

應用差值擴張法與中間邊緣偵測法於區塊截短編碼法之可回復式資訊隱藏技術

宋秉恩
亞洲大學
資訊多媒體應用學系
forever_sam@hotmail.com

詹啟祥
亞洲大學
資訊多媒體應用學系
cschan@asia.edu.tw

蔡淵裕
亞洲大學
資訊多媒體應用學系
yytsai@asia.edu.tw

摘要

在本論文中，我們先利用區塊截短編碼法算出每個區塊的高低重建階，並將每個區塊高低重建階之差值計算出來。同時運用中間邊緣偵測法於高低重建階之差值上，以預測每個區塊的預測差值。針對每個區塊，我們將預測差值去減掉高低重建階差值後，所得到的值利用差值擴張法，藏回高低重建階中。根據實驗結果顯示，我們所提的方法，具有很高的藏入量與很好的影像品質。

關鍵詞：區塊截短編碼法，中間邊緣偵測法，差值擴張法

Abstract

In this paper, the high and low reconstruction levels of each block must be obtained first by using block truncation coding (BTC). Then, the distance value of each block can be calculated by subtracting its low reconstruction level from its high reconstruction level. Meanwhile, the predicted distance value of each block can also be predicted by applying median edge detector (MED) on distance values. For each block, after subtracting the distance value from the predicted distance value, the result value is embedded to the high and low reconstruction levels by using difference expansion (DE). The experimental results show that the capacity of the proposed method is high and the quality of the image is good.

Keywords: block truncation coding, median edge detector, difference expansion

1. 前言

隨著網際網路的蓬勃發展給予方便與快速的數位化生活，然而，由於資料的數位化，在傳送數位資料的同時，數位資料容易被第三者攔截並修改訊息。為了解決這個問題，[1]中，使用金鑰把訊息加密成密文，並把密文傳

送給接收端。如此一來，第三者拿到密文，也無法從密文中獲取訊息。

然而，密文是一堆無意義的亂碼，在傳送的過程中，縱使第三者無法破解密文，仍然可以破壞訊息或者截斷訊息的傳送。為了使在傳送的訊息的過程中，不被第三者所發現，於是發展出資訊隱藏方法。近年來有許多的資訊隱藏方法被提出，例如：最低位元取代法(Least Significant Bit Replacement)[2]，上述方法不僅僅簡單且快速，對影像的品質傷害度小，原因是當我要藏入秘密訊息的時候，只修改偽裝影像的最後幾個位元，所以對影像比較不會有傷害。

另一方面，由於影像資料所佔的空間一般都非常龐大，因此在傳送或儲存它們之前，通常需要先將其壓縮後，再將它們放在網路上傳送，或是儲存在硬碟裡。在影像壓縮[3]的部分，分為「無失真」與「有失真」兩種。所謂的「無失真」影像壓縮，是解壓縮後的影像資料，會和原始影像相同。相反的，「有失真」的影像壓縮，是解壓縮後的影像資料會和原始影像十分相似，但中間還是會有些許的差異，不過這些差異人類的眼睛還是看不出來。

在本篇論文中，我們將提出了一個植基於區塊截短編碼法(Block Truncation Coding, BTC)的資訊隱藏技術。區塊截短編碼法是屬於「有失真」的壓縮。我們會先將秘密資訊藏入區塊截短編碼法的壓縮檔內，而後傳送到接收端。當第三者攔截時，會對壓縮檔進行解壓縮的動作，解壓縮後，發現是一張正常的影像，因此第三者不會發現裡面有藏訊息。

至於如何將秘密資訊藏入 BTC 的壓縮檔內，在我們的方法中，我們結合了中間邊緣偵測法(Median Edge Detector, MED)與差值擴張法(Difference Expansion)這三種技術，來達到資訊隱藏的目的。首先，用區塊截短編碼法對原始影像進行壓縮，來獲得壓縮碼。壓縮碼中，每一個區塊會產生高的重建階、低的重建階與一張位元圖。接著對每個區塊高低重建階之差

值計算出來。同時運用中間邊緣偵測法於高低重建階之差值上，以預測每個區塊的預測差值。針對每個區塊，我們將預測差值去減掉高低重建階差值後，所得到的值利用差值擴張法，藏回高低重建階中。

本篇論文的架構如下：第二章會介紹區塊截短編碼法、差值擴張法、劉的方法與中間邊緣偵測法，第三章則是提出藏入資訊到壓縮檔的方法以及從解壓檔中取出資訊的方法，第四章是實驗結果，第五章是結論。

2. 相關文獻介紹

在文獻中我們首先介紹區塊截短編碼法(Block Truncation Coding, BTC)與差值擴張法(Difference Expansion)。接下來，介紹劉的方法，劉的方法是將區塊截短編碼法與差值擴張法做結合，來達到資訊隱藏的目的。而我們的方法除了前面三種方法以外，另外加入中間邊緣偵測法(Median Edge Detector, MED)，以進一步增加資訊藏量與增進影像品質。

2.1 區塊截短編碼法

在[4]中所提到的區塊截短編碼法，是一種運算速度快的影像壓縮方式，首先將一張長×寬的影像分成 4×4 不重疊的區塊，然而長和寬都必須要是 4 的倍數，這樣才有辦法壓縮正確。在壓縮的過程中，每一個區塊會產生兩個重建階與一張 4×4 位元圖。接著我們將說明如何產生兩個重建階和一張 4×4 的位元圖。首先，每一個區塊中有 16 個像素值，對這 16 個像素值求平均，來得到平均值 C 。將每一個區塊中的像素值與平均值作比較，大於平均值 C 像素值，該像素對應於位元圖的元素以 1 來紀錄；小於平均值 C 像素值，該像素對應於位元圖的元素以 0 來紀錄，於是產生一張 4×4 的位元圖。利用位元圖把 1 所對應的原始像素值求平均，得到重建階值稱為 C_1 ，同理，0 所對應的原始像素值求平均，得到重建階值稱為 C_0 。這裡重建階所代表的意思，就是用來重建影像的像素值。最後經過壓縮後，每一個區塊會壓縮成兩個重建階與一張位元圖，這便是輸入影像區塊的壓縮碼。

在解壓縮階段，每一個重建的區塊，只需要兩個重建階與一張位元圖，即可回復區塊。當位元圖內的位元是 1 的元素，相對應重建區塊的位置就用重建階值 C_1 來回復，反之，當位元圖內的位元是 0 的元素，相對應重建區塊的位置就用重建階值 C_0 來回復，如此便可恢復重

建該區塊。我們給予一個 BTC 的例子將在底下敘述之。

表一 4×4 的影像區塊

110	110	110	98
124	122	98	98
124	122	123	124
122	123	124	124

表二 位元圖

0	0	0	0
1	1	0	0
1	1	1	1
1	1	1	1

表三 重建後區塊

104	104	104	104
123	123	104	104
123	123	123	123
123	123	123	123

表一為某一個原始影像區塊，依照 BTC 方法進行壓縮，從表一中計算出此影像區塊的平均值 $C=116$ ，用平均值與影像區塊中每一個像素值做比較，當像素值大於平均值時，該像素對應於位元圖的元素以 1 來紀錄，當像素質小於平均值時，該像素對應於位元圖的元素以 0 來記錄，如表二。接下來，經由計算可以得到兩個重建階值 $C_1=123$ 、 $C_0=104$ 。當我們要解壓縮的時候，將位元圖元素值為 1 的元素，在重建區塊中相對應的像素恢復成 123，位元圖元素值為 0 的元素，在重建階區塊中相對應的像素恢復成 104，重建後區塊如表三。

2.2 差值擴張法

在[5]中 Tina 所提到的差值擴張法，是一個可逆式的資訊隱藏技術，可逆式的資訊隱藏技術所代表的意思，是此技術不但可以從已藏資料的影像中，取出秘密資訊，還可以將影像恢復回原始的影像。而在[5]這個方法中，之所以能達到可逆式的資訊隱藏技術，在於未藏入資訊的像素之平均值與已藏入訊息的像素之平均值，此兩者數值會相同。接著我們描述[5]中的方法，如何達到可逆式的資訊隱藏技術。首先會對一張灰階影像，切割成每兩個像素為

一組的像素對，每一組的像素對，先算出兩個像素的差值，將差值擴張並藏入秘密訊息，擴張後的差值將平均分配至原來像素。更詳細的來說明，假設 (A_0, A_1) 是一組像素對，首先求出像素對的平均值 A ，如公式(2)：

$$A = \left\lfloor \frac{A_0 + A_1}{2} \right\rfloor \quad (2)$$

算出像素對的差值 D ，如公式(3)

$$D = |A_0 - A_1| \quad (3)$$

算出差值 D 後，接下來要做擴張藏入一位元秘密訊息的動作。將差值 D 乘以兩倍加上我們的秘密訊息 S ，此時，得到新的差值 D' 如公式(4)：

$$D' = D \times 2 + S \quad (4)$$

上述公式的意義，相當於就是將差值 D 向左位移一位，以空出一個位元的空間來藏入一位元的秘密訊息。接下來，經由對新的差值 D' 做運算，來得到 A'_0 與 A'_1 ，如公式(5)，公式(6)：

$$A'_0 = A + \left\lfloor \frac{D' + 1}{2} \right\rfloor \quad (5)$$

$$A'_1 = A - \left\lfloor \frac{D'}{2} \right\rfloor \quad (6)$$

這樣我們就可以計算出經由差值擴張法後，所得到的兩個像素值為 A'_0 與 A'_1 ，如此便完成藏入的動作。但這邊需要注意到的一點，就是因為灰階影像的像素值介於0~255之間，而差值擴張後的兩個像素值，有可能大於255或小於0的情況下發生，在Tina的方法裡面，每個像素對則需要用到額外的一個位元，來記錄是否有藏資料或者不藏資料。然而，也由於Tina方法需要用到額外的參考位元來記錄，因此會降低可藏入的秘密訊息量。

2.3 劉等人的方法[6]

上述2.2小節中，Tina所提到的方法需要用到額外的參考位元來紀錄，因此會降低可藏入的秘密訊息量。在[6]的方法中，劉等人的方法結合區塊截短編碼法與差值擴張法，來達到資訊隱藏的目的。區塊截短編碼法的特性，在壓縮的過程中，會產生高低重建階與一張位元圖。由於劉等人的方法是運用差值擴張法到區塊截短編碼法，當運用差值擴張法不能藏資料時，則將高低重建階值互換，並將位元圖做位元的反轉動作，也就是0變1，1變0。如此在取出秘密資訊的過程中，能夠在不使用參考位

元的情況下順利取出秘密資訊，因為已互換位置的高低重建階值，即代表沒有藏資料。

回復的過程中，因為平均值都相同，將新的兩個像素值 A'_0 與 A'_1 帶入公式(5)、公式(6)，即可算出新的差值 D' ，然後把 D' 帶入公式(4)，可算出原本差值 D ，再帶入公式(1)、公式(2)，即可恢復成原本的兩個像素對 (A_0, A_1) 。

下面我們將舉個例子來加以說明。假設原本像素對值 $A_0=106$ ， $A_1=94$ ，求兩個像素對的平均值為100，算出 (A_0, A_1) 的差值為12，接下來要做擴張藏入秘密訊息的動作，假設秘密訊息 $S=1$ ，差值擴張後新的差值為25，帶入公式(5)、公式(6)，因此得到新的兩個像素值為113與88。在回復的過程中，首先我們知道113與88這一個像素對以及此像素對的平均值100，帶入公式(5)、公式(6)，即可算出新的差值25，然後把25帶入公式(4)，可算出原本差值12，再帶入公式(1)、公式(2)，即可恢復成原本的兩個像素對(106, 94)。

2.4 中間邊緣偵測法

在[7]中所提到的中間邊緣偵測法，是用來預測像素的方法，利用這個方法可以讓預測出來的像素與目標像素相近。首先，針對要預測的目標值 x ，我們會取出目標像素的左邊像素 a 、上面像素 b 、左上像素 c ，這三個像素來預測 x ，底下我們將四個值的關係表示如下：

c	b
a	x

這方法有三種情況。第一種情況，當 c 這個數值大於等於 a 和 b 的最大值時，假設 a 大於 b ，則 x 的數值等於 b ；反之， b 大於 a ，則 x 的數值等於 a 。第二種情況，當 c 這個數值小於等於 a 和 b 的最小值時，假設 a 大於 b ，則 x 的數值等於 a ；反之， b 大於 a ，則 x 的數值等於 b 。第三種情況，假如沒有上述兩個情況，則 x 的數值等於 a 加上 b 去減掉 c 。整理後的公式(1)：

$$x = \begin{cases} \min(a, b), & \text{if } c \geq \max(a, b) \\ \max(a, b), & \text{if } c \leq \min(a, b) \\ a + b - c, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

假設 $c=5$ ， $b=4$ ， $a=3$ ，是屬於第一種情況，則得到預測值 $x=3$ 。假設 $c=3$ ， $b=4$ ， $a=5$ ，是屬於第二種情況，則得到預測值 $x=5$ ，假設 $c=4$ ， $b=3$ ， $a=5$ ，是屬於第三種情況，則得到預測值 $x=4$ 。

3. 研究方法

本方法與劉的方法[6]不同的地方，在於我們的方法是利用中間邊緣偵測法的預測差值，去減掉高低重建階差值來得到新的差值。接著利用差值擴張法將新的差值，藏入高低重建階。

3.1 壓縮藏入

本章節首先將一張 512×512 的灰階影像圖分成 4×4 的 BTC 區塊，算出 BTC 區塊 16 個像素值的平均值。當像素值大於等於平均值時，該像素對應於位元圖的元素以 1 來紀錄，當像素值小於平均值時，該像素對應於位元圖的元素以 0 來記錄，於是產生一張 4×4 的位元圖。利用位元圖把 1 所對應的原始像素值求平均，得到高重建階值稱為 C_1 ，同理，0 所對應的原始像素值求平均，得到的低重建階值稱為 C_0 。最後經過壓縮後，每一個區塊會壓縮成兩個高低重建階與一張位元圖。

表五 4 個 4×4 影像區塊

155	155	155	158	158	156	158	159
155	155	155	158	158	156	158	159
155	155	155	158	158	156	158	159
155	155	155	158	158	156	158	159
155	155	155	158	158	156	158	159
151	151	151	154	157	156	156	156
155	155	155	156	157	158	156	153
149	149	149	153	155	154	153	154

以表五為例子，上圖有 4 個 4×4 的影像區塊，先求出這 4 個影像區塊的高低重建階以及位元圖，首先對左上方 4×4 影像區塊的 16 個像素值，加總除以 16，算出平均值為 155，大於等於平均值 155 影像區塊中的像素值，該像素值對應於位元圖的元素以 1 來紀錄，則可得到一張全部為 1 的位元圖：

1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	1

高重建階值 C_1 為 155，低重建階值 C_0 為 155。

以同樣的方法算出右上方區塊的平均值為 157，經過 BTC 運算，位元圖為：

1	0	1	1
1	0	1	1
1	0	1	1
1	0	1	1

高重建階值 C_1 為 158，低重建階值 C_0 為 156。

左下方區塊的平均值為 153，經過 BTC 運算，位元圖為：

1	1	1	1
0	0	0	1
1	1	1	1
0	0	0	1

高重建階值 C_1 為 155，低重建階值 C_0 為 150。

右下方區塊也就是預測區塊的平均值為 156，經過 BTC 運算，位元圖為：

1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	0
0	0	0	0

高重建階值 C_1 為 157，低重建階值 C_0 為 153。

接下來，算出每一個 4×4 影像區塊高低重建階的差值 D ，同時運用 MED 方法於高低重建階之差值上，以預測每個區塊的預測差值 x 。針對每個區塊，我們將預測差值 x 去減掉高低重建階差值 D 後，會得到一個新的差值 Y ，當新的差值 Y 大於 -8 且小於 8 之間，我們做藏入 2 位元秘密訊息的動作，這裡定義為 case1；新的差值大於等於 16 或者小於等於 -16 我們做藏入 1 位元秘密訊息的動作，這裡定義為 case2。當為 case1 與 case2 的情況下，會將新的差值 Y 做擴張的動作，擴張後，將秘密訊息藏入，會得到擴張後藏入秘密訊息的差值 H ，由於 H 是經過差值擴張，導致 H 的絕對值的值非常大，為了縮小藏入像素對的數值，所以我們將 MED 預測出來的差值 x 減掉擴張後藏入秘密訊息的差值 H 所得到的差值 Z ，平均分給原本的像素對。當我所得到的差值 Z 為負的，則做 case3，在 case3 中，將不藏入秘密訊息，並將新的高低重建階互換和位元圖的反轉。

表六 2×2 BTC 區塊

左上方區塊， 差值 0	右上方區塊， 差值 2
左下方區塊， 差值 5	右下方區塊， 差值 4

依照上面的例子，我們可以知道預測區塊的高重建階值為 157，低重建階值為 153，相減後算出高低重建階的差值 D 為 4，用 MED 方法預測出來的差值 x 為 5， x 減掉 D 後新的差值 Y 為 1，所以做藏入 2 位元秘密訊息的動作，假設秘密訊息為 $(01)_2$ ，將新的差值 Y 向左移兩個位元並將秘密訊息藏入，即可得到擴張後藏入秘密訊息的差值 H 為 5。

由於 H 是經過差值擴張，導致 H 的絕對值的值非常大，為了縮小藏入像素對的數值，所以我們將 MED 預測出來的差值 5 減掉擴張後藏入秘密訊息的差值 5 所得到的差值 0，平均分給原本的像素(157, 153)，而得到最後的像素對(155, 155)。

為了能藏入更多的藏量，在某些特殊的情況下，劉等人的方法本來沒有藏入資料，但在這裡將會說明，如何針對此種特殊狀況，做藏入資訊的動作。此種特殊情況是當區塊中每個像素值皆相同，則 BTC 壓縮後，高低重建階的值會相等，以及一張全是 1 的位元圖。在 BTC 在做區塊回復動作時，拿位元圖裡面 1 的元素所對應的高重建階來恢復影像，並且拿位元圖裡面 0 的元素所對應的低重建階來恢復影像。但在這裡，由於位元圖裡面的元素全為 1，所以只會使用到高重建階來回復區塊，低重建階並未使用到，因此低重建階無論被如何修改，不會影響到恢復的影像區塊結果。所以我們將會在低的重建階，藏入 8 位元的秘密訊息。

3.2 訊息的取出與恢復成 BTC 影像

在解壓縮取出秘密訊息的動作中。接收端會收到高低重建階值和一張位元圖。首先，先檢查位元圖是否都為 1，假如位元圖為 1，則為上面所提到的特殊的情況，將高的重建階值恢復全部像素，將低的重建階值轉為二進位，得到 8 位元秘密訊息。

假如高重建階大於等於低重建階，代表有藏入秘密訊息，用 MED 的方法來預測差值 x ，接下來求出高重建階與低重建階的差值 Z ，相減後得到新的差值 H ，當新的差值 H 小於 32 且大於 -32，則取出 2 位元的秘密訊息，如果新的差值 H 大於等於 32 或小於等於 -32，則取出 1 位元的秘密訊息，同時並利用差值擴張法將原本有藏入秘密訊息的高低重建階回復成原來的高低重建階，並利用恢復的高低階與位元圖來恢復原來 BTC 的影像圖。

下面將舉一個例子說明，在解壓縮取出秘密訊息的部分，接收端收到高低重建階，皆為 155，位元圖為(111111111100000)，因為位元圖沒有全部為 1，所以我們做第二步的動作，高重建階值 155 等於低重建階值 155，代表有藏入秘密訊息，用 MED 的方法預測差值 x 為 5，求出高低重建階的差值 Z 為 0，將 x 值減掉 Z 值，計算出新的值 H 為 5，可以知道我們藏入 2 位元的秘密訊息，將 5 模 4 以後為 $(01)_2$ ，此為之前壓縮藏入的秘密訊息。接下來，將新的差值 5 向右移兩個位元，即可得到 Y 值 1。接下來，將 x 值 5 減掉 Y 值 1，得到原本的差值 D 為 4，將差值 D 代入到公式(3)並與公式(2)解聯立方程式，得到像素對(157, 153)。如此證明我們的方法是可回復的。

在這必須注意一點，回復的動作只能恢復到未藏入秘密訊息 BTC 的影像圖。順便一提的是因為我們需要做預測的動作，所以對於影像最上面那一列的區塊與最左邊那一行的區塊只做 BTC 壓縮的處理，不做任何藏入訊息的動作。

4. 實驗結果

首先使用八張掩護影像，分別為 Lena、Baboon、Pepper、Airplane、Boat、Barbara、Elaine 跟 Sailboat 與劉的方法[6]作者相同，影像大小皆為 512×512 灰階影像，影像經過分割區塊為 4×4 的區塊及區塊截短編碼法壓縮後，可分為 16,384 個不重複的區塊，所藏入的資訊為 0 和 1 的隨機亂數。

在影像品質的鑑定上面[3]，採用均方誤差值公式(Mean Square Error, MSE)與信號雜訊比公式(Peak Signal to Noise Rate, PSNR)，公式如下：

$$PSNR = 10 \times \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad (7)$$

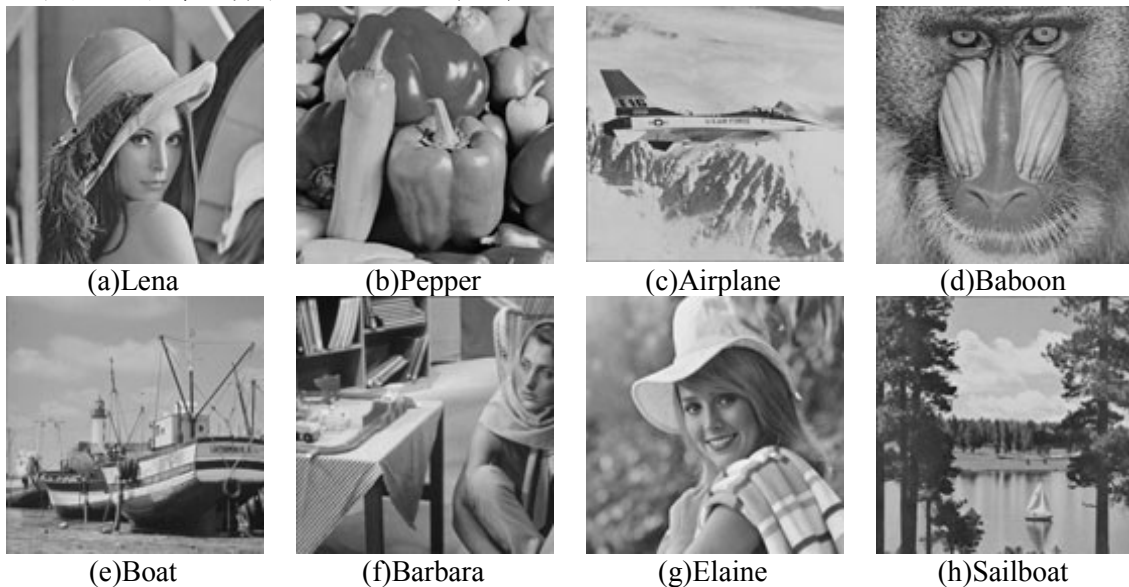
$$MSE = \left(\frac{1}{M \times N} \right) \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N (x_{ij} - x'_{ij})^2 \quad (8)$$

上述式子(7)與(8)中的 x_{ij} 與 x'_{ij} 分別代表在座標 (i, j) 的原始像素值與經過處理後的像素值。圖(1)為實驗影像，利用我們的方法做藏入與取出的動作並列出不同掩護影像所產生出的影像品質。我們方法的實驗結果會與劉的方法所提出來的實驗結果做比較，比較的數據會在表七、表八、表九中呈現。

表八中可以發現，雖然我們方法的影像品質比劉所提的影像品質來的高，但是藏量卻比

劉所提的方法少，原因是在我們方法中，用 MED 預測出來的差值 x 會用來減掉新的差值 H ，所得的差值 Z 為負的時候，將不藏入秘密資訊。我們的方法在門檻值 16 中，差值 Z 為負的特別多。當我 Z 為負的特別多時，則不能藏入秘密資訊。所以我們實驗結果中的影像品質相對比劉高。

表七與表九中我們的影像品質跟藏量都比劉的方法所提出的方法優，但在表七 Elaine 圖和表七表九 Baboon 圖中，發現我們的藏量雖然贏劉的方法，但影像品質卻輸，原因是在劉所提出的方法中，有設定一個臨界值 24，只要預測值超過臨界值就不藏資料，而 Baboon 圖是一張複雜的影像，預測值很容易就超過臨界值，而不藏資料，所以也就藏得少，相對的影像品質也就較高。舉個例子來說明，當劉所提出方法的高重建階值為 88，低重建階值為 56，算出高低重建階的差值為 32，因為大於 24，所以不藏。相對的，我們用 MED 的方法預測值 x 為 26，高低重建階的差值 D 為 32，相減後 Y 為 -6，所以我們藏入 2 位元的秘密訊息。由上面例子，可以看出劉的方法不能藏秘密資訊，而我們可以藏入秘密資訊，因此在表七 Elaine 圖和表七表九 Baboon 圖中，藏量方面比劉的方法多，而影像品質卻低於劉的方法。



圖(1)測試影像

表七 門檻值 8 資訊藏入量(bit)和影像品質(PSNR)的比較

測試 影像	Threshold = 8 劉的方法[6]		Threshold = 8 我們的方法	
	藏入量 (bits)	影像品質 (PSNR)	藏入量 (bits)	影像品質 (PSNR)
Lena	17,340	33.33	18,406	38.038
Pepper	18,018	32.09	18,144	38.367
Airplane	19,542	34.02	20,802	38.373
Baboon	2,178	40.08	13,708	36.005
Boat	16,958	34.25	17,506	37.975
Barbara	10,148	35.74	18,294	36.233
Elaine	4,480	37.18	22,010	36.610
Sailboat	9,888	34.82	17,162	37.530

表八 門檻值 16 資訊藏入量(bit)和影像品質(PSNR)的比較

測試 影像	Threshold = 16 劉的方法[6]		Threshold = 16 我們的方法	
	藏入量 (bits)	影像品質 (PSNR)	藏入量 (bits)	影像品質 (PSNR)
Lena	24,308	28.09	20,032	34.115
Pepper	25,798	28.10	19,592	34.707
Airplane	24,092	29.41	22,452	34.065
Baboon	9,106	29.59	18,708	30.153
Boat	21,266	30.27	19,788	33.214
Barbara	14,940	30.48	21,724	31.388
Elaine	22,296	24.65	23,356	34.109
Sailboat	19,606	27.82	19,498	32.912

表九 兩階段差值擴張法與我們的方法資訊藏入量(bit)和影像品質(PSNR)的比較

測試 影像	兩階段差值擴張法 劉的方法[6]		我們的方法	
	藏入量 (bits)	影像品質 (PSNR)	藏入量 (bits)	影像品質 (PSNR)
Lena	18,809	31.36	19,552	33.590
Pepper	18,748	31.38	19,092	34.142
Airplane	20,713	33.07	22,035	33.408
Baboon	4,309	35.75	16,782	31.044
Boat	18,537	32.35	18,845	33.335
Barbara	11,578	32.64	19,743	33.311
Elaine	7,847	33.63	22,671	34.016
Sailboat	11,672	32.34	18,884	32.657

5. 結論

我們提出了一個結合區塊截短編碼法，中間邊緣偵測法，差值擴張法這三種技術的方法，來達到秘密資訊隱藏的目的。此外，我們是將訊息藏入區塊截短編碼法壓縮碼內，將不容易被第三者發現或破壞。在我們的方法中，運用了中間邊緣偵測法來預測以及縮短差值擴張法藏入秘密訊息的距離，以提高了影像品質。另外，在取出秘密資訊後，可以將影像恢復到未藏資訊的 BTC 影像。根據實驗結果顯示，我們所提的方法，比兩階段差值擴張法[6]，具有較好的影像品質與較高的訊息的藏入量。

誌謝

感謝國科會計畫 NSC 99-2221-E-468-013 提供經費支持本研究的進行，特此致謝。

參考文獻

- [1] Y. H. Chu and S. Chang, "Dynamical Cryptography Based on Synchronized Chaotic Systems," *Electronics Letters*, Vol. 35, no. 12, 1999, pp. 974-975.
- [2] C. C. Chang, M. H. Lin, Min Hui, and Y. C. Hu, "A fast and secure image hiding scheme based on LSB substitution" *International Journal of Pattern Recognition and Artificial*

Intelligence, Vol. 16, no.4, 2002, pp. 399-416.

- [3] 張真誠、黃國峰、陳同孝，電子影像處理技術，台北，旗標電腦圖書，2003.
- [4] J. Delp, O. R. Mitchell, "Image Coding Using Block Truncation Coding," *IEEE Transactions on Communication*, Vol. 27, pp. 1335-1342, 1979.
- [5] J. Tian, "Reversible Data Embedding Using a Difference Expansion," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol.13, No. 8, pp. 890-896, 2003.
- [6] Yi-Jie Liu, "Reversible Data Hiding Based on Block Truncation Coding Using Difference Expansion," M.S thesis, Department of Information Science and Applications, Asia University, Taiwan, R.O.C., 2008.
- [7] Martucci, Stephen A., "Reversible Compression of HDTV Images Using Median Adaptive Prediction and Arithmetic Coding," *IEEE International Symposium on Circuits and Systems*, pp. 1310-1313, New York, 1990.