

# 植基於空間顏色分佈特徵之國畫影像檢索技術

洪嘉慶

國立臺中技術學院多媒體設計研究所  
morris.hung@gmail.com

黃國峰

國立臺中技術學院多媒體設計研究所  
kfhwang@ntit.edu.tw

## 摘要

近十年來，植基於內容之影像檢索技術(content-based image retrieval, CBIR) 一直受到廣泛的研究。其中以顏色直方圖(color histogram)為影像資料庫檢索和搜尋時的一個重要特徵，但是植基於顏色直方圖檢索的主要問題是它未將顏色之空間分佈因素加以考慮，本論文主要研究如何將顏色的空間資訊加入影像檢索之特徵值，並且將之利用於國畫影像之檢索應用上。

網路上有愈來愈多的數位化國畫影像，使用搜尋引擎便可查詢到相當大量的資料，然而使用關鍵字的查詢技術，無法客觀的描述影像本身的特性。所以往往會出現幾張不相關的影像查詢結果。因此利用影像內容的特徵值來進行國畫影像的檢索技術，是一個值得研究的議題。本論文建置了 600 餘張數位化國畫影像資料庫，總共區分成 6 類。採取國畫之顏色分佈以及顏色空間資訊做為檢索之特徵值，從實驗之結果看來，檢索之成功率確實有所提高。

**關鍵詞：**數位典藏、影像檢索、顏色直方圖。

## Abstract

Content-based image retrieval (CBIR) is an interesting topic for many researchers. Color histogram is an important feature for indexing and retrieving in image database. However, the main problem with color histogram indexing is that it does not take account of the color spatial distribution. Previous researches have proved that the effectiveness of image retrieval increases when spatial feature of colors is included in image retrieval.

There are more and more digitized Chinese Painting images for accessing on the Internet. Using the traditional search engine, query by keywords, is hard to find the required image. Because of the characteristics of an image is hard to describe by text. In this paper, we propose a CBIR technique for Chinese paintings image. In the experimental database, more 600 digital Chinese paintings are created, and they are classified into 6 types. The spatial color distribution of Chinese paintings is extracted as the image's feature. The experimental results show that the proposed method has improved the performance.

**Keywords:** Digital library, image retrieval, color histogram.

## 1. 前言

近年來，資訊科技的發展及數位影像處理技術(digital image processing)的進步，使得數位影像的產出量愈來愈多。而如何在一個含有龐大數位影像的資料庫，快速並且準確的找出所要查詢的影像，變得十分重要。

一般的影像檢索多使用文字描述(keyword)為基礎的查詢方式，必須先將所有影像內所包含的訊息，以人工的方式輸入，而這種查詢方式其實是一項非常耗費人力的做法。因此發展出一個節省人力、迅速且精確的影像檢索系統(image retrieval system)，讓使用者可以從影像資料庫中查詢出其期望的影像，是有其必要性的。

於民國 89 年 7 月我國政府通過了「國家典藏數位化計畫」，讓許多歷史文物及書物可以用數位化的方式予以保存，其中也包含國畫。隨後國科會更將「國家典藏數位化計畫」整編為國家型計畫，並於民國 91 年 1 月 1 日起正式展開。「數位典藏國家型科技計畫」。計畫的主要目標是要將國家重要的文物典藏數位化，建立國家數位典藏；進而以國家數位典藏促進我國人文與社會、產業與經濟的發展[1]。透過此計畫的執行，將會有更多的國畫被數位化，如圖 1。在國立故宮博物館[2]和國立歷史博物館[3]的網站上，便有許多的數位化國畫供社會大眾瀏覽。除此之外，網路的普及也帶動了藝術家自己架設網站，在網路上展示自己的作品，因此一個好的檢索技術有其應用之價值，相關技術當然需要加以深入的研究。



圖 1 數位化的國畫影像[3]

國畫的種類相當多，而其最主要的特色便為其所使用的顏色，因此本研究使用數位化國畫的影像建置資料庫，並利用顏色分佈的影像資訊，以萃取影像特徵值的方式，使用顏色直方圖來計算各顏色分佈的資訊，以搜尋影像資料庫裡相似的國畫影像，達到以圖找圖的目的，讓國畫影像的檢索可以更準確、方便，並找出使用者要檢索的影像。

本論文內容共分為五節，第一節為緒論，介紹本研究之背景、動機以及目的。第二節為文獻探討，簡述近年來相關之研究，並探討相關論文所使用之方法。第三節描述本論文所提出的方法。第四節為實驗結果之比較。最後，第五節為結論。

## 2. 文獻探討

### 2.1 Annular color histogram

R.Aibing[4]在1999年提出環狀直方圖(Annular color histogram)的影像檢索技術，傳統的顏色直方圖，在計算特徵值時，並沒有考慮顏色的空間分佈資訊，而環狀直方圖先將顏色轉換至 HSV 顏色空間後，再將顏色量化為  $A_i$  個 color bin， $|A_i|$  代表著  $A_i$  的顏色個數， $C_i$  為重心， $r_i$  為畫圓的半徑，然後將每個 bin 的顏色分佈求出重心，並以畫圓的方式計算每個圓內分佈的顏色個數，其特徵值可寫為  $(|A_{i1}|, |A_{i2}|, \dots, |A_{in}|)$ ，如圖 2。

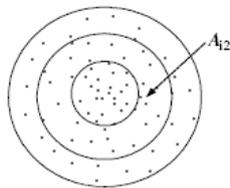


圖 2 Annular color histogram[4]

### 2.2 Improved Color Distribution Entropy

J. Sun[5]提出了一個以 Color Distribution Entropy(CDE)和 Improved CDE(I-CDE) 這兩個特徵值計算的方法，其中 I-CDE 是使用環狀直方圖以及計算在每個圓內像素個數所分佈的熵(Entropy)，並藉以判斷影像之相似程度。

在特徵值的萃取上，J. Sun[5]先將圖片轉換至 HSV 空間，並將 Hue 色頻量化為 9 個 bin，Saturation 3 個 bin，Value 3 個 bin，總共為 81 個 bin，也就是在每一張影像上採計 81 個顏色，之後再以環狀直方圖的方式開始計算其顏色分佈的資訊，並予以正規化。

Entropy 的計算公式如式(1)， $P_{ij}$  為每個像素的

個數， $N$  為畫圓的圈數， $P_i$  為第  $i$  個 color bin， $E_i$  為第  $i$  個 color bin 的 Entropy 值。

$$E_i(P_i) = - \sum_{j=1}^N P_{ij} \log_2(P_{ij}) \quad (1)$$

將式(1)求得的  $E_i$  設立一個門檻值，以剔除掉分佈率較低的顏色。另外依據每個圓的位置，加上不同的權重值， $N$  為畫圓的圈數， $j$  為加入的門檻值，如式(2)。

$$f(j) = 1 + \frac{j}{N} \quad (2)$$

將  $f(j)$  加入特徵值的計算公式中，如式(3)。

$$E_i(P_i) = - \sum_{j=1}^N f(j) P_{ij} \log_2(P_{ij}) \quad (3)$$

最後為了避免不同的 color histogram，卻會有相同的特徵值，如圖 3 所示針對每一個 color bin 乘上其所在位置的值。如式(4)， $A(H)$  為乘上位置後的值， $i$  為第  $i$  個 color bin 的位置。將加入的  $A(H)$  再除以所有的 bin 總數，如式(5)。最後的公式如式(6)將計算完的值加入原來計算特徵值的算式內， $n$  為所有的 bin 總數。

$$A(H) = \sum_{i=1}^n (P_i \times i) \quad (4)$$

$$g(H) = 1 + \frac{A(H)}{n} \quad (5)$$

$$E_i(P_i) = -g(P_i) \sum_{j=1}^N f(j) P_{ij} \log_2(P_{ij}) \quad (6)$$

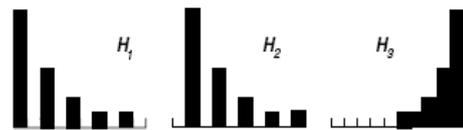


圖 3 相似的 color histogram， $H_1$ 、 $H_2$  及  $H_3$ [5]

以圖 3 為例，其特徵值計算後分別為  $H_1=3.43$ ， $H_2=3.95$ ， $H_3=6.58$ [5]，距離的算法為兩特徵值相減後取絕對值，如式(7)。而此例子  $|H_2-H_1| < |H_3-H_2|$ ，所以  $H_1$  和  $H_2$  為較相似的。透過這樣實驗的過程，調整權重與門檻值的方式，可以使得影像檢索的正確率提高。

$$\begin{aligned} d_{L_1}(H_1, H_2) &= |3.43 - 3.95| = 0.52 \\ d_{L_1}(H_2, H_3) &= |3.95 - 6.58| = 2.63 \\ d_{L_1}(H_1, H_3) &= |3.43 - 6.58| = 3.15 \end{aligned} \quad (7)$$

## 2.3 國畫特徵值的萃取

國畫即是“中國繪畫”的簡稱，主要是以形、色、線來表現自然物象。國畫在世界美術領域中自成獨特的繪畫體系。以其繪畫之內容可區分為人物、山水、界畫、花卉、禽鳥、走獸、蟲魚等畫科；有工筆、寫意、鈎勒、沒骨、設色、水墨等技法形式，而畫幅形式則有中堂、條幅、小品、鏡框、捲軸、扇面、冊頁、長卷、斗方、屏風等等，並以特有的裝裱工藝裝潢畫幅。圖 4 由左而右分別為人物、山水和花鳥畫。

國畫所使用的筆法和顏色，是其重要的影像資訊。在 S. Jiang[6] 中所使用的 Edge Size Histogram(ESH)便是萃取國畫線條的方法。除此之外還計算了國畫的紋理資訊以及顏色直方圖(color histogram)做為特徵值，因此對於國畫而言，顏色、紋理和邊緣都是相當重要的特徵值。



圖 4 人物、山水和花鳥畫[3]

## 3. 提出之方法

### 3.1 國畫特徵值的萃取

國畫的顏色是其重要的影像資訊[6]，在論文 S. Jiang[6]中，用來計算顏色直方圖的方法是採用 T. Gevers[7]在 1996 年所提出的 ohta color histogram，近年來關於 color histogram 改良的方法有許多，本論文所比較的 J. Sun [5]是目前關於 color histogram 所被提出檢索效果較佳的論文。然而其有些特徵值運用在國畫上的檢索效果不是很好，所以本文提出改良 S. Jiang[6]的檢索方法，並適用於國畫的影像上。

除了顏色的特徵外，在國畫的形狀上，多為直幅及橫幅兩種，故長寬比，也是一個相當重要的特徵，本論文在特徵值的萃取上，主要使用顏色分佈直方圖(color distribution histogram)和長寬比，下列為顏色分佈直方圖計算的步驟：

步驟一：

依國畫的長寬比調整影像大小，再將顏色空間由 RGB 轉為 HSV，在 HSV 色彩座標[8, 9]中，Hue，切分成 360 度，而 Saturation 和 Value 就等分成 100 份，以百分比顯示，RGB 色彩轉為 HSV 色彩的轉換公式如式(8) [8, 9]， $R$  為 RGB 影像中的 Red 值， $B$  為 Blue 值， $G$  為 Green 值， $Max()$  為將 3 個值取出最大的值做運算， $Min()$  為將 3 個值取出最小的值做運算。

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\}$$

$$S = \frac{Max(R, G, B) - Min(R, G, B)}{Max(R + G + B)}$$

$$V = \frac{Max(R, G, B)}{255} \quad (8)$$

由於影像的中心部份，通常為其重要的部份，所以在計算特徵值上改以影像的圓心畫圓，並使用環狀直方圖[4]的方式計算每個顏色在每個圓內所分佈的個數，再將個數予以正規化，如圖 5 所示。

舉例說明：假設顏色  $P_i$  第一圈個數為 50 個，計為  $f(1)=50$ ，第二圈個數為 25 個，計為  $f(2)=25$ ，第三圈個數也為 25 個，計為  $f(3)=25$ 。正規化的部份便是將  $f(1)$ 、 $f(2)$ 、 $f(3)$  各除以全部的個數 100。得到的值稱為 NSDH (the normalized spatial distribution histogram)。也就是  $f(1)=0.5$ 、 $f(2)=0.25$  即  $f(3)=0.25$ 。

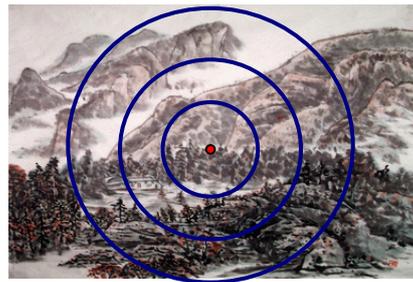


圖 5 以圓心畫圓計算環狀顏色直方圖

步驟二：

運用 entropy 的計算公式，再加入權重值。在 J. Sun [5]裡所加上的權重值，是以最外圈的植為大，內圈權重值為小，然而在國畫的影像裡，愈靠近中間的部份，往往是最重要的部份，所以在計算特徵值的公式上，內圈的圓乘上較大的權重值，愈外圈的圓則乘上較小的權重值。如式(9)，以 3 圈為例， $f(1)$  為最內圈， $f(3)$  為最外圈，

$$f(1)=1+3/3=2$$

$$f(2)=1+2/3=5/3 \quad (9)$$

$$f(3)=1+1/3=4/3$$

步驟三：

計算所有 color bin 的  $E_i$  值如式(6)，至於計算兩張影像特徵值之相似度(距離)則如式(7)所列，最後檢索的方式便是依據相似度來排序。

### 3.2 國畫影像資料庫的建立

實驗的資料庫，使用的是從 Google image[10] 所搜集來的 600 張近現代的數位化國畫影像。分類的步驟為：

- I. 依內容分類為山水、花鳥及人物
- II. 依國畫直幅或橫幅細分為山水直幅、山水橫幅、花鳥直幅、花鳥橫幅、人物直幅及人物橫幅六類。

每一個類別的張數計有 100 張，分類完成之國畫如圖 6 及圖 7 所示。



圖 6 山水橫幅、花鳥橫幅及人物橫幅[10]

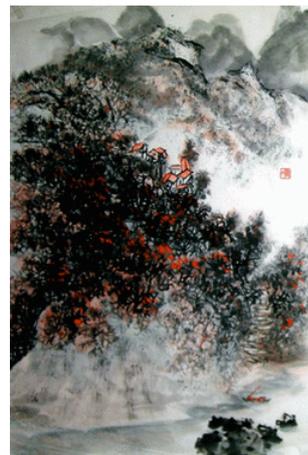


圖 7 山水直幅、花鳥直幅及人物直幅[10]

### 3.3 國畫影像檢索系統架構

在進行國畫影像檢索時，使用以下的流程來進行處理。

- (1) 國畫影像資料庫的建立
- (2) 國畫影像的前置處理：調整影像大小、顏色空間轉換。
- (3) 特徵值的萃取：長寬比、顏色分佈直方圖。
- (4) 進行相似度的計算：第一階段先篩選出一樣形狀的圖畫，第二階段則利用特徵值，做相似度的計算。
- (5) 回報結果。

圖 8 為論文所提出之國畫影像檢索系統流程圖。

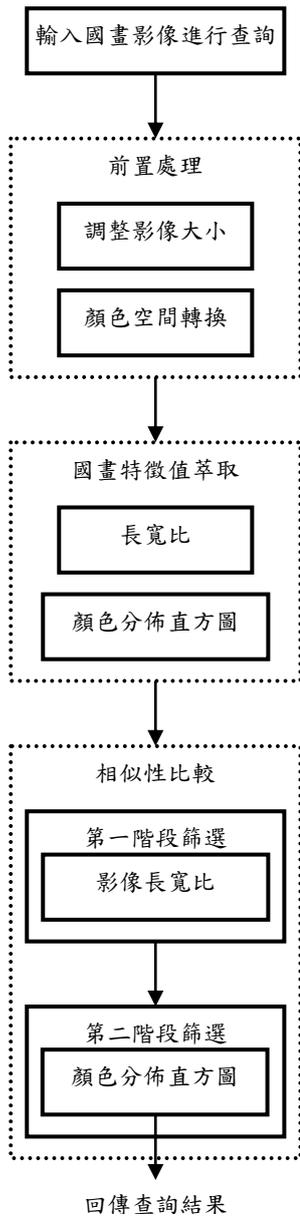


圖 8 國畫影像檢索架構圖

#### 4. 實驗結果

本次實驗使用了 600 張的近現代國畫影像，依長寬比調整大小為 256x384 和 384x256。並將其分為六類為山水直幅、山水橫幅、花鳥直幅、花鳥橫幅、人物直幅、人物橫幅。

利用本研究的二階段方法進行檢索，隨機從每類各挑選 10 張圖，總共 60 張圖，並計算每一張檢索傳回的前 10 張準確率。表 1 為回傳影像的準確率。圖 9 為使用本論文提出的方法，輸入山水直幅所回傳前 10 張的檢索結果，左上角為輸入檢索的圖。圖 10 為使用 I-CDE 輸入山水直幅所回傳前 10 張

張的檢索結果，左上角為輸入檢索的圖。

從圖 9 及圖 10 的比較，圖 9 檢索到山水直幅為 8 張，圖 10 為 3 張。準確率分別為 80% 和 30%，而從表 1 的準確率，I-CDE 回傳 10 張為 28.33%，我們所提出的空間顏色分佈特徵法回傳 10 張為 58.5%，從中可以看出長寬比加上顏色分佈直方圖的檢索效果確實比單純使用 I-CDE 的效果來的好。

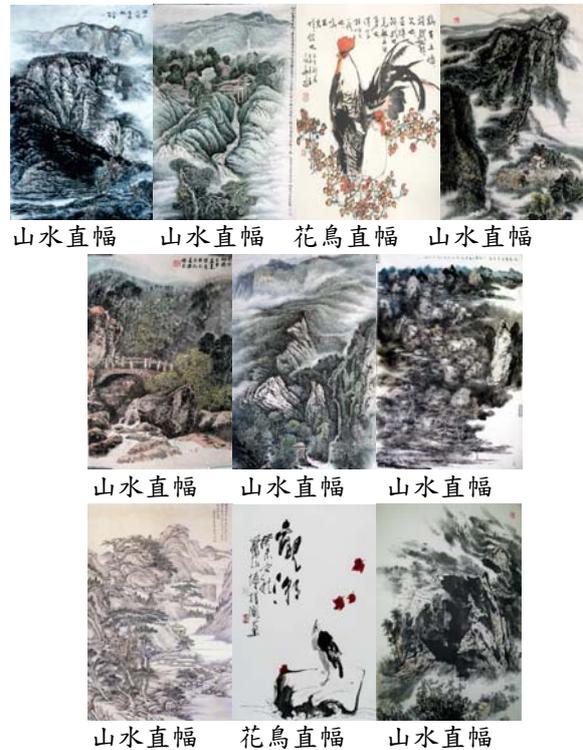


圖 9 顏色分佈直方圖及長寬比回傳前 10 張檢索結果

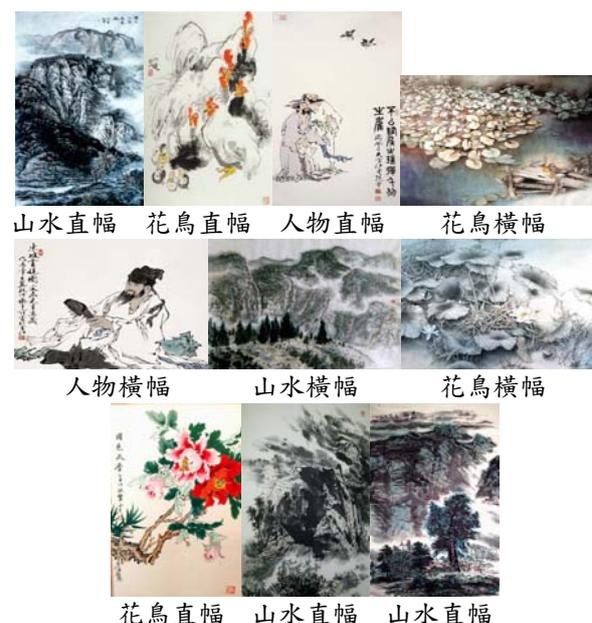


圖 10 使用 I-CDE 方法回傳前 10 張的檢索結果

使用方法	回傳的張數	準確率(%)
I-CDE[5]	10	28.33
本篇提出的方法	10	58.5

表 1 回傳影像準確率

除了比較前 10 張回傳的準確率外，我們也計算了前 50 張的準確率，計算的方式如式(10)，圖 11 為回傳張數準確率的比較圖，可看出本篇的方法比 I-CDE 的檢索效果來的好。

$$\text{準確率} = \frac{\text{檢索到的相似影像}}{\text{回傳的影像張數}} \quad (10)$$

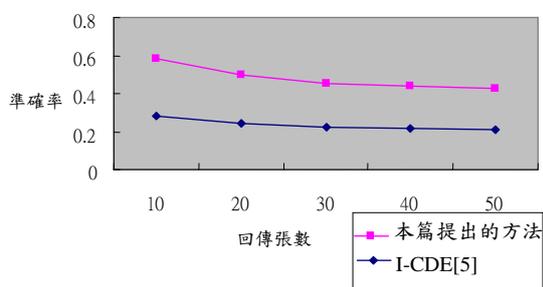


圖 11 回傳影像準確率比較圖

## 5. 結論

本篇論文提出了一個有關國畫檢索的方法，利用現有的影像檢索技術及利用國畫影像的特徵值，達到以國畫的特徵來檢索國畫影像。

首先利用長寬比來進行第一階段的篩選，接著再以顏色分佈直方圖來做為國畫的特徵值，從實驗之結果得知，此方法得以有效提高檢索之準確率。其中主要的原因為我們的方法首先篩選出具備相

同之影像長寬比，並且以圓形區分空間資訊之顏色分佈直方圖做為檢索之特徵值，進而得以提高檢索之準確率。

## 參考文獻

- [1] National Digital Archives Program, Taiwan, <http://www.ndap.org.tw>.
- [2] National Palace Museum, <http://www.npm.gov.tw>.
- [3] National Museum of History, <http://www.nmh.gov.tw>.
- [4] R. Aibing, R. K. Srihari, and Z. Zhongfei, "Spatial color histograms for content-based image retrieval," 1999, pp. 183-186.
- [5] J. Sun, X. Zhang, J. Cui, and L. Zhou, "Image retrieval based on color distribution entropy," Pattern Recognition Letters, vol. 27, pp. 1122-1126, 2006.
- [6] S. Jiang, Q. Huang, Q. Ye, and W. Gao, "An effective method to detect and categorize digitized traditional Chinese paintings," Pattern Recognition Letters, vol. 27, pp. 734-746, 2006.
- [7] T. Gevers. a. A. Smeulders, "A comparative study of several color models for color image invariant retrieval," Proc. 1st Int. Workshop on Image Databases & Multimedia Search, Amsterdam, Netherlands, 1996.
- [8] K. Sobottka and I. Pitas, "A novel method for automatic face segmentation, facial feature extraction and tracking," Signal Processing: Image Communication, vol. 12, pp. 263-281, 1998.
- [9] N. Herodotou, K. N. Plataniotis, and A. N. Venetsanopoulos, "Automatic location and tracking of the facial region in color video sequences," Signal Processing: Image Communication, vol. 14, pp. 359-388, 1999.
- [10] Google Image, <http://images.google.com.tw/>.