

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

整合立體模型外形及內部特徵之檢索系統(第2年) 研究成果報告(完整版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2221-E-216-041-MY2
執行期間：97年08月01日至98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
計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理人員：莊昭宏
碩士班研究生-兼任助理人員：徐勝斌
碩士班研究生-兼任助理人員：張育誠

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 98 年 11 月 24 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

整合立體模型外形及內部特徵之檢索系統

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫
計畫編號：NSC 96-2221-E-216-041-MY2
執行期間：96年08月01日至98年10月30日

計畫主持人：石昭玲
共同主持人：李建興
計畫參與人員：黃庭彥、蘇宥霖、王宇晨

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：中華大學資訊工程學系

中 華 民 國 98 年 11 月 18 日

可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：97年5月30日

國科會補助計畫	計畫名稱：整合立體模型外形及內部特徵之檢索系統 計畫主持人：石昭玲 計畫編號：NSC 96-2221-E-216-041-MY2 學門領域：影像處理
技術/創作名稱	3D 模型搜尋引擎
發明人/創作人	石昭玲副教授
技術說明	在第一年的計畫中，我們藉由擷取 3D 模型的內部特徵，來表達出 3D 模型的內部資訊。我們將一個 3D 模型的點投影至它的主要平面、第二主平面、第三主平面，並且使用 MPEG-7 的 ART 來對各個平面的內部投影灰階立面圖擷取特徵。第二年的計畫中利用扇形網格來加強擷取 3D 模型的內部特徵，並且對兩種內部特徵進行比對的工作。
可利用之產業及可開發之產品	可應用於網際網路上 3D 模型搜尋即時系統。
技術特點	藉由擷取 3D 模型的內部特徵，來改善現今搜尋引擎大多使用外部特徵來進行檢索的不足。
推廣及運用的價值	3D 模型搜尋引擎

- ※ 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。

摘要

關鍵詞：主平面特徵，扇形網格特徵

隨著設計 3D 模型的軟硬體操作簡單化，導致使用者可以更快速方便的設計出 3D 模型，而且伴隨著網際網路的普及化，人們可以更容易方便的散播和找尋自己所需的 3D 模型，而要如何找尋自己合適的 3D 模型，已成為目前一個重要的研究方向。現今搜尋 3D 模型的依據大部分都是利用外部特徵來進行比對，但是對於一個複雜的 3D 模型而言，只利用外部特徵表示是稍嫌不足的，因此我們藉由 3D 模型的內部特徵來擷取 3D 模型的實質特性，進而發展出一套搜尋更完善的 3D 模型檢索系統。在本兩年期計劃中，我們藉由擷取 3D 模型的內部特徵，來表達出 3D 模型的內部資訊。我們第一個部份就是將一個 3D 模型的點投影至它的主要平面、第二主平面、第三主平面，並且使用 MPEG-7 的 ART(Angular Radial Transformation)[1]來對各個平面的內部投影灰階立面圖擷取特徵；第二個部份利用扇形網格來加強擷取 3D 模型的內部特徵，並且對兩種內部特徵進行比對的工作。

一. 報告內容

1. 前言

近年來電腦繪圖和電腦動畫的激增，使得 3D 模型在影像應用上是越來越廣。在 3D 模型日漸增加之餘，3D 模型的搜尋引擎也將會扮演起重大的責任角色。常見的搜尋引擎大多使用 3D 模型的外部特徵進行檢索，而這些特徵大部分都是取 3D 模型的外部特徵，但是對於一個複雜的 3D 模型而言，只有用外部特徵來表示出 3D 模型的實質性質是稍嫌不足的。因此在本計劃中，我們希望藉由擷取 3D 模型的內部特徵來加強表示出模型中的內部資訊，所以我們第一年計劃是利用主平面概念將一個 3D 模型的點投影至它的主要平面、第二主平面、第三主平面，以得到六張 3D 模型的內部投影灰階立面圖，並且使用 MPEG-7 的 ART(Angular Radial Transformation)[1]來擷取此六張 2D 投影灰階圖之特徵；第二年計劃是以扇形網格來加強擷取該 3D 模型的內部特徵，且對內部特徵進行比對。

2. 研究目的

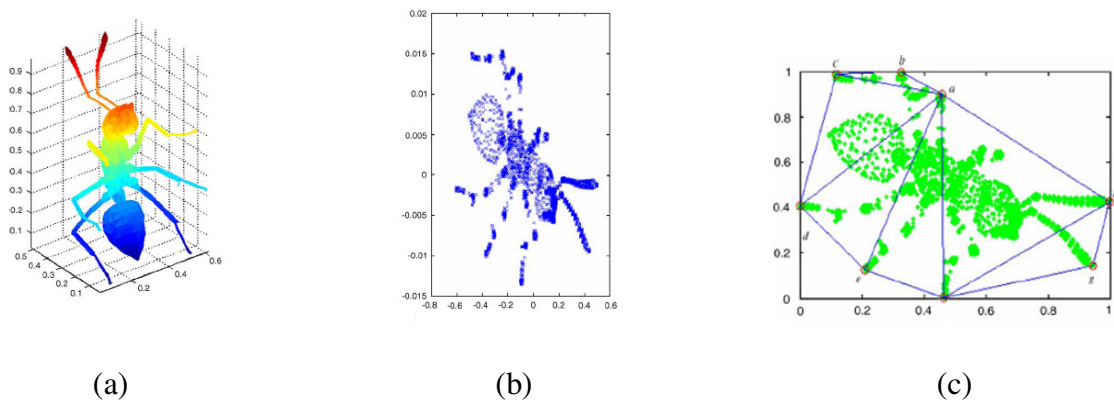
有鑒於目前 3D 模型的檢索系統大多都利用 3D 模型的外部特徵來進行比對，但是對於一個複雜的 3D 模型，單靠外部特徵是不足以完整的表示出其特性。因此本計畫提出了主平面特徵以及扇形網格特徵的方法來擷取 3D 模型的內部特徵，使得 3D 模型檢索系統能夠更加的完善。

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，在此將這些常見的 3D 特徵約略地分成二大類別，分別為二維投影特徵(2D view feature)、低階特徵(low-level feature)。

二維投影特徵(2D view feature)的主要觀念是藉由許多黑白影像(binary images)來描述一個 3D 模型，黑白影像可從 3D 模型的邊界輪廓上以不同的視角所取得，然後使用 2D 投影特徵來進行比對並找尋相似的 3D 模型。T. Funkhouser [2]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 [3] 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) [4]中 Chen et al. [5] 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[6]。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。六立面特徵可表示一個 3D 模型的外部特徵，但對於內部形狀的描述則稍嫌不足，因此我們在本計畫中加強對 3D 模型內部特性描述。Chen-Tsung Kuo[7]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。主平面分析的做法是將一個原始 3D 模型(如圖一(a))，將模型上所有的點投影到主要平面使得 3D 模型轉至成 2D 影像(如圖一(b))，並利用 2D Convex Hull 演算法將其影像上的模型外框切割出來，最後將切割出來的外框利用 2D shape triangulation 來切割出 N 個最佳的三角形區域(如圖一(c))，在各個三角形中計算各區域中的矩量(moment)來當作第一特徵，再利用主軸分析方法(principal component analysis)來計算各個三角形區域中的 eigenvalue 和 eigenvector，並取 eigenvalue 中前兩個最大值的 eigenvector 來當作第一主軸和第二主軸並將區域中所有的點投影到兩條主軸的距離當作此第二特徵。



圖一 主平面分析[7]。(a)一個原始螞蟻模型。(b)投影至主平面的 2D 黑白影像。(c)和所切割出來的最佳的三角形區域。

對於低階特徵(low-level feature)，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[8, 9]，空間特性[2, 10-14]，以及形狀分佈[15-21]。運用主軸分析(Principle Component Analysis, PCA) 的方法來做 3D 模型搜尋，[8, 22-23]，主要包括三項步驟：一為正規化，找尋主軸的分析；二為特徵擷取，模型的對齊主軸的動作；三為相似度搜尋，評比相似程度特徵向量的方法。Zhang 及 Chen [8] 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。如此量化之後，再對 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。若先將 3D 模型做網格量化後再做找尋主軸，將會更準確。而目前提出的特徵擷取方法則有很多種，最簡單的方法就是將正規化後的 3D 模型沿著對齊的座標軸投影到 2D 平面，再用此 2D 影像找出輪廓的傅立葉係數(Fourier coefficient)，並且用傅立葉係數來當作此 3D 模型的特徵向量，再進行接下來的比對動作。事實上，使用主軸並不能完全表示兩個相似的 3D 模型，這個問題取決在於兩個相

似的模型其主軸會因為外型的些微不同而造成主軸的極大差異。雖然此種方式可以找出兩個模型之間的差異性，但是卻無法真實的比較兩個模型的各個部分。而且在計算 PCA 的時候必須保證此模型是一個完全封閉的表面才可以，雖然真實物體大多滿足此條件，但是一般造出的 3D 模型卻多不滿足此限制。Osada et al. [15, 24] 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。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)[25]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。例如曲面呈現下凹的半球型的話，則計算出來的形狀索引值會趨近於 0；曲面呈現上凸的半球型的話，則計算出來的形狀索引值會趨近於 1。根據這些形狀索引，我們將可以詳細的描述 3D 模型的外型。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

在第二年計劃中我們提出了扇形網格特徵(GSD)來擷取 3D 模型的內部資訊。並且計算扇形網格特徵(GSD)以及主平面特徵(PPD)結合扇形網格(GSD)的相似度。

1) 扇形網格(GSD)特徵擷取

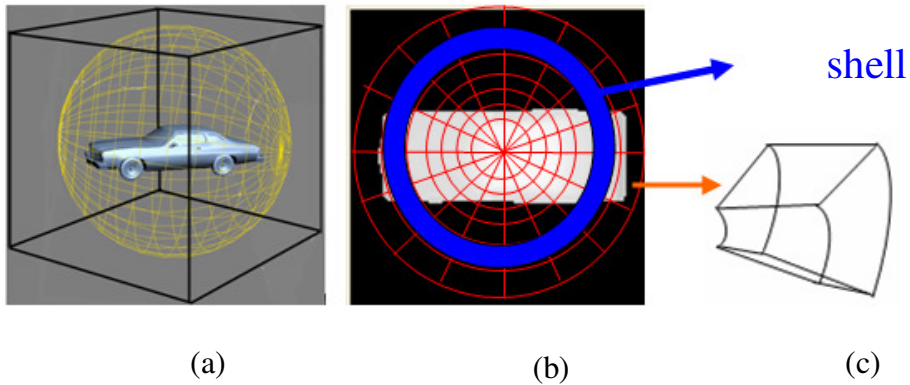
首先，用一個最小正方體將 3D 模型包住，再利用網格方式將 3D 模型切割成 $2R \times 2R \times 2R$ 的網格，然而切割網格的主要好處是可過濾模型的細微變化，也充分的表現出 3D 模型的外型。為了正規化此系統，因此移動 3D 模型的質量中心到 (R, R, R) 的位置，並且縮放 3D 模型(注意！並非縮放網格)讓所有有效網格到達中心的平均距離

為 $R/2$ 。在此 R 設定為 32。移動 3D 模型的質量重心到此正立方體的中心(如圖一(a))。接著將 3D 模型切割成 32 個殼(Shell)，然後每一個殼再被切成 64×64 個網格(如圖一(b))。而每個網格就如圖一(c)所示。在任意網格中若有包含 3D 模型的一部分時，此網格就會被標示為 1，(我們稱此網格為有效網格)；反之，網格中沒有含括到 3D 模型則標示為 0，(我們稱此網格則為無效網格)。

其次，記錄每個殼內中，被標示為 1 的網格個數，(也就是有效網格個數)，因此會得到一個扇形網格的描述值 \mathbf{x}^G ，定義如下：

$$\mathbf{x}^G = [x(1), x(2), \dots, x(32)]^T$$

其中， $x(i)$ 表示第 i 個殼內中，有效的網格個數總和。



圖一 汽車模型分解成扇形網格。(a) 3D 模型被切成扇形網格。(b) 根據扇形網格所切出的 2D 平面剪影。(c) 每個網格。

2) 相似度比對

我們將先針對個別特徵相似度來計算，再將兩種內部特徵的方法做結合。

2.1) 扇形網格特徵(GSD)

這裡介紹扇形網格特徵(GSD)的相似度比對。假設 \mathbf{x}^G 和 \mathbf{y}^G 分別為查詢的 3D 模型 q 以及比對的 3D 模型 s 的扇形網格特徵，那麼在 \mathbf{x}^G 和 \mathbf{y}^G 之間的差異程度定義為：

$$Dis_{q,s}^G = \sum_{i=1}^{32} |x^G(i) - y^G(i)|$$

2.2) 主平面特徵(PPD)結合扇形網格(GSD)

為了能夠更準確的描述 3D 模型之內部特徵，我們將主平面特徵(PPD)及扇形網格特徵(GSD)兩種取特徵的方法做結合。假設扇形網格(GSD)的差異表示為 $Dis_{q,s}^G$ ；主平面(PPD)的差異表示為 $Dis_{q,s}^P$ ，將 $Dis_{q,s}^G$ 當作 $Dis_{q,s}^P$ 之權重值來看，那麼總共的距離定義如下：

$$Dis_{q,s}^T = Dis_{q,s}^G \times Dis_{q,s}^P.$$

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，如圖二。另一個實驗資料庫是「普林斯頓資料庫 (Princeton Shape Benchmark)」[26, 27]，如圖三，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：

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

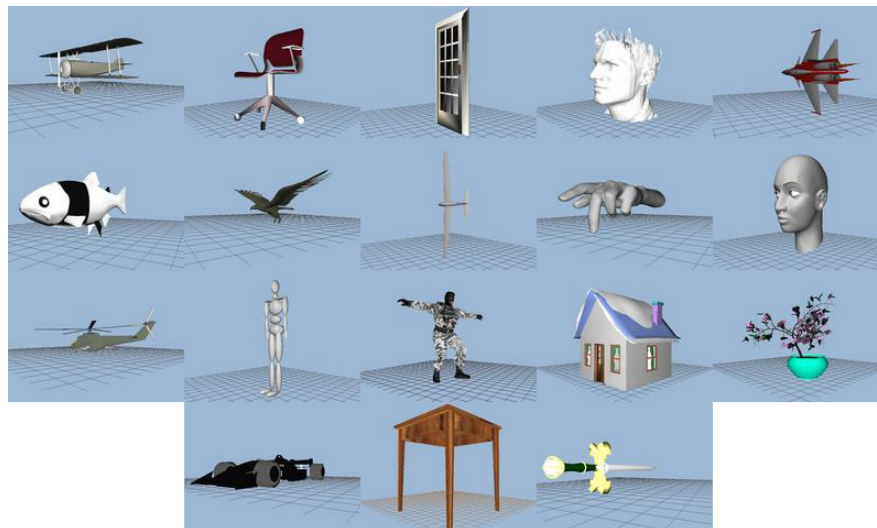
以及

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

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



圖二 本計劃建立的小型測試資料庫



圖三 普林斯頓資料庫中的一些類別。

第二年計劃是將我們所提出擷取 3D 模型內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，利用我們提出扇形網格特徵來加強 3D 模型的內部資訊，並且將扇形網格特徵以及第一年計劃中的主平面特徵做結合以提高更正確的搜尋結果。表一、二為扇形網格特徵及結合主平面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。

這些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。所以藉由此實驗我們可以知道考慮 3D 模型的內部資訊是必要的，而本計劃所提出來的方法也是非常可行，並且期望未來可以結合外部資訊，讓檢索系統更完善更符合使用者的需求。

表一 在本計畫建立上的小型測試資料庫正確率比較結果

特徵	$K=1T_i$	$K=2T_i$
PPD+GSD	0.9948	0.9992
PPD	0.992	0.99848
GSD	0.8485	0.9527
D2	0.70928	0.8172
GD2	0.82768	0.8988
SH	0.4884	0.57536
SSD	0.718	0.81888
ED	0.61744	0.7164

表二 在普林斯頓資料庫上的正確率比較結果

特徵	$K=1T_i$	$K=2T_i$
PPD+GSD	0.4560	0.5602
PPD	0.4444	0.5473
GSD	0.2643	0.3421
D2	0.1878	0.2369
GD2	0.2830	0.3738
SH	0.2706	0.3457
SSD	0.1587	0.1992
ED	0.366	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] T. Funkhouser, P. Min, M. Kazhdan, J. Chan, A. Halderman, D. Dobkin, D. Jacobs, "A search engine for 3D models", ACM Trans. Graphics, Vol. 22, No. 1, pp. 83-105, 2003.
- [3] B. J. Super, H. Lu, "Evaluation of a hypothesizer for silhouette-based 3-D object recognition", Pattern Recognition, Vol. 36, pp. 69-78, 2003.
- [4] 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.
- [5] D. Y. Chen, X. P. Tian, Y. T. Shen, and M. Ouhyoung, "On visual similarity based 3D model retrieval", Computer Graphics Forum, Vol. 22, No. 3, pp. 223-232, 2003.
- [6] 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.
- [7] C. T. Kuo, S. C. Cheng, "3D model retrieval using principal plane analysis and dynamic programming", Pattern Recognition, Vol 40, Issue: 2, pp. 742-755, Feb, 2007.

- [8] C. Zhang, 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] M. Kazhdan, T. Funkhouser, S. Rusinkiewicz, "Rotation invariant spherical harmonic representation of 3D shape descriptors", Symposium on Geometry Processing, 2003.
- [12] M. Novotni, R. Klein, "Shape retrieval using 3D Zernike descriptors".
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] R. Osada, T. Funkhouser, B. Chazelle, D. Dobkin, "Shape distributions", ACM Trans. on Graphics, Vol. 21, No. 4, pp. 807-832, 2002.
- [16] 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.
- [17] C.Y. Ip, L. Sieger, W.C. Regli, A. Shokoufandeh, "Automated learning of model classifications, Proceedings of Solid Modeling", pp. 322-327, 2003.
- [18] 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.
- [19] R. Ohbuchi, T. Takei, "Shape-similarity comparison of 3D models using alpha shapes", Proceedings of Pacific Conf. on Computer Graphics and Applications, 2003.
- [20] J.-L. Shih, C.-H. Lee, J.T. Wang, "3D object retrieval system based on grid D2", Electronics Letters, Vol. 41, No. 4, pp. 23-24, 2005.
- [21] MPEG Video Group, MPEG-7 Visual part of eXperimentation Model Version 9.0, Doc. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N3914, Pisa, January 2001.
- [22] D. V. Vranic and D. Saupe, "3D Model Retrieval", in Proc. of Spring Conference on Computer Graphics and its Applications (SCCG2000), Budmerice Manor, Slovakia, pp. 89-93, May. 2000.

- [23] M. Novotni, R. Klein, "A Geometric Approach to 3D Object Comparison", in proc. of International Conference on Shape Modeling and Applications, pp. 167-175, May. 2001.
- [24] R. Osada, T. Funkhouser, B. Chazelle, and D. Dobkin, "Matching 3D models with shape distributions", Shape Modeling International, pp. 154-166, May. 2001.
- [25] C. T. Loop, "Smooth Subdivision Surfaces Based on Triangles", Master's Thesis, Department of Mathematics, University of Utah, Salt Lake City, Utah, USA, 1987.
- [26] Princeton Shape Benchmark, <http://shape.cs.princeton.edu/benchmark/>.

三. 計畫成果自評

第一年計畫當中我們提出利用主平面擷取3D模型內部特徵的觀念，改善了以往3D模型搜尋系統只考慮到外部投影的特徵，也改變了以往對3D模型特徵擷取的觀念，考量到3D模型內部的資訊，並且有效提升了3D模型檢索上的正確性。在第二年計畫中我們利用扇形網格方法（GSD），一個新的擷取3D模型內部資訊的觀念，並且將其與第一年計畫中的主平面特徵(PPD)做結合，實驗結果發現更能夠有效的提升檢索的結果，更符合使用者的需求。之前已將初步之研究成果，投稿至期刊並被接受：

Jau-Ling Shih and Hong-Yu Chen, "A 3D model retrieval approach using the interior and exterior 3D shape information", *Multimedia Tools and Applications*. Vol. 43 NO. 1 May, 2009, pp.45-62 (SCI).

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

98 年 10 月 22 日

附件三

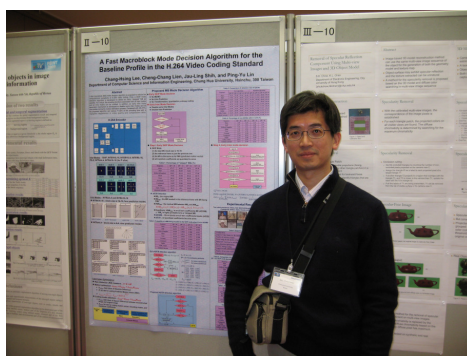
報告人姓名	李建興	服務機構 及職稱	中華大學資訊工程學系 副教授
時間 會議 地點	Tokyo Japan, Jan. 13-16, 2009	本會核定 補助文號	NSC-96-2221-E-216-041-MY2-
會議 名稱	(中文) (英文) The 3 rd Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology		
發表 論文 題目	(中文) (英文) A fast macroblock mode decision algorithm for the baseline profile in the H.264 video coding standard		

一、參加會議經過

本人於2009年1月13-16日赴日本東京參加 “The 3rd Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology” 國際會議，會中發表論文一篇，如下所示：

C. H. Lee, C. C. Lien, J. L. Shih, and P. Y. Lin, “A Fast Macroblock Mode Decision Algorithm for the Baseline Profile in the H.264 Video Coding Standard”, in *Proc. of the 3rd Pacific-Rim Symposium on Image and Video Technology (PSIVT'2009)*, Jan. 13-16, 2009, Tokyo, Japan, pp. 784-795.

本人於1月13日會議當天由台灣出發前往日本東京，我們的論文是安排在第三天1月15日下午 poster session 13:30至15:30，從台灣來參加研討會的學者人數不少，顯現國內對國際學術交流的重視。



二、與會心得

會議中與各國學者作深切的學術交流，獲益良多。

三、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無

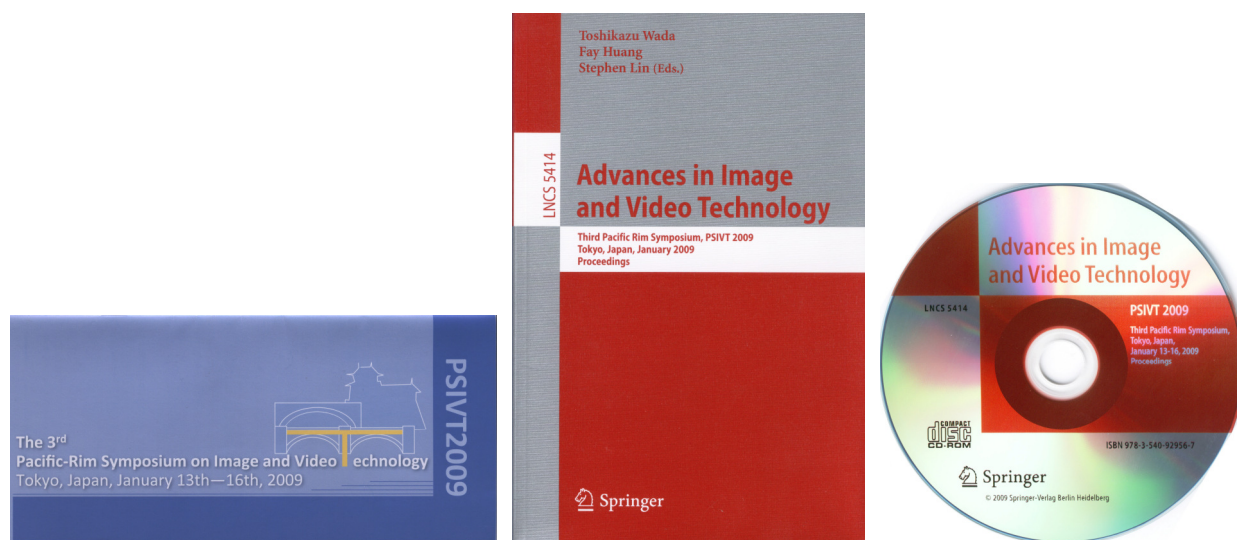
四、建議

無

五、攜回資料名稱及內容

表 Y04

PSIVT'2009 論文集及論文光碟



六、其他

非常感謝國科會之補助得以參加該研討會，本計劃僅申請註冊費之補助。

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

98 年 10 月 22 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 會議 地點	Sep. 12-14, 2009 Kyoto Japan	本會核定 補助文號	NSC-96-2221-E-216-041-MY2
會議 名稱	(中文) (英文) <i>The 5th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP'2009)</i>		
發表 論文 題目	(中文) (英文) <i>A New Feature Integration Approach and Its Application to 3D Model Retrieval</i>		

六、參加會議經過

本人於2009年9月11-14日赴日本京都參加 “*The 5th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing*” 國際會議，會中發表論文一篇，如下所示：

J. L. Shih, C. H. Lee, H. S. Lin, C. H. Chou, Y. C. Chang, “A New Feature Integration Approach and Its Application to 3D Model Retrieval”, in *Proc. of the 5th International Conference on Intelligent Information Hiding and Multimedia Signal Processing (IIHMSP'2009)*, Sep. 12-14, 2009, Kyoto, Japan, pp. 1026-1029.

本人於9月11日會議前一天由台灣出發前往日本京都，我們的論文是安排在第一天9月12日上午10:30至12:30，Session A01: *Multimedia signal Processing for Intelligent Applications*，從台灣來參加研討會的學者人數相當多，幾乎與日本的學者人數相當，顯現國內在多媒體訊號分析及資料隱藏等領域之研發能量相當強勁。



七、與會心得

會議中與各國學者作深切的學術交流，而且認識許多國內相關學術領域之學者，獲益良多。

八、考察參觀活動(無是項活動者省略)

無

九、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、攜回資料名稱及內容

IIHMSP'2009 議程手冊及論文光碟



六、其他

非常感謝國科會之補助得以參加該研討會。