不需原始影像之強韌關聯式浮水印偵測技術

李金鳳
朝陽科技大學 資訊管理學系
副教授
e-mail：lcf@cyut.edu.tw

楊宗家
朝陽科技大學 資訊管理學系
研究生
e-mail：s9514626@cyut.edu.tw

■ 摘要

數位浮水印多應用於保護數位化的有價媒體，經由嵌入浮水印來達成對有價媒體的產權宣告。目前有許多學者提出各種不同方法深入研究數位浮水印技術，其中 Shen et al. [8]所提出新穎的概念利用資料探勘的技術應用在浮水印的嵌入及偵測上，然而其偵測技術需有原始圖形作輔助。因此，本文利用掩蔽遮罩及奇偶同位隱藏概念提出一個不需原始圖像之強韌關聯式浮水印偵測技術來改善 Shen[8]所提出在對浮水印偵測時，仍需以原始圖像的缺點。

關鍵詞：數位化浮水印、關聯法則、半盲目、掩蔽區塊。

1. 前言

近年來由於網際網路之蓬勃發展，使得許多企業意圖將傳統之商業活動擴展至網際網路上，以進一步爭取商機。而目前已被探討與應用的例子有：電子購物、電子文件交換、線上廣播、隨選視訊等等。如此，將可為公司企業及其顧客帶來相當大的便利性。但在此同時也衍生出許多資訊安全面上的問題，例如冒名交易、竊取、竄改…等，當中有許多問可以運用密碼技術來加以解決。

目前有許多學者提出各種不同方法[3][4][5][6]深入研究數位浮水印技術，本研究是要解決 Shen [8]學者利用一個創新的資料探勘技術進行浮水印的嵌入與偵測法，然而 Shen [8]在偵測時需要用到原始影像來加以輔佐偵測。但如 Liu [6]等學者所提之方法，可利用自我參照的技術即可來達成不需原始影像來完成偵測浮水印。所以本研究主要在解決[8]的缺點，完成不需要原始影像來完成偵測浮水印的技術。因為有關於有價媒體(如影像、聲音、影片等)在網路上傳輸，除非是產權、所有權或合法傳播者才會擁有原始有價媒體，所以在網路上流通的浮水印媒體要用來偵測須達成不需原始媒體來做為輔佐偵測其浮水印。

2. 文獻探討

此一章節將要探討本研究，所參考的技術如關聯法則、DCT(Discrete Cosine Transformation；離散餘弦轉換), JND(Just NoticeaBLe Distortion；正好察覺扭曲度)，及邊緣偵測等方法。

2.1. 關聯法則

關聯法則是資料探勘領域中頗受重視的法則之一，1993 年由 Agrawal[1]提出關聯法則。目前多數研究著重於如何快速地從資料庫中找出所有交易項目集的關聯法則，藉此關聯法則表達產品項目在交易記錄中的所可以表達出的知識。其關聯規則基本的定義如下：I = { i1, i2, …, in}，I 為所有產品項目(Item)的集合，D 為所有交易記錄的集合，T(Transaction)為 D 的一筆交易記錄，$T \subseteq I$ ，假設交易記錄 T 中包含產品 X，且 X 為 I 的子集合，$X \subseteq I$ 稱為產品項目集(Itemset)，此項目集所包含的

個數稱為該項目集的長度，若長度為 K，則此項目集稱為 K-項目集(K-Itemset)。

若 X 與 Y 之間有關聯規則存在，其表示式為 X→Y，X、$Y \subset I$，$X \cap Y = \varnothing$，

經由最小支持度值(Minimal Support Value)與最小信賴度值(Minimal Confidence Value)來判斷關聯規則 X→Y 是否有效，要成為有效的關聯規則，先經由計算每個項目的支持度值及信賴度值，來判斷其必須要等於或大於使用者所訂定之最小支持度，這樣的規則才具有意義。支持度與信賴度的計算公式如下：

$$\text{支持度} = \frac{\text{同時包含X} \cup \text{Y的交易資料量}}{\text{總交易資料量}}$$

$$\text{信賴度} = \frac{\text{同時包含X} \cup \text{Y的交易資料量}}{\text{包含X的交易資料量}}$$

2.2. DCT(Discrete Cosine Transformation；離散餘弦轉換)

DCT[5][7]是一種很常用於浮水印嵌入法中的技術，被使用 JPEG 的壓縮方法中，JPEG 的壓縮方法是利用將影像的二位元值經轉換為頻率域值後，再將人類視覺不易察覺的高頻值及低頻值處理為較接近中間平均區域相近的頻率域值。離散餘弦轉換及反向離散餘弦轉換如下公程式：

$$D(i,j) = \frac{1}{\sqrt{2N}} C(i)C(j) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cos\left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N}\right] \quad (1)$$

$$f(i,j) = \frac{1}{\sqrt{2N}} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} C(i)C(j)D(i,j) \cos\left[\frac{(2x+1)i\pi}{2N}\right] \cos\left[\frac{(2y+1)j\pi}{2N}\right] \quad (2)$$

$$C(k) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}} & \text{if } k = 0 \\ 1 & \text{if } k = 1,2,\ldots,N-1 \end{cases}$$

依照公式(1)及(2),f(x,y)代表為像素點值在位置(x,y),D(i,j)代表係數值在頻率域位置(i,j),並且 N 代表一張影像的長度(或寬度)。

圖 3 舉例為 1 個 2x2 數字影像可能被變換從它的空間域對它的頻率域由使用 DCT。係數在頻率域矩陣的頂面左角落代表影像的頻率領域的 DC 值,並且殘餘的部分是 AC 值以 AC 的絕對值在各個位置代表能量的巨大。當 AC 得到離頂面左角落較近,頻率成為更低。由觀察 AC 係數的絕對值以不同的頻率,我們能了解影像主要的組成是由哪個頻率聚集組成。基本上,更大的絕對值是,更加重要對應的頻率演奏在影像的規則。所以,在本文裡,我們將設法修改頻率係數以更大的絕對值達到浮水印嵌入的目標。

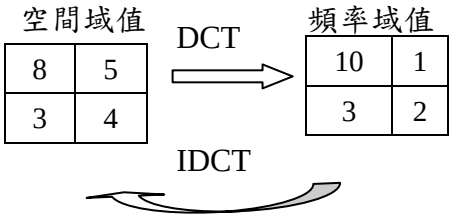

圖 1 影像區塊的空間/頻率域

如圖 1 例子所示，原始影像之像素值分別為 8,5,3,4，經由 DCT 轉換後可得 10,1,3,2 頻率域值。而 10 為 DC 值，餘者為 AC 值。

2.3. JND(Just NoticeaBLe Distortion；正好察覺扭曲度)

依照人類視覺系統(human visual system, HVS)所產生模擬的模型系統，雖然人類的視覺系統相當複雜，但對單色的圖形來說，一個灰階影像的像素值被改變時的臨界值，可控制在人類肉眼無法察覺細小變化下，破壞影像品質以達到嵌入浮水印，但不能超出所設計的 JND 值。JND 是我們可以在不被察覺的情況下，安全地從一個像素的灰階值加上或扣掉的值。這件事給我們一個破壞影像品質可斟酌的

方向，未來我們要做嵌入浮水印，為了要達到強韌性必需對影像做破壞，但破壞的程度不能過

大，所以依照產生出來的 JND 來下去做修改依據，控制破壞影像品質達到 JND 可容忍之極限。

$$t_{ij}^{k} = t_{ij}(c_0^k / c_0)^{a_T} \qquad (3)$$

$$JND_{ij}^{k} = \max\{t_{ij}^{k}, |C_{ij}^{k}|^{w_{ij}} \; t_{ij}^{k^{1-w_{ij}}}\} \quad (4)$$

依照公式(3)和(4)[8]，a_T 是固定值為 0.649，c_0^k 設定在整個影像中第 k 個區塊中的 DC 係數值，c_0 則是設定為在整個影像中所有的區塊的 DC 平均值，t_{ij} 是在 JPEG 的量化矩陣中位置(i,j)的元素值，w_{ij} 為固定值設為 0.7，C_{ij}^k 為影像中的第 k 個區塊的係數值。當原始影像與浮水印配對完成時，就利用這上述公式來演算出原始影像的 JND 值，並加以破壞至人類視覺所察覺不到的 JND 範圍內。

2.4. 邊緣偵測

本文所要使用的邊緣偵測的方法將改自 Sobel 遮罩，以 Sobel 的兩個過濾遮罩為基礎，延伸出其他六個遮罩。這八個遮罩分別為基本的水平、垂直遮罩外，還包含了東-西、南-北、西北-東南、東北-西南的邊緣偵測過濾遮罩。每個過濾遮罩都是基本的 3x3(或 5x5 或 7x7)的 2 維的迴旋遮罩。在本文中，每個遮罩都是被定義控制在兩個基本的遮罩中，分別為東、北、西、南、西北、東南、西南及東北等八個遮罩。

本文所要使用的遮罩為 3x3 的 2 維遮罩如圖 2。其八個遮罩分別被定義如圖 3。依照此種方法，我們可以透過這八個邊緣遮罩得到我們所需的邊緣量化後的值，爾後我們要利用這些值來做我們所需的關聯法則中的其中一個值。

E0	E1	E2
E3	E4	E5
E6	E7	E8

圖 2　3x3 的二維區塊遮罩

(0)

0	-1	-2	-1
1	0	0	0
2	1	2	1

(1)

-2	-1	0
-1	0	1
0	1	2

(2)

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

(3)

0	1	2
-1	0	1
-2	-1	0

(4)

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

(5)

2	1	0
1	0	-1
0	-1	-2

(6)

1	0	-1
2	0	-2
1	0	-1

(7)

0	-1	-2
1	0	-1
2	1	0

圖 3 濾波(0~7)之過濾遮罩區塊

3. 關聯式浮水印偵測植基於自我隱藏技術

首先，介紹我們所提方法會使用到的相關符號及其意義：

I：原始影像

D：已嵌入浮水印之影像

W：將影像經由亂數所產生之浮水印

Q：以列為主，由左而右、由上而下的區塊編號

RI：原始影像所產生之關聯規則集合

RD：已嵌入浮水印影像所產生之關聯規則集

合

RW：浮水印所產生之關聯規則集合

b1I(Q), b2I(Q), b3I(Q)及 b4I(Q)：第一、二、三及第四個關聯值。第一、二及第三個關聯值由原始影像 I 中所計算出，第四個關聯值由掩蔽區塊(Masking Block)所計算得出；影像 D 及 W 也是以相同方法定義其關聯值為 b1D(Q), b2D(Q), b3D(Q)及 b4D(Q)；b1W(Q), b2W(Q), b3W(Q)，其中浮水印沒有 b4W(Q)因為不需要浮水印上面做自我參照。

BLI(Q)和 BLD(Q)：將 I 及 D 經由 DCT 轉換後，所得之第 Qth 區塊編號值。

BLW(Q)：由亂數所產生的 W，經由 DCT 轉換所得之第 Qth 區塊編號值。

I 是一張灰階圖形其像素值的值域為(0, 255)。W 是將影像經由亂數所產生之浮水印，其方式為，如亂數值為 1 則像素值設為 255，若亂數值為-1 則浮水印像素值設為 0。

本研究提出一個不需原圖之浮水印偵測技術乃改良於 Shen[8]所提出的浮水印偵測法。以下共分(1)關聯式影像浮水印之建立(2)浮水印嵌入，及(3)浮水印偵測：

3.1. 建立影像及浮水印關聯法則

Step1：將 I 及 W 進行區塊切割，每個區塊的大小為 q×q 個像素值。

範例 1.圖 4 為一張 64x64 大約的灰階影像，利用區塊切割法，每個區塊有 8x8 個像素值，將圖 4 由上而下由左而右依序編號並以 Q 表示區塊的編號。

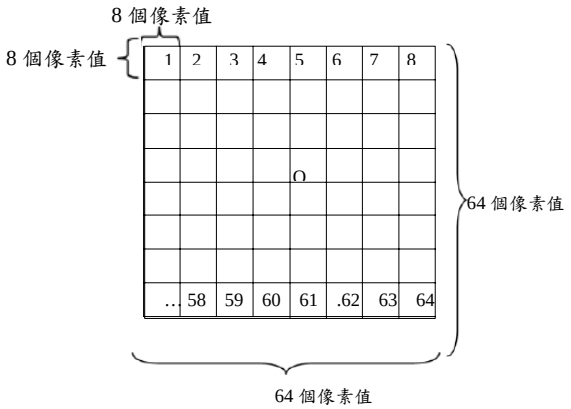

圖 4 一張影像具有 8x8 大小之區塊

Step2：將 I 及 W 的區塊進行 DCT 轉換。

Step3：將 I 中每個區塊的 AC 值取其平均後設定為 b1I(Q)。意即 $b1(Q)=\frac{\sum_{i=1}^{q*q-1}AC_i^I(Q)}{q*q-1}$，其中 $AC_i^I(Q)$ 表示第 Q 個區塊中經 DCT 轉換成頻率域後之第 i 個 AC 值， for i=1, 2, …, q*q-1。同理，

$b1_W(Q)=\frac{\sum_{i=1}^{q*q-1}AC_i^W(Q)}{q*q-1}$ 與 $b1_D(Q)=\frac{\sum_{i=1}^{q*q-1}AC_i^D(Q)}{q*q-1}$ 。

Step4：依公式 (5)，依序計算出每個區塊的第 2 個關聯值 b2I(Q)。令 S_{ij}^n 表示在濾波 n 的濾波遮罩中位置(i, j)上的遮罩值。b3I(Q)為 b2I(Q)中採用的遮罩編號值，同理。b3W(Q), b3D(Q)分別由 W 和 D 計算得出。

$$b2_I(q)=\max\begin{Bmatrix} b1_I(q-m-1)\times S_{11}^n+\\ b1_I(q-m)\times S_{12}^n+\\ b1_I(q-m+1)\times S_{13}^n+\\ b1_I(q-1)\times S_{21}^n+\\ b1_I(q)\times S_{22}^n+\\ b1_I(q+1)\times S_{23}^n+\\ b1_I(q+m-1)\times S_{31}^n+\\ b1_I(q+m)\times S_{32}^n+\\ b1_I(q+m+1)\times S_{33}^n \end{Bmatrix} \quad (5)$$

範例 2：假設 Q=11， m=8 則與鄰近的區塊編號之關係如圖 5。S_{10}^2=-2 表示在濾波第 2 遮罩(如圖 5 之編號(2)的區塊)位於(1, 0)位置之遮罩值為-2。

Q−m−*1* =2	Q − m =3	Q−m+*1* =4
Q − *1* =10	Q =11	Q +1 =12
Q+m−*1* =18	Q + m =19	Q+m+*1* =20

圖 5 鄰近的區塊編號索引

Step5：利用[9]所提出的掩蔽區塊計算公式將編號 Q 的區塊其在影像 I 的位置(i, j)代入公式(6)可求取區塊 Q 的相對應掩蔽區塊是位在影像 I 中的位置(p, q)將此掩蔽區塊的編號設定為 b4I(Q)。

$$(p,q)=\begin{cases}(i,i\times 2+j+2)\bmod 32 & \text{if } 0\le i\le 14\\ (i,(i-15)\times 2+j+2)\bmod 32 & \text{if } 15\le i\le 29\\ (i,(i-30)\times 2+j+2)\bmod 32 & \text{if } 30\le i\le 31\end{cases} \quad (6)$$

如表 1，位於(0, 0)之區塊由公式(6)經計算後會得出(p=0, q=2)，意即未來位於(0, 0)的區塊之重要資訊會放在位於(0, 2)之掩蔽區塊上。而假設如表 1 之影像其掩蔽區塊編號如表 1，則位於(0, 2)之掩蔽區塊之編號為 17 故 b4I(1)=17。

表 1 掩蔽區塊索引

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	(0,2)	(1,4)	(2,6)	(3,2)	(4,4)	(5,6)	(6,2)	(7,4)
1	(0,3)	…						
2	(0,4)							
3	(0,5)							
4	(0,6)							
5	(0,7)							
6	(0,0)							
7	(0,1)						…	(7,3)

Step6:設定一個門檻值 C，作為過濾影像中所有非高頻與非低頻之 AC 值。

Step7:假設影像 I 被分割成 m*m 個區塊而且每個區塊有 q*q 個像素值，則經 DCT 轉換後之所有區塊的 AC 值共有 m*m*(q*q-1)個。將這些 AC 值先取絕對值之後，依降冪重新排序成：

$$AC_1(Q)\ge AC_2(Q)\ge ...\ge AC_{m*m*(q*q-1)}(Q)$$

。並設定落於門檻值 C 外的 AC 值均為 0，即

$$AC_{C+1}(1)=AC_{c+2}(Q)=...=AC_{m*m*(q*q-1)}(Q)=0$$ 。

範例 3：如圖 6(a)中的區塊 Q，保留位於(1, 0)的 AC 值-9, 位於(1, 1)的 AC 值 13 及位於(2, 0)的 AC 值 9，其餘非高頻及非低頻的 AC 值均設定為 0。

108	2	-1
-9	13	2
9	5	0

(a)

108	0	0
-9	13	0
9	0	0

(b)

圖 6(a)經 DCT 轉換後的區塊 Q

(b)經 Step 7 處理後的區塊 Q

Step8：在影像 I 中，去除掉所有 AC 值全為 0 的平滑區塊。針對非平滑區塊，將區塊編號設定為影像 I 的最後一個關聯值，即 BLI(Q)＝Q，其中 Q 是某個非平滑區塊的編號。如圖 7 (b)中為一個平滑區塊，將不適用於浮水印的嵌入。

範例 4：

99	2	0
0	0	1
0	-1	0

(a)

→

99	0	0
0	0	0
0	0	0

(b)

圖 7(a)經 DCT 轉換的區塊
(b)經 Step 8 轉換後的平滑區塊

Step9：以 $\mathrm{INX}_{\mathrm{Q}}^{\mathrm{I}}(\alpha_{\mathrm{i}},\beta_{\mathrm{i}})$（for i =1, 2, …, n）表示區塊 Q 中 n 個非零的 AC 值，並以 $(\alpha_{\mathrm{i}},\beta_{\mathrm{i}})$ 表示第 i 個非零 AC 值的位置。

範例 5：承 Step7 和圖 6 $INX_Q^I(1,0) = -9$；

$INX_Q^I(1,1) = 13$ 和 $INX_Q^I(2,0) = 9$。

Step10：將經由亂數所打亂的浮水印 W 之區塊經 DCT 轉換後，並將其 DC 值設為 0 後，所有 AC 係數若為正值則將之改成 1，若為負 AC 值則轉成-1。

範例 6：圖 8(a)為浮水印 W 中的某個區塊 Q 經 DCT 轉換後的頻率值，經 Step10 轉換後的區塊 Q 如圖 8(b)

15	-8	9
5	-2	1
-1	0	1

(a)

0	-1	1
1	-1	1
-1	1	1

(b)

圖 8(a)浮水印區塊 Q
(b)經 Step10 後的浮水印區塊 Q

Step11：將影像 I、偵測影像 D 及浮水印 W 的第一及第二個關聯值利用 Shen et al.[8]所提出的公式如公式(7)和(8)來進行量化，其中 H1 為 b1I(Q), b1D(Q), b1W(Q)，而 H2 為 b2I(Q), b2D(Q), b2W(Q)。

$$\mathrm{r}_1(\mathrm{H}_1) = \left\lfloor \frac{\mathrm{H}_1}{256} \times \mathrm{M}_1 \right\rfloor \qquad (7)$$

$$\mathrm{r}_2(\mathrm{H}_2) = \left\lfloor \frac{\mathrm{H}_2}{\max\limits_{\text{for all block Q}} \{\mathrm{H}_2\}} \times \mathrm{M}_2 \right\rfloor$$

$$\forall \mathrm{Q}, \text{if} \quad \mathrm{r}_2(\mathrm{H}_2) = \mathrm{M}_2, \text{then} \quad \mathrm{r}_2(\mathrm{H}_2) = \mathrm{M}_2 - 1 \quad (8)$$

依照 Steps 1-11，每個區塊的五個關聯值均產生完畢。接下來，將 Step 10 所產生的浮水印 W 嵌入到影像之中。其方法如下節所述。

3.2. 浮水印嵌入

將由上節在 I 及 W 中的針對每個區塊取得關聯集合 RS={ b1I(Q), b2I(Q), b3I(Q), b4I(Q), BLI(Q)}及
RW={b1W(Q), b2W(Q), b3W(Q), BLW(Q)}。

Step1：利用 RS 來與 Rw 公式(9)[8]進行配對。
針對 $\forall r_S \in R_S$ 且 $\forall r_W \in R_W, (r_S, r_W)$ 是配對組合：

若 rs 在 Rs 之中，使得公式(9)會得到最小值

$$\left\{\begin{array}{l}\left|(1^{ST}\text{item value of } r_s)-(1^{ST}\text{item value of } r_w)\right|+\\ \left|(2^{nd}\text{item value of } r_s)-(2^{nd}\text{item value of } r_w)\right|+\\ \left|(3^{rd}\text{item value of } r_s)-(3^{rd}\text{item value of } r_w)\right|\end{array}\right\} \quad (9)$$

範例 6：

$$R_s=\left\{\begin{array}{l}(2,4,1,8)\rightarrow BL_1(1)\\ (3,6,7,8)\rightarrow BL_1(3)\end{array}\right\}$$

$$R_w=\left\{\begin{array}{l}(1,6,5)\rightarrow B4_w(1)\\ (2,7,0)\rightarrow B4_w(2)\\ (3,4,6)\rightarrow B4_w(3)\end{array}\right\}\rightarrow\left\{\begin{array}{l}|(2-1)|+|(4-6)|+|(1-5)|=7\\ |(2-2)|+|(4-7)|+|(1-0)|=4\\ |(2-3)|+|(4-4)|+|(1-6)|=6\end{array}\right.$$

將二組關聯規則 RS 及 Rw 進行配對時，RS 中的第(1)組與 Rw 中的第(2)組配對時，利用公式(9)計算出兩組值為最小，即該 RS 第(1)組與 Rw 第(2)組會被配成一對。

Step2：BLI(Q)與 B4W(Q)配對完成後即可嵌入浮水印。接著，再利用 JND 的技術來做為輔助以達到強韌性。如公式(10)[8]所示：

$$[B4_I(Q)]_{ij}=[B4_I(Q)]_{ij}+JND_{ij}^{k}\times[B4_W(Q)]_{ij},as[B4_I(Q)]_{ij}\neq 0 \quad (10)$$

，其中 JND_{ij}^{Q} 是 JND 的門檻值，由 I 的每個區塊 DCT 值計算得出。

Step3：利用自我參照重要資訊嵌入掩蔽區塊會利用到 b4I(Q)。將前述所記錄之 $INX_Q^I(\alpha,\beta)$ 值去除掉正負號後轉以二元數字 0 和 1 串列，再將這些二元值嵌入到掩蔽區塊 b4I(Q)中的除了(α,β)處之外非零 AC 值。嵌入的動作採用奇偶同位隱藏：

- 藏入“0”，資料將被改為偶數。
- 藏入“1”，資料將被改為奇數。

範例 7：b4I (2)=13 表示第 2 區塊的重要資訊將被嵌入第 13 區塊中除 (α,β)位置處之外非零 AC 值。**(a)區塊 Q(b)掩蔽區塊 $b4_I(Q)$(c)藏後之掩蔽區塊**

如圖 10(a)所示，將區塊 Q 之重要資訊 9 及-7，經絕對值運算後轉為二進制位元數字再嵌入掩蔽區塊中。如 binary(9)=1001 及 binary(|-7|)=111

在圖 10(b)中位於(0, 1)之 AC 值為 2，藏 1 後則 AC 值將改 3(如圖 10(c)中(0, 1)位置的 AC 值所示)，

以此類推 AC，在(b)中值為-5，藏 0 後則(c)圖中位於(0, 2)之 AC 值改-6，

在(b)圖中位於(1, 0)之 AC 值為 3 藏 0 則 AC 改 4，直到圖(b)中位於(2, 2)之 AC 值為 1，藏入 1 後之圖(c)的 AC 值為 1。

108	9	0
-7	0	0
0	0	0

(a)

59	2	-5
3	5	5
1	0	1

(b)

59	3	-6
4	5	5
1	0	1

(c)

圖 10 奇偶同位隱藏法

Step4：最後將影像再做 IDCT 處理即可完成嵌入浮水印的動作得到浮水印影像。

3.3. 浮水印偵測

D 與 W 進行區塊切割後，針對每個區塊進行 DCT 轉換，各自運算區塊 Q 的關聯值，以取得 R_D 及 R_W 的關聯集合 R_D= {b1D(Q), b2D(Q), b3D(Q), b4D(Q), BLD(Q)}及 R_W={b1W(Q’), b2W(Q’), b3W(Q’),BLW(Q’)}。

Step 1：將 W 經由 DCT 轉換為頻率值，再進

行關聯法則利用邊緣偵測及掩蔽區塊計算出每個區塊的 R_W 關聯集合

Step 2：將 RD 與 RW 進行配對，找出 W 與 D 最相關聯的區塊 Qw 及 Qd。找出 QD 的中高頻或低頻的 AC 值，假設這些 AC 值共有 n 個，其第 i 個的值為 $\mathrm{INX}^{\mathrm{D}}_{\mathrm{Q_d}}(\alpha,\beta)$ 。

Step 3：計算區塊 Qd 的掩蔽區塊編號為 b4D(Qd)，並在區塊 b4D(Qd)中，非高頻或非低頻及非零的 AC 值上，依序以奇偶同位的運算方式取出 n 個二元字串 s1, s2, …, sn，將這些二元字串轉為十進位得到 d(s1), d(s2), …, d(sn)，其中 si 的長度為 $\left|\log_2 INX^{D}_{Q_d}|(\alpha_i,\beta_i)|\right|$ 。

Step 4：還原原始影像 I 在區塊編號同樣是 Qd 的重要資料時，即在將 Step 3 所取得的 n 個數值 d(s1), d(s2), …, d(sn)還原其正負符號，其方式為將 d(si) 參考其在偵測影像 D 的 區塊 Qd 位於(αi, β i)之 $INX^{D}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i)$ 的正負號。若 $\mathrm{INX}^{\mathrm{D}}_{\mathrm{Q_d}}(\alpha,\beta)$ 為正值，則 d(si)值不需改變，若 $INX^{D}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i)$ 為負值，則 d(si)值需改為 - d(si)。

範例 8：如圖 11(a)為區塊 Qd=19, 圖 11(a)為其掩蔽區塊編號為 b4D(Qd)=26。在掩蔽區塊 b4D(Qd)=26 中，尋找非高頻或非低頻及非零的 AC 值。以圖 11(a)為例，這些值依序是位於(0，1)的 3，位於(1，0)的位於(2，0)的 4 及位於(2，2)的 2。

以奇偶同位的運算方式取出長度為 $\left|\left|\log_2 \mathrm{INX}^{\mathrm{D}}_{19}(0,1)\right|\right|=4$ bits 二元字串，此字串為 1000，再將 1000 轉為十進位得到 d(s1)=8。藉此可以還原原始影像 I 在區塊編號同樣是 19 的重要資料為-8。

108	2	-1
-10	0	2
1	1	0

(a)

59	3	-6
4	5	5
2	0	2

(b)

圖 11(a) 區塊 Q_d =19 (b)其掩蔽區塊編號為 $b4_D(19)$=26。

Step 5：先定位在浮水印 W 中，編號為 Qw 的區塊之 n 個浮水印二元值(以 w1, w2, …, wn 表示之)。其中 wi 位在與偵測影像 D 之區塊 Qd 中 $\mathrm{INX}^{\mathrm{D}}_{\mathrm{Q_d}}(\alpha,\beta)$ 值具同樣之位置(α, β)。

範例 9：在偵測影像 D 的區塊 Qd 中，位在(α, β)的 AC 值為如圖 12 區塊 Qd 的 n=3 個 AC 值為 $INX^{D}_{Q}(1,0)$, $INX^{D}_{Q}(1,1)$, $INX^{D}_{Q}(2,0)$ 。將圖(b)中 W 所對應位置 (1, 0)， (1, 1)， (2, 0) 的值分別為 -1, 1, 和 1。

108	2	-1
-9	13	2
9	5	0

(a)

0	-1	1
-1	1	1
1	-1	-1

(b)

圖 12 (a) 偵測影像 D 的區塊 Q_d(b)浮水印影像 W 的區塊 Q_w

Step6：區塊 Qd 中 n 個值

$INX^{D}_{Qd}(\alpha_1,\beta_1),...,INX^{D}_{Qd}(\alpha_n,\beta_n),$ 與

原始影像中同樣是編號 Qd 的區塊所對應的

$INX^{I}_{Qd}(\alpha_1,\beta_1),...,INX^{I}_{Qd}(\alpha_n,\beta_n),$ 做

比對，並同時進行 W 再與 0 之比對，來判斷偵測影像 D 中的浮水印是否正確，其偵測指標以相似值 s 表示之：

$INX^{D}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i) < INX^{I}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i)$ 且 W<0 則設定 s=1，

$INX^{D}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i) > INX^{I}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i)$ 且 W>0 則設定 s=1，

$INX^{D}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i) = INX^{I}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i)$ 則設定 s=0,

$INX^{D}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i) < INX^{I}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i)$ 且 W＞0 則設定 s= -1，

$INX^{D}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i) > INX^{I}_{Q_d}(\alpha_i,\beta_i)$ 且 W < 0 則設定 s= -1。

計算 $\sum s$ /c 後與 T(一個相似度的門檻值)做比對，假若 $\sum s$ /c <T 則該浮水印影像無浮水印的存在，假若 $\sum s$ /c >T 則可偵測出該浮水印影像確實含有浮水印。

4. 結論

目前就資訊隱藏的浮水印偵測部份，已有學者[6]可以達成不需原始影像即可進行浮水印的偵測。而本研究提出一個改良利用關聯法則[8]來達來浮水印嵌入，但不需要原始影像即可來進行浮水印的偵測方法。因為會擁有原始影像除非是產(著作)權或合法傳播者才會擁有原始影像。雖然是以自我參照但未來的可研究的方向可朝向對原始影像的破壞程度降到最小。

5. 參考文獻

[1] Agrawa, R., Imielinski T., and Swami, A., “Mining association rules between sets of items in large databases,” ***Proceedings of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data, Washington, D.C***, pp. 207-216, 1993.

[2] Dugad, R,, Ratakonda, K., and Ahuja, N., “A new wavelet-based scheme for watermarking images,” ***Image Processing, 1988.ICIP 98.Proceedings International Conference on***, Vol. 2, pp. 419-423, 1988.

[3] Hsu, C.T., and Wu, J.L., ”Hidden digital watermarks in images,” ***IEEE Transactions on Image Processing***, Vol. 8, pp.58-68, 1999.

[4] Kaewamnerd, N. and Rao, K.R., “Wavelet based image adaptive watermarking scheme,” ***Electronics Letters***, Vol.364, pp. 312-313, 2000.

[5] Kii, H., Onishi , J., and Ozawa, S., ”The digital watermarking method by using both patchwork and DCT,” ***IEEE Multimedia Computing and System***, pp. 895-899, 1999.

[6] Liu, J. L., Lou, D. C., Chang, M. C., and Tso, H. K., ” A robust watermarking scheme using self-reference image,” ***Computer Standards & Interfaces***, Vol. 28, Issure. 3, pp. 356-367, 2006.

[7] Piva, A., Barni, M, Bartolini, F., and

Cappellini, V., “DCT-based watermark recovering without resorting to the uncorrupted original image,” ***Image Processing International Conference on***, Vol. 1, pp. 520-523, 1997.

[8] Shen,, J. J. and Hsu, P. W., ”A robust associative watermarking technique based on similarity diagrams, ” ***Pattern Recognition***, Vol. 40, Issue 4, pp. 1355-1367, 2007.

[9] Tsai, M. J., and Yu, K. Y., ”Joint wavelet and spatial transformation for digital watermarking,” ***IEEE Transactions***, Vol. 46, Issue 1, pp.237, 2000.

[10] Yin, P., Liu, B., and Yu, H. H., “Error concealment using data hiding,” ***Proceedings IEEE International Conference on Acoustics***, ***Speech, and Signal Processing,*** Vol. 3, pp. 1453-1456, 2001.

[11] Zeng, W. and Liu, B., “On resolving rightful ownerships of digital images by invisible watermarks,” ***Proceedings of International Conference on Image Processing***, pp.552-555, 1997.