

適用於影像檢索的特徵點擷取法

蔡耀弘

玄奘大學資訊科學所
助理教授
tyh@hcu.edu.tw

羅振文

玄奘大學資訊科學所
研究生
awenlo@gmail.com

摘要

在影像檢索中的特徵擷取問題上,是如何用最簡單有效的資訊來描述一張圖像。在眾多的擷取法中,特徵點是較直觀的一項特徵,方式是利用影像內容物所偵測的特徵點來描述影像,因為影像內容種類繁雜,所包含資訊內容非常豐富,且變異度很大,如果擷取的特徵點未能有效的描述影像,反而會讓比對的困難增加,降低檢索的速度。為了檢索上的效率,一般是採用固定數量的資訊來計算比對,傳統是以提高門檻值的方式,但會造成集中在某區域產生錯誤或多餘資訊的問題,本論文改良巴納德偵測器(Barnard Detector)來選取顯著的特徵點,提出一套平均分配的選點機制,以區域權重的概念,讓資訊內容平均表現出來,提供未來影像檢索的便利。

關鍵詞：影像檢索、巴納德偵測器、特徵點、區域權重

Abstract

On the issue of capturing features in image retrieval, it is how to use the most simple and effective information to describe an image. Feature point is one of the most intuitive features. This feature can describe an image efficiently, so it is widely used in image retrieval. Because image content is usually complicated, the information in an image is variability. If the feature points can't effectively describe the image, it will increase the difficulties and reduce the speed of image retrieval. In order to have the efficiency of retrieval, the general approach is to set a higher threshold, but it will result in a local region on the wrong issues or redundant information. This paper improves Barnard detector to select the salient feature points in an image. The proposed

mechanism can find feature points according to the average rule. In addition, the regional weight describes the information in an image in average, and provides the convenience of image retrieval in the future.

Keywords: image retrieval, Barnard detector, feature point, regional weight.

1. 前言

在電腦資訊科技日新月異的時代,影像處理及電腦視覺的應用越來越普遍,大多數的政府、學校、醫院、圖書館、博物館等,經常會將數位影像存到資料庫,再從設計的系統介面將這些影像取得及應用。這些影像包括人物圖像、地方風景、人體器官、圖書照片、博物資圖...等。傳統的搜尋方式是利用圖片的檔名,或是加上註記來做為搜尋的條件。如強大的搜尋引擎 Google 和 Yahoo!奇摩...等[3,15],但隨著圖片內容資訊繁複,資料數量過於龐大,文字未能詳盡描述影像等問題,常常造成搜尋及比對的困難。如何能快速有效的從數位影像資料庫中檢索出正確的影像,為影像檢索最重要的工作[12,16]。影像檢索的工作包含了幾個主要的部份,意義區域劃分、特徵擷取、特徵的表示方式、查詢介面...等,從影像中劃出有意義的區域、截取各項特徵的機制、表現特徵的方式,最後就是使用者查尋部分,其主要目的是讓使用者有效的從資料庫檢索出想要的影像。在一套影像檢索系統中,特徵擷取佔著極重要的部分[8,10],但是如果影像帶給我們的資訊過於繁雜,往往會增加我們比對上的時間,甚至是造成過多的錯誤資訊,在此最值得我們探討的是,如何能有效的擷取出影像的特徵,用以加強影像取回的正確率。

擷取特徵點的方式應用在許多地方,醫學上的圖片,連拍的圖片或是攝影的影像,可用來追蹤,辨識及比對...等[5,9,14],本篇主要探討特徵點截取的技術,應用在影像檢索影像

內容的資訊描述[1,4,5,11]。我們可以利用偵測器來取得這些表示特徵的特徵點，巴納德偵測器(Barnard Detector)是在灰階影像中選取邊緣上特徵點的技術[13]。它可以偵測出一張圖像內容顯著的點，表示為影像的特徵點。利用巴納德偵測器偵測出來的點，可以簡化我們比對的資料，甚至可以加以限制條件的資訊量，讓我們計算比對方便，是非常有效的方法。但在資訊量的限制下，往往會造成特徵點過於集中，或是表示不需要的區域的問題。為了解決這些問題，且照著原偵測器對邊緣敏感度，一般是先對影像做小波轉換來加強偵測輪廓的效果[2,7]。在影像中一個單一物件如要平均的找出它的範圍，可利用重心，一般用在過於複雜的外形，影像有時不一定光是描述完整的邊緣就夠了，遇到多邊形或邊緣複雜的物件時。光是以檢測出來的強弱判斷選點的機制不能突破上述的變化。要解決此問題就必需利用有限的資源，篩選最佳的位置。在解決變化強烈邊緣時，必需檢測近距的邊緣跟遠距的邊緣[8]，巴納德檢測時會產生點的範圍，應用平均分配的方法，在選取圖像內容物件的方法為一個條件樹的方式，一開始先定立一個物件Model，用偵測框出的所有物件，不斷的去篩選，去逼近最相似的Model[6]，基於以上幾點的考量，大都以類似的概念去平均分配選出的特徵點[2,7]。

在各類偵測器中，大多是利用影像中像素彼此間的值來做運算，進而求得所要的顯著的特徵點。但一張圖像所包含的資訊非常多，所以我們選點的時候，未必要將我們的焦點聚集在邊緣的地方，我們可以用些特徵點來描述不光是邊緣的部份，讓特徵點均勻分散在各個重要的部位，不會因為特徵點的數量限制，而造成某地方集中的問題，偵測出來的特徵點，去表示出這些資訊，我們依然利用檢測器的原始精神，分配以最少的點來達到檢索的目的。

為了固定資訊量的目的，用限制檢測出特徵點的數量方式來描述影像，本論文針對巴納德偵測器的選點機制來提出改良[7]。我們提出了一個利用區域平均分配特徵點的技術，來改善既有的巴納德偵測器中因為選出特徵點過多或過於集中的問題。我們提出的方法會隨著圖像內容而平均分配特徵點，讓不同區域的特徵能夠利用最佳的點去表示，有別於以往發展只注重外形輪廓的截取，更可去表示物件所能表達的特徵，得到較適合的檢索效果，在未來利用固定資訊量及分散並有效表示圖像，藉

此增強影像檢索的迅速與確實。

在論文的第二節部分介紹巴納德相關方法，說明一般的處理方法，第三節介紹我們的方法及流程，達到我們期望的目的，第四節顯示比較一般方法的結果，最後第五節是結論與探討。

2. 特徵點擷取相關方法

2.1 巴納德偵測器 (Barnard Detector)

巴納德偵測器 (Barnard Detector)為找出圖像像素變化強烈的偵測器，它可從一張灰階影像找出顯著的地方，作為描述圖像的特徵點[13]。

首先給定一張灰階影像 I ，設定圖像為一個矩陣，表示成 $I(m,n)$ ， m 和 n 為正整數，代表影像矩陣上的座標，對於每一個像素的座標位置，定一個視窗 W ，其長為 p ，寬為 q ，來對原影像視窗內容做運算。我們定矩陣 t 為各像素計算後的值， m 、 n 對照原圖的位置，運算依照以下的公式。

$$t(m,n) = \min\{H, V, L, R\} \quad (1)$$

$t(m,n)$ 表示計算後像素點的值。是 H ， V ， L ， R 運算後的最小值，分別代表運算像素的周圍 8 個位置兩兩運算的值，分別如下所列

$$H = [f(m,n) - f(m-1,n)]^2 + [f(m,n) - f(m+1,n)]^2 \quad (2)$$

$$V = [f(m,n) - f(m,n-1)]^2 + [f(m,n) - f(m,n+1)]^2 \quad (3)$$

$$L = [f(m,n) - f(m+1,n-1)]^2 + [f(m,n) - f(m-1,n+1)]^2 \quad (4)$$

$$R = [f(m,n) - f(m+1,n+1)]^2 + [f(m,n) - f(m-1,n-1)]^2 \quad (5)$$

當所有點運算存值後，再找出 W 視窗中的最大值，將值對應到原圖的位置。

$$t(m',n') = \max_{m,n \in W_{pq}} \{t(m,n)\} \quad (6)$$

2.2 一般篩選特徵點的方式

利用巴納德偵測器選出來的特徵點，只是依照原圖中物件有邊緣的地方來決定，如果要完整的描述出影像內容，光靠這樣的處理是不夠的，後期的學者應用了其對邊緣的敏感度，並且參照原算法的算式，採用小波轉換的方式，更為配合想找出彩色影像上的特徵點，因為其包含的資訊更多，故對原影像先作處理再做檢測，一般採用小波轉換。常用二種算法來作處理，分別是 Haar 和 db4 算法，處理後再對其做巴納德檢測。而彩色影像必需先分成 R、G、B 三張灰階影像，分別對其做處理，最後才用巴納德檢測去選出特徵點[7]。

2.3 篩選特徵點的機制

巴納德偵測器本身就是計算像素點的臨近點強度的運算，如果照著原始的處理方式[14]，很容易就讓特徵點仍然太多，並且會集中在一些較強烈特徵的區域，讓不明顯的資訊無法表達，忽略整張完整描述，反讓我們取得的資訊過多而雜，無法達到描述影像的目的。

一般是採用二個方法，第一是用在總數量上給訂一個門檻值，另一個是淘汰臨近的特徵點，方法是採巴納德偵測器後所有數量的百分比做為減少數量的動作，可用五成或六成，並在選點時 8 個方向去做選取，淘汰臨近的特徵點，選取相臨的最大值[7]。

小波轉換主要是加強輪廓的擷取，為了表示方法的特色，在不考慮小波轉換的情況下，實驗結果如圖 2.1~圖 2.6。



圖 2.1、原圖(a)



圖 2.2、原圖(b)



圖 2.3、特徵點(c)



圖 2.4、特徵點(d)



圖 2.5、對應位置(e)

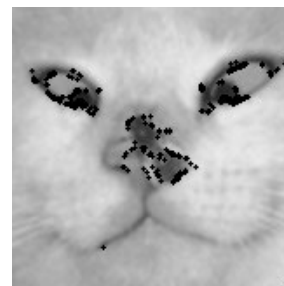


圖 2.6、對應位置(f)

3. 我們的方法

3.1 方法概述

我們著重於影像檢索的特徵擷取，而且想利用特徵點完整表示影像內容的物件，且考量到資料庫比對的迅速與確實，要以最少的資訊量來描述圖像，方便做檢索，我們就先前的方法歸納以下幾點，通常特徵點的數量必須加以限制，以符合影像檢索的效能，如果視窗太大，部分物件的資訊會喪失，如果視窗小，產生的特徵點過多，小波轉換好處是特徵點會集中在邊緣處系數較高的部分，壞處是在點數受限制時無法分散，還是會集中在值高的部分。

我們將特徵點取得的數量加以限制，以固定數量來選取所要的特徵點，這樣在比對資料時，等於強制將圖像的圖像正規化，達到比對的迅速與確實，一般的選點方法就不適用。在限制固定數量特徵點的條件下，反而會強調影像某一變化強烈的區域。

偵測出來的特徵點都有一個特徵值。由實驗得知，這些點有強弱之分。這些強弱決定一般處理的方式，不外乎依照特徵值的強弱來定立門檻值，或用來淘汰臨近的點，但在較少特徵點的限制下，卻不能簡單的描述一張圖像。在本實驗人像的部分，特徵點集中在頭髮的部份，因為這個部份顏色明暗較強烈，強度也較大，如果選點機制是照著強弱來分的話，分配的極為不均，且集中在一些相鄰的地方，這樣就不能有效的利用偵測出來的特徵點描述整張影像內容的意義。

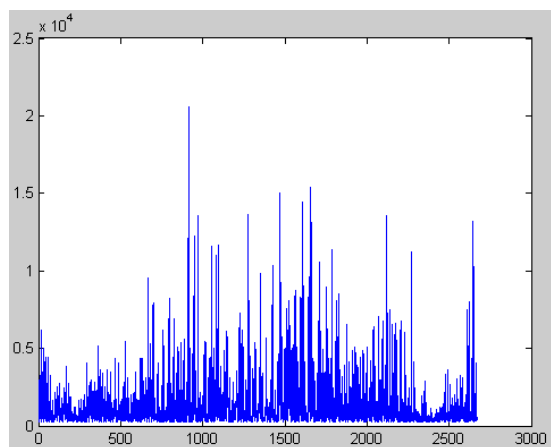


圖 3.1 所有特徵點代表的值。

偵測出來特徵點的強度可以用一曲線圖來看出變化，如圖 3.1。我們在選取特徵點的時候，除了考慮特徵點強度表達的訊息外，更要考慮一張圖像整體的描述。在此我們用區域劃分的方式，來達到我們分散選點的目的地。

我們統一處理灰階的圖像，首先用巴納德偵測去偵測整張圖像所有的顯著的點，考慮到相臨過於密集的點的確不能表示圖像，故先照 Hui Song 等學者所提出的方法去對特徵點做 8 方向的篩選，即每個特徵點去做 8 方向的偵測，如果同時也有特徵點的存在，則留下此九宮格中的最大值。達到第一次分散的選取。接下來即是我們的方法，四分統計量權重分配法。

3.2 四分統計量權重分配法

我們可視一張邊長相同的圖為一正方形，要應用平均分區的方法，就要找到重心。其重心即為中心點的位置，利用如同切割的方式，將圖像每一個區域的點數統計並做分配。每個區域如同去界定門檻值，小於門檻值的點即不考慮，統計符合我們加入條件限制的特徵點，如圖 3.2 流程圖所示。

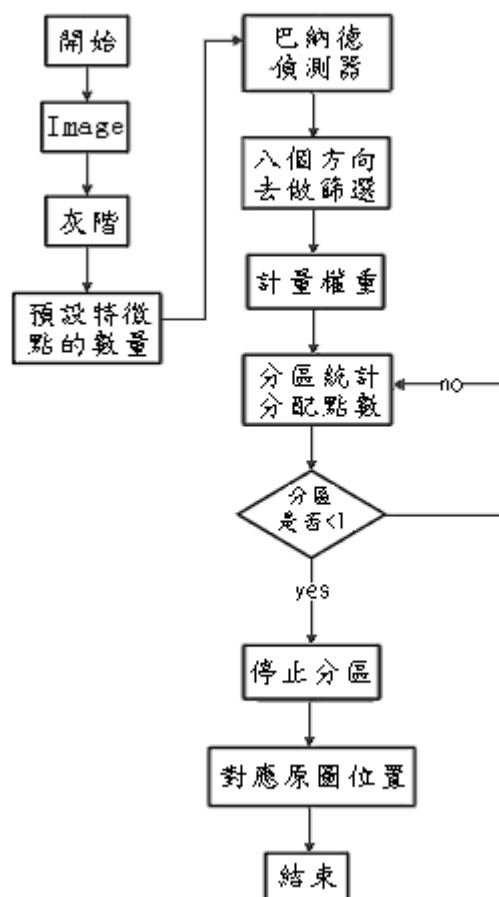


圖 3.2 四分統計量權重分配法流程圖。

由於是從整張影像去分區分配全部，過程非常繁複，在此以整張到左上區域 3 次為例。固定特徵點數量門檻的地方，我們設定一固定的資料量 N ，例如 300、200 或 100，視使用者而定，在 8 方向篩選後，我們得到大部分的特徵點，然後從整張圖像的中心位置，做第一次的十字分區，四分成四塊區域，每一個區域皆做統計特徵點數量的動作，來做為固定量 N 的權重，第一次分配如下

$$N_1 = N \times \frac{S_1}{Sum} \quad (7)$$

Sum 表示每次四個區域的總合，每區統計量分別為 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 ，用每區的統計量做為權重值分配該區該有的點數，每區分配量分別為 N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 ，做完二次分配後，要求得左上區域其中再四分左上分配量 N_{11} ，依據四分每區域的總合量 S_1 ，四分區統計得到 S_{11} 後，該分配量 N_{11} 公式如下

$$N_{11}=N_1 \times \frac{S_{11}}{S_1} \quad (8)$$

按此步驟分配這四個區域後，以此類推，再對未分配完的區域同樣原理四分(7)(8)…。當我們切到那個區域的值為 0 或 1。表示我們這個區域沒有點或已分配至 1。當為 1 時，則選取這區域內強度最強的 1 個特徵點；為 0 時，表示並沒有特徵點可分配，而以上兩種狀況表示這區域不用再繼續分區，可停止。如此分配到最後，將固定量的特徵點平均分布到這張影像上，選出來的特徵點對應到原圖位置上。

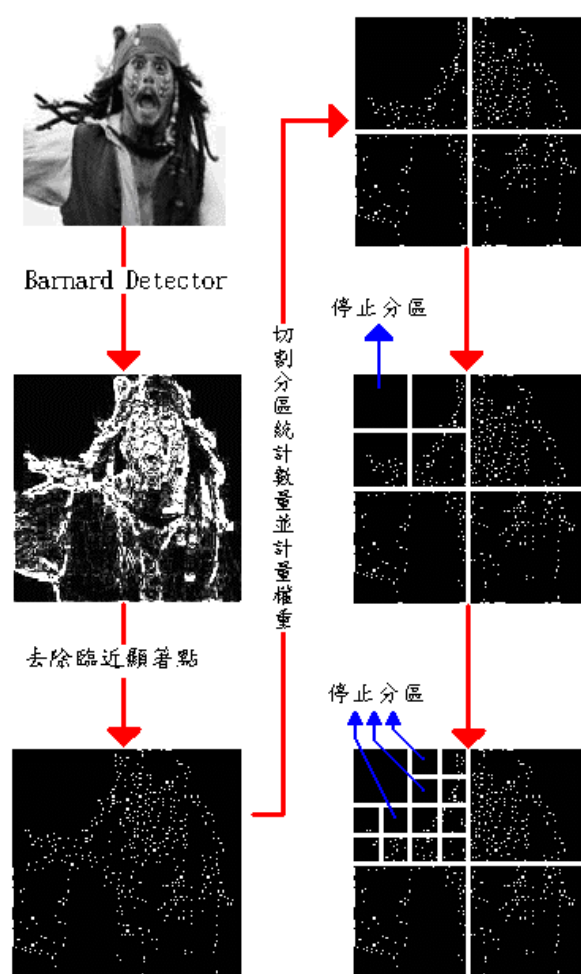


圖 3.3、四分量統計權重法舉例圖，以左上第一區域分區 3 次為例。

4. 實驗結果

4.1 實驗比較

在這利用 Hui Song 等學者所提出選取點的方法來跟我們提出的四分統計量權重分配

法做比較，兩種方式皆可做小波轉換的前處理下，但因單方面為了能顯示出我們方法所擁有的便捷與效能，故省略了小波轉換的前處理下，直接以巴納德偵測器偵測後的選點方式來做比較。

原圖	Barnard Detector
偵測出的總合為 2669	

表 4.1、巴納德偵測器偵測後顯示所有的點。

Hui Song 等學者	四分統計量權重分配法

表 4.2、固定數量限制為 300

Hui Song 等學者	四分統計量權重分配法

表 4.3、固定數量限制為 200

Hui Song 等學者	四分統計量權重分配法

表 4.4、固定數量限制為 100

4.2 參數設定

單位	設定值
原圖大小	128×128
每次分割視窗數	4
最小視窗大小	2×2
判別數量值	<1
限制數量值	100, 200, 300

表 4.5、實驗預設影像數值。

在我們的實驗中，原圖為一長寬為 128×128，初始分區後視窗尺寸為影像邊長的一半，區域大小為每區的十字切割，以固定量的權重而論，分區的視窗依照數量多少而定，但最小縮小到 2×2 大小的視窗。我們使用巴納德偵測先檢測出顯著的點，再用區域四分統計量權重的門檻來分配顯著的點的位置，當分配數量為 1 或 0 時，表示該區域可以停止切割。如此選出我們平均分配顯著的點。

4.3 分析結果

以我們檢索為目地的選點機制，跟一般方法實驗比較。我們的方法可以有效的在限制數量上，平均分散我們所需表現特徵的地方。比原方法只集中在某些強度的地方更好。我們利用影像內容資訊權重來分配顯著的點，更能有效的感測出該地區所資訊量的敏感度。

圖 4.1 顯示原圖用巴納德偵測後，產生 2669 個顯著的點。影像大小 128×128，圖中的特徵點為白色的點，黑色部分表示未能入選的地方，其值為零。越能分散表示特徵點的描述越成功。實驗結果顯示我們方法比一般方法更為分散，圖 4.2 到圖 4.4 表示了利用我們的方法與其相對照處理影像的結果，分別加以限制在條件 300、200 及 100 的條件下。其實經過八方向篩選後，原圖的結果為大略為 492 個。圖 4.2 由於 300 略接近全部的點，故較不能在兩種方法中看出差異。但隨著數量限制減少，一般方法的特徵點趨向集中在特徵較明顯的地方，越少越集中，我們提出的方法卻不受數量的影響，在四分量權重分配法中，我們依左上、右上、左下、右下統計量來對特徵點做權重分配，在臉部及頭髮部分，即使複雜也能準確的分辨出強弱的地方，其他衣服及上面的花紋，也不失焦的描述它，達到完整的分散於整張圖像。圖 4.3 與圖 4.4 能夠明顯看出我們的方法線較一般方法分散。值得一提的是，我們

的方法在分配時加入權重的判定，使得取得的特徵點雖然分散卻不失該地區所表達顯著的強度，仍能以圖像內容明顯的地方為基礎，精準的描述整張圖像。

5. 結論

影像檢索所包含的知識五花八門，使用者常會依自身的需要去加入選取的條件。本篇提出一個有效的特徵點描述影像的方法。除了改良原方法選點的優化，更能在未來加強影像檢索的工作。

我們的方法主要針對巴納德偵測器中限制特徵點的條件下所產生的問題提出改良。在一般處理偵測出點的方式，或許可以經由加入門檻值來篩選特徵點，但是當想讓影像檢索在限制固定量條件下，加強檢索的效率，想用少量的特徵點平均描述及比對整張圖像時，就無法完整呈現每個區域表達的訊息，而我們的方法可以藉由平均統計，來找出適用於不同區域的不同影像內容，使內容的影像不會有重要的特徵被忽略，較複雜的物件也不會因為失去微弱地方的資訊，導致後來的比對錯誤及失效。

我們的實驗結果可看出一般處理方式的特徵點分布不均，主要是因為光是依靠巴納德偵測點的強弱來判斷設定門檻機制。利用分區統計的方法下，限制特徵點的數量並不會影響描述整張影像。因此，我們的方法除了能夠自動找出較佳的特徵點外，還允許不同數量限制使用條件進行描述，解決了單只描繪出輪廓的問題。

參考文獻

- [1] C. Wolf, J.M Jolion, W. Kropatsch, H. Bischof, "Content based Image Retrieval using Interest Points and Texture Features," 0-7695-0750-6/00 IEEE 2000.
- [2] E. Louprias, N. Sebe, S. Bres, J.-M. Jolion, "Wavelet-Based Salient Points For Image Retrieval," 0-7803-6297-7/00 IEEE 2000.
- [3] Google, <http://www.google.com.tw>.
- [4] Guiguang Ding, Qionghai Dai, Wenli Xu and Feng Yang "Affine-Invariant Image Retrieval Based on Wavelet Interest Points," Automation Department Tsinghua University Beijing, China IEEE.
- [5] H. Ling, D. W. Jacobs, "Deformation Invariant Image Matching," Proceedings of the Tenth IEEE International Conference on

- Computer Vision (ICCV'05) 2005.
- [6] H. Zlatoff, G. Ryder, B. Tellez, A. Baskurt, "Content-Based Image Retrieval: on the Way to Object Features," The 18th International Conference on Pattern Recognition (ICPR'06) IEEE 2006.
- [7] H. Song, B. Li and L. Zhang, "Color Salient Points Detection Using Wavelet," Proceedings of the 6th World Congress on Intelligent Control and Automation, , Dalian, China June 21 - 23, 2006.
- [8] H.J. Lin, Y.T. Kao, S.H. Yen, C. J. Wang, "A Study of shape-Based Image Retrieval," Proceedings of the 24th International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW'04) IEEE 2004.
- [9] J. Wang, H. Zha, R. Cipolla. "Combining Interest Points and Edges for Content-based Image Retrieval," 0-7803-9134-9/05 IEEE 2005.
- [10] L. Birgale, M. Kokare, D. Doye, "Colour and Texture Features for Content Based Image Retrieval," Proceedings of the International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualisation (CGIV'06) IEEE 2006.
- [11] M. Fiala, "Using Normalized Interest Point Trajectories Over Scale For Image Search," Proceedings of the 3rd Canadian Conference on Computer and Robot Vision (CRV'06) IEEE 2006.
- [12] Md. M. Rahman, B. C. Desai , P. Bhattacharya, "Visual Keyword-based Image Retrieval using Latent Semantic Indexing, Correlation-enhanced Similarity Matching and Query Expansion in Inverted Index" 10th International Database Engineering and Applications Symposium (IDEAS'06) IEEE 0-7695-2577-6/06 2006.
- [13] S. T. Barnard, W. B. Thompson, "Disparity analysis of images," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 2, no. 4, pp. 333-340, 1980.
- [14] W. Liu, Q. Y. Tong. "Medical Image Retrieval using Salient Point Detector, " Proceedings of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference Shanghai, China, September 1-4, 2005.
- [15] Yahoo! 奇摩, <http://tw.yahoo.com>.
- [16] Z.H. Zhang Y. Quan, W.H. Li, W. Guo, "A New Content-Based Image Retrieval," Proceedings of the Fifth International Conference on Machine Learning and Cybernetics, Dalian, 13-16 August IEEE 2006.