

曉雲導師書畫與行儀圖文資料庫之建構

¹唐政元 ²釋仁朗 ¹李永傑 ¹洪莘逸

¹華梵大學 資訊管理學系

²華梵大學 東方人文思想研究所

E-mail: cytang@cc.hfu.edu.tw

摘要

華梵大學創辦人 曉雲導師(1912~2004)集佛學、藝術、文學、教育於一身的般若行者，致力奉獻於教育與創作幾十年。而導師為數眾多的創作，包括：禪畫、書法以及存放於華梵大學文物館的許多器物，為了避免因收藏的時間長久而自然風化或損壞；或展覽等一些搬移時的人為因素而導致毀損，以及為了可以開放給更多的人來參觀。我們將利用畫作數位化的方式加以保存，不怕時間流逝而造成畫作的損壞。

在本論文中，著重於對「曉雲導師」之禪畫作基於內容的影像檢索(Content-Based Image Retrieval)。我們採用影像的顏色特徵作為依據，將影像切割為數個區域，並且用K-Mean找出某區域顏色的十一個分類群組及其分類中心點，利用signatures來表示物件的顏色特徵，再利用EMD(earth mover's distance)演算法計算特徵間的距離來找出相似的影像。

關鍵詞：曉雲導師、禪畫、基於內容的影像檢索、EMD。

1. 序論

1.1 研究背景及動機

「華梵大學」是中國佛教史上第一所佛教界創辦之社會大學，其學校創辦人「曉雲導師」是集佛學、藝術、文學、教育於一身的般若行者，致力奉獻於教育與創作幾十年，成果亦相當豐碩。曉雲導師所創作的畫作、書法裡蘊含著無限歷史、文化與美術價值，早在導師於民國四十多年遊學世界各地時，當時旅居西德的蕭師毅教授曾讚揚說[2]：「她畫中的若有若無，引人入勝之處，並不是技術，而是哲學、宗教和文學詩詞陶練後的啟示，如果王維再世，對她的作品一定也會捫鬚微笑的。」西方世界尤其不曾見過如此動人的畫，藉著法師的畫作，他們對於歷史悠久的神秘古中國，總算開始有了正確的認識。

但曉雲導師這些為數眾多的創作，包括：禪畫、書法以及存放於華梵大學文物館的許多器物，為了避免因收藏的時間長久而自然風化或損壞；或者展覽等一些搬移時的人為因素而導致毀

損，以及為了可以開放給更多的人來參觀，避免因侷限於時空限制而無法一睹典藏品的內涵，華梵大學正也積極為曉雲導師的創作進行數位化動作。因此，如何進行資料檢索是緊接下來也正是我們於本文章中主要提出與解決的重要問題。

1.2 研究目的

本論文的在建構一個具有圖文檢索之曉雲導師畫作行誼資料庫，其功能包括畫作圖庫、文字檢索、影像檢索、畫作及行誼介紹等為主要功能。其中內容以華梵大學創辦人「曉雲導師」生平至今的著作之數位內容為主。

1.3 論文架構

在第一節我們提到研究背景、動機及研究目的，第二節為文獻探討，內容包括「曉雲導師」的創作介紹、影像檢索尋之相關理論。第三節為本研究使用的檢索演算法。第四節為實驗過程與結果。第五節為結論、貢獻與未來研究。

2. 文獻探討

本章主要的是研究主題之相關文獻。包括「曉雲導師」的生平著作、影像內容搜尋相關理論與技術探討，這些都將是建構多媒體搜尋系統的重要參考。

2.1 「曉雲導師」生平與創作

以下針對「曉雲導師」的生平簡介與其創作做簡單的介紹。

2.1.1 生平簡介

身兼宗教家、教育家與畫家三種角色，曉雲導師一生繪畫與志業，和她的思想體系緊密相連，詩情禪意之中，自有人生宏遠的眼界。

華梵大學創辦人「曉雲導師」，是集佛學、藝術、文學、教育於一身的般若行者。早歲即顯示出對禪、古典文學與繪畫的強烈興趣與天賦，畢業於香港麗精美術學院及南中美術研究所，拜嶺南畫祖革命藝術大師高劍父為師，民國二十二年畢業，隨即任教於聖保祿中學，教授美術、國文兩科。民國二十三年首次開個人畫展於香港中環

孔雀廳；次年創辦「文風韻苑」於廣州市。導師二十七歲時有「道人依仗看雲歸」、「水月禪心」、「一切應作如是觀」等禪畫之作，源於少時愛沉思默想、學習禪觀。民國二十九年任教香港麗澤女子中學，任教與研究過程中，化亦造詣精湛，且蘊含高深人生真理，而有嶺南女畫傑之譽。

民國五十六年受邀來台，講學於中國文化學院(今文化大學)，同時擔任中華學術院佛教文化研究所所長，推動台灣佛學研究與文化藝術活動不遺餘力。先後創立蓮華學佛園、華梵佛學研究所，培養僧才與社會學佛青年，並召開國際佛教教育研討會與天台宗學會，提昇佛教學術研究；每年舉辦「清涼藝展」，期以佛教藝術、書畫創作，化世俗熱惱人心為清涼，曾遠赴德國、比利時、美國、星馬、古晉及中國大陸展出。法師本人曾參加過國際性學術會議達廿八次，發表論文涵蓋佛教教育、藝術及般若與天台等類別，在在顯現法師學養之精深與博大。

民國七十九年創立華梵工學院(今華梵大學)，為中國佛教史上第一所佛教界創辦之社會大學，學校宗旨為「覺之教育」，期能以佛教慈悲精神與智慧思想培養品學兼優青年，利益造福人群社會。法師以其特具之文學造詣，勤於著書立說，尤以佛學禪行著作，皆為親身歷驗之寫證，出版書籍超過八十餘本，內容包括般若禪、中印藝術、佛教藝術、佛教教育、文藝、參方筆記等。民國八十六年底，榮獲行政院頒贈我國公民最高榮譽之國家文化獎，顯揚其人格事功之最佳典範[2]。

2.1.2 創作介紹

曉雲法師曾獲頒行政院文化獎，她不但是華梵大學創辦人，同時也是中國畫嶺南畫派一位女傑。曉雲法師將自己七十年來繪畫生涯劃分為四階段。第一階段是學畫早期，當時感到「筆不聽自己的話」，畫不出自己想要的，字也寫不好，曾以藤枝在地上練字十多年。第二階段是二十八歲後的四年，她遊經粵、桂、黔、川等中國山水，並將它表現於畫中。第三階段為三十四歲後的環宇週行期，她赴印度及歐美各國創作，感到「手已經會聽自己的話了」。四十五歲結束環宇周行期後，她回到香港，正式出家，將多年的宗教情懷化為實際行動，開始了第四階段。她一方面興學，一方面體悟到「自己已不計較畫得好不好，只覺得是以畫將意念表達出來」。

「曉雲法師」認為「禪畫要由禪心所流露」，他認為禪畫必須有所契於禪心，而後有所知於禪畫，禪是簡淡明雅，雖然寥寥幾筆，卻能代表天地，更能代表人生。何謂禪境，正是「青原惟信禪師」所說：「老僧三十年前未參禪時，見山是山，見水是水。及至後來，親見知識，有個入處，見山不是山，見水不是水。而今得個休歇處，依前見山只是山，見水只是水。」這種及至最後我見青山多嫵媚，料青山見我應如是，人與自然高度和諧統一的狀態，便是禪宗追求的最高境界[1]。

2.2 檢索相關理論與技術探討

以下將影像檢索方面的相關研究做簡單的介紹。

在資料檢索方面，就「影像資料」的檢索而言，早期採用的是以文字資料為主的搜尋方法來檢索影像的資料，方法就是利用文字來描述影像，再藉由比較成熟的文字搜索方式間接找到使用者欲找到的影像資料。但是影像資料不像文字資料，它們沒有像文字般所謂的基本結構(字或詞)，因此在建立資料庫時必須要以人工的方式，將人們對於影像的描述鍵入系統，如此才能提供查詢的功能。這種形式的影像檢索面臨了兩大困難：1.文字無法精確表達影像之內容：影像很難完全以文字來描述，因為影像是一種意境上表達，如畫作所呈現之感受；2.影像內容沒有統一的表示方式：對於同一張影像，不同的人會給不同的文字描述；相對地，相同的文字對於不同的人也會產生不同的影像感覺。因此系統將難以依賴某些特定的規則對影像資料新增關鍵詞。

文字本身在詮釋影像內容就有它的缺陷之處，再詳細的描述也不可能取代原有的影像，因此在檢索影像方面，以影像內容檢索(CBIR: Content-Based Image retrieval)[6][9][10]等)為現今學者所研究的熱門主題，其目的在藉由影像本身的資訊來提供或輔助檢索，而影像內容的資訊包括了顏色(color)、形狀(shape)、紋路(texture)等之影像特徵，並以這些特徵作為搜尋比對之依據。在這些影像特徵的描述上大多是多維度的描述，因此在特徵之間的相似度計算是一個重要課題，並且如何搭配適當的資料索引方法以增進影像收尋的效果與效率是一個值得研究與探討的。

2.2.1 影像內容檢索相關理論與技術探討

一般而言，對於影像的描述可以分為高階特徵(High-Level Features)和低階特徵(Low-Level Features)。低階特徵是從影像中透過處理所取得的特徵，如顏色(Color)、紋路(Texture)、形狀(Shape)等，此方法是以低階特徵來表達出影像內容，即為以影像內容為基礎的檢索。但單以影像的低階特徵來描述影像也有其缺點：其一檢索沒有精確的結果；其二期望以某一種低階特徵來檢索不同類形的影像不容易做到；其三未依使用者的需求出發，難以達到使用者的搜尋需求。主要原因來自低階特徵無法表達影像的內涵。

分別對顏色(Color)、紋路(Texture)、形狀(Shape)介紹如下：

2.2.1.1 顏色

顏色空間(Color Space)即為彩色的模型，一般較常用的包括 RGB(Red、Green、Blue)以及 HSV(Hue、Saturation、Value)...等。RGB 是大家最常了解的三原色色彩模型，在影像處理中它也

最常被使用的。我們在這裡介紹使用 signatures 作顏色描述的方法。

Signatures 的定義為 $\{s_j = m_j, w_{mj}\}$ ，其中 m_j 為 signatures 中的 cluster 的平均值， w_{mj} 表示在影像中有多少的像素 (pixels) 屬於這個 cluster，而每張影像的 signatures 中的 clusters 個數都不一樣。而 j 為 1 到 n 的整數，並且表示使用 n 個 clusters 來描述這張影像。

隨著影像的顏色內容而決定 clusters 的個數，當影像的顏色資訊豐富時所需的 clusters 便比較多；而影像的顏色資訊單調時，它只需要較少的 clusters 便可。所以，以 signatures 來描述影像是依據影像的內容而定的，每張影像都有它所獨特的 clusters。

以 signatures 來描述影像並查詢的結果會比 histograms 來描述影像的效果好，以 signatures 來描述影像會粹取出較重要的資訊，並且所需顏色資訊會小於 histograms 所必須具備的。

2.2.1.2 形狀

影像中物體的形狀可以先經過影像處理的技術，以邊緣偵測 (Edge detection) 演算法找出物體的輪廓。不過要從影像中完整地找出物體的輪廓是很困難的，必須藉由人工或者半人工的方式來擷取和切割出物體的輪廓效果會比較好。如：利用離散餘弦轉換 (DCT) 的係數間的關係來判斷每個 JPEG 影像的區塊是否含有邊緣的性質，同時將含有邊緣的區塊依照邊緣的走向分類成數個類別，這些不同的類別就可以用來作為搜尋時比較的依據。因此可讓使用者以手繪的方式畫出物件的輪廓作為查詢影像來作查詢。

2.2.1.3 紋路

紋路也是影像中一種重要的特性 [14]，在影像處理的研究領域中也有不少的研究。常見的紋路特徵表示法為 Tamura 特徵。Tamura 將花紋分為六種特質，分別為疏大性 (Coarseness)、對比性 (Contrast)、方向性 (Directionality)、似線性 (Linelikeness)、規律性 (Regularity) 和粗糙性 (Roughness) 六種特性。若系統要依花紋的特性做查詢，首先必須要從影像中擷取出來紋路的描述，再以紋路的描述作查詢的比對依據。如：一個結合色彩與紋理的影像內容特徵為索引的影像檢索系統，並且應用傅立葉轉換與小波轉換當作影像紋理特徵的抽取工具，可建立一個不受影像尺度大小 (Scale)、旋轉 (Rotation) 與平移 (Translation) 等因素影響的影像檢索系統 [14]。

2.2.1.4 空間關係表達及相似性搜尋

影像中物體的空間關係是人類最直覺的查詢方式之一。二維字串 (2D String) 是最早有關於這方面的研究 [8]，二維字串以 X 軸方向與 Y 軸方向此二維

來表示物體在影像中的空間關係，在 X 軸方向與 Y 軸方向分別有 13 種的關係存在 [9]。二維字串的優點在於其以簡單的方式記錄空間關係。

在空間關係 (Spatial Relationship) 的表達中，最重要的是必須把影像中的物件切割出來，將物件切割出來之後我們才能進一步的比較物件之間的關係，並以物件之間的關係作為搜尋之條件，例如：「尋找甲物件在乙物件右邊的影像」、「尋找甲物件在乙物件上面的影像」。使用相對空間關係為主的影像檢索方法，是以影像中物件位置的相似度來評估查詢影像的資料庫影像的相似度。

2.2.2 相似度的量測方法

在影像搜尋系統中，相似度的計算是一個很重要的議題，它是用來判斷影像是否與使用者所要查詢的影像相不相似的依據，在這一節中我們探討一些常用的 histogram-based 相似度測量方法。

Yossi Rubner 將 histogram-based 相似度計算方法分成兩類，分別為 bin-by-bin 與 cross-bin dissimilarity measures [13]。在 bin-by-bin dissimilarity measures 中它的相似度計算只有計算相關的 bin，並不考慮到 bin 與 bin 之間的相似關係，相反的在 cross-bin measures 中也將 bin 與 bin 之間的相似加入探討。

3. 檢索流程與相關演算法

3.1 檢索流程

本論文採用影像的顏色特徵作為依據，利用 signatures 來表示切割後物件的顏色特徵，再利用 EMD 演算法計算特徵間的距離來找出相似的影像。

3.2 EMD (Earth Mover's Distance)

Earth Mover's Distance (EMD) 是由 Rubner [13] 等人所提出用於影像搜尋之上，當特徵間 (bin 與 bin) 的距離可以使用 ground distance 求得時，利用 Earth Mover's Distance 做相似度計算可以得到較好的結果。

EMD 與 weighted quadratic distance 都是 cross-bin 的測量方式，但是他們主要的不同是，在 weighted quadratic distance 的計算方法中會與所有的 bin 相似度加以計算，而 EMD 是將它視為一種 transportation problem，去找到一個最佳的相似度。另外在 weighted quadratic distance 的計算中兩個 histogram 必須要有相同 bin 的屬性。

在 EMD 的計算方法上，直觀的我們把兩個分布的其中一個視為地球表面的高山，另一分布則視為地球表面的低窪部分，而 EMD 主要的目的是要找出可以將低窪部分填平的最小成本。而 ground distance 是用來計算高山與低窪部分的距離

也就是搬移一個單位所需花費的成本，而當EMD的值愈小時則表示這兩個分布愈相似。接著我們介紹EMD的基本定義：

假設這裡有兩個 signatures 分別為 $P = \{(p_1, w_{p1}), \dots, (p_m, w_{pm})\}$ 與 $Q = \{(q_1, w_{q1}), \dots, (q_n, w_{qn})\}$ 在 signature P 中以m個clusters來描述影像內容並且 P_i 為這個cluster i 的中心， w_{pi} 是在cluster i 中所包含的個數，而在 signature Q 中共包含了n個Clusters。在這裡我們還需要一個ground distance $d_{ij} = d(p_i, q_j)$ ，用來衡量clusters P_i 與 Q_j 之間的距離。

在EMD中我們主要是要找出整體的的最小成本，也就是要找到最小的 $\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d(p_i, q_j) f_{ij}$ ， f_{ij} 是指搬移的數量，並且符合以下之條件：

$$f_{ij} \geq 0, \quad 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n \quad (3.1)$$

$$\sum_{j=1}^n f_{ij} \leq w_{pi}, \quad 1 \leq i \leq m \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^m f_{ij} \leq w_{qi}, \quad 1 \leq j \leq n \quad (3.3)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f_{ij} = \min \left(\sum_{i=1}^m w_{pi}, \sum_{j=1}^n w_{qi} \right) \quad (3.4)$$

Constraint (3.1) 是限制搬移的範圍，Constraint (3.2) 限制最多只能少於供應商所能提供的數目，Constraint (3.3) 限制Q所接收的數目不能超過Q本身的數量，Constraint (3.4) 限制最大的搬移量，也就是總搬移量。當 transportation problem 解決之後我們可以得到所有的 f_{ij} ，接著就可以利用 Earth Mover's Distance 來求兩個 Signatures之間的相似度，Earth Mover's Distance的定義如下：

$$EMD(P, Q) = \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n d(p_i, q_j) f_{ij}}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n f_{ij}}$$

4. 實驗過程與結果

4.1 多媒體檢索系統介紹與功能

4.1.1 系統介面

本檢索系統以曉雲導師的畫作為內容。由文物館提供，收集曉雲導師畫作並加以分冊，集合而成資料。希望透過我們的製作，讓更多人欣賞到曉雲導師的作品。



圖 1、系統介面

4.1.2 系統功能表

表 1 系統功能表

圖庫	下拉式選單分冊，右方秀出分冊畫作及行誼照片，還可點選畫作跳至全文內容。
全文內容	瀏覽畫作或行誼所記載內容。
文字檢索	鍵入所知道的文字資料，檢索出相關資料，還可點選跳至全文內容。
影像檢索	直接選擇影像，檢索出相關聯資料，還可點選跳至全文內容。
關閉	按下畫面上的圖片即可關閉。

以下將說明多媒體檢索的功能，其中包括圖庫、全文內容、文字檢索、影像檢索功能。

4.1.3 圖庫

依照文物館分冊，本系統採取下拉式選單選擇分冊，可自行選擇所要閱讀的分冊，右邊會依序排出分冊裡的畫作；行誼部份，將他大致分類，選擇分類在挑選照片，右邊便會出現所挑選照片。



圖 2、書畫



圖 3、書畫分冊

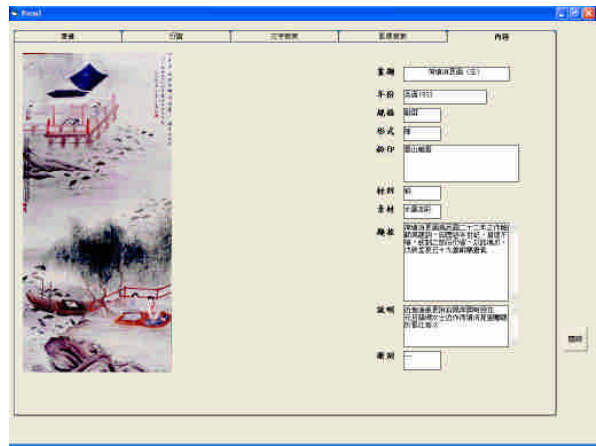


圖 6、全文內容(書畫)

點選行誼照片，跳至全文內容分頁，記載畫作詳盡的資料。

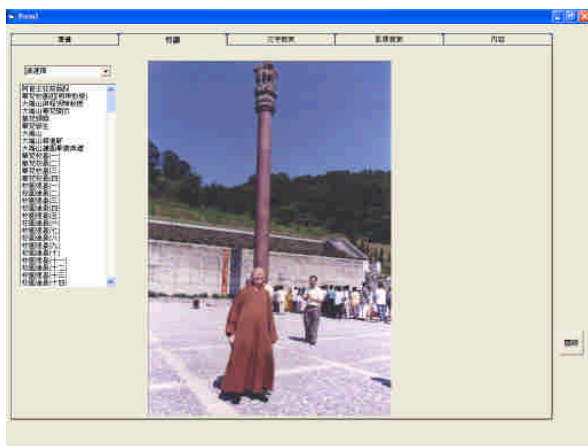


圖 4、行誼

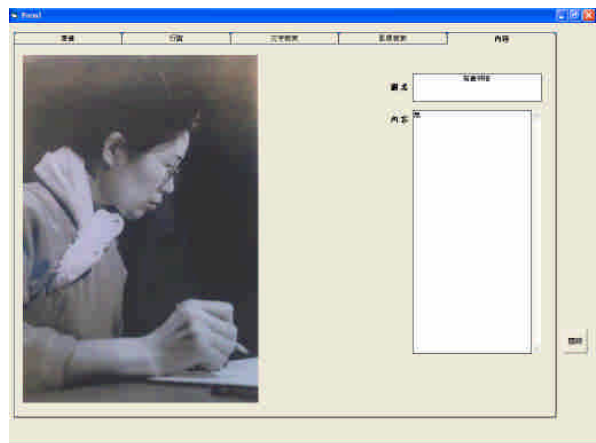


圖 7、全文內容(行誼)

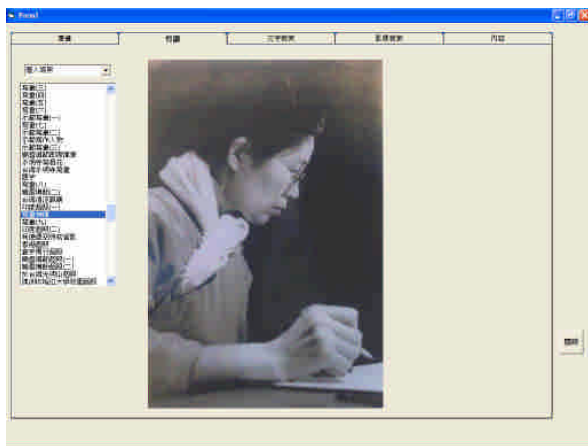


圖 5、行誼分類

4.1.4 全文內容

點選畫作，跳至全文內容分頁，記載畫作詳盡的資料。

4.1.5 檢索

藉由使用者輸入關鍵字或點選圖片，來進行文字或影像檢索；找出畫作中所有相關圖片。

4.1.5.1 文字檢索

文字檢索是利用 SQL 語法建立書中內容資料庫，來進行文字檢索，於查詢欄內輸入欲查詢之關鍵字，再對資料庫已建立的文字資料庫用 SQL 語法進行檢索；並以全文檢索方式，系統根據所鍵入的詞彙關鍵字，將會進行資料庫整體檢索，找出冊別中所有出現關鍵字詞段落，只要符合者，均會顯示出來。

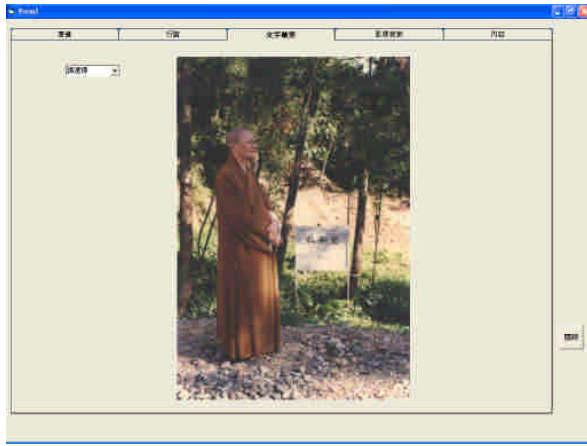


圖 8、文字檢索

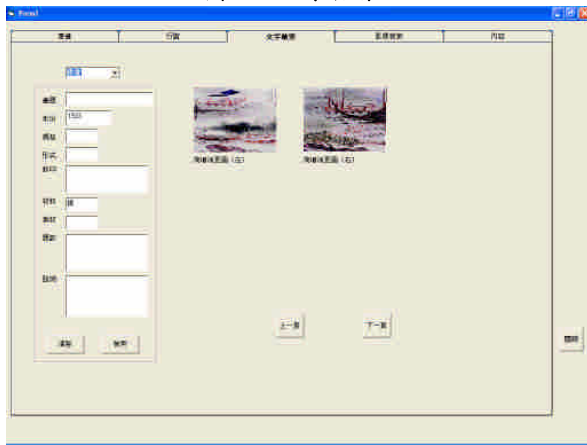


圖 9、文字檢索(書畫)

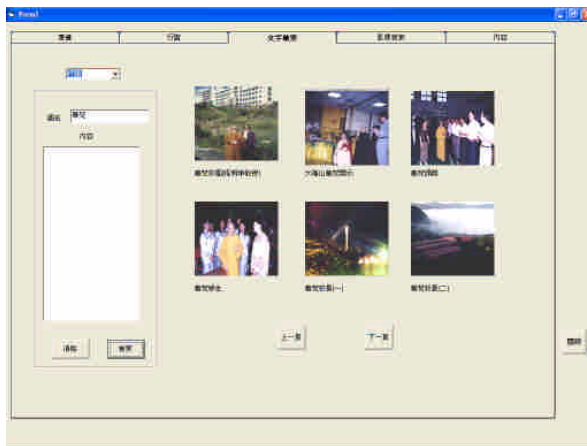


圖 10、文字檢索(行誼)

4.1.5.2 影像檢索

影像檢索主要是利用以影像內容為基礎的影像查詢方式 CBIR(Content-Based Image Retrieval)，接著使用影像顏色的特徵以顏色簽章(Color Signature)用 k-means 演算法來描述，再用 EMD(Earth Mover's Distance)做影像相似度度量，即可檢索出我們所要的圖片資料。

4.1.5.2.1 Content-Based Image Retrieval (CBIR)

以影像內容為基礎對影像描述(Content-Based Image Retrieval)，稱其為影像的「低階描述」

(Low-level descriptors)，可以用來彌補只使用文字內容為基礎對影像描述在影像檢索上的缺失及不足。利用電腦直接取得電腦對影像的特徵，例如：形狀(Shape)、顏色(Color)、紋路(Texture)、空間關係(Spatial relationships)等特徵角度(View Point)不同來進行觀察。而本研究是採用『顏色』此種方法來進行。

4.1.5.2.2 顏色特徵粹取

在相似度計算前，我們必須先從影像中粹取出影像特徵，並以 signature 來描述影像的特徵，在 signature 中可以允許用不同的顏色來描述影像的特徵，在這裡我們以 k-mean 的方法來決定要以何種顏色來作為影像之特徵，在這裡我們以十一種顏色(如表一)作為 k-mean 的初始值。如圖 11、12



圖 11、創作原始圖

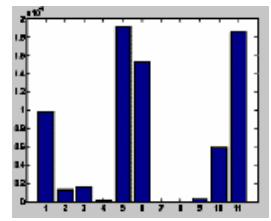


圖 12、利用 K-Mean 粹取出十一群組後的顏色統計圖

表 2 十一種顏色以及其 RGB 值

編號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
顏色	白	灰	黑	紅	粉紅	棕	黃	橘	綠	藍	紫
R 值	255	158	50	255	255	128	255	255	0	0	255
G 值	255	158	0	0	168	64	255	128	255	0	0
B 值	255	158	0	0	168	0	0	64	0	255	255

4.1.5.2.3 整張影像檢索

在這個實驗中我們的影像資料共有 400 張影像，其中包含有其他創作作品的影像。

以下拉式選單方式呈現，讓您選擇所需的圖片，按下“檢索”鍵後，即可進行檢索。

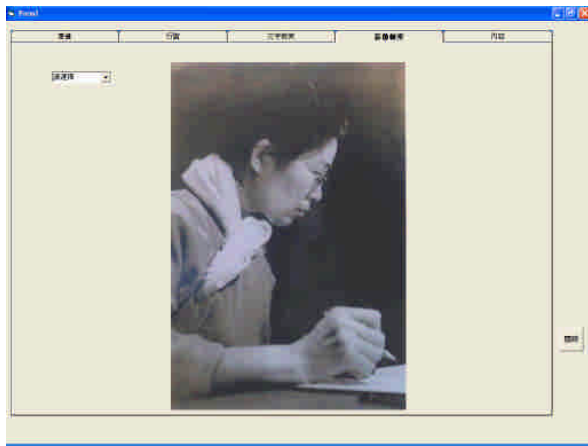


圖 13、影像檢索

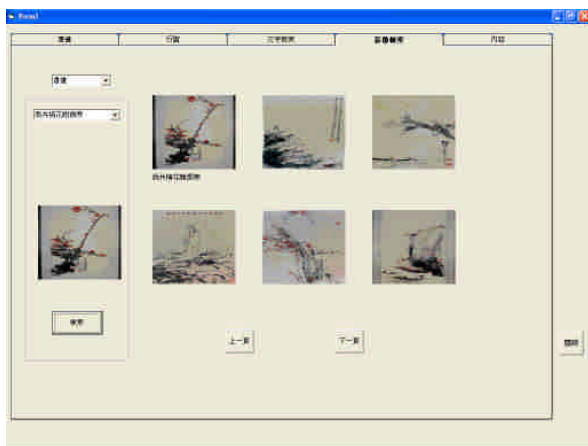


圖 14、影像檢索(書畫)

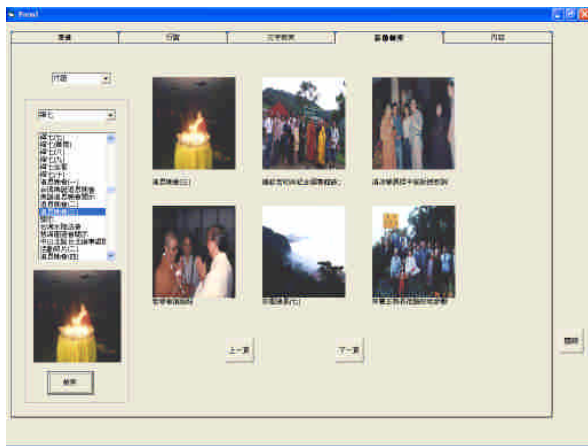


圖 15、影像檢索(行誼)

以整張影像做查詢是最直接的檢索方法，在圖 16 中的影像作為我們的檢索依據，而圖 17 中的(1)~(6)為所找出的最相似的 6 張影像與其 EMD 值。



圖 16、整張原圖

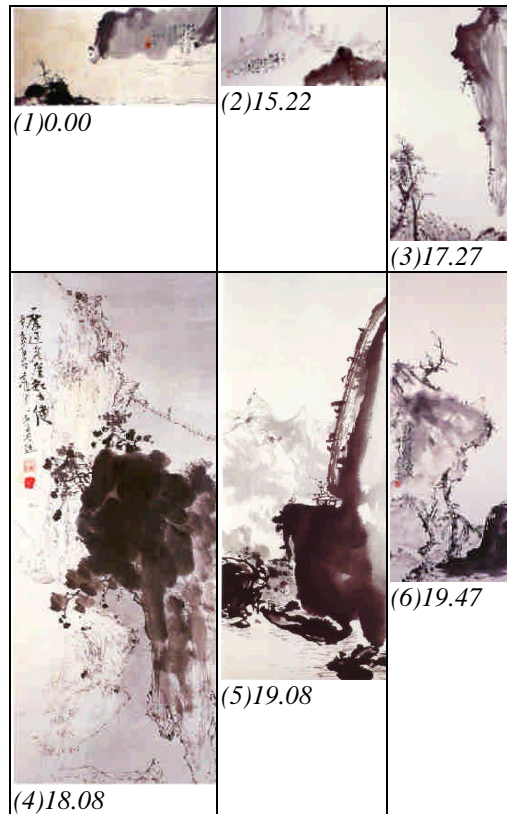


圖 17、利用整張影像作為檢索的結果 (依相似順序排列)

5. 結論

華梵大學創辦人 曉雲導師(1912~2004)集佛學、藝術、文學、教育於一身的般若行者，致力奉獻於教育與創作幾十年。但曉雲導師這些為數眾多的創作，包括：禪畫、書法以及存放於華梵大學文物館的許多器物，為了避免因收藏的時間長久而自然風化或損壞；或者展覽等一些搬移時的人為因素而導致毀損，以及為了可以開放給更多的人來參觀，避免因侷限於時空限制而無法一睹典藏品的內涵，華梵大學正也積極為曉雲導師的創作進行數位化動作。

典藏數位化是未來幾年的趨勢，它可以豐富數位內容，也可以使得典藏品本身不遭受到自然以外的毀害，更使我們觀賞的方便，典藏品的附加價值提高。華梵大學創辦人的作品在數位化之後，面臨到如何存取這些數位典藏的問題，本論文試著提出一套可行的檢索方法，是利用形狀及影像顏色特徵作為依據的檢索方式。

目前曉雲導師的事蹟大多都僅留存在許多人的心中，所以在建置上因資料的不足導致系統不是那麼完整，且在實驗過程中，我們發現對於物件特徵不明確的影像檢索結果較不佳，但對於畫作本身，卻可能是一個重要的區域，如風景畫、山水圖等，未來我們將要從人們口中記錄更多導師的事蹟已建置更完整的資料庫及針對一些物件不明顯的影像找出幾種可行的檢索方法。除此之

外，我們正試著以結合物件形狀特徵的相似度以及加入物件的空間關係來輔助檢索。

參考文獻

- [1] 陳威迺，畫中有禪，畫中有禪，人生雜誌 208 期
- [2] 黃美英(彙編)，曉雲法師生平資料及年譜，原泉出版社提供
- [3] 陳必衷，「蝴蝶影像內容檢索」，台灣大學碩士論文，民國 89 年。
- [4] 謝朝宗，「彩色影像資料庫中基於內容影像檢索之研究」，華梵大學碩士論文，民國 92 年。
- [5] 黃德煥，「研發一個基於區域的影像檢索系統」，華梵大學碩士論文，民國 93 年。
- [6] C. Carson and S. Belongie, "Blobworld: Image Segmentation Using Expectation-Maximization and Its Application to Image Querying," IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.24, no.8 pp.1026 -1038 Aug. 2002.
- [7] T. Givers and A. W. M. Smeulders, "PicToSeek: Combining Color and Shape Invariant Features for Image Retrieval," IEEE Trans. on Image Processing, vol.9, no.1, pp.102-119, January 2000.
- [8] N. Mohammad, H. H. Anne, S. John, "Picture Similarity Retrieval Using the 2D Projection Interval Representation," IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering, vol.8, no.4, pp.533-539, Aug 1996.
- [9] G. Petraglia, M. Sebillio, M. Tucci, and G. Tortora, "Virtual Image for Similarity Retrieval in Image Database," IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering, vol.13, no.6, pp.951 -967, Nov.-Dec. 2001.
- [10] A. Pentland, R. W. Picard, and S. Sclaroff, "Photobook: Content-Based Manipulation of Image Databases," International Journal of Computer Vision, Vol. 18, No. 3, pp. 233-254, 1996.
- [11] M. Ortega, Y. Rui, K. Chakrabarti, S. Mehrotra, and T. S. Huang, "Supporting Similarity Queries in MARS," Proc. of ACM Multimedia, 1997.
- [12] G. Petraglia, M. Sebillio, M. Tucci, and G. Tortora, "Virtual Image for Similarity Retrieval in Image Database," IEEE Trans. Knowledge and Data Engineering, vol.13, no.6, pp.951 -967, Nov.-Dec. 2001.
- [13] Y. Rubner, Perceptual Metrics for Image Database Navigation. Ph.D. Thesis, University of Stanford, May 1999.
- [14] N. Sebe and M. S. Lew, "Texture Features for Content-Based Retrieval." In M. S. Lew editor, Principles of Visual Information Retrieval,

Springer-Verlag London Limited, 2001.

- [15] X. S. Zhou and T. S. Huang, "Unifying Keywords and Visual Contents in Image Retrieval," IEEE Multimedia, vol.9, no.2, pp.23-33, April-June 2002