

利用圓形向量量化編碼法設計之可抗旋轉、鏡射、切割、 平移、JPEG 壓縮等多重攻擊之影像保障系統

陳同孝 Tung-Shou Chen

國立台中技術學院資訊管理系

台中市三民路三段129號

E-mail: tchen@mail.ntit.edu.tw

何英治 Kevin Ing-Jih Ho

靜宜大學資訊管理系

台中市

E-mail: ho@pu.edu.tw

邱敏鑑 Ming-Jen Chiou

新埔技術學院工業工程與管理系

淡水鎮淡金路四段499號

E-mail: chiou@mail.sjsmit.edu.tw

摘要

隨著數位時代來臨以及網際網路的盛行，數位影像的應用也愈來愈普及。然而，盜用及仿冒數位影像資料的非法行為也同時愈來愈氾濫，因此數位影像的保護權益系統就顯得更加重要。本篇論文中，採用向量量化編碼法的原理及觀念，並加以改良劃分向量區塊的方式，利用圓形的幾何特性，研究出一種新的「重疊式十字劃分法」，用以擷取受保護影像的重要區域特徵資料，產生「重要區域索引表」，然後儲存於資料庫中做為交叉比對及測試的標準，如此則可對抗影像資料的盜用及竄改仿冒。此法尤其可以準確地偵測出影像保護技術中最難對抗的影像旋轉及鏡射攻擊破壞，同時也能偵測出常見的影像切割、平移、JPEG 壓縮等其他類型的影像攻擊破壞。也就是說，當合法版權影像在受到非法者以各種形式的影像攻擊破壞方式盜用或仿冒時，使用我們

的方法就能提出有力的證據來證明影像版權之歸屬。因此，本文所提出的方法不但能達到影像保護的目的，對於應用在現實生活中的影像傳輸管道上亦有實質上的幫助。

關鍵字：版權保護、智慧財產權、影像保護、向量量化編碼法

一、緒論

我們曾在「植基於向量量化編碼法之影像權益保障系統」[1]中，提出對抗影像平移、切割及 JPEG 壓縮等影像攻擊的解決方法。本篇論文進一步改良上述方法，採用「重疊式十字劃分法」劃分向量區塊的方式，用以擷取受保護影像的重要區域特徵資料，產生「重要區域索引表」，然後儲存於資料庫中做為交叉比對及測試的標準。經實驗證明我們提出的方法，可以準確地偵測出影像保護技術中最難對抗的影像旋轉及鏡射攻擊破壞，同時也能偵測

出常見的影像切割、平移、JPEG 壓縮等其他類型的影像攻擊破壞。在實驗中我們測試了水平鏡射、垂直鏡射與水平垂直鏡射等三種影像。另外，我們挑選了幾種在影像處理軟體（例如：Photoshop、PhotoImpact）中所提供的特效，有模糊化、加入雜訊、馬賽克處理以及變換背景。最後，旋轉過的影像是所有的影像攻擊法中最令人頭痛難解的問題，目前使用到的解決技術大多是頻率域方面的技術[7]，而採用空間域技術的文獻幾乎看不到。雖然有的研究顯示可以偵測到旋轉過的影像，但往往只限於旋轉 $\pm 1^\circ$ 、 $\pm 2^\circ$ 的影像[8]，對於任意角度的旋轉還是沒有一個有效的方法可以偵測，我們不但使用旋轉了 90° 、 180° 、 270° 的影像做測試外，還特別使用旋轉了 45° 、 127° 和 239° 的影像來實驗。在實驗結果的顯示下我們所提出來的的方法都有不錯的效果。

本論文的研究方向是屬於影像權益保護技術方面，我們的「向量影像保護技術」不但在偵測上不需要原始影像的輔助，而且對上述各種影像攻擊法都有良好的偵測能力。

二、向量影像保護技術

2.1 向量量化編碼法

我們對於「向量量化編碼法」(vector quantization, VQ)的了解，多半是將它應用在資料壓縮(data compression)方面，這項技術早在20年前就被應用在影像及訊號壓縮上面[9]-[12]。1980年，Linde、Buzo和Gray三位學者在IEEE Transactions on

Communications 所發表的論文 "An Algorithm for Vector Quantizer Design" 中開始介紹 VQ 的概念[9]，對於影像壓縮來說，它是個既簡單又有效率的方法。近年來不少中外學者也致力於 VQ 技術的改良，使得 VQ 的技術愈來愈精進[9][13]。傳統的 VQ 作法分為三個部份[13]-[17]，分別是：編碼書設計 (codebook design)、向量量化編碼 (VQ encoding) 以及向量量化解碼 (VQ decoding)。

2.2 向量影像保護技術

我們的數位影像保護方法稱之為「向量影像保護技術」(Vector Image Protection, VIP), VIP 技術主要是利用 VQ 的作法並加以改良，對於 VQ 的了解，多半是將它應用影像及訊號壓縮方面，而我們的 VIP 技術之所以會以 VQ 為基礎是由於 VQ 有以下優點：

- (1) VQ 在解碼的過程方面並不複雜，因此可以提供快速的影像重建處理。
- (2) VQ 是將影像區塊的索引值傳送到接收者，而不是傳送影像區塊內的各個元素的像素值，所以節省了大部分的儲存空間。
- (3) 重建後的影像品質在大部分的情況下是可被接受的。

但是 VQ 有一個缺點，就是在計算上相當耗時。因為 VQ 需要經過數次的回合(iteration)來處理所有的訓練向量，而每一個訓練向量都是多維向量，若處理的影像愈大、愈多，其處理的速度更加緩慢。因此，對

於這個部份 VIP 做了部份的修改以節省計算上的時間。

我們的 VIP 技術分為三大單元分別是：編碼書的產生、影像特徵之擷取以及影像的比對與測試。以下是 VIP 技術各單元的詳細說明。

2.2.1 產生編碼書

因為 VIP 技術是以 VQ 為基礎，所以 VIP 技術的首要步驟便是產生編碼書，但鑑於 VQ 的優、缺點，我們的編碼書產生方式便與 VQ 有了大大的不同。以下是編碼書產生步驟：

步驟 1：選擇各種不同類型且大小一致的 $N \times N$ 影像，也就是使用多張影像，成為訓練影像集 $S (N \times N)$ 。

步驟 2：由左而右、由上而下將 S 劃分成許多 $k \times k$ 點且重疊 (overlapped) 的正方形小區塊，如圖 6(a)所示。

步驟 3：對每個 $k \times k$ 點的小區塊去掉角落四個點，使之成為近似十字形的區塊，再將此十字形區塊分為兩群：內圈與外圈，中間四點為內圈 (斜線點)，其餘八點為外圈 (灰色點)，如圖 6(b)所示。然後我們計算外圈八點的平均值為「a」，計算內圈四點的平均值為「b」，然後以 (a, b) 為一個訓練向量，直到整個 S 都劃分完成，對於這種劃分方式我們稱之為「重疊式十字劃分法」。之所以會採用「重疊式十字劃分法」是因為起初我們是設想使用一種近似圓形的劃分法，我們發現圖 6(b)的劃分方式接近圓形，但因為四個角落的像素都被去掉了，為

避免取值誤差太大，故使用如圖 6(a)的重疊方式來補缺值，因此在小區塊取 $k \times k$ 點的大小之下，每次向右、向下位移 $k-1$ 點取下一個小區塊。

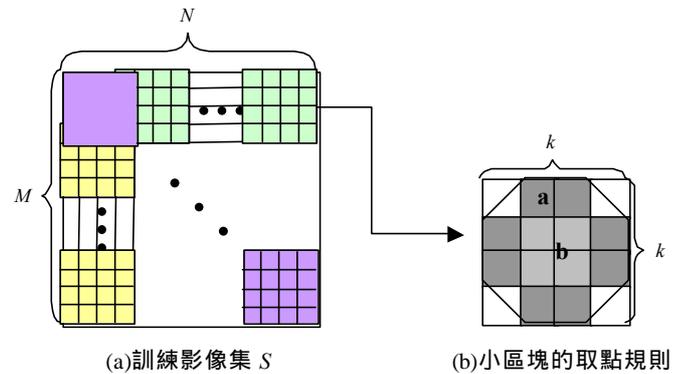


圖 6：重疊式十字劃分法

步驟 4：將每一個區塊的「a」、「b」值記錄下來，此為初始訓練向量 $\{(a_1, b_1), (a_2, b_2), (a_3, b_3), \dots, (a_n, b_n)\}$ 。

步驟 5：利用 LBG 演算法 [9] 將初始訓練向量做多次的分類與計算，結果我們可以得到一本大小為 $P \times 2$ 的編碼書，其中 P 為編碼字的個數， 2 為二維向量 (a, b)。

步驟 6：將編碼書儲存於資料庫。

在產生編碼書中最重要的工作就是要設計一本好的編碼書，好的編碼書是有助於 VQ 的效果，因為重建後的影像品質好壞取決於這本編碼書裡的編碼字，所以我們使用多張各種不同類型的影像來訓練編碼書，訓練出來的編

碼書比較平均，以應付未來處理各式各樣的影像。

其次，我們之所以把一般的 VQ 劃分影像區塊的方式改變為「重疊式十字劃分法」是因為我們提出的劃分法有三項優點：

(1) 節省處理時間。使用一般的劃分法需要經過數次的回合 (iteration) 來處理所有的訓練向量，在計算上相當耗時；我們的「重疊式十字劃分法」把 k^2 維的向量簡化為 2 維的向量，所以當執行 VQ 時，每經過一個回合便節省一點時間，數次回合下來也就當然節省了許多時間。

(2) 影像還原後的品質不會太差。我們嘗試使用一般的劃分法與所提出的「重疊式十字劃分法」來訓練一本編碼書，然後對同一張影像做壓縮與還原。結果我們發現，雖然用我們的方法所還原的影像品質比使用一般的方法還差一點，但在視覺上很難辨別出兩者的差異。

(3) 考慮到影像平移的情況。因為我們的重點是影像保護而不是影像壓縮，所以我們希望即使影像區塊的位置有所改變，只要內容不變，在編碼書中仍屬於同一個編碼字，因此區塊的劃分方式採用重疊式的取法。

2.2.2 影像註冊

在影像特徵擷取的部份是將受保護的影像，以記錄重要區域的方式儲存在我們的資料庫之中。資料庫中除了存有編碼書之外，另外所要儲存的便是受保護影像的重要區域特徵

值，而影像的重要區域大小取決於影像擁有者，只要影像擁有者指定該影像所要受保護的重要區域，我們便將此重要區域產生「重要區域索引表」，然後儲存在資料庫中。以下是影像註冊之步驟：

步驟 1：假設有一張需要被保護的影像 O ，依照申請者所指定的範圍選取重要區域，並令此重要區域為 O' 。

步驟 2：以 3.2.1 所產生的編碼書使用「重疊式十字劃分法」對重要區域進行編碼，編碼後產生九張「重要區域索引表」。產生九張索引表的理由如下，以圖 7 為例，以 O' 的最左上角之點 $(1,1)$ 為劃分起點做「重疊式十字劃分法」，劃分了第一個小區塊（我們採用 4×4 的大小）進行編碼，接著由左而向右、由上而下位移 4-1 個像素再劃分小區塊進行編碼，直到整個重要區域 O' 都劃分完成。然後再把起點移到 $(2,1)$ 、 $(3,1)$ 、 $(4,1)$ 的位置繼續劃分，因此，當起點為 $(4,1)$ 時，就相當於起點 $(1,1)$ 時的左邊第二個劃分區塊。相同地，起點 $(1,4)$ 時則為起點 $(1,1)$ 時的下方第二個劃分區塊，由此可知一共可以歸納出九種 (3×3) 劃分起點的「重要區域索引表」。

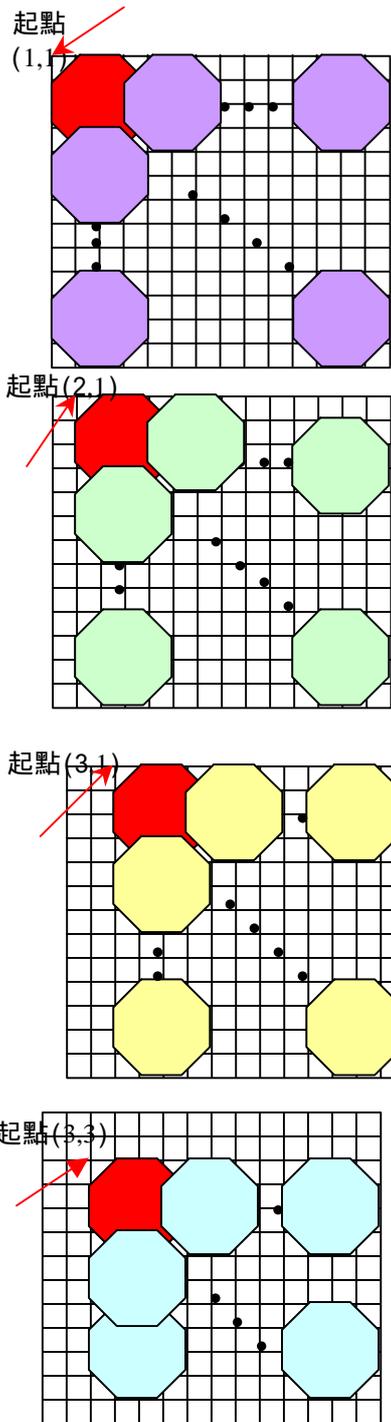
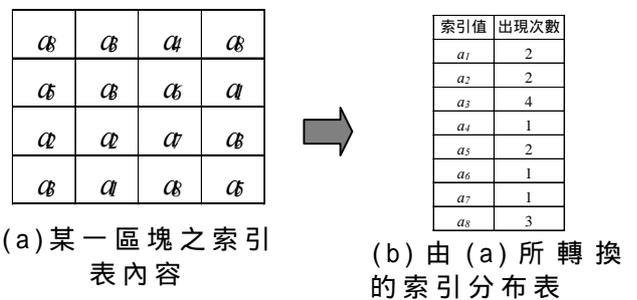


圖 7：不同劃分起點的重疊式十字劃分圖

步驟 3：利用歐幾里 距離 (Euclidean distance) 公式，將九種重疊式十字劃分圖依序在編碼書裡尋找與每個小區塊距離最近之編碼字，以編碼字之索引替代每個小區塊之像素，然後記錄在索引表裡，最後我們得一組「重

要區域索引表」T，每一組 T 都包括九個索引表。

步驟 4：接著再將「重要區域索引表」T 改以索引分布表來表示，我們稱之為 CT。因為每一組 T 有九個索引表，所以產生的每一組 CT 也有九個。這裡所謂的索引分布表是根據索引表裡每個索引值出現的次數加以統計所形成的統計表 (可視為 indices ' histogram)，如圖 8 所示。



(a) 某一區塊之索引表內容

(b) 由 (a) 所轉換的索引分布表

圖 8：由重要區域索引表 T 轉換為索引分布表 CT

步驟 5：將 T 和 CT 儲存到資料庫，即完成影像註冊手續。

目前我們的資料庫裡存有編碼書以及「重要區域索引表」。有一點我們必須說明的是，影像的註冊手續是採用先註冊先合法的規則，因此一旦有影像完成註冊手續，我們的資料庫便新增一組「重要區域索引表」，往後這些資料就是我們檢查任何影像是否有侵害合法影像版權的依據。

2.2.3 影像測試

在影像測試的部份則是將我們所懷疑、有

可能是非法使用的影像與儲在資料庫的所有重要區域加以比對、檢查，並判斷出該影像是否有非法使用。當我們發現或懷疑某些影像有可能侵害到已註冊影像之版權時，便可以使用我們的 VIP 技術進行測試的工作，只要把被懷疑的影像產生索引表，再與資料庫中的「重要區域索引表」進行比對，就可以得知這張被懷疑的影像是否已註冊。以下是影像測試之步驟：

步驟 1：假設有一張被懷疑的影像 I，對整張 I 做「重疊式十字劃分法」。在這裡我們強調使用整張測試影像 I，是有別於原始影像 O 是取其重要特徵區域 O'，假設測試影像 I 與原始影像 O 有部份區域相似的話，相似的區域座標有可能一樣，也有可能不一樣，因此我們必須檢查整張影像。

步驟 2：產生 I 的索引表 IT。

步驟 3：以 T 的大小為基準，使用 Full Search 由左而右、由上而下依序地在 IT 中取出小區塊，然後將這些小區塊產生索引分布表 CIT。請注意，一份 IT 可產生以 T 為倍數的 CIT。

步驟 4：我們將 CT 與所有的 CIT 相減後取絕對值，然後將各分項之差值加總起來，這個總數我們以 $s(CT, CIT)$ 來表示。記錄每一次比對結果的索引表編號、起始座標以及 $s(CT, CIT)$ ，取 $s(CT, CIT)$ 為最小的做為該組的比對結果。

$s(CT, CIT)$ 的定義如下：

$$s(CT, CIT) = \sum_{i=1}^9 |CT_i - CIT_{m/n}|, \quad (2)$$

其中特徵索引分布表 $CT=(T_1, T_2, \dots, T_9)$ ，
測試索引分布表 $CIT=(IT_1, IT_2, \dots, IT_{m/n})$ ，
 $n=w_1 \times h_1$ 為 CT 的大小， $m=w_2 \times h_2$ 為 CIT 的大小

步驟 5：重覆步驟 4 直到所有的 CT 與 CIT 完成比對，然後將所有各組的比對結果再取其最小值，即為 IT 與 T 最相近的區域，最後記錄該組的索引表編號和起始座標。

步驟 6：根據步驟 5 得到的結果，輸入 IT、T、起始座標。然後以起始座標為還原起點，T 的大小為基準，在 IT 中取相近區域 IT'。

步驟 7：利用資料庫裡的編碼書，將 IT' 還原成影像 I'。因為編碼書裡的每一組編碼字都只有二個值 {a, b}，所以還原影像的每一個小區塊要有一些技巧。首先，我們將 a 回填於小區塊的外圈八個點，接著再將 b 回填於小區塊的內圈四個點，而四個角落的點分別取其相鄰的外圈二點與內圈一點之平均值，如圖 9 所示。最後，每一個小區塊的十六個點都回填完畢。

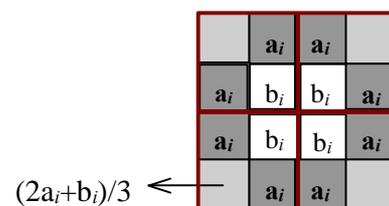


圖 9：每個小區塊的還原示意圖

步驟 8：重覆步驟 7，直到 IT' 都全部還原成影像 I'。

步驟 9：檢查 I' 與 O' 是否相似，因為資料庫中已註冊的影像繁多，所找到的相似影像可能會非常多，我們便設定一個門檻值來限制找到的個數，然後以肉眼來輔佐門檻值在取決上的不足，最後我們則依使用者申請的項目給予 I 註冊或判定 I 是否有侵害到 O 的版權。

以一般的影像處理而言，像切割、平移與失真壓縮，只要使用歐幾里 距離公式即可偵測出兩張影像所產生的索引表是否相似(須使用同一本編碼書編碼的情況下)，但對於只是改變索引值所在位置，卻未改變索引值的某些特殊影像處理，像是鏡射與旋轉，就必須使用索引分布表才偵測得出來，如圖 10 所示，因此我們的 VIP 技術是在多重考量下所設計的影像保護方法。

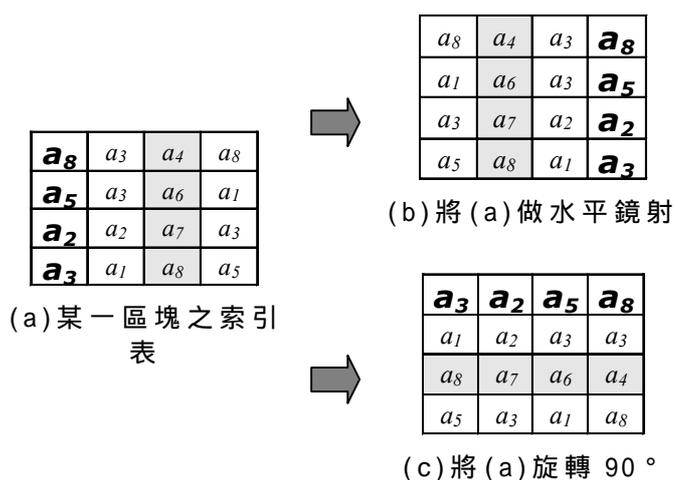


圖 10：索引表的鏡射與旋轉示意圖

三、實驗結果

3.1 實驗環境

(1) 軟、硬體設備

在本篇論文的實驗中，我們所使用的設備為 Pentium III 500、128 MB RAM，作業系統是 Windows 2000 Server，所使用的軟體開發程式為 Matlab 5.3。

(2) 訓練影像集

為了處理各式各樣的影像，編碼書應該使用各種類型的影像來訓練，所以在我們的實驗中是使用六張各具代表性的影像(這裡的代表性是指有人物影像、動物影像、風景影像等)，做為訓練影像，圖 11(a) (f) 為我們的訓練影像每張影像的大小為 512 × 512。

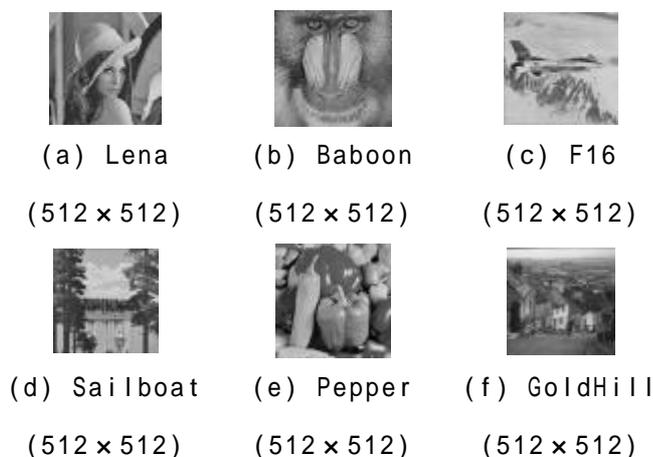


圖 11：訓練影像集

(3) 編碼書

所訓練完的編碼書的大小也是因需要而自訂，在我們的實驗中，所訓練的編碼書共有四本，其大小分別為 256 × 2、512 × 2、128 × 2 和 1024 × 2。圖 12 為我們用 LBG 演算法所產生的編碼書(以 256 × 2 為例)。

3.2 各類影像比對之結果

在影像比對方面，我們使用 Lena (256×256) 來做為測試影像，而 Lena 將被處理成六種類型來進行實驗，而編碼書則使用我們所訓練好的四本編碼書 (256×2、512×2、128×2 和 1024×2)，關於切割、平移及 JPEG 壓縮的影像比對已於 [1] 中討論過，因此，本文只列出其他三種類型的影像比對實驗結果，每種結果都有四張折線圖，其順序也如上述順序所示。每張折線圖除了包括各類型的實驗結果外，也統一加上了不做任何處理的 Lena(256×256) 影像折線圖以做為對照。

	1	2	3
1	156.3044	151.2847	
2	68.6808	43.8990	
3	51.1743	47.5844	
4	56.1020	54.7486	
5	56.7056	59.7405	
6	56.2439	48.3585	
7	51.5567	56.5666	
8	49.6915	51.3515	
9	66.5381	67.2295	
10	102.9278	112.1749	
11	143.9811	146.7767	
12	139.9135	135.9577	

圖 12：編碼書 (256×2)

(4) 特徵資料庫

在實驗一開始，我們的特徵資料庫即存有 100 張影像的重要區域索引表，以便各項比對與測試的進行。這 100 張影像共分為十大類，有動植物影像、人像、卡通遊戲影像、藝術畫、風景畫、電腦繪畫、電影海報、儀器照片等等。它們的原始大小為 256×256，我們取每張影像的重要區域為 192×192，然後以四本編碼書分別產生其重要區域索引表，所以特徵資料庫內的初始資料共有 400 (100×4) 份重要區域索引表。另外，我們特別把 Lena 這張影像也安插在這 100 張影像內，並改名為 person1，圖 13 是我們為 Lena 所選取的重要區域。



圖 13：Lena 的重要區域 (192×192)

3.2.1 鏡射影像

對於鏡射過的影像，乍看之下好像跟原始影像一模一樣，實際上已經是一張相反的影像了，就好比人照鏡子，或是在顯微鏡下看到的景象一樣，非法使用者常使用這種方式來魚目混珠。因此，我們將鏡射過的影像來進行實驗。鏡射有三種類型分別是水平鏡射、垂直鏡射與水平垂直鏡射。水平鏡射就是將影像左右對調，垂直鏡射就是將影像上下顛倒。我們對 Lena 做這三種鏡射，如圖 21 所示，接著以四本編碼書產生各自的索引表，再與資料庫的所有重要區域索引表進行比對，找出相似的區域。

表 13 表 16 所示為實驗結果，黑色曲線為 Lena 不做任何處理的實驗結果，而紅、黃、藍線分別為圖 21(a)、圖 21(b)、圖 21(c) 的實驗結果，我們發現在表 13 表 16 中，所有曲

線的最低點都落在 person01 上，而且比對值均為 0，這表示即使影像經過這三種鏡射，但其重要區域的索引表是與 person01 一模一樣的。而圖 22 是利用 256×2 編碼書在圖 21 中找到與特徵資料庫中相似的區域。



圖 21：經過鏡射的 Lena 影像

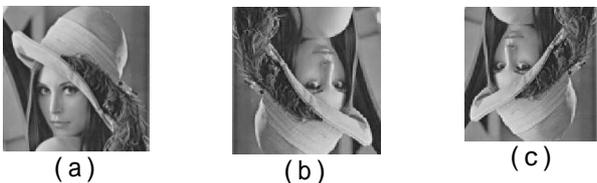
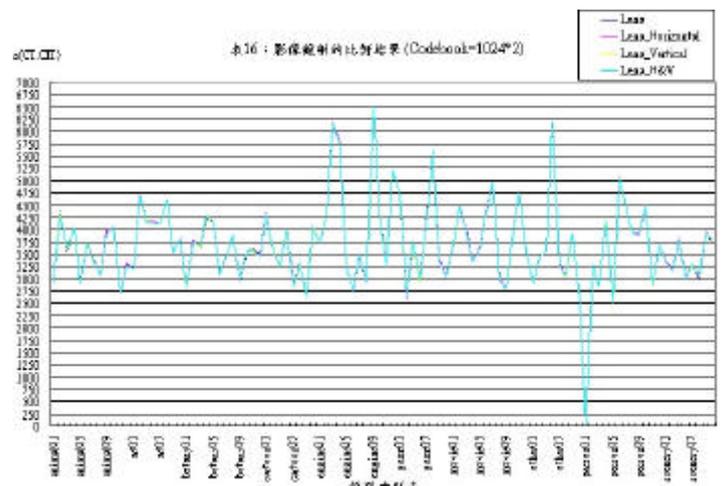
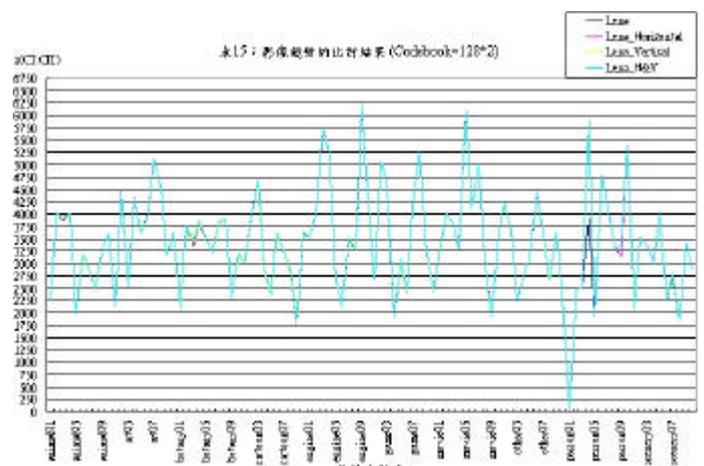
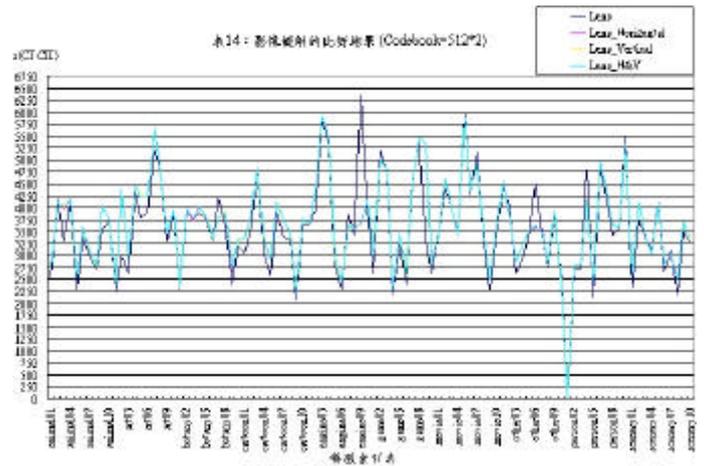
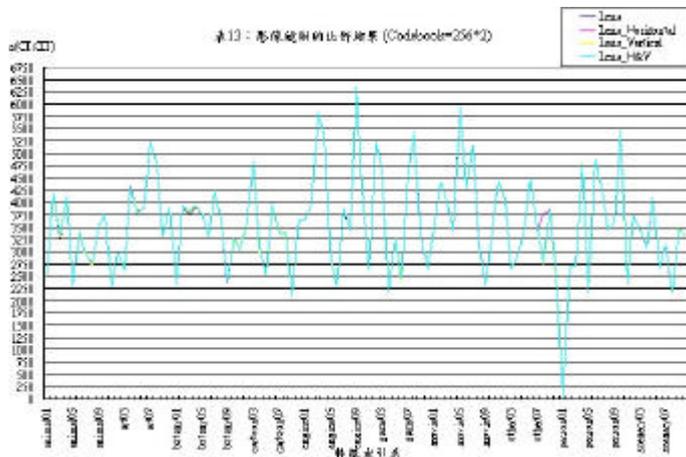


圖 22：由圖 21 中所找到與特徵資料庫中相似的區域 (利用 256×2 編碼書)



3.2.2 旋轉影像

我們知道在數位浮水印技術中，最難抵抗的影像攻擊莫過於影像旋轉了，一旦影像旋

轉，其內嵌的浮水印便往往偵測不出來，更遑論將浮水印萃取出來，這也是近年來數位浮水印技術研究的目標。在部份的文獻中，抵抗影像旋轉的方法幾乎都在頻率域中進行，最常見的就是使用離散傅立葉轉換 (Discrete Fourier Transformation, DFT)，但是可以偵測出的角度往往限於 $\pm 1^\circ$ 、 $\pm 2^\circ$ 或是 90° 的倍數。

我們的 VIP 技術雖然是屬於空間域方面的技術，但是在 VIP 技術內所設計的「重疊式十字劃分法」卻是針對旋轉而設計的，目的是希望能以空間域的方式偵測到旋轉過的影像。在實驗中我們採用了三種旋轉角度分別是 90° 、 45° 和 239° ，挑選這三種角度的原因是如果我們的 VIP 技術可以偵測到 90° 的話，那麼 180° 、 270° 等 90° 的倍數也一樣可以被偵測出來；至於 45° （包括其倍數角度）是 90° 的一半，因此我們也將 45° 列於實驗之中；最後， 239° 是一個自訂的角度，它可以視為任意角度的代表。我們以這三種角度來進行實驗，圖 23 所示即為 Lena 經過這三種角度旋轉後的影像。

表 17 表 20 所示為實驗結果，其中黑色曲線表示 Lena 不做任何處理，在本實驗中可視為 0° 的實驗結果，而紅、黃、藍色曲線分別為 90° 、 45° 與 239° 的實驗結果，在表 17 表 20 裡的紅色曲線最低點不但落在 person01 且比對值均為 0，也就是說當影像旋轉了 90° 、 180° 、 270° ，其重要區域索引表是相同的而且與 person01 是一樣的。

不像 90° 的實驗結果，雖然 45° 和 239° 在

表 17 表 20 中看不出什麼規率性，但是其曲線最低點也是落在 person01 上，所以我們可以說影像在旋轉 45° 和 239° 後的重要區域索引表是和 person01 非常相似的。由此可知我們的 VIP 技術可以成功地偵測出經過旋轉的影像，而且是任意角度旋轉的影像。而圖 24 就是利用 256×2 編碼書在圖 23 中找到與特徵資料庫中相似的區域。



圖 23：旋轉三種角度的 Lena 影像

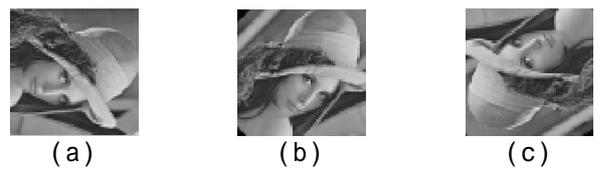
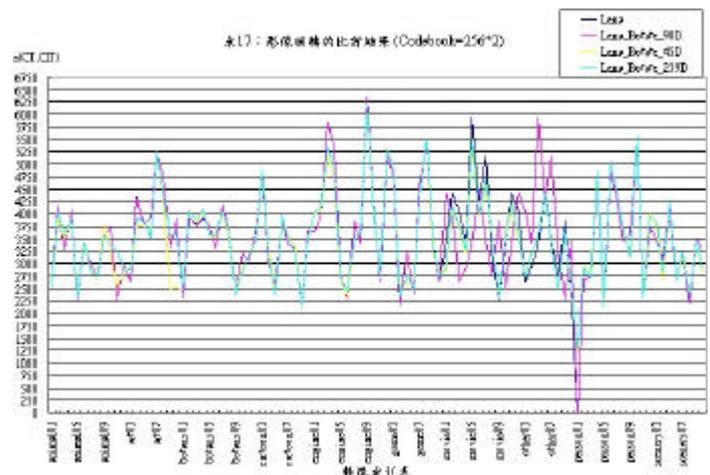
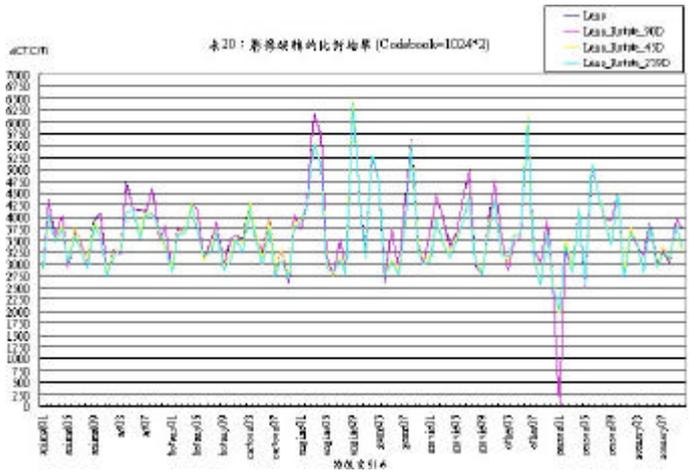
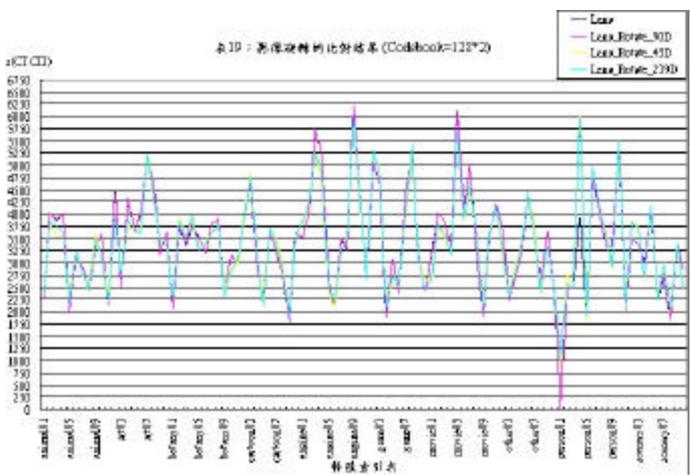
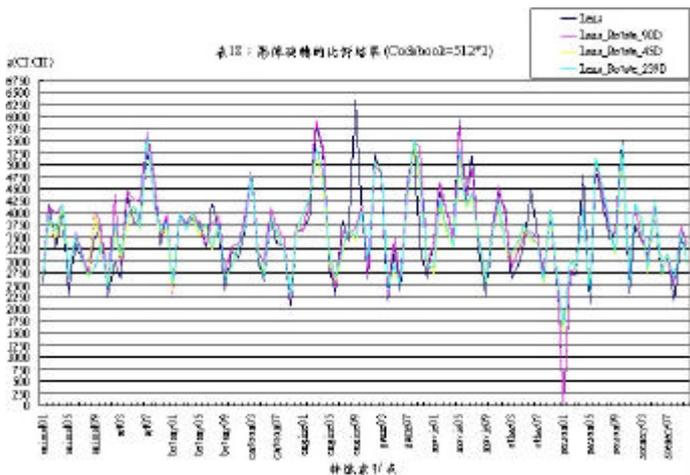


圖 24：由圖 23 中所找到與特徵資料庫中相似的區域 (利用 256×2 編碼書)





3.2.3 混合型影像

至此，我們的 VIP 技術對於各類型的影像處理都有良好的實驗結果。最後一個類型是利用各類型做多重式的影像處理，我們挑選了二

種分別是 (1) 先旋轉 180 後再切割成 208×208 大小的影像；(2) 先旋轉 270 後再做水平垂直鏡射。我們對 Lena (256×256) 做這二種處理，如圖 25 所示，接著以四本編碼書產生各自的索引表，再與資料庫的所有重要區域索引表進行比對，找出相似的區域。

表 21 表 24 所示為實驗結果，同樣地，黑色曲線為 Lena 不做任何處理的實驗結果，而紅、黃線分別為圖 25(a)、圖 25(b) 的實驗結果，我們發現在表 21 表 24 中，所有紅、黃曲線的最低點都落在 person01 上，而且黃色曲線最低點的比對值為 0，可是意料中之事，因為在前面的鏡射與旋轉的實驗中，所有鏡射的實驗結果均為 0，而 270 為 90 的倍數，所以實驗結果也會為 0，故影像做了旋轉 270 再做水平垂直鏡射，其重要區域索引表還是與 person01 一樣。而紅色曲線最低點的比對值雖然不為 0 但是非常接近於 0，這是因為除了 180 為 90 的倍數會使比對值為 0 之外，我們又將影像切掉部份區域而使得影像的重要區域索引表與 person01 有了些許的差異。但是根據平移的實驗結果顯示，Lena 切割為 208×208 後的比對值仍為 0，由此我們可以推斷出先旋轉再做切割與先切割再做旋轉的實驗結果會有所不同。

根據這個部份的實驗，我們可以證明即使影像經過多重處理，但使用我們的 VIP 技術仍然可以偵測出來。而圖 26 是利用 256×2 編碼書在圖 25 中找到與特徵資料庫中相似的區域。



(a) 旋轉 180 & 切割成 208 × 208 (b) 旋轉 270 & 水平垂直鏡射

圖 25：經過多重處理的 Lena 影像

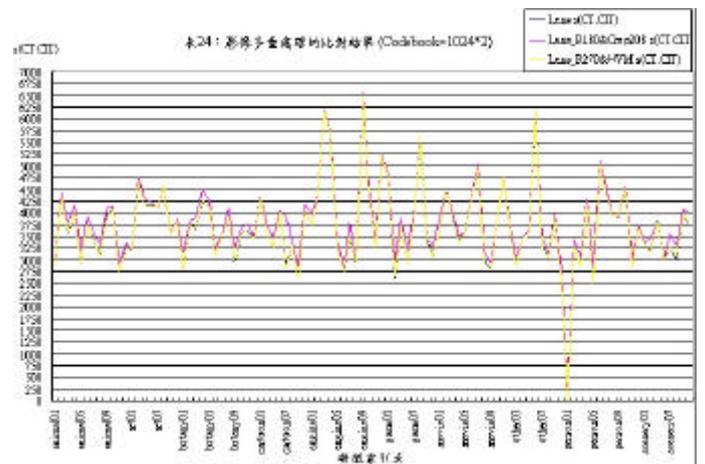
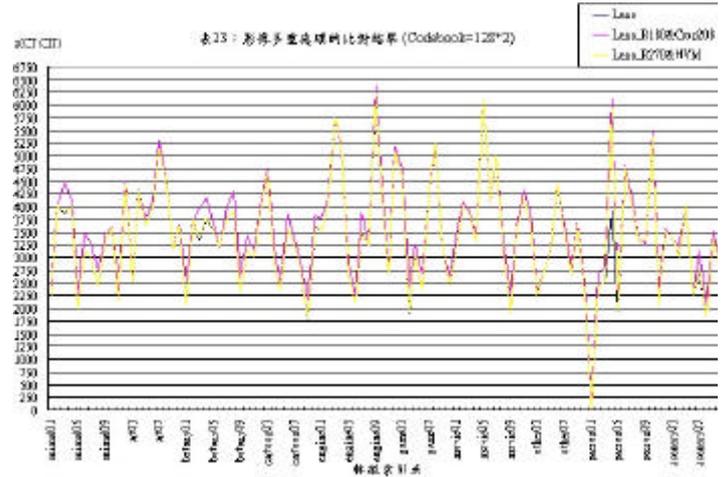
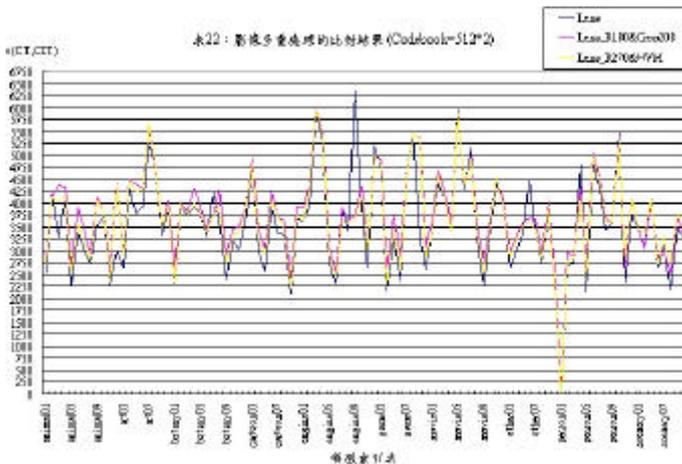
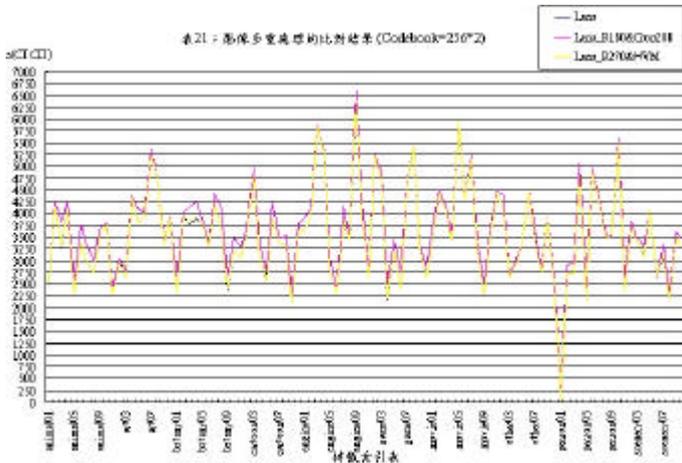


(a)



(b)

圖 26：由圖 25 中所找到與特徵資料庫中相似的区域 (利用 256 × 2 編碼書)



四、結 論

本論文提出一套保護數位影像的方法，我們的 VIP 技術具有以下幾項優點：

- (1) 維持原始影像的品質。因為不需要嵌入浮水印於影像之中，所以不會破壞原始影像，影像品質自然得以維持。
- (2) 能夠偵測出經過六大類型影像處理的影像。根據我們的實驗結果，VIP 技術不但對影像切割、平移、JPEG 壓縮和鏡射有良好的偵測結果，我們也首次對特效影像進行偵測，其結果也不錯。最重要的突破就是對於旋轉影像的偵測，在任意角度的旋轉之下，我們的 VIP 技

術仍然可以偵測出來，以空間域的技術來說，實為難得。

(3) 演算法簡單易懂。VIP 技術利用 Euclidean distance 和索引分布表差值之總合，不管是距離的計算或是計算差值的總合，以數學的觀點來看都是非常簡單的運算。

(4) 節省成本。註冊一張影像所需要的儲存空間也不大，所以不需要常常購置新的儲存設備，可比說是相當節省成本。

由於網際網路的蓬勃發展，網際網路不但提供我們各式各樣的服務，也是我們吸收資訊的重要來源，許多資訊應用技術也都引進網際網路，希望帶給大眾更好的科技生活。在享受科技帶來的方便之餘，尊重他人的智慧財產權也成為我們必須學習的課題。

目前此套系統只是一個雛型，未來要努力的工作還有很多。在 VIP 技術方面，目前我們各類影像的比對時間不算很快，尤其是比對鏡射和旋轉的影像，比對時間是比對其他影像的六到八倍，若測試影像很大的時候，整體比對時間會更慢。同時，比對時間也受硬體環境影響，其中以 RAM 最為明顯，我們曾以二台同為 PIII-500 的電腦來跑實驗，擁有 256 MB RAM 的電腦比擁有 128 MB RAM 的電腦要快上四倍。

參考文獻

[1] 陳同孝及吳曉蓉 "植基於向量量化編碼法之影像權益保障系統", 第十一屆全國安全資訊會議, 成功大學, (2001/3/20).

[2] 陳同孝及吳曉蓉 "WWW 上結合向量影像保護

技術之影像註冊網站的實作與討論", 廿一世紀數位生活與網際網路科技研討會, 成功大學, April 20, 2001

- [3] C.T. Hsu and J.L. Wu, "Hidden digital watermarks in images," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 8, No. 1, 1999, pp. 58 -68.
- [4] C. C. Chang and H. C. Wu, "An Image Protection Scheme Based on Discrete Cosine Transformation," Advances in Software Engineering and Multimedia Applications, Baden-Baden, Germany, vol. 2, Aug. 2000, pp. 90-94.
- [5] C. C. Chang and H. C. Wu, "A Copyright Protection Scheme of Images Based on Visual Cryptography," The Imaging Science Journal, to appear.
- [6] Joseph J.K.Ò. Ruanaidh, and Thierry Pun, "Rotation, scale and translation invariant spread spectrum digital image watermarking," Signal Processing, vol. 66 3, May 1998, pp. 303-317.
- [7] S. Pereira, and T. Pun, "Robust template matching for affine resistant image watermarks," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 9 6, June 2000, pp.1123 -1129.
- [8] Y. Linde, A. Buzo, and R. M. Gray, "An Algorithm for Vector Quantizer Design," IEEE Transactions on Communications, vol. COM-28, pp. 84-95, 1980.
- [9] M. Gray, "Vector Quantization," IEEE

- Acoustics, Speech, and Signal Processing Magazine, vol. 1, pp. 4-29, 1984.
- [10] N. M. Nasrabadi and R. A. King, "Image Coding Using Vector Quantization: A Review," IEEE Transactions on Communications, vol. 36, pp. 957-971, 1988.
- [11] A. Gersho and R. M. Gray, *Vector Quantization and Signal Compression*, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 1992.
- [12] T. S. Chen, C. C. Chang, and M. S. Hwang, "A Virtual Image Cryptosystem Based upon Vector Quantization," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 7 No. 10, Oct. 1998, pp. 1485-1488.
- [13] C. C. Chang, D. C. Lin and T. S. Chen, "An Improved VQ Codebook Search Algorithm Using Principal Component Analysis," submitted to *Journal of Visual Communication and Image Representation* (under revision).
- [14] C. H. Lee and L. H. Chen, "High-speed closest codeword search algorithms for vector quantization," Signal Processing, vol. 43, 1995, pp. 323-331.
- [15] L. Torres and J. Huguet, "An Improvement on Codebook Search for Vector Quantization", IEEE Transactions on Communications, vol. Com-42, no. 2/3/4, 1994, pp. 208-210.
- [16] R. F. Chang, W. T. Chen, and J. S. Wang, "Image sequence coding adaptive tree-structured vector quantization with multipath searching," *IEE Proc.-1*, vol. 139, No. 1, Feb. 1992, pp. 9-14.