2. 國內也常舉辦國際性研討會，可以於議程中安排半日遊，讓外國學者增加認識台灣的機會，或於晚宴時安排有代表性的表演，如此對推展觀光也許有一些幫助。
3. 近年來大陸方面參加研討會的學者漸多，國內方面出國留學的學生日漸減少，因此應該鼓勵國內的研究生，參加國際研討會。

三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無。

四、建議

1. 一個研討會的晚宴，算是一個重要的流程，可藉以相互交流，並可由節目的安排，介紹一個國家的特色。此次晚宴場地顯得有點擁擠，過程亦有點吵雜，感覺只是填飽肚子之用，有點可惜。建議國內辦研討會時，多加注意。

五、攜回資料名稱及內容

Proceedings of the Sixth International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing.



六、其他

1. 研討會網站首頁，應可提供天氣訊息讓與會者參考，方便準備所攜衣物。
2. 國內航空公司直飛德國的班次不多，多花了好幾個小時於轉機過程。
3. 工作人員安排得不多，過程中遇到問題，比較不容易解決。
4. 感謝國科會工程處的補助。

行政院國家科學委員會補助國內專家學者出席國際學術會議報告

100 年 1 月 12 日

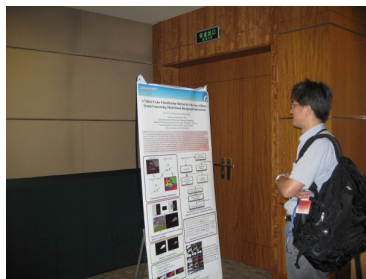
附件三

報告人姓名	李建興	服務機構及職稱	中華大學資訊工程學系 副教授
時間	Sep. 21-25, 2010	本會核定補助文號	NSC 98-2221-E-216-028-
地點	Shanghai, China		
會議名稱	(中文) (英文) The 2010 Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM 2010)		
發表論文題目	(中文) (英文)		

七、參加會議經過

本人於 2010 年 9 月 21-25 日赴中國上海參加 “**The 2010 Pacific-Rim Conference on Multimedia (PCM 2010)**” 國際會議，研討會會場位於復旦大學校內，該研討會主要是與多媒體系統相關之專業研討會，主要分為五個 tracks: Multimedia analysis and retrieval, Multimedia security rights and management, Multimedia compression and optimization, Multimedia communication and networking, 及 Multimedia systems and applications 等。由於本人之研究領域偏重多媒體訊號分析，因此本人主要參加之 sections 是 Multimedia Analysis and Retrieval 及 Multimedia Systems and Applications 等。

本人於9月21日會議當天由台灣出發前往中國上海，由於會議期間適逢上海世博會及中秋假期，因此機票及飯店不容易預定，雖然上海市區到處都是人擠人，但是來參加研討會的學者人數卻不多。



八、與會心得

會議中與各國學者作深切的學術交流，獲益良多。

九、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無

十、建議

建議台灣多爭取舉辦國際學術研討會，除了可以和各國學者作廣泛之學術交流，並能促進觀

光產業之發展。

十一、 攜回資料名稱及內容

PCM'2010 論文手冊及論文集



六、其他

非常感謝國科會之補助得以參加該研討會。

國科會補助計畫衍生研發成果推廣資料表

日期:2011/01/19

國科會補助計畫	計畫名稱: 應用相關模型自動選擇機制於立體模型檢索之研究		
	計畫主持人: 石昭玲		
	計畫編號: 98-2221-E-216-039-		學門領域: 圖形辨識
研發成果名稱	(中文) 應用圓柱投影於立體模型檢索		
	(英文) A 3D Model Retrieval System Based On The Cylindrical Projection Descriptor		
成果歸屬機構	中華大學	發明人 (創作人)	石昭玲, 李建興, 周智勳, 張翔淵
	<p>(中文) 近年來, 由於3D模型製做以及取得比以往容易, 3D模型檢索已成為目前重要的研究課題。在這篇論文中, 我們提出了圓柱投影特徵 (cylindrical projection descriptor, CPD)。為了提高檢索結果, 圓柱投影特徵會與徑度距離特徵 (radial distance descriptor, RDD) 做特徵結合。實驗數據於普林斯頓形狀基準資料庫 (Princeton Shape Benchmark) 做測試。最後我們可以由實驗結果知道我們所提出的方法比別人先前提出的方法檢索正確率還要高。</p> <p>(英文) In recent years, the demand for a content-based 3D model retrieval system becomes an important issue. In this paper, the cylindrical projection descriptor (CPD) will be proposed for 3D model retrieval. To derive better retrieval results, the CPD will be combined with the radial distance descriptor (RDD). The experiments are conducted on the Princeton Shape Benchmark (PSB) database. Experiment results show that our proposed method is superior to others.</p>		
產業別	其他專業、科學及技術服務業		
技術/產品應用範圍	可應用於網際網路上3D模型搜尋即時系統		
技術移轉可行性及預期效益	藉由擷取3D模型投影特徵, 來加強模型外部特徵的資訊, 用以提升模型檢索之正確性。		

註: 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。

98 年度專題研究計畫研究成果彙整表

計畫主持人：石昭玲		計畫編號：98-2221-E-216-039-				計畫名稱：應用相關模型自動選擇機制於立體模型檢索之研究	
成果項目		量化			單位	備註（質化說明：如數個計畫共同成果、成果列為該期刊之封面故事...等）	
		實際已達成數（被接受或已發表）	預期總達成數（含實際已達成數）	本計畫實際貢獻百分比			
國內	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	0	0	100%		
		專書	0	0	100%		
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（本國籍）	碩士生	3	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		
國外	論文著作	期刊論文	0	0	100%	篇	
		研究報告/技術報告	0	0	100%		
		研討會論文	1	0	100%		
		專書	0	0	100%	章/本	
	專利	申請中件數	0	0	100%	件	
		已獲得件數	0	0	100%		
	技術移轉	件數	0	0	100%	件	
		權利金	0	0	100%	千元	
	參與計畫人力（外國籍）	碩士生	0	0	100%	人次	
		博士生	0	0	100%		
		博士後研究員	0	0	100%		
		專任助理	0	0	100%		

<p style="text-align: center;">其他成果</p> <p>(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)</p>	<p>無</p>
---	----------

	成果項目	量化	名稱或內容性質簡述
科 教 處 計 畫 加 填 項 目	測驗工具(含質性與量性)	0	
	課程/模組	0	
	電腦及網路系統或工具	0	
	教材	0	
	舉辦之活動/競賽	0	
	研討會/工作坊	0	
	電子報、網站	0	
	計畫成果推廣之參與(閱聽)人數	0	

國科會補助專題研究計畫成果報告自評表

請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況、研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）、是否適合在學術期刊發表或申請專利、主要發現或其他有關價值等，作一綜合評估。

1. 請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估

達成目標

未達成目標（請說明，以 100 字為限）

實驗失敗

因故實驗中斷

其他原因

說明：

2. 研究成果在學術期刊發表或申請專利等情形：

論文： 已發表 未發表之文稿 撰寫中 無

專利： 已獲得 申請中 無

技轉： 已技轉 洽談中 無

其他：（以 100 字為限）

3. 請依學術成就、技術創新、社會影響等方面，評估研究成果之學術或應用價值（簡要敘述成果所代表之意義、價值、影響或進一步發展之可能性）（以 500 字為限）

在本計劃中，我們藉由擷取 3D 模型的表面曲率來加強表示出模型中的外部資訊，先利用 GPCA 去改善傳統 PCA 的缺點，將 3D 模型擺正，避免 3D 模型旋轉時所造成的誤差，在接下來利用 3D 模型表面的曲率，以得到六張 3D 模型的曲率投影灰階圖，並且使用 MPEG-7 的 ART 來擷取此六張曲率投影灰階圖之特徵，並對特徵進行比對。目前此實驗已完成，且有效提升了檢索上的正確性