

國防科技學術合作協調小組研究計畫成果報告

數位海軍視訊影像資訊在

有線及無線網路傳輸之技術探討

NSC 91-2623-7-009-016

計畫編號： NSC91-2623-7009-016

執行期間： 91 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日

計畫主持人：蔡銘箴 助理教授

執行單位： 國立交通大學資訊管理研究所

中華民國 91 年 12 月 31 日

目錄

1.	計畫目標：包括對像、緣起與目的.....	1
2.	問題之背景、現況與需求定義.....	5
3.	研究發現、成果與運用建議.....	8
4.	驗證方法與過程.....	13
5.	完成項目.....	24
6.	檢討與建議.....	25
	參考資料:.....	26
	【附錄一】台揚科技股份有限公司訪談記錄.....	28
	【附錄二】第一次數位相機實測相關報告.....	31
	【附錄三】第二次數位相機實測相關報告.....	51
	【附錄四】相機內建壓縮與軟體壓縮之比較.....	61
	【附錄五】加入傳輸時間考量之軟體壓縮之比較.....	65
	【附錄六】截取圖像主體後進行壓縮.....	68
	【附錄七】設定 ROI 範圍並進行壓縮.....	71
	【附錄八】加密方法之分析與比較.....	75
	【附錄九】關於氣像衛星圖片之圖片壓縮與加密.....	79

1. 計畫目標：包括對像、緣起與目的

- 對像：數位影像透過無線網路傳送時之壓縮與加密。
- 緣起：

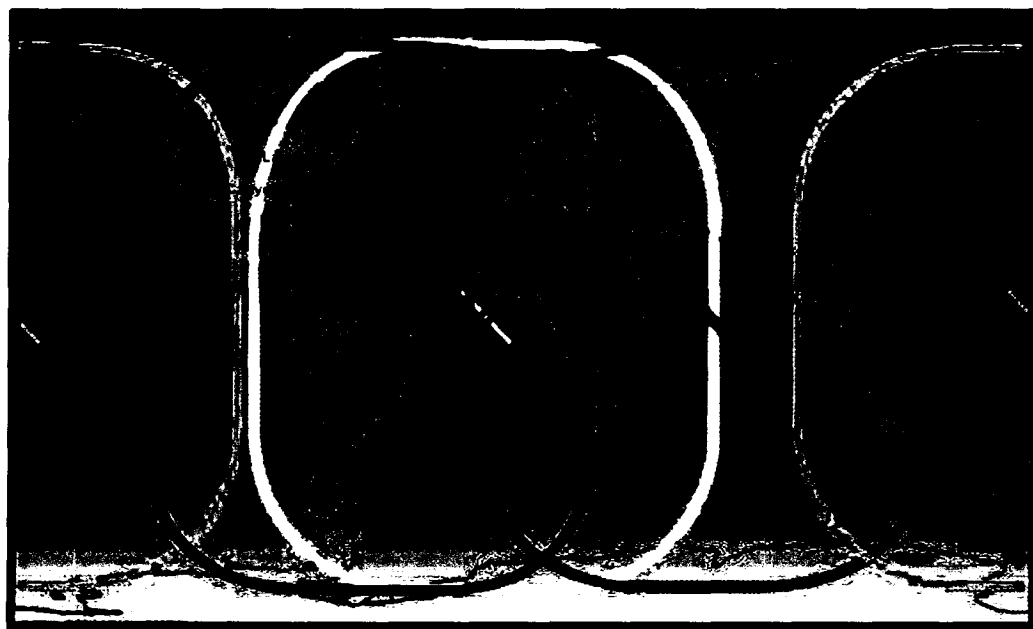
行動計算在未來十年中將日趨普遍且重要，電腦使用者將可以存取遠端的資料，和獲得遠端計算資源，完全不受限於使用者所在地域和是否處於移動狀態，這種行動計算的技術在商業上及軍事上的應用將展現無比的潛能。

自一九八〇年代末期開始，歷經近十年的發展，無線區域網路(WLAN)市場卻並未如預期般地快速起飛，主要原因是早期 WLAN 係以取代有線區域網路為目標，但許多企業與團體早已投下大量成本來構築有線網路體系，因而不願意建構價格更昂貴、性能卻不及有線區域網路的 WLAN。其次，早期 WLAN 產品沒有一致性標準與技術，傳輸頻寬及網路穩定性上表現亦不佳，且產品價格與有線區域網路產品相較高出甚多。此外，因為 WLAN 產品在表現與使用定位上未能與有線區域網路做明顯區隔，使得 WLAN 產品的優點未能明顯表現出來。近年來，隨著各種可攜式設備的快速普及，IEEE802.11 制訂與無線傳輸技術的快速發展，使得 WLAN 成為提供移動性電腦設備上網擷取及相互傳遞資料的良好解決方案。

無線網路的蓬勃發展已使得資料的傳輸，從單純的文字檔案擴展到影像，聲音甚至動畫等的多媒體檔案，基於經濟及實用性的考量，為了在有限的寬頻下能同時容納更多使用者傳遞的訊息，適當的資料壓縮是必須的。在其他應用科學領域中，醫學影像、無線通訊、遙測、及地質學資料等都有對影像資料壓縮技術的需求，以便利其他重要資料的處理，而軍事的用途將日益重要。

不過由於受限於目前 IEEE802.11 規格之傳輸距離之限制，IEEE802.11 目前並沒有辦法達到長距離的傳輸，目前海軍艦艇上所使用的無線網路通訊設備，仍然是以衛星傳送為主要的傳輸方式。目前海軍所使用的衛星傳送系統，使用的是由國際海事衛星組織所提供的國際海事衛星通訊系統(即 INMARSAT)。

INMARSAT 是全球最早的 GEO 衛星通信系統，剛開始時由美國通信衛星公司(COMSAT)利用 Marisat 衛星進行衛星通信，是一個軍用衛星通信系統。70 年代中期為增強海上船隻的安全保障，將部分內容提供給遠洋船隻使用。1982 年形成了以國際海事衛星組織(INMARSAT)管理的 INMARSAT 系統，開始提供全球海事衛星通信服務。1985 年對公約作修改，決定把航空通信納入業務之內，1989 年又決定把業務從海事擴展到陸地。目前它已經是一個有 75 個成員國的國際衛星移動通信組織，控制著 135 個國家的大量話音和數據系統。其主要的衛星分布及涵蓋域區如下圖所示。



圖表 1 - INMARSAT 衛星分佈圖

INMARSAT 系統主要以四顆同步衛星為主軸(另外有一顆第三代衛星以及四顆第二代的衛星同時在軌道上備援)。如圖所示，分別在東太平洋、西太平洋、印度洋以及大西洋上空服務。而另外要一提的是，在第三代的 INMARSAT-P 系統中，為了涵蓋在同步衛星系統下無法涵蓋的南北極地帶，第三代的系統也加入了數顆中軌衛星來改善這此區域的通信狀況。

INMARSAT 其主要提供的服務其比較如下表所示：

	INMARSAT A	INMARSAT B	INMARSAT C	INMARSAT M
語音傳輸	○	○	X	○
數據傳輸	○	○	○	X
頻寬	9.6kbits	9.6kbits	2.4kbits	2.4kbits
傳送方式	類比	數位	數位	數位
傳訊方式	即時	即時	Store & Forward	即時
設備重量	50kg	25kg	5kg	10kg
高速數據	56/64kbits	56/64kbits	無	無

圖表 2 - INMARSAT 提供之各種服務比較表

一般船隻大多會依船隻的大小來選擇裝設 INMARSAT A 或是 INMARSAT C 的系統。其中 INMARSAT C 的發射及接收裝備屬於較小型的裝備，適合小型船隻使用。不過 INMARSAT C 的最大速率較低，只有 2.4kbits。反之，INMARSAT A 的接收裝備則屬於較大型的船隻的配備，速率為 9.6kbits，而且為即時傳送模式。可以較快的收發訊息。海軍的艦艇目前即是使用 INMARSAT A 的系統作為其海上與陸地間的通訊的方式之一。

- 目的：

由於一般無線網路傳輸頻寬較小，且終端平台在各處移動時，容易受到地形環境的影響，使得資料傳輸品質不穩定，時常中斷。如果能夠透過壓縮圖片資料之後再行傳輸，便可以有效的節省傳輸的時間以及減少傳輸錯誤的產生。另外，由於無線網路係透過廣大空間來傳遞資料，因此具備較高之不安全性，對越權存取和竊聽的行為也比較不容易防備，非常容易遭到滲透，比較起有線的網路而言，無線網路之軍事應用，也更需要經過嚴密的資料保密程序。

本計劃之目標在於發展海軍視訊影像資訊在有線及無線網路傳輸之技術探討，並對視訊影像資訊安全、保密、資料壓縮的技術，作整體的分析及研究，同時參考國際相關標準的發展及製定，以供未來海軍應用時之參考。

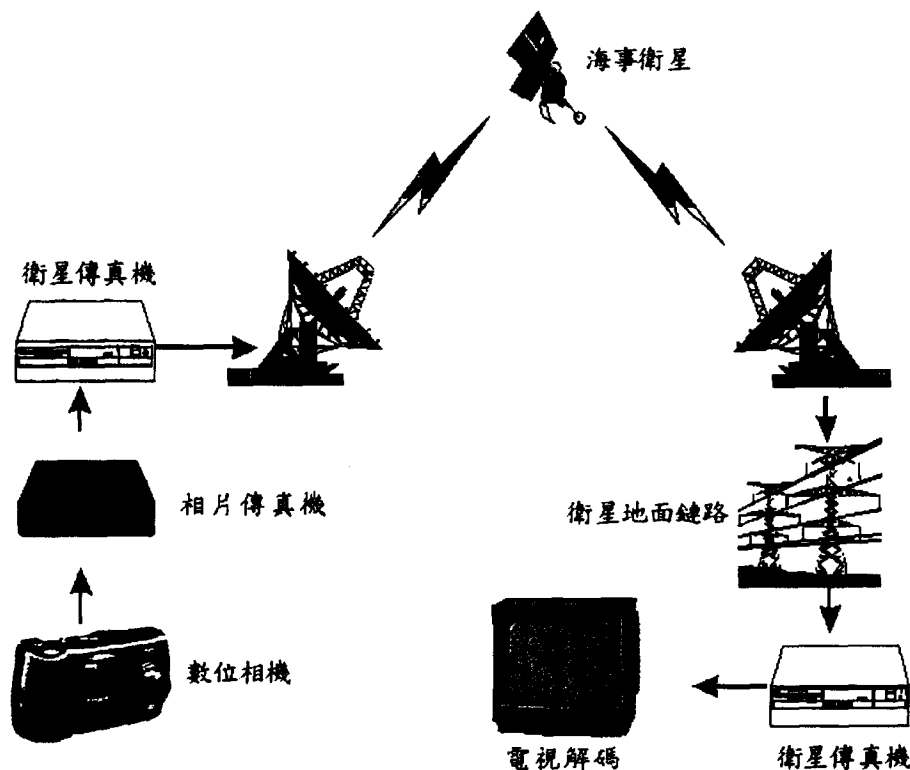
2. 問題之背景、現況與需求定義

● 背景：

隨著電腦應用日趨普及、網際網路蓬勃發展、與無線通訊技術日趨成熟之下，運用目前成熟可靠之有線及無線通訊網路，作為軍事上各類用途之研究，已成為海軍未來發展資訊戰力之重要項目之一。由於無線網路之終端設備，具備可移動性，因此提供軍事上極其方便的行動式資訊存取功能，使得軍事人員可以隨時隨地透過網路，擷取所需的資訊來應用。

● 現況：

本計劃所實際研究之案例，為目前海軍所使用之海事衛星影像傳輸系統，本系統為海軍利用海事衛星以及數位相機的組合，以期達到能夠快速傳達戰情相片之影像傳輸系統。大致上，其主要的系統架構為如下圖所示。



圖表 3 - 海事衛星影像傳輸系統架構圖

由上圖中可以看到，在海軍艦艇上使用數位相機所拍攝下來的相關相片，經由相片傳真機的處理，再透過衛星傳真機的傳輸，最後由船上的衛星天線發送出去，經由海事衛星的線路發送至地面岸站接收並且解碼顯示在接收方的電視螢幕上。而其詳細的操作流程，則可以分為以下的七個步驟：

- 一、利用數位相機將圖形資料數位化後，儲存於相機記憶體之內。
- 二、將相機之 Video Out 端子，連線至影像傳真機之 Video In 接頭。
- 三、選擇欲傳送之相片於數位相機之 Review 位置。
- 四、打開衛星傳真機及系統之監視螢幕，並選擇遙控器上之 ACQ 按鈕，此時可檢視電視螢幕上之圖片，即為欲傳送之相片。
- 五、選定相片後，按下 ACQ 按鈕，將相片鎖定。
- 六、撥接電話至欲傳真之對方號碼，在電話不掛斷且對方電視螢幕未開機之情況下，按下遙控器上的 TX 鈕後，即完成影像傳輸之動作。
- 七、完成傳送後，對方打開電視螢幕，即可觀看該影像內容。

● 需求定義：

對於這樣的一個海事衛星影像傳輸系統來說，本計劃針對三個方面來分析其可是否有需要改進之處。

一、影像來源方面之改進：

海事衛星影像傳輸系統所傳送的圖片，大多是由船艦上的人員、經由數位相機所拍攝的到一些船艦的影像。而通常在海面上航行時，船艦與船艦間的距離通常都不是很近。也因此，確認原來系統中所配置的數位相

機是否有能力在如此的條件下達到良好的拍攝的效果便是一個可能需要改進之處。

二、傳輸時間方面之改進：

海事衛星影像傳輸系統主要所傳輸的圖片，皆是一些具有時效性的戰情圖片。目前一般數位相機拍攝的照片，雖然大多有經過 JPEG 之類的圖形壓縮處理，但是普遍來說的壓縮比都不會太高。系統是否能夠在有效的時限內將圖片傳送完畢。也是一項十分重要的系統需求。

三、安全性方面之改進：

目前的海事衛星影像傳輸系統，使用的是民間組織的衛星線路而非軍方專用線路，本身的保密性方面已經不高。數位相機中的數位相片，本身就是以數位的方式儲存著。如果能夠透過夠強固的加密演算方法將其先行加密之後再加以送出，相信對於資料安全性的問題，會有極大的幫助。

3. 研究發現、成果與運用建議

- 研究發現：

在研究發現方面，這邊一樣分成三個方面來說明。首先在影像來源之改進的方面，經過我方的於先前計畫中實地參觀海事衛星影像傳輸系統的運作，以及後來我方所進行的第一次數位相機實測的結果（請參照附錄二）。我方於影像來源的部分得出以下的結論：

- 現存海事衛星影像傳輸系統所配置之數位相機的由於其解像力以及性能上的限制，可能無法達到較好的效果。
- 現存海事衛星影像傳輸系統。要將數位相機中的相片傳送至岸站，必需透過 AV 端子將數位相機中的照片輸出至相片傳真機之後，再加以傳輸。而目前一般電視的極限解析度，普遍來說約為 525 條掃描線，以 100 萬畫素左右的數位相機拍出來的相片的解析度來說，解析度已為 1024x768，比起一般的電視機所能承載的訊息已多出許多，更遑論以 300 萬畫素以上等級的數位相機的解析度通常將比這高出更多。如此一來將使得傳送效果大打折扣。
- 傳送至岸站的數位影像，如果需要儲存備用。則只能採用錄影的方式，而受限於電視訊號的格式，最多也只能截取到 525 條掃描線，只以百萬像素等級的相片來說，能夠保留的資訊量可能不到原數位相片資訊量的一半。不論在保存上或是後續處理方面都十分的不利。

而在傳輸時間上之改進，在第一次數位相機實測中，我方也模擬了

以衛星的傳送速度 (9.6 kbits/sec) 來傳送數位相機所拍攝的數位相片所需的時間，我方所得出的結論如下：

- 一般數位相機拍攝的照片，雖然大多有經過 JPEG 之類的圖形壓縮處理，但是普遍來說的壓縮比都不會太高。以第一次數位相機實測的數位相片大小來看，一張相片以衛星傳送，少則需 5 分鐘，多則需要至少 25 分鐘。這對於高時間單位成本的衛星通信來說，是十分的不經濟的。
- 就現存的海星衛星影像傳輸系統的操作上，目前的系統需要以一張一張的圖形分別傳送，對於急速且多樣之戰情偵搜情況而言，可謂緩不濟急。

而在關於安全性之改進的方面，由於我方對於衛星傳輸的安全機制方面並不是那麼的熟悉。除了廣泛的收集相關資料之外，我方更前往海軍艦艇上所配置的海事衛星接收與發送天線的製造商—台揚公司—並向該公司內部的工程師詢問衛星傳輸安全上的相關細節(請參照附錄一)。也因此，我方對於安全性方面提出了以下的結論：

- 目前的海事衛星影像傳輸系統，使用的是民間組織的衛星線路，本身的保密性方面不高。
- 台揚公司的系統工程師也証實了，衛星的通訊訊號是可以透過適當的設備而被截取。

- 傳統對於類比信號改變波形使用的加密器對於有經驗的衛星工程人員來說也是很容易破解的。

- 研究成果：

在研究成果方面，經由第一次數位相機實測(請參照附錄二)之後我方發現兩個問題：一、海事衛星影像傳輸系統目前所配置的相機的解像度可能無法獲得令人十分滿意的效果。二、相機內部雖內建硬體壓縮，但是其壓縮比並不足以讓數位相片在時限內(目前設定為一分鐘以內)透過衛星傳送完成。於是我方隨即進行了第二次數位相機實測(請參照附錄三)。因為考慮到將來系統所配置的數位相機勢必會更新至更好的機種，這次的實測主要是以高畫素(大於五百萬)的數位相機為主。我方並且再以這次實測所拍攝的圖片、來進行各種軟、硬體壓縮方式的效果比較(請參照附錄四)。另外一方面，考慮到傳輸時間必需在一分鐘以內。我方又再度使用這些圖片，以傳輸時間為前提下而做的軟體壓縮方法的比較(請參照附錄五、六、七)。而透過這些壓縮實驗，我方對於壓縮方法這方面有著以下的結論：

- 在壓縮比例小於 1:40 左右的情形下軟硬體壓縮的差異不大。
 - 在壓縮比例大於 1:40 左右的情形下，同樣的壓縮方式(如 JPEG 對 JPEG)的軟體壓縮的品質開始優於硬體壓縮。
 - 在壓縮比例大於 1:40 左右的情形下，更換更好的壓縮方式(如 JPEG2000)得到的改善效果將更趨明顯。
- (※以上三點相關資料請參照附錄四之實驗結果)

- 若考量傳輸時間，必需將圖形壓縮之後的大小控制在 100K Bytes 左右。但是由實際的壓縮成果來看，超過五百萬畫素的照片，不管是使用 JPEG 或是 JPEG2000 來壓縮，在如此高的壓縮比例之下，所展現出來的效果皆不是十分的良好。

(※相關資料請參照附錄五之實驗結果)

- 面對上一點所提到的問題，我方的變通方法有二：其一為截取圖片的重要部分進行壓縮，因為一張圖片中重要的部分通常並不會佔滿整張圖片，所以我們可以只將圖片中重要的部分加以壓縮傳輸即可。這個方法可以減少需要壓縮的資料，進而使得壓縮的比例降低。但是其缺點為圖片的其它部分若有重要資訊則會有所遺失。另一方法則是利用 JPEG2000 中所提出的新功能－ROI(Region of Interest)。這是一種可以針對圖片中的重點部分加強流量以及畫質的壓縮模式，它可以讓一張圖片的重點部分的資訊流量變高以達到較佳的畫質。而相對於重點部分以外的圖片則以較低的資訊流量壓縮，如此則可以達到在相同的檔案大小下讓圖片的重點部分更為清楚的效果。

(※相關資料請參照附錄六及附錄七之實驗結果)

- 運用建議：

在實際的運用方面，可以依資料的完整性重要與否（也就是是否整張圖形的資訊皆不可 lose）要決定採用截取部分圖片壓縮或是使用 JPEG2000 的 ROI 功能來壓縮。但是不論是採用何種方式，我方皆建議採用 JPEG2000 為壓縮方式。

另外，ROI 對於強化圖片中的主體部分的確有很強的功效。但是

過度的強化主體部分，則會導至其餘的部分所分配到的資訊流量不足而導致影像品質大幅下降，這樣的情形在 ROI 範圍達到約 1/4 大小範圍時已經出現。不過依照不同的重要性，若非 ROI 區域的資訊並不是那麼的重要，則 ROI 區域的範圍可以設定比較大一些也不是不可的。

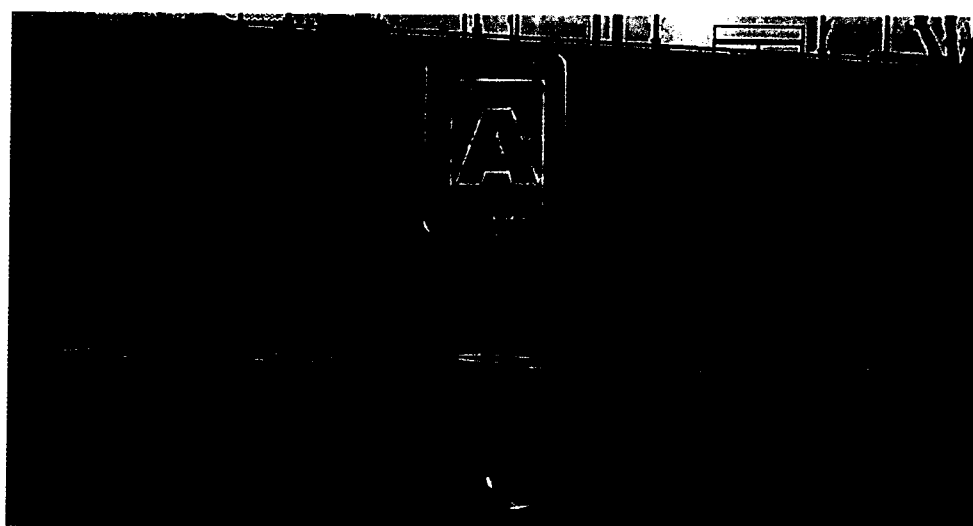
我方對於 ROI 大小的建議為儘量不要超過全圖的 1/16 大小，若超過這個大小，則可能會對於非 ROI 區域的影像資訊造成過度劣化的影響。但如在有需要採用較大範圍的 ROI，又不想損失太多非 ROI 區域的畫質時，則可以考慮配合調整 ROI 的強化係數的大小。意即較大範圍的 ROI 區域可以配上較小的 ROI 強化係數，如此一來，仍然可將圖片的品質維持在一定的水準之上。

4. 驗證方法與過程

● 第一次數位相機實測

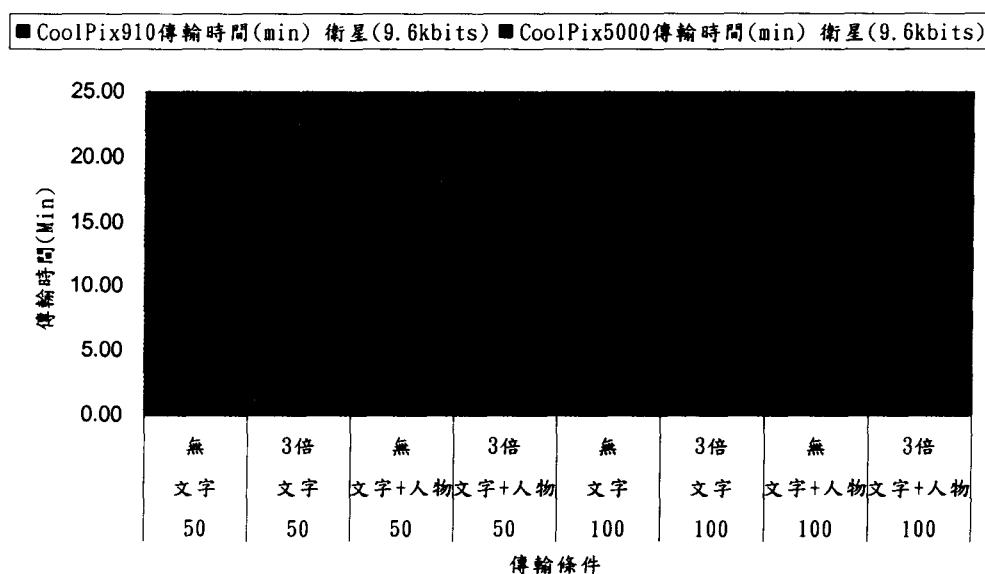
為了了解海事衛星影像系統實際使用時，由數位相機所產生的檔案的大小、品質以及後續的傳輸時間等等資料。我方於是決定使用數位相機來實地拍攝測試來得到最真確的結果。而測試的重點主要在於了解 1. 各解析度之下所實際拍攝的照片之可能大小。 2. 各光學變焦倍率之下實際拍攝的照片之效果 3. 各種不同的距離之下的文字以及人物的辨視程度。

我們的測試方法很簡單，使用測試用的數位相機分別在 100 以及 50 公尺的距離之下。拍攝我們事先準備好的目標物以及模特兒。測量距離的方法是利用交大校園裡的操場跑道。由起跑點直線至終點的距離剛好為 100 公尺，而跑道的中點則剛好為 50 公尺。而關於被攝之目標物，分為兩個部分，一個是使用兩張 A4 合併印刷而成的大寫英文字母「A」（如下圖）。另一被攝物則商請實驗室的同學擔任之。



圖表 4 - 被攝物、由 2 張 A4 合併印刷的大寫英文字母「A」

詳細的實驗結果請參照附錄二。而在這次的實測當中，我方主要發現了兩個問題。首先是我方為了模擬海事衛星影像傳輸系統現有的相機而採用了性能與系統中所配置之相機相差不多的 Nikon Coolpix 910 來拍攝測試相片。而和較高畫素的 Nikon Coolpix 5000 相比較來看，則很明顯的較高畫素的 Nikon Coolpix 5000 效果會比較好。而且我方測試的距離僅五十及一百公尺兩種，一般在海上船艦間的距離，應該是遠超過這兩種測試距離的。所以我方認為必需將系統中的數位相機，更新為解像力及光學變焦方面都更為強力的機種。



圖表 5 - 綜合傳輸時間比較表

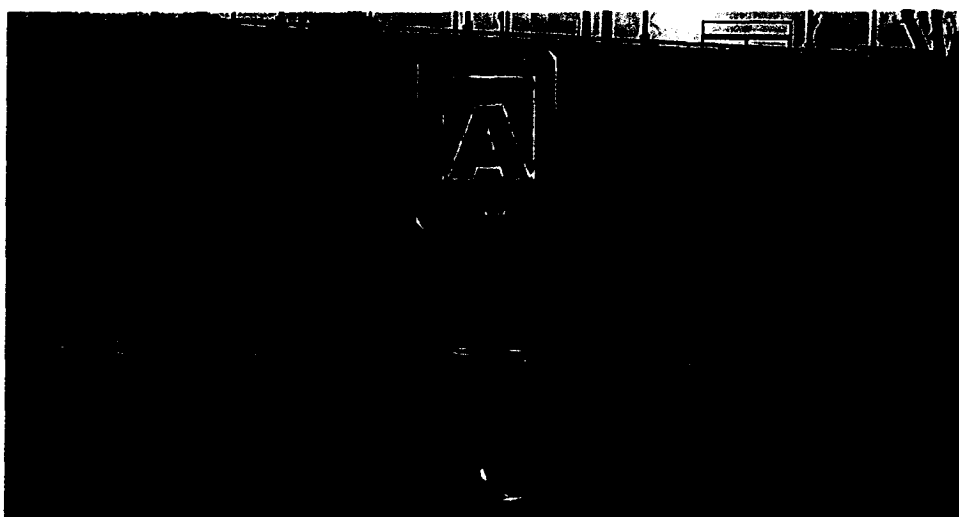
另一問題是，我方也對於傳輸時間做了一番比較（請參考上圖）發現，即使現行系統中所使用等級之數位相機所拍攝出來的數位相片，雖然數位相片已經過相機內部的硬體壓縮處理，其經衛星傳輸所需要的時間也遠高於我們所假定的一分鐘內。而高畫素（大於五百萬）數位相機所拍攝出來的圖片，其傳輸時間更是需要二十五分鐘以上。這對於戰情

相片的時效時可以說是十分的不利的。於是我方便以這次的實測的結果為基礎，進行了第二次的數位相機實測。

- 第二次數位相機實測

在第一次的測試當中，我們主要比較的是低畫素的相機以及高畫素的相機它們之間的解像能力的差異。而很明顯的，高畫素的相機的確能夠提供較高的解像能力。但隨著高畫素相機所帶來的解象能力的提昇，數位相片的檔案大小也相對的提高。也因此，我方這次則以高畫素的相機為主要測試對像，並且以實際拍攝來比較相機內的壓縮演算法和軟體壓縮演算法的不同。另外一方面，由於我們有檔案傳輸時間的限制，我方亦針對這方面的要求，做了一次壓縮的實際模擬。

我們的測試方法和上次相同，使用測試用的數位相機分別在 100 以及 50 公尺的距離之下。拍攝我們事先準備好的目標物。測量距離的方法是利用交大校園裡的操場跑道。由起跑點直線至終點的距離剛好為 100 公尺，而跑道的中點則剛好為 50 公尺。而關於被攝之目標物，則為使用兩張 A4 合併印刷而成的大寫英文字母「A」（如下圖）。



圖表 6 - 被攝物、由 2 張 A4 合併印刷的大寫英文字母「A」

但是，這一次比較不同的是，我們所選擇用來比較的相機皆為等級較高的數位相機，主要是因為考慮到將來系統所配置的數位相機勢必會更新至更好的機種。另外，也由於我們之後還要對於數位相機內建壓縮與軟體壓縮做一個不同之比較。所以每台相機在每種距離下，我方皆拍攝了未壓縮、Normal 壓縮以及 Basic 壓縮等三種模式的相片各一。

● 相機內建壓縮與軟體壓縮之比較

數位相機的內部為了節省儲存數位相片時記憶卡的儲存空間以及儲存所需的時間，一般來說都會內建影像壓縮的功能。由於採用特別為此用途所設計硬體 DSP 完成壓縮過程，因此壓縮的速度上自然是非常的快。再加上存入記憶卡之前影像已經過壓縮的處理，影像在大小上也大大的減少，能夠確實的減少影像在記憶卡所需要的儲存空間。

但是就數位相機內建的影像壓縮功能來說，由於必需顧慮到壓縮時間的問題，所以在一些需要精密計算地方，常常會以一些較簡化的計算方式代替。而另外一方面來說，也由於壓縮過程所使用的 DSP 晶片為內建於相機內的，如果將來有效果更好的影像壓縮方式問市，也無法以之代替數位相機內的壓縮演算法。再者，相機內建的壓縮方式皆為失真壓縮，若其後還要再對於該數位相片做進一步的處理與轉檔，會造成所謂的二次失真的問題產生。

而另一種方法，則是使用另外軟體壓縮的方式來達成數位相片壓縮的目的。這個方法相對於相機內建的硬體壓縮來說，並不會有所謂的二次失真的問題發生。而在壓縮演算法的更換上，也十分的有自由性，使用者可以使用任何他喜歡的壓縮演算法來代替原來的壓縮演算法。

不過相對於相機內建硬體壓縮的方式來說，使用軟體來壓縮還是有其缺點。首先是數位相機必需要有未壓縮的模式(這在一般較高級的數位相機都有)，但是如此一來，每張相片的大小會變的非常可觀。以一台 500 萬畫素的數位相機所照出來的數位相片，在未壓縮模式下將會是一張約 14MB 的龐然大物。再者，使用軟體來壓縮，則使用者勢必要準備一台用來負責壓縮處理的電腦來，這對於使用者來說算是使用軟體壓縮的額外硬體成本，而軟體壓縮所需要的時間，便是使用者所額外需要付出的時間成本。

為了實際比較相機內建的硬體壓縮模式以及軟體壓縮之間的差異對於數位相片品質所造成的影響，我方以實際實驗的方式來做了一個比較。我方的實驗步驟如下：

1. 使用角架固定相機以確保其所拍攝之方向、角度以及位置不受時間影響。
2. 使用無壓縮模式拍攝景物。
3. 使用相機內建 Normal 壓縮模式拍攝同樣景物。
4. 使用相機內建 Basic 壓縮模式拍攝同樣景物。
5. 以軟體壓縮處理步驟 1 所產生之未壓縮相片，並以步驟 3 及步驟 4 所產生之照片大小為基準，並比較之間的差異。

在上述實驗步驟 5 之中，我方所測試的軟體壓縮方法一共有兩種。一種為傳統的 JPEG 壓縮，其和相機內建硬體壓縮所使用的演算方式相同。JPEG 影像壓縮法為一十分通用之影像壓縮儲存格式。其壓縮原理為使用 DCT(離散餘弦轉換)將空間域資料轉換至頻率域，並對人眼較不敏感之高頻區域做捨去而達到減少資料的目的。

而我方在上述實驗步驟 5 之中所採用的另一項軟體壓縮方法則為 JPEG2000，此為近年來所提出之新一代影像壓縮儲存格式。其原理為捨棄傳統 JPEG 的區塊式 DCT 轉換壓縮方式，而改採用小波轉換後捨去高頻資訊並結合物件處理的方式，並以此來達到比 JPEG 更高的壓縮比率以及更好的壓縮品質。在理論上來說，是更優於 JPEG 的一種壓縮方式。除此之外，JPEG2000 更有許多優於 JPEG 的特點。如 JPEG2000 的漸近傳輸能力，則可以在只傳輸部分影像資料的情形之下，顯示大致的影像。JPEG2000 所特有的 ROI(Region of Interest)功能，可以動態的分配圖片各部分所佔有的資料量，讓資料量集中在圖片中較重要的部分。這些特性針對於有限頻寬下的資料壓縮以及傳送來說，都是一些十分有用處的特性。

本次實驗所使用之兩台數位相機的內建壓縮的壓縮比都不太相同，Nikon CoolPix 5000 的最高壓縮比約在 1:25 左右，但是 Fujifilm FinePix 602 則高達 1:45 左右，這也剛好可以就壓縮比的分別上，來看出硬體壓縮以及軟體壓縮的一些特性。

首先來看 Nikon CoolPix 5000 這一台所壓縮出來的一些照片，這台的硬體壓縮的壓縮比不高，和軟體的 JPEG 以及 JPEG2000 在無放大的情形相比較，可以說是看不出什麼差異。但是當將圖形放大之後比較，可以發現細部失真的情形為硬體壓縮>軟體 JPEG 壓縮>軟體 JPEG2000。

再來比較高壓縮比的代表—Fujifilm FinePix 602。這台相機的硬體壓縮比例較 Nikon CoolPix 5000 高出一倍左右，而軟體壓縮和硬體壓縮的優劣也開始漸趨明顯。在壓縮比大於 1:40 的情形之下，不管是

軟體或是硬體的 JPEG 壓縮，都開始出現大量的 block noise，而且硬體壓縮的細部失真情形，遠較軟體壓縮來說更為嚴重。但是這時候 JPEG2000 的表現便讓人十分的滿意。

也因此，我們在此可以得到以下幾點重要的訊息：

- 在壓縮比例小於 1:40 左右的情形下軟硬體壓縮的差異不大。
 - 在壓縮比例大於 1:40 左右的情形下，同樣的壓縮方式(如 JPEG 對 JPEG)的軟體壓縮的品質開始優於硬體壓縮。
 - 在壓縮比例大於 1:40 左右的情形下，更換更好的壓縮方式(如 JPEG2000)得到的改善效果將更趨明顯。
- 加入傳輸時間考量之軟體壓縮之比較

雖然數位相機本身對於數位相片已經壓縮過一次，但是若考量到計畫中對於傳輸時間的要求。其壓縮比可以說是不夠的。我們先在此簡單的推斷一下若要達成計畫中的傳輸時間要求，則我們所需要達到的目標檔案大小為何。

目前計畫要求傳輸時間為 1~2 分鐘，而計畫中所使用的傳輸資料的方式—衛星的傳輸速率為 9.6Kbits 每秒，換算成 byte 則為 1.2Kbytes 每秒。也就是說，圖片的大小必需限定在 72~144k 之間。假定我們要以 1.5 分鐘為目標傳送時間，那麼圖片的大小必需控制在 108k 以下。如此的大小，以數位相機內建的硬體壓縮是不可能達成的，必需再透過軟體壓縮的手續，才能夠使得的圖片的大小符合計畫的需求。關於實驗的

詳細的測試結果請參照附錄七。

而我方在實際實驗後發現，在加入了傳輸時間的考量之後，為了符合計畫要求的傳輸時間，必需將圖形壓縮之後的大小控制在 100K Bytes 左右。但是由實際的壓縮成果來看，超過 500 萬畫素的照片，不管是使用 JPEG 或是 JPEG2000 來壓縮，在如此高的壓縮比例之下，所展現出來的效果皆不是十分的良好。

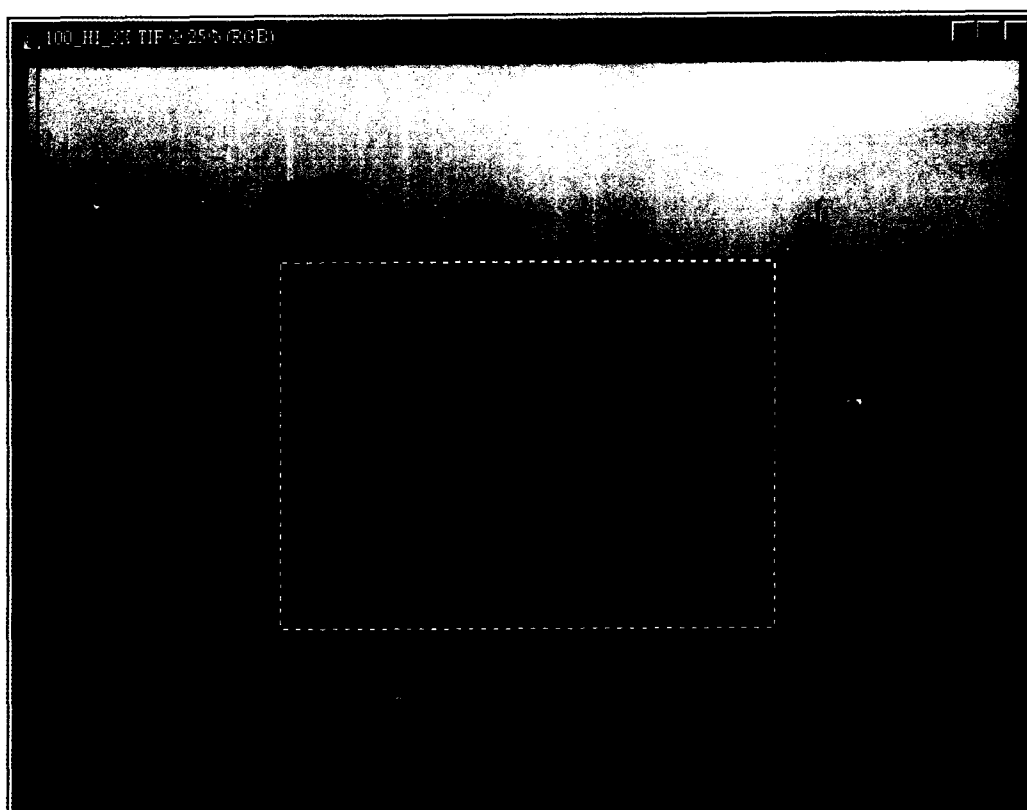
而有鑑於此，我方對於這樣的情形提出了兩種解決的方法。其中一種為截取圖片的重要部分進行壓縮，因為一張圖片中重要的部分通常並不會佔滿整張圖片，所以我們可以只將圖片中重要的部分加以壓縮傳輸即可。這個方法可以減少需要壓縮的資料，進而使得壓縮的比例降低。但是其缺點為圖片的其它部分若有重要資訊則會有所遺失。

另一種方法則是利用 JPEG2000 中所提出的新功能—ROI(Region of Interest)。這是一種可以針對圖片中的重點部分加強流量以及畫質的壓縮模式，它可以讓一張圖片的重點部分的資訊流量變高以達到較佳的畫質。而相對於重點部分以外的圖片則以較低的資訊流量壓縮，如此則可以達到在相同的檔案大小下讓圖片的重點部分更為清楚的效果。

● 截取圖像主體後進行壓縮

有鑑於超過 500 萬畫素的數位照片，不管是使用 JPEG 或是 JPEG2000 等軟體壓縮法來壓縮，在如此高的壓縮比例之下，所展現出來的效果皆不是十分的良好。我方所提出的第一個解決方法為：截取圖像的主要重點後再加以壓縮傳輸。以下則是我方對於此解決方法的一個實際測試結果。

我方的實驗的方法為：首先假設圖片之重點部位為中央 1/4 大小的區域（範圍如下頁之圖所示），以影像處理軟體截取此部分之後，再使用 JPEG 以及 JPEG2000 等軟體壓縮法壓縮後比較之。詳細的測試結果則請參照附錄六。



圖表 7 - 截取圖片中央 1/4 大小的範圍為壓縮來源檔案

而在經過了我方的實際實驗之後發現，採用此方法後由於所需壓縮的資料量的減少，的確在畫質上有所提昇。但是這個方法最大的缺點則是，被切除的部分若也含有一些重要的訊息，則那麼這些訊息就會被捨去而無法被得知。因此，若要使用這個方法時，必需確認圖上其它的部分並沒有需要被注意的訊息要傳達。

- 設定 ROI 範圍並進行壓縮

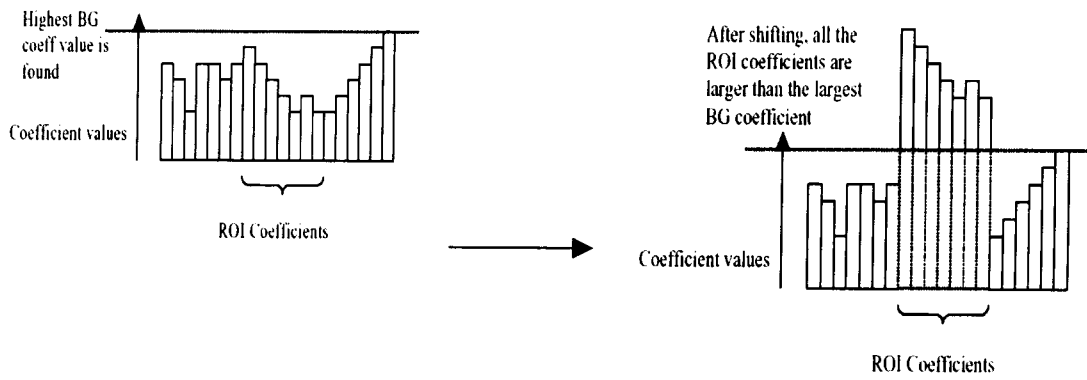
有鑑於超過 500 萬畫素的數位照片，不管是使用 JPEG 或是 JPEG2000 等軟體壓縮法來壓縮，在如此高的壓縮比例之下，所展現出來的效果皆不是十分的良好。我方所提出的第二個解決方法為：使用 JPEG2000 壓縮法中的 ROI 功能來動態的調整圖片各區域的資訊流量。



圖表 8 - ROI 實際範例

ROI 是 Region of Interest 的縮寫，其意義為使用者感興趣的區域。其效果可以參考上圖所示，紅色圓圈內即為受到強化的 ROI 區域。而在 JPEG2000 中，ROI 的功能為指定一塊區域，該區域可為方形、圓形甚至不規則形狀。JPEG2000 在壓縮的過程式，將根據使用者所設定該區域 ROI 的強度，來強化該區域範圍內的圖形。

至於 ROI 的原理，說穿了很簡單，就如同下面的示意圖一樣，它只是將使用者所指定的區域分配以較高的資訊流量，但是這也會相對的造成其它區域所分配到的資訊流量的減少，所以 ROI 的使用上，ROI 範圍以及 ROI 強度的拿捏，都是十分需要考量的。



圖表 9 - ROI 原理示意圖

對於 ROI 應用於圖像壓縮上，我方也實際做了測試，我們一共實驗兩組測試參數，一組設定 ROI 的範圍為中央 1/4 區域大小，而另一組的 ROI 範圍則設定為中央 1/16 區域大小。詳細的測試結果請參照附錄七。

而我方在經過了實際的實驗測試之後認為，ROI 對於強化圖片中的主體部分的確有很強的功效。但是過度的強化主體部分，則會導至其餘的部分所分配到的資訊流量不足而導致影像品質大幅下降，這樣的情形在 ROI 範圍達到約 1/4 大小範圍時已經出現。不過依照不同的重要性，若非 ROI 區域的資訊並不是那麼的重要，則 ROI 區域的範圍可以設定比較大一些也不是不可的。

在這邊我方對於 ROI 大小的建議為儘量不要超過全圖的 1/16 大小，若超過這個大小，則可能會對於非 ROI 區域的影像資訊造成過度劣化的影響。但如在有需要採用較大範圍的 ROI，又不想損失太多非 ROI 區域的畫質時，則可以考慮配合調整 ROI 的強化係數的大小。意即較大範圍的 ROI 區域可以配上較小的 ROI 強化係數，如此一來，仍然可將圖片的品質維持在一定的水準之上。

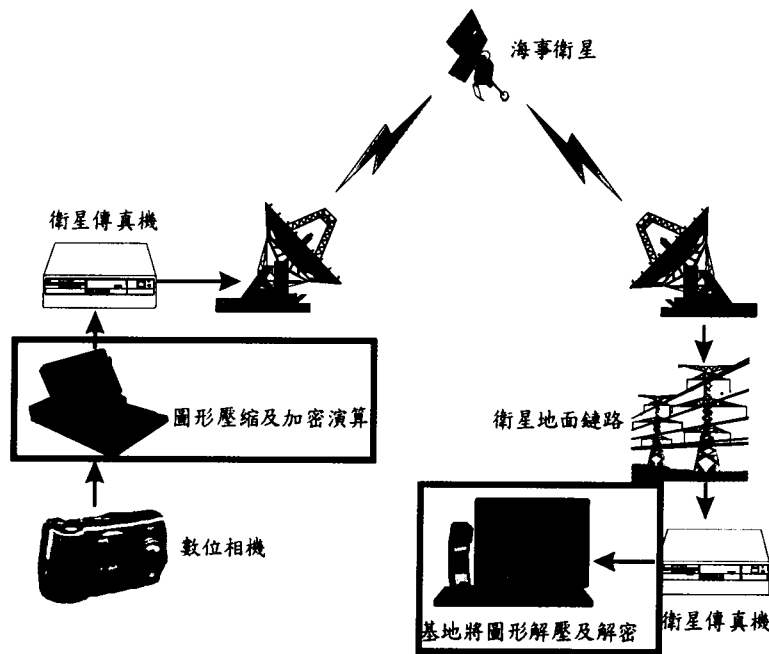
5. 完成項目

本研究完成進度及相關研究項目如下：

- 海事衛星系統相關資料之收集。
- 前往台揚公司實際了解海事衛星系統的詳細資料（請參照附錄一）。
- 衛星氣象圖片之了解（請參照附錄九）。
- 第一次數位相機實測分析（請參照附錄二）。
- 第二次數位相機實測分析（請參照附錄三）。
- 各種影像壓縮方式實測分析（請參照附錄四、五、六、七）。
- 資料傳輸加密方式分析（請參照附錄八）。

6. 檢討與建議

總括來說，我方建議於現行的海事衛星影像傳輸系統之中，加入一筆記型電腦設備，將數位相機上的照片一次下載至電腦硬碟中，然後利用 JPEG2000 壓縮法，配合截取圖片重要部分或是使用 ROI 功能將數位相片加以壓縮至可於時限內傳送完畢之大小。並且配合強固的加密演算法，將所有的相片圖資都經過加密處理之後，再透過電腦內建的數據機，將所有相片直接連續的傳送至陸岸基地之相同環境設備上面加以解碼觀看。如此一來，海軍各艦艇單位，即可方便地傳送及管理各種相片，而不怕因為透過海事衛星，而有機密外洩之慮，且可因壓縮之後，更節省海事衛星通信費用。



圖表 10 - 改進之後預期之系統架構圖

參考資料：

- [1.] Min-Jen Tsai, "Very Low Bit Rate Color Image Compression by Using Stack-Run-End Coding", IEEE Trans. On Consumer Electronics (SCI Journal), vol. 64, No. 2, pp.368-374, May 2000.
- [2.] Min-Jen Tsai, K.Y. Yu and Y.Z.Chen, "Joint Wavelet and Spatial Transformation for Digital Watermarking", IEEE Trans on Consumer Electronics (SCI Journal), vol.46, pp. 241-245, Feb. 2000.
- [3.] 蔡銘箴、游光堯, "可辨識的數位影像浮水印對所有權確認之研究", vol. 2, pp.855-862, 第十屆國際資訊管理學術研討會, 中央警察大學, June 4-5, 1999.
- [4.] Min-Jen Tsai, T.H. Wu, "The Information Technology for EDI over Internet with Multimedia Capability - A Collaboration Model Using SMTP and Mail Agent in Business Applications", vol.8, pp.370-375, SCI '99/ISAS' 99, Orlando, Florida U.S.A., Jul 31~ Aug 4 1999.
- [5.] 蔡銘箴, "電子商務數位影像資訊的安全, 保密, 壓縮及智慧財產權技術推廣計畫 - 期中報告", pp.76-77, 交大有聲, 371 期, Dec 1998.
- [6.] 蔡銘箴, 游光堯, "數位浮水印對電子商務影像資訊的所有權確認技術之研究", pp.102-109, 第四屆國際資訊管理研究暨實務研討會, 輔仁大學, Nov 20-21, 1998.
- [7.] Min-Jen Tsai, "STACK-RUN-END Compression for Low Bit Rate Color Image Cimmunication", vol.5, pp. 2553-2556, Proc. IEEE ICASSP98,

May 12-May 15, 1998, Seattle, Washington, U.S.A.

- [8.] Min-Jen Tsai, "Color Image Compression by STACK-RUN-END coding" , pp.577, Proc. IEEE Data Compression Conference, Mar. 29-Apr. 1, 1998, Snowbird, Utah, U.S.A.

- [9.] William Stallings(2002), "WIRELESS COMMUNICATIONS AND NETWORKS International Edition" , U.S.A. : Prentice-Hall International, Inc.

- [10.] Mobile Telesystems, Inc.(May 1992), "MCS-9120 Maritime Communications System INSTALLATION and OPERATION MANUAL" , Revision A, U.S.A. : Mobile Telesystems.

- [11.] W. Bender, D. Gruhl, and N.Morimoto, "Techniques for data hiding" Proc. SPIE, vol.2420, p.40, Feb. 1995.

- [12.] R.L. Rivest, A. Shamir, and L. Adleman, "A method for obtaining digital signatures and public key cryptosystems" , Communications of the ACM, vol. 21(2), pp. 120-126, Feb. 1978.

- [13.] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, and I. Daubechies, "Image coding using wavelet transform" , IEEE Trans. Image Processing, vol.1, No.2, pp.205-220, Apr. 1992.

- [14.] C.A. Christopoulos, and A.N.Skodras "JPEG 2000, The next generation still image compression standard" , Ericsson Research, Nov. 1999.

【附錄一】台揚科技股份有限公司訪談記錄

台揚科技股份有限公司，成立於 1982 年，其主要生產的產品有數位微波傳輸系統、商用小型衛星通信系統、衛星電視接收設備、個人寬頻設備等等通訊以及網路相關的產品。

有鑑於對於衛星通訊設備的一些細節以及特性方面，我方並不是那麼的熟悉。於是我方決定直接向承包海軍艦艇的衛星接收設備的台揚科技股份有限公司裡的工程師請教一些相關的事項。



圖表 11 - 當日訪談實況

台揚科技股份有限公司當日請了兩位工程師為我方說明海軍目前所使用的海

事衛星通信系統的一些細節以及特性。首先他們簡單的說明了目前的 INMARSAT(海事衛星通信系統)可以被劃分為 INMARSAT A、INMARSAT B、INMARSAT C、INMARSAT M 等四種類，而海軍艦艇上目前所使用的則為 INMARSAT A 的系統。INMARSAT A 的系統採用「類比」的傳輸方式，而其最大的有效頻寬為 9.6kbits per second，可以傳送語音以及數據信號。雖然 INMARSAT-A 是最早被推出的海事衛星通信系統，而且還是類比傳輸，不過台揚的工程師和我們透露，其實 INMARSAT A 在傳輸的效能以及穩定性上，都比 INMARSAT 的其它的通信系統要來的更優良。

另外，兩位工程師也提到了關於 INMARSAT A 的一項缺點，就是 INMARSAT A 的系統由於其為類比傳輸，有被盜用的可能性。不過在 INMARSAT A 的海事衛星通訊系統之中，有所謂的衛星識別碼這個防盜機制的存在。這是一組為了辨別船隻 client 所設置的 7 位數字的號碼。所有的船隻在對衛星發出通訊要求的時候，都必需先傳送這組識別碼給衛星，否則便無法展開通信。而當衛星偵測到有兩個相同識別碼的船隻 client 向其要求通信之時，兩個 client 都將會被停止使用的權力。

接著，我們向兩位工程師提問了一些關於衛星傳輸上的安全機制的問題。首先兩位工程師向我們說明了一個重要的觀念。「任何的衛星訊號都是可以被竊聽的。」兩位工程師提到，只要有適當的接收設備，任何的衛星通訊的訊號都是可以被竊聽的。台揚公司本身即具有這樣的設備。而攔截下來的訊號，根據其特性的不同、可以通過示波器、顯示器…等等的各種對應設備被重現。在美國方面，甚至還成立了一個專門截取分析衛星通訊的訊息的「梯隊系統 (Echelon)」。專門用來監聽一些衛星通訊中的重要訊息。這個系統在美國、加拿大、澳大利亞、新西蘭和英國都設立了監聽點。一九四八年倫敦和華盛頓方面同意設立這個網路。美國一直否認有這個系統存在。但是已經公開了的國家安全局文件最終證實了它的存在。至於如何預防衛星通訊間的訊號被竊聽，兩位工程師也分別提出

了他們的看法。

1. 改變訊號的波形：

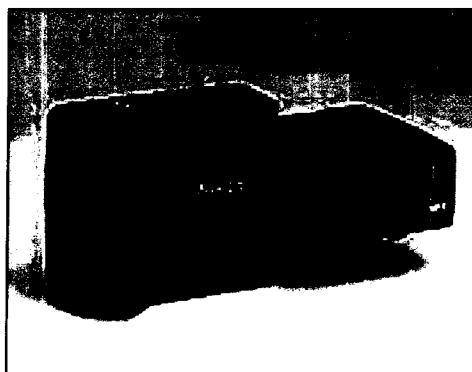
這種方法一般來說都是使用於類比訊號的衛星通信上，將要傳輸的訊號透過一可改變通過之波形訊號的儀器傳送出去。波形的改變可能是波形的平移、反轉、加入雜訊…等任何可以對通訊電波施加的操作。而接收端也必需準備一可做反向操作的儀器來將訊號還原。不過兩位工程師也提到，由於這種方法可以做到的變化比較少，而且對於一些比較有經驗的工程師來說，這種方法是十分容易被看出來波形的加工方式而加以還原的。

2. 在傳輸前先加密：

這種方法一般來說都是針對數據傳送的資料來使用，這個方法是採用一些對稱或非對稱式的加密方法，將要傳送的資料先行經過選定的加密方法的加密，然後再將加密後的資訊透過衛星傳遞出去。這種方法的好處是如果選定的加密方法夠強固，那麼資訊相對的安全性就會非常的高。但是對於一般類比訊號(如語音或是電視訊號)來說，則必需先將欲傳輸之內容先予以數位化之後才能用以傳送，這是這個方法比較不便之處。

【附錄二】第一次數位相機實測相關報告

測試數位相機(1)



圖表 12 - Nikon Coolpix 910

相機名稱: Nikon Coolpix 910

最高有效畫素: 約 130 萬

最大光學變焦倍率: 3 倍

採用原因:

這台相機的最大有效畫素約為 130 萬,和海軍目前所使用的海事衛星影像傳輸系統中所配置的數位相機的最大有效畫素相近。由於我方並沒有海事衛星影像傳輸系統中所配置的同型數位相機可供測試,於是以這台規格相近的相機做為測試,以期可以之模擬該系統所產生之相片的實際大小以及效果。



拍攝相機: CoolPix 910

距離: 50 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 無

實際檔案大小: 567 KB

估計傳輸時間: 472.50 sec



拍攝相機: CoolPix 910

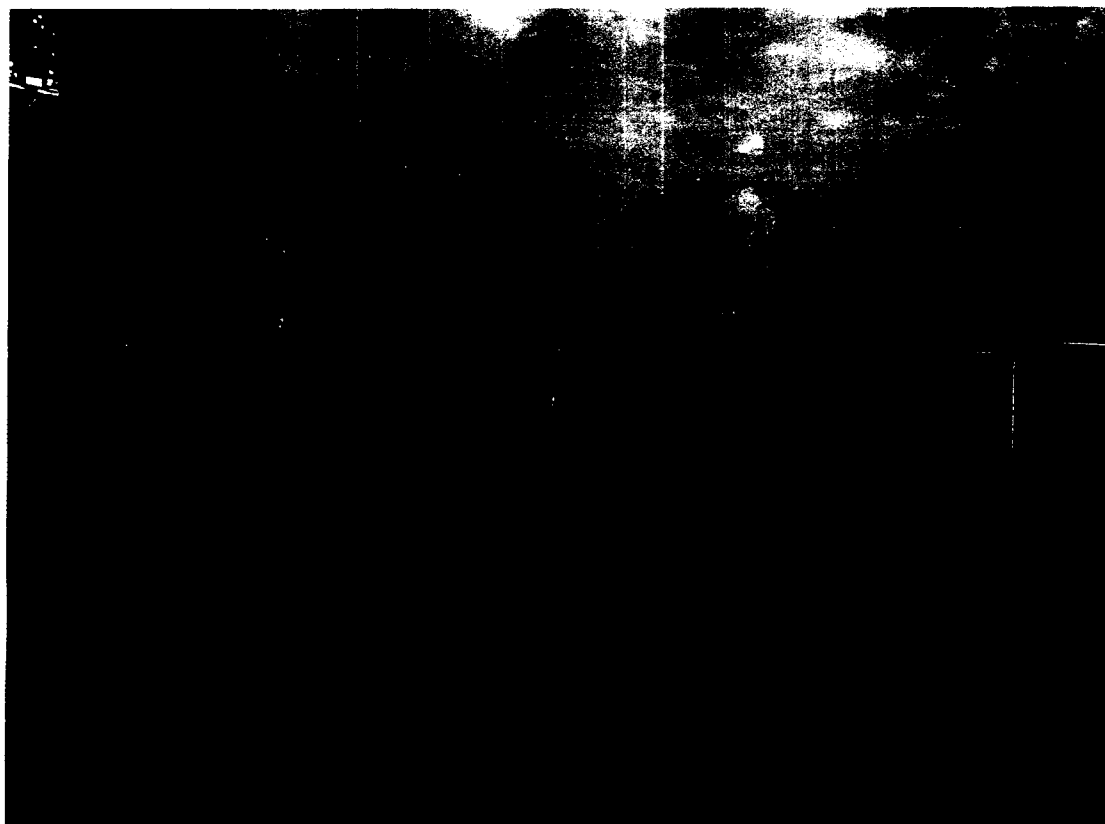
距離: 50 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 3 倍

實際檔案大小: 540 KB

估計傳輸時間: 450.00 sec



拍攝相機: CoolPix 910

距離: 50 公尺

被攝物: 文字+人物

光學變焦: 無

實際檔案大小: 568 KB

估計傳輸時間: 473.33 sec



拍攝相機: CoolPix 910

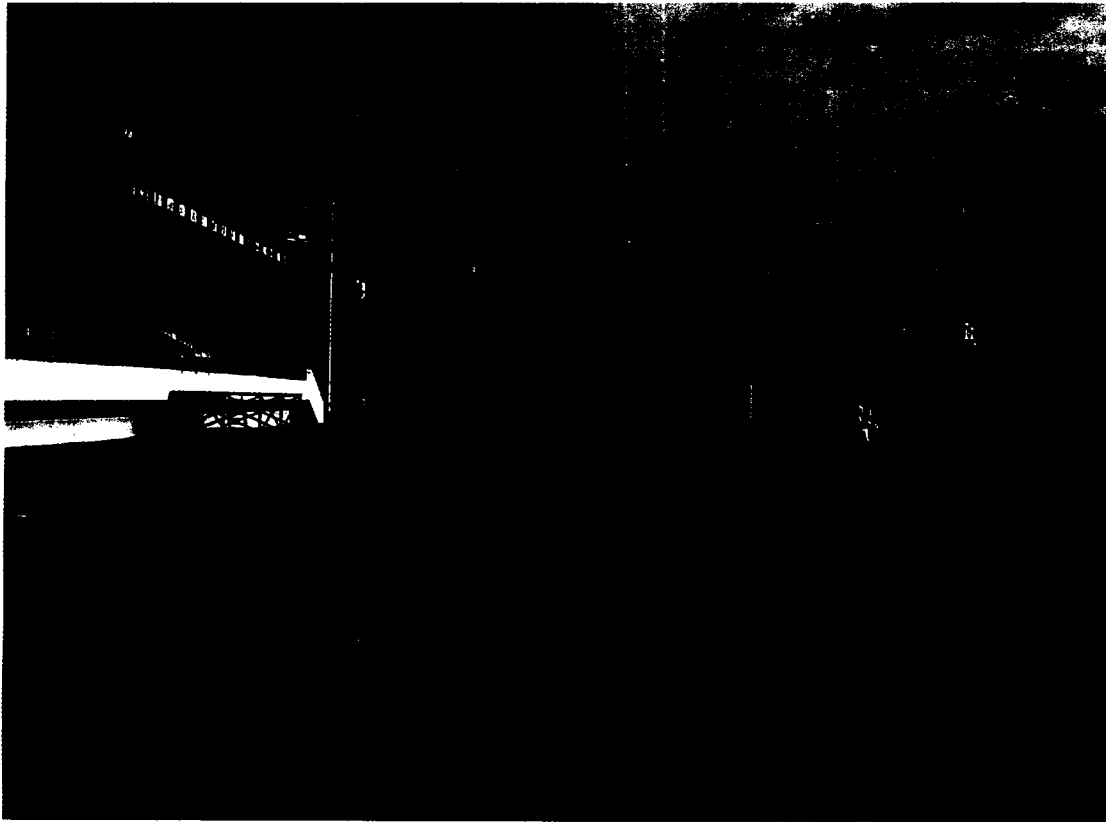
距離: 50 公尺

被攝物: 文字+人物

光學變焦: 3 倍

實際檔案大小: 535 KB

估計傳輸時間: 445.83 sec



拍攝相機: CoolPix 910

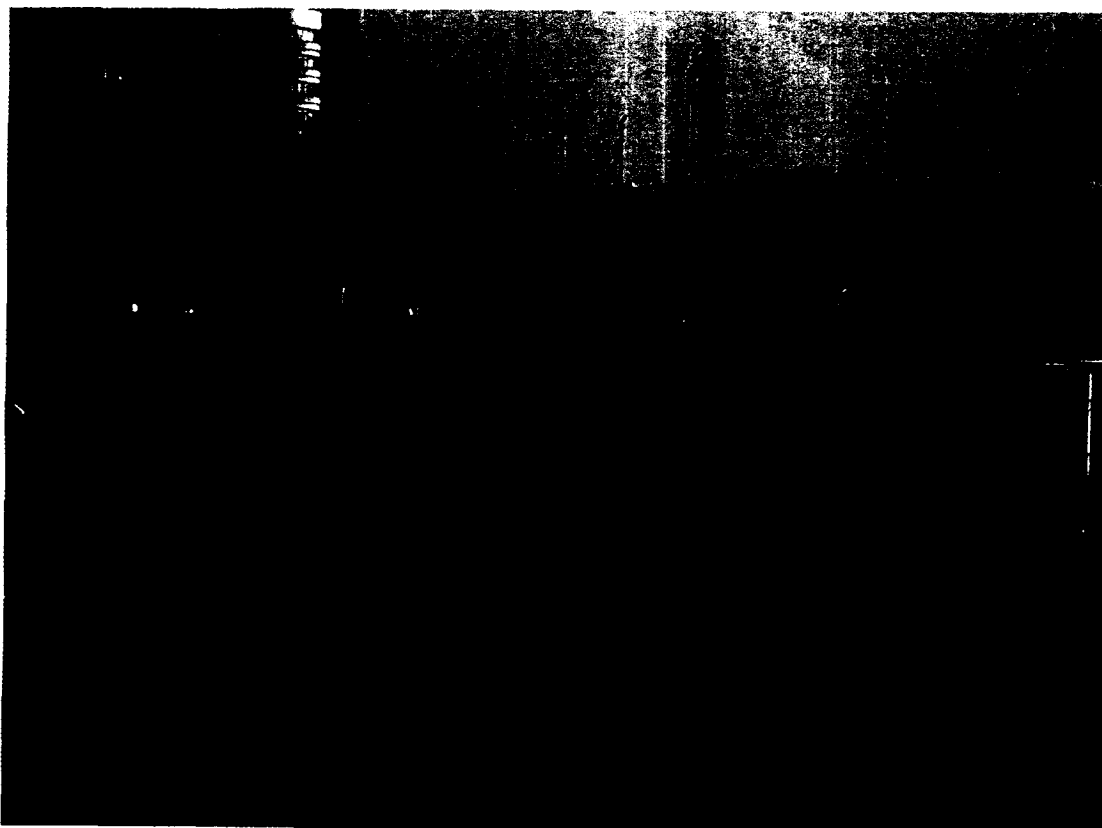
距離: 100 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 無

實際檔案大小: 555 KB

估計傳輸時間: 462.50 sec



拍攝相機: CoolPix 910

距離: 100 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 3 倍

實際檔案大小: 545 KB

估計傳輸時間: 454.17 sec



拍攝相機: CoolPix 910

距離: 100 公尺

被攝物: 文字+人物

光學變焦: 無

實際檔案大小: 556 KB

估計傳輸時間: 463.33 sec



拍攝相機: CoolPix 910

距離: 100 公尺

被攝物: 文字+人物

光學變焦: 3 倍

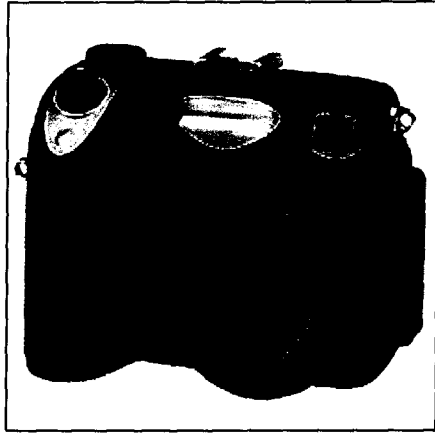
實際檔案大小: 508 KB

估計傳輸時間: 423.33 sec

距離 (公尺)	被攝物	光學變焦	檔案大小 (KB)	傳輸時間 衛星 (9.6k)	傳輸時間 無線網路 (11M)	傳輸時間 10M 網路 (10M)	傳輸時間 100M 網路 (100M)
50	文字	無	567	472.50	0.41	0.45	0.05
50	文字	3 倍	540	450.00	0.39	0.43	0.04
50	文字+ 人物	無	568	473.33	0.41	0.45	0.05
50	文字+ 人物	3 倍	535	445.83	0.39	0.43	0.04
100	文字	無	555	462.50	0.40	0.44	0.04
100	文字	3 倍	545	454.17	0.40	0.44	0.04
100	文字+ 人物	無	556	463.33	0.40	0.44	0.04
100	文字+ 人物	3 倍	508	423.33	0.37	0.41	0.04

圖表 13 - CoolPix 910 拍攝各照片綜合傳輸時間比較表

測試數位相機(2)



圖表 14 - Nikon Coolpix 5000

相機名稱: Nikon Coolpix 5000

最高有效畫素: 約 500 萬

最大光學變焦倍率: 3 倍

採用原因:

這台相機的性能於目前一般的市售數位相機之中，可以說是位於頂級的機種，藉此除了可以測試同樣的被攝物在不同有效畫素以及不同等級的相機之下的效果之外。另外一方面也是為了如果未來原海事衛星影像傳輸系統中的數位相機有所擴充升級時，也可藉這些資料將系統做相對的改進。



拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 50 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 無

實際檔案大小: 1611 KB

估計傳輸時間: 1342.50 sec



拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 50 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 3 倍

實際檔案大小: 1516 KB

估計傳輸時間: 1263.33 sec



拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 50 公尺

被攝物: 文字+人物

光學變焦: 無

實際檔案大小: 1636 KB

估計傳輸時間: 1363.33 sec



拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 50 公尺

被攝物: 文字+人物

光學變焦: 3 倍

實際檔案大小: 1557 KB

估計傳輸時間: 1297.50 sec



拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 100 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 無

實際檔案大小: 1593 KB

估計傳輸時間: 1327.50 sec



拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 100 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 3 倍

實際檔案大小: 1580 KB

估計傳輸時間: 1316.67 sec



拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 100 公尺

被攝物: 文字+人物

光學變焦: 無

實際檔案大小: 1498 KB

估計傳輸時間: 1248.33 sec



拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 100 公尺

被攝物: 文字+人物

光學變焦: 3 倍

實際檔案大小: 1533 KB

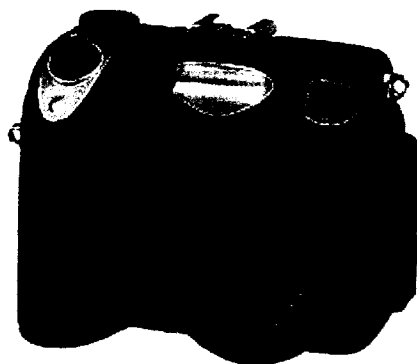
估計傳輸時間: 1277.50 sec

距離 (公尺)	被攝物	光學變焦	檔案大小 (KB)	傳輸時間 衛星 (9.6k)	傳輸時間 無線網路 (11M)	傳輸時間 10M 網路 (10M)	傳輸時間 100M 網路 (100M)
50	文字	無	1611	1342.50	1.17	1.29	0.13
50	文字	3 倍	1516	1263.33	1.10	1.21	0.12
50	文字+ 人物	無	1636	1363.33	1.19	1.31	0.13
50	文字+ 人物	3 倍	1557	1297.50	1.13	1.25	0.12
100	文字	無	1593	1327.50	1.16	1.27	0.13
100	文字	3 倍	1580	1316.67	1.15	1.26	0.13
100	文字+ 人物	無	1498	1248.33	1.09	1.20	0.12
100	文字+ 人物	3 倍	1533	1277.50	1.11	1.23	0.12

圖表 15 - CoolPix 5000 拍攝各照片綜合傳輸時間比較表

【附錄三】第二次數位相機實測相關報告

測試數位相機(1)



圖表 16 - Nikon Coolpix 5000

相機名稱: Nikon Coolpix 5000

最高有效畫素: 約 500 萬

最大光學變焦倍率: 3 倍

採用原因:

這台相機的性能於目前一般的市售數位相機之中，可以說是位於頂級的機種。而且這台相機於上次的實測之中，表現的十分良好。於是我方挑選它做為我們的測試機器之一。

拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 50 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 無

壓縮方式: 無/Normal/Basic 各一

圖片:



*註: 上圖為使用 Normal 壓縮之數位相片

圖片大小:

壓縮方式	無	Normal	Basic
大小	14,511 KB	1,021 KB	603 KB

拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 50 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 3 倍

壓縮方式: 無/Normal/Basic 各一

圖片:



*註: 上圖為使用 Normal 壓縮之數位相片

圖片大小:

壓縮方式	無	Normal	Basic
大小	14,511 KB	1,049 KB	610 KB

拍攝相機: CoolPix 5000

距離: 100 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 無

壓縮方式: 無/Normal/Basic 各一

圖片:



*註: 上圖為使用 Normal 壓縮之數位相片

圖片大小:

壓縮方式	無	Normal	Basic
大小	14,511 KB	1,000 KB	605 KB

拍攝相機：CoolPix 5000

距離：100 公尺

被攝物：文字

光學變焦：3 倍

壓縮方式：無/Normal/Basic 各一

圖片：

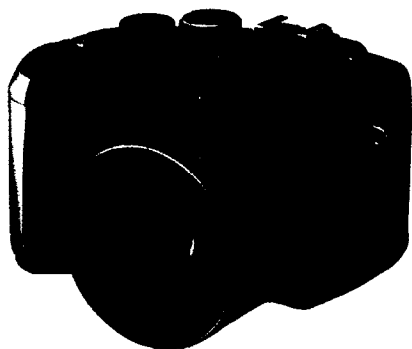


*註：上圖為使用 Normal 壓縮之數位相片

圖片大小：

壓縮方式	無	Normal	Basic
大小	14,511 KB	1,071 KB	638 KB

測試數位相機(2)



圖表 17 - Fujifilm Finepix s602

相機名稱: Fujifilm Finepix s602

最高有效畫素: 約 600 萬

最大光學變焦倍率: 6 倍

採用原因:

這台相機較我方之前所使用的任一機種的有效畫素方面都要來的高，而使用這台相機原因，除了想進一步測試更高畫素的相機對於物體的解像力是否有所提昇外；另一方面也是為了測試當在更高畫素時，採用不同的壓縮方式的所造成的影響。

拍攝相機: Fujifilm Finepix s602

距離: 50 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 無

壓縮方式: 無/Normal/Basic 各一

圖片:



*註: 上圖為使用 Normal 壓縮之數位相片

圖片大小:

壓縮方式	無	Normal	Basic
大小	17,720 KB	1,029 KB	410 KB

拍攝相機: Fujifilm Finepix s602

距離: 50 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 3 倍

壓縮方式: 無/Normal/Basic 各一

圖片:



*註: 上圖為使用 Normal 壓縮之數位相片

圖片大小:

壓縮方式	無	Normal	Basic
大小	17,720 KB	1,023 KB	406 KB

拍攝相機: Fujifilm Finepix s602

距離: 100 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 無

壓縮方式: 無/Normal/Basic 各一

圖片:



*註: 上圖為使用 Normal 壓縮之數位相片

圖片大小:

壓縮方式	無	Normal	Basic
大小	17,720 KB	1,051 KB	404 KB

拍攝相機: Fujifilm Finepix s602

距離: 100 公尺

被攝物: 文字

光學變焦: 3 倍

壓縮方式: 無/Normal/Basic 各一

圖片:



*註: 上圖為使用 Normal 壓縮之數位相片

圖片大小:

壓縮方式	無	Normal	Basic
大小	17,720 KB	1,035 KB	411 KB

【附錄四】相機內建壓縮與軟體壓縮之比較

相機名稱：Nikon Coolpix 5000

最高有效畫素：約 500 萬

最大光學變焦倍率：3 倍

相機內建壓縮之壓縮比例：Normal 模式：約在 1:10 ~ 1:15 之間

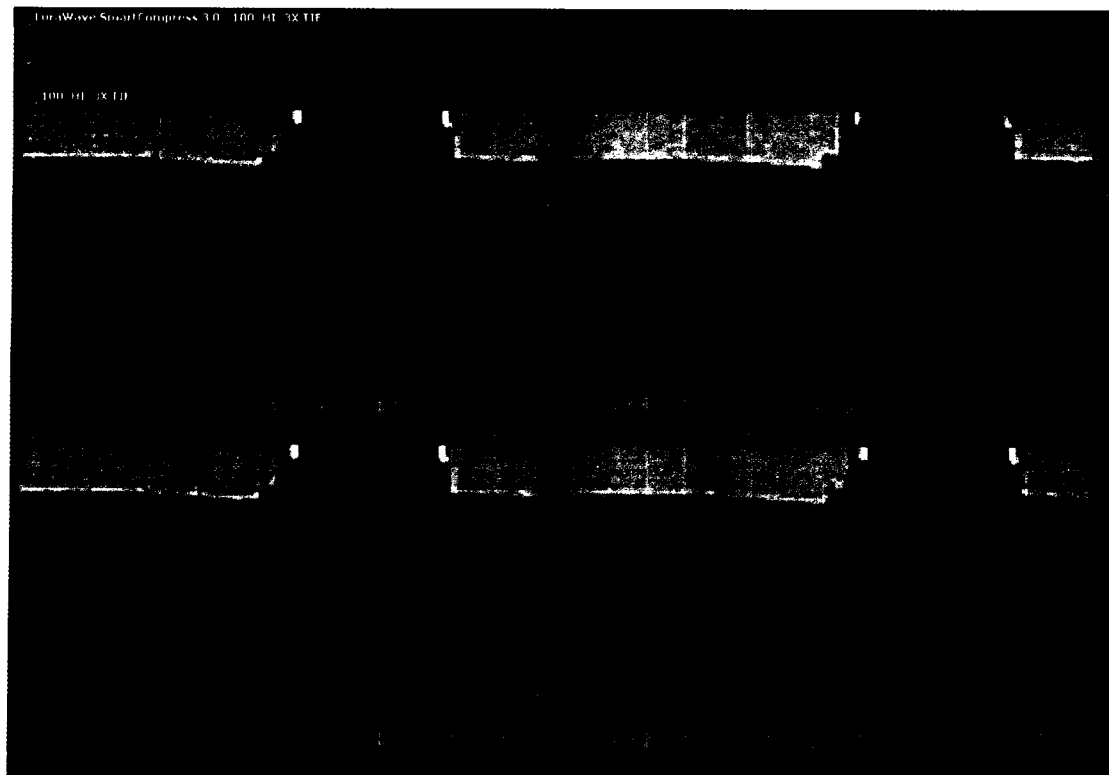
Basic 模式：約在 1:20 ~ 1:25 之間

實驗採用圖片：100 公尺/光學變焦 3 倍/Basic 壓縮

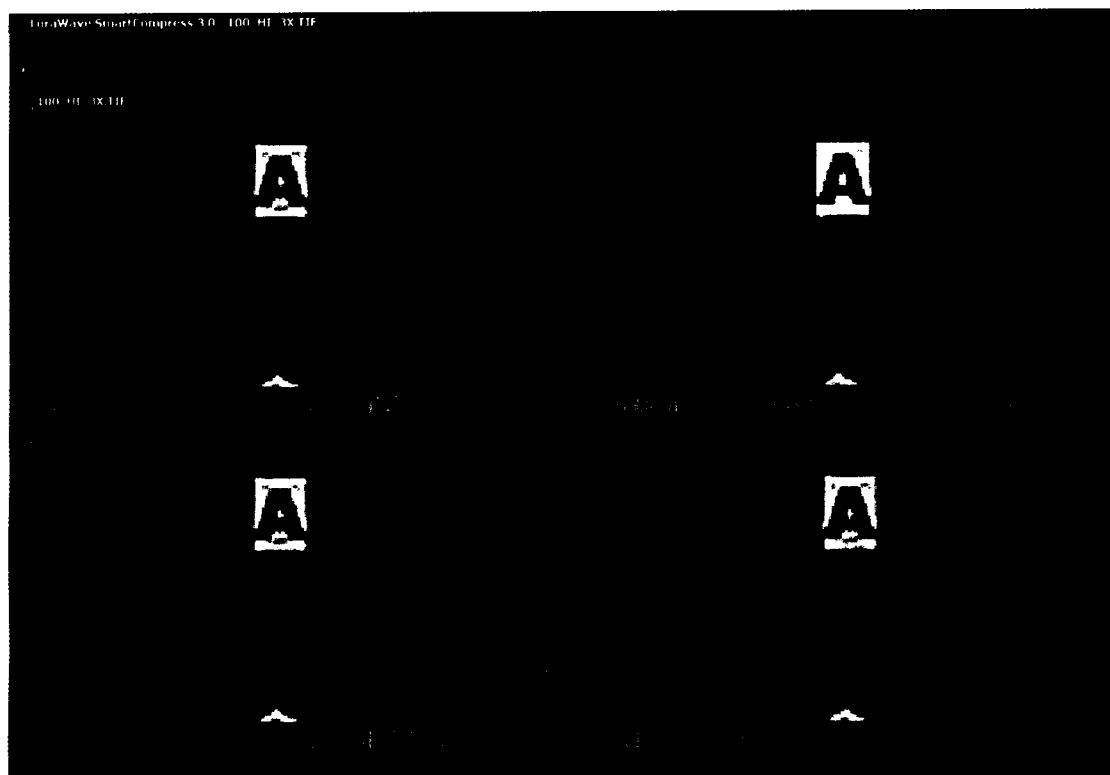
排列方式：

原圖	相機內建壓縮
JPEG2000	JPEG

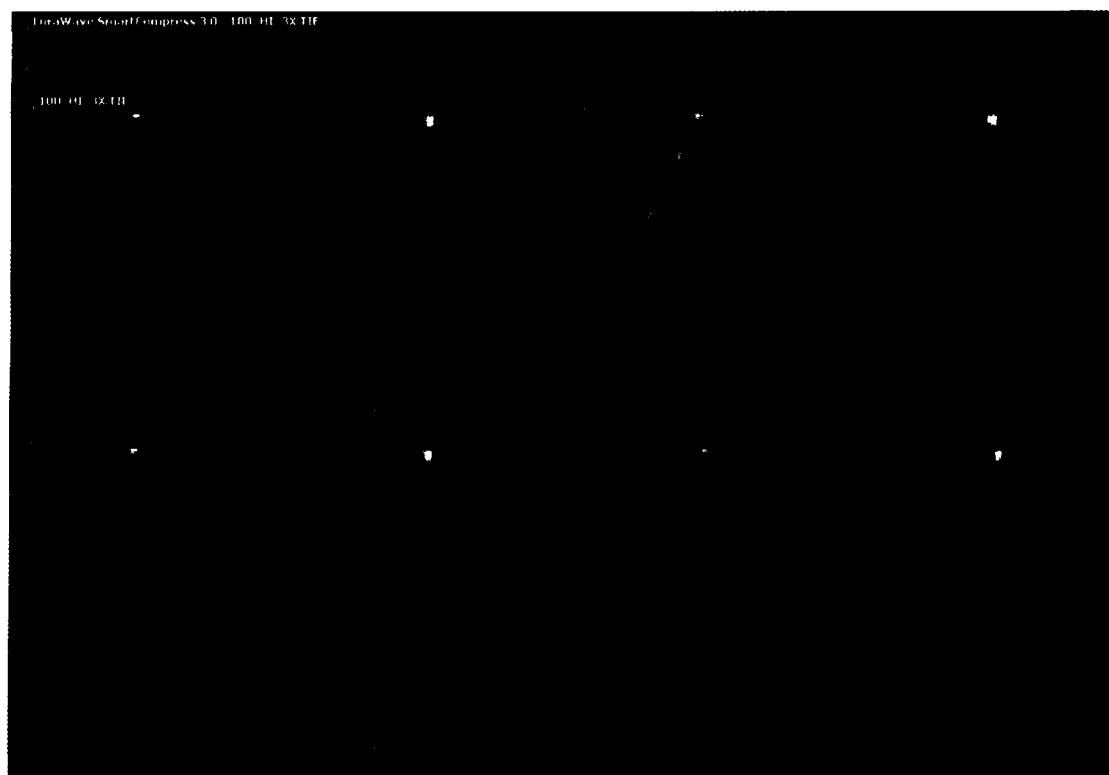
比較圖：



圖表 18 - 景物邊緣的比較



圖表 19 - 文字主體的比較



圖表 20 - 大量色塊區域的比較

相機名稱: Fujifilm Finepix s602

最高有效畫素: 約 600 萬

最大光學變焦倍率: 6 倍

相機內建壓縮之壓縮比例: Normal 模式: 約在 1:15 左右

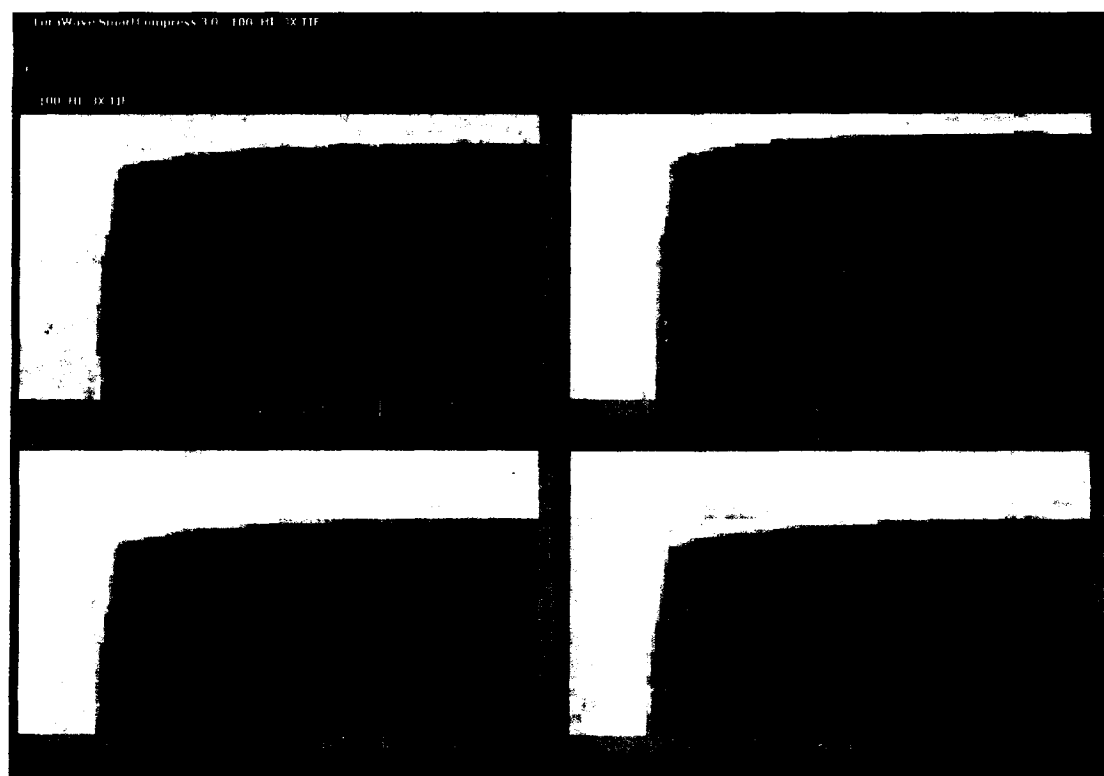
Basic 模式: 約在 1:45 左右

實驗採用圖片: 100 公尺/光學變焦 3 倍/Basic 壓縮

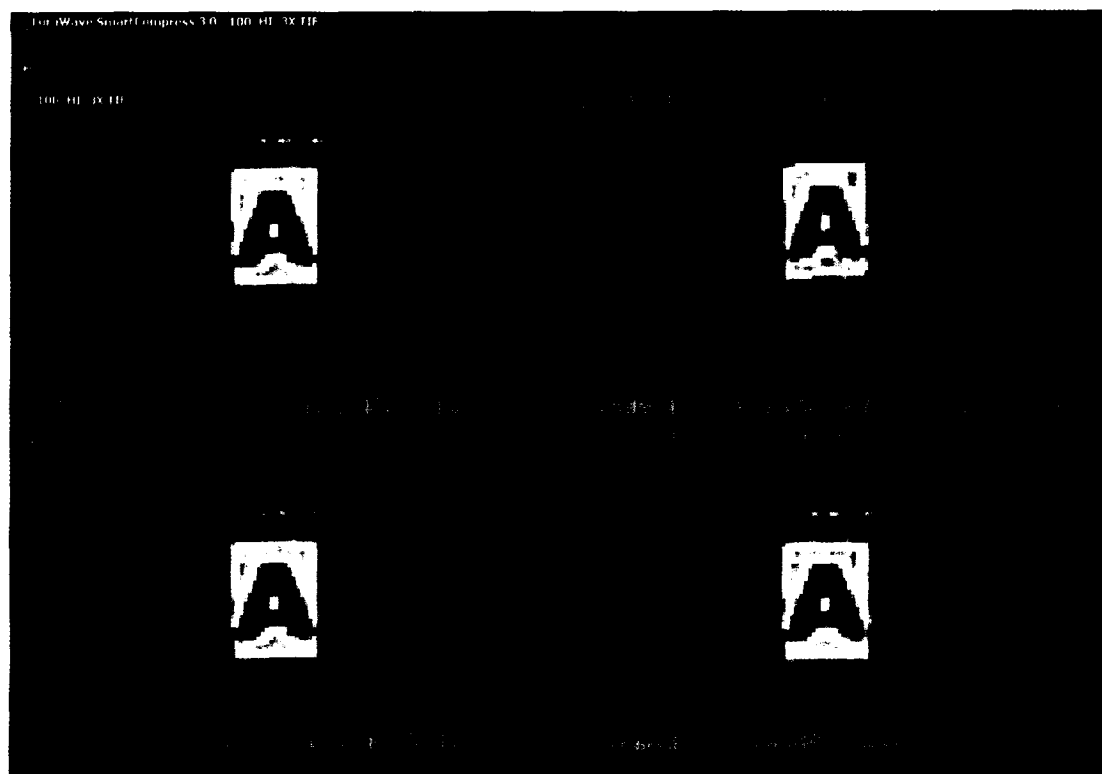
排列方式:

原圖	相機內建壓縮
JPEG2000	JPEG

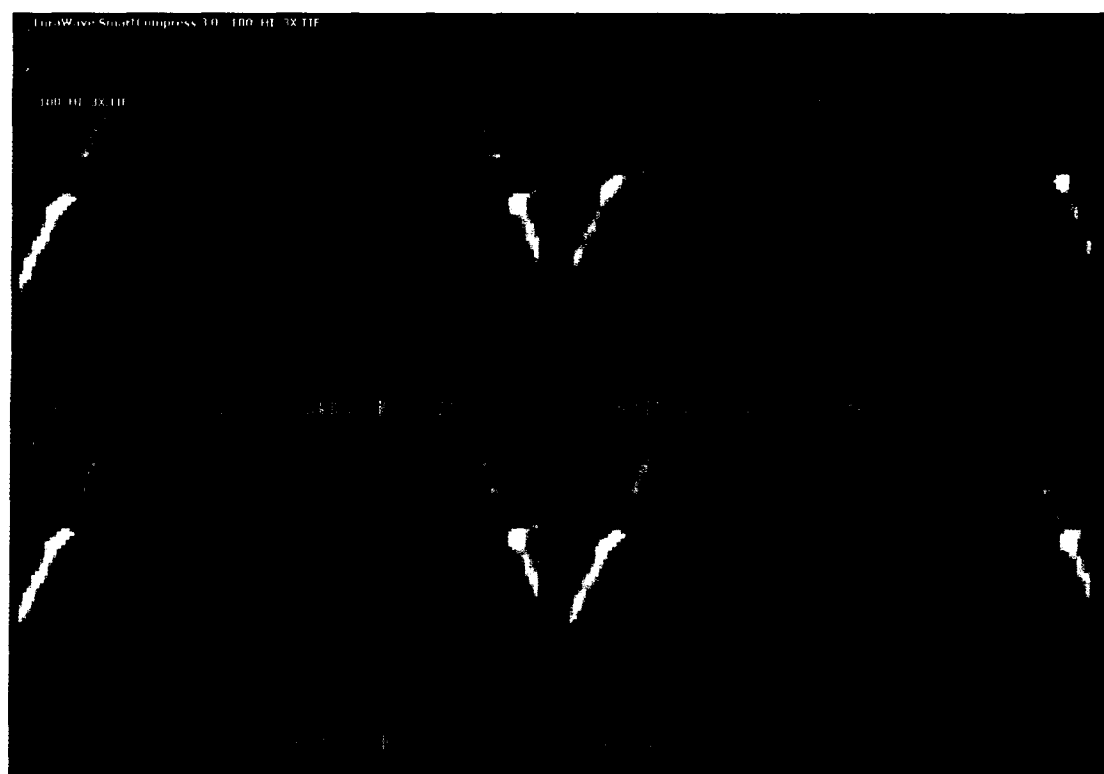
比較圖:



圖表 21 - 景物邊緣的比較



圖表 22 - 文字主體的比較



圖表 23 - 大量色塊區域的比較

【附錄五】加入傳輸時間考量之軟體壓縮之比較

相機名稱: Nikon Coolpix 5000

最高有效畫素: 約 500 萬

最大光學變焦倍率: 3 倍

目標大小: 100K Bytes

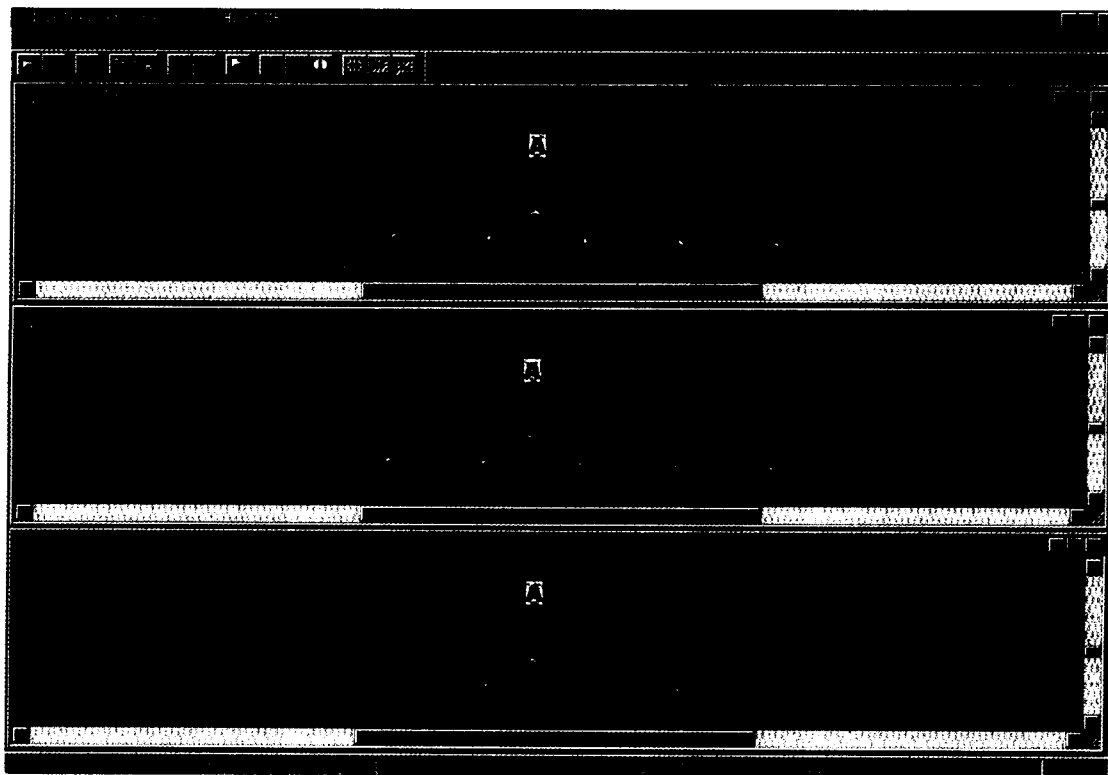
壓縮比例: 約 1:140

實驗採用圖片: 100 公尺/光學變焦 3 倍

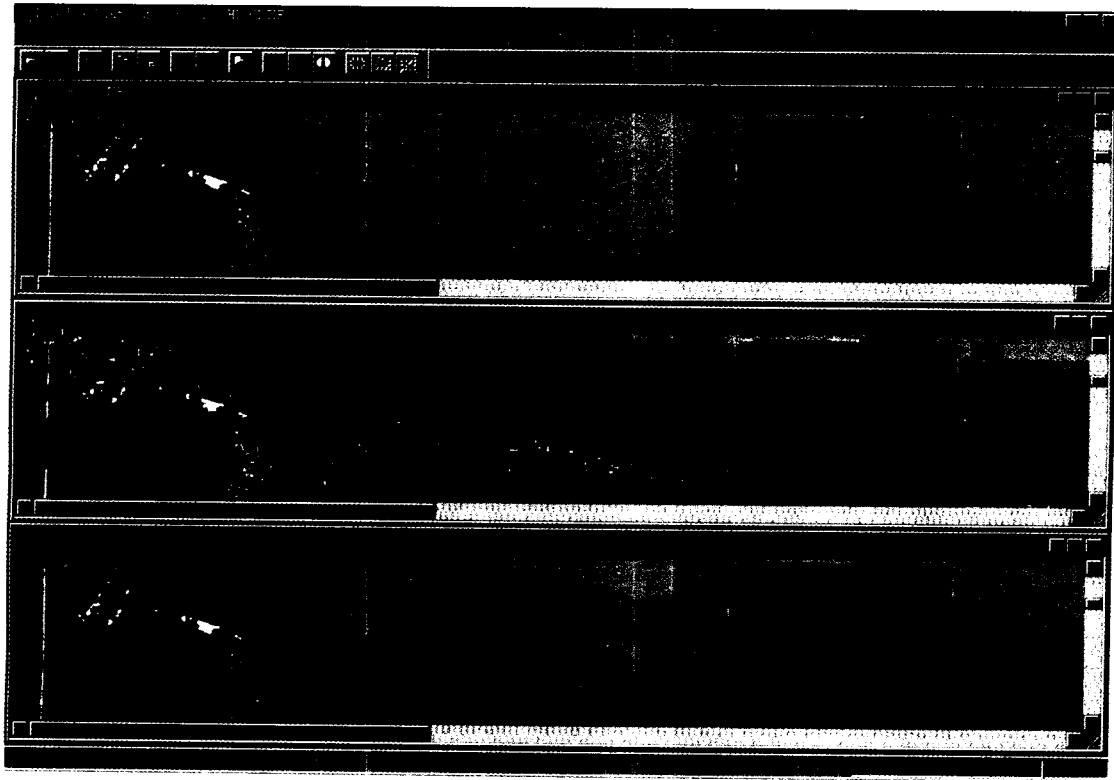
排列方式:

原圖
JPEG
JPEG2000

比較圖



圖表 24 - 文字主體



圖表 25 - 一般景物

相機名稱: Fujifilm Finepix 602

最高有效畫素: 約 600 萬

最大光學變焦倍率: 6 倍

目標大小: 100K Bytes

壓縮比例: 約 1:170

實驗採用圖片: 100 公尺/光學變焦 3 倍

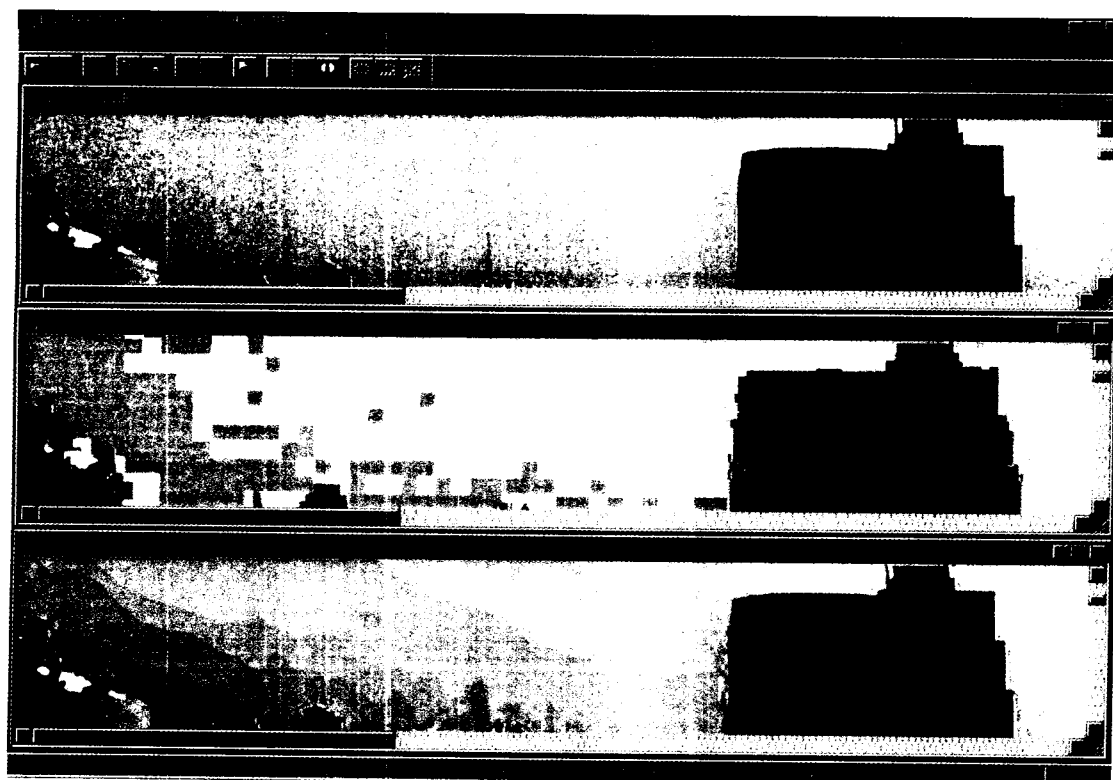
排列方式:

原圖
JPEG
JPEG2000

比較圖



圖表 26 - 文字主體



圖表 27 - 一般景物

【附錄六】截取圖像主體後進行壓縮

相機名稱：Nikon Coolpix 5000

最高有效畫素：約 500 萬

最大光學變焦倍率：3 倍

實際壓縮畫素：約 125 萬

目標大小：100K Bytes

壓縮比例：約 1:40

實驗採用圖片：100 公尺/光學變焦 3 倍

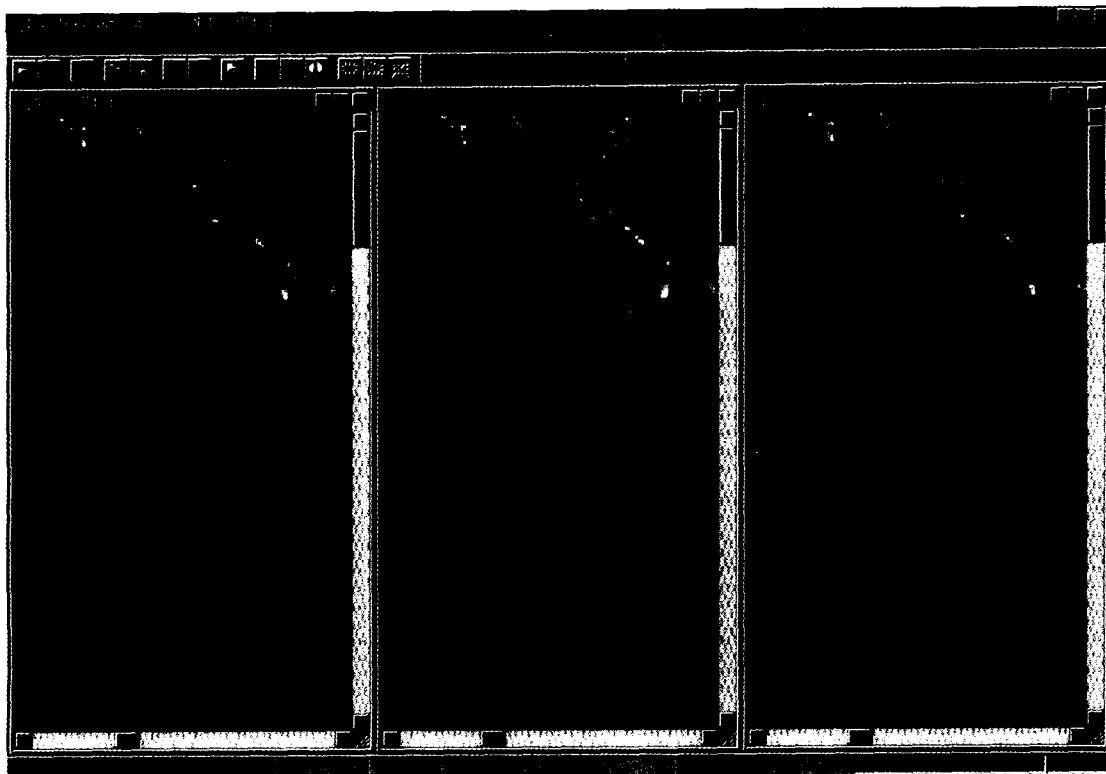
排列方式：

原圖	JPEG	JPEG2000
----	------	----------

比較圖



圖表 28 - 文字主體



圖表 29 - 一般景物

相機名稱: Fujifilm Finepix 602

最高有效畫素: 約 600 萬

最大光學變焦倍率: 6 倍

實際壓縮畫素: 約 150 萬

目標大小: 100K Bytes

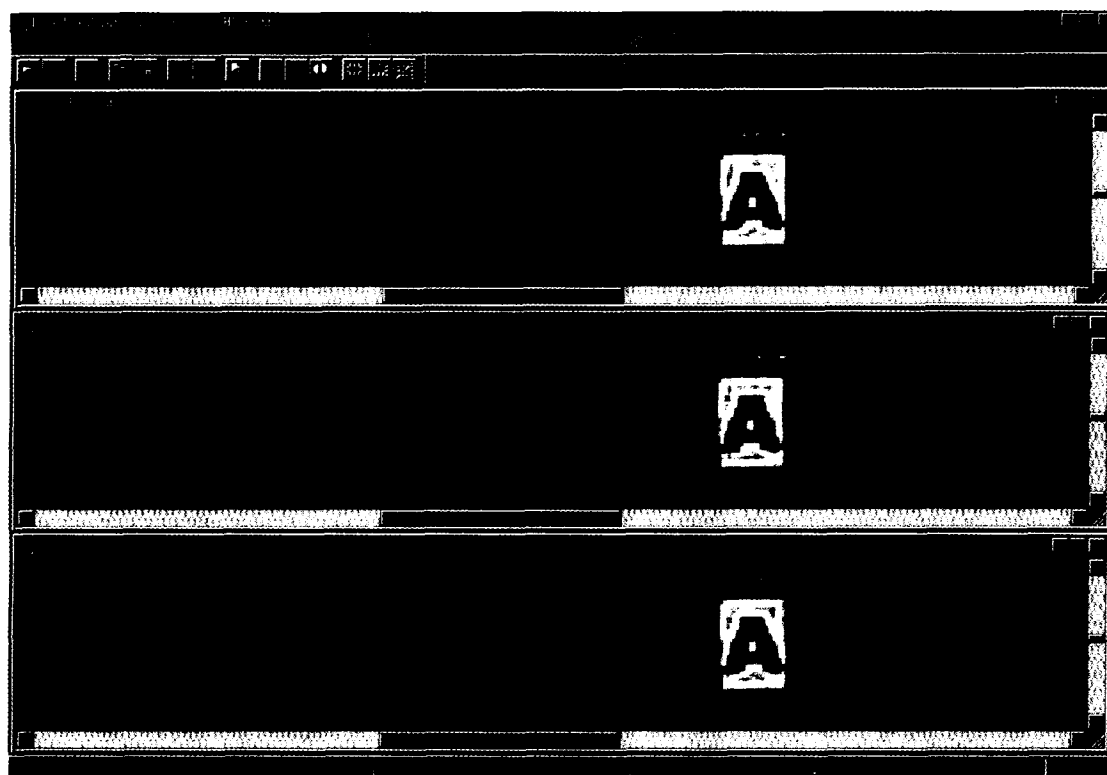
壓縮比例: 約 1:45

實驗採用圖片: 100 公尺/光學變焦 3 倍

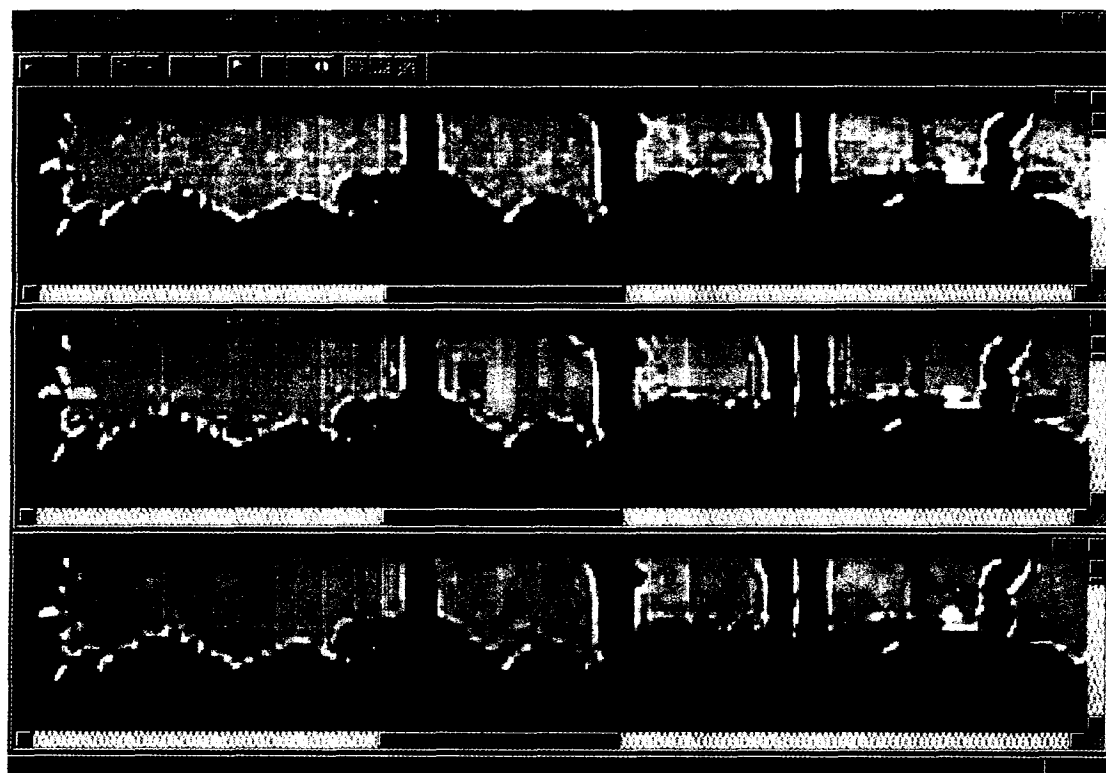
排列方式:

原圖
JPEG
JPEG2000

比較圖



圖表 30 - 文字主體



圖表 31 - 一般景物

【附錄七】設定 ROI 範圍並進行壓縮

相機名稱: Nikon Coolpix 5000

最高有效畫素: 約 600 萬

最大光學變焦倍率: 6 倍

實際壓縮畫素: 約 600 萬

目標大小: 100K Bytes

壓縮比例: 約 1:170

實驗採用圖片: 100 公尺/光學變焦 3 倍

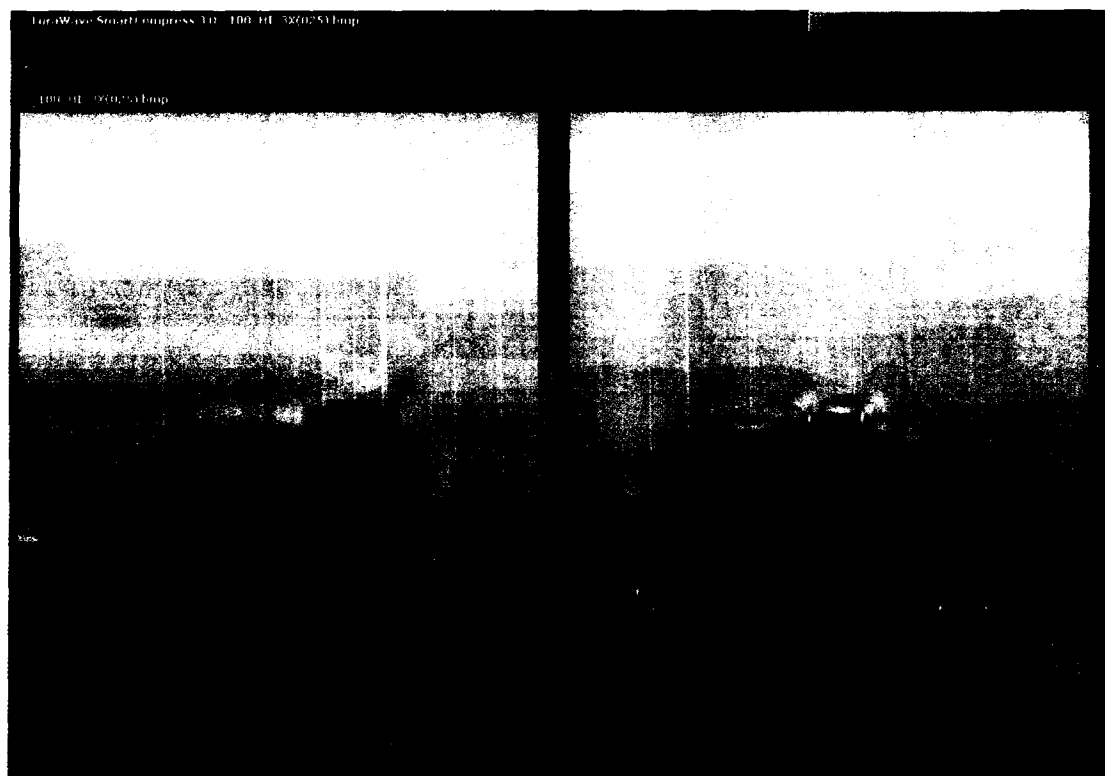
實驗結果:



圖表 32 - 設定中央 1/4 區域為 ROI



圖表 33 - 設定中央 1/16 區域為 ROI



圖表 34 - 1/4 與 1/16 非 ROI 範圍比較圖(左: 1/4 右: 1/16)

相機名稱: Fujifilm FinePix 602

最高有效畫素: 約 500 萬

最大光學變焦倍率: 3 倍

實際壓縮畫素: 約 500 萬

目標大小: 100K Bytes

壓縮比例: 約 1:140

實驗採用圖片: 100 公尺/光學變焦 3 倍

實驗結果:



圖表 35 - 設定中央 1/4 區域為 ROI



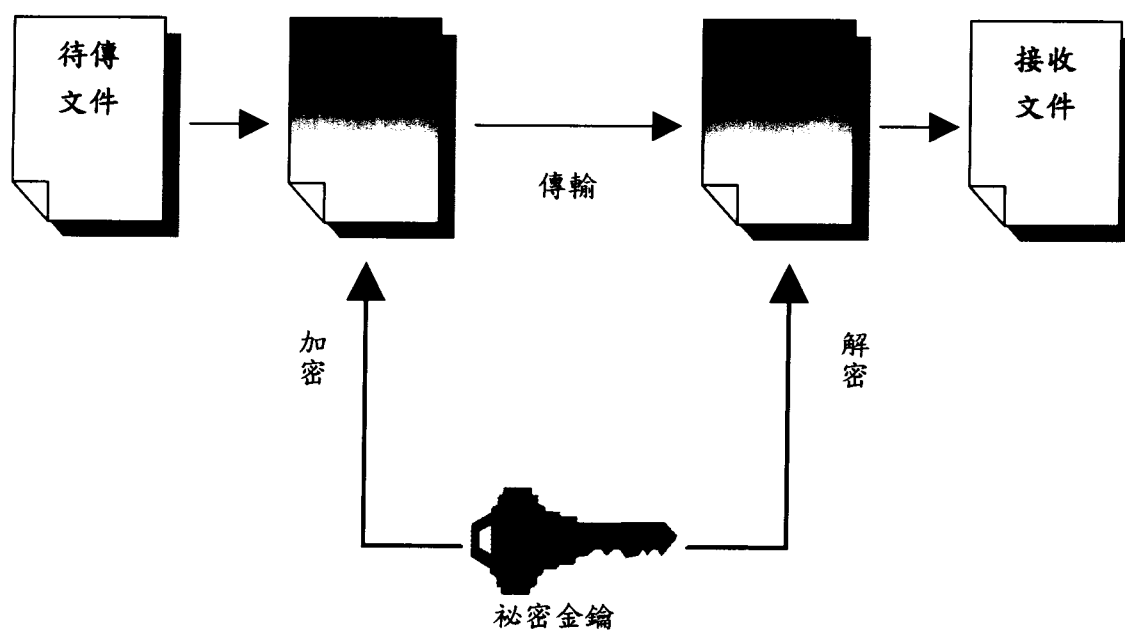
圖表 36 - 設定中央 1/16 區域為 ROI



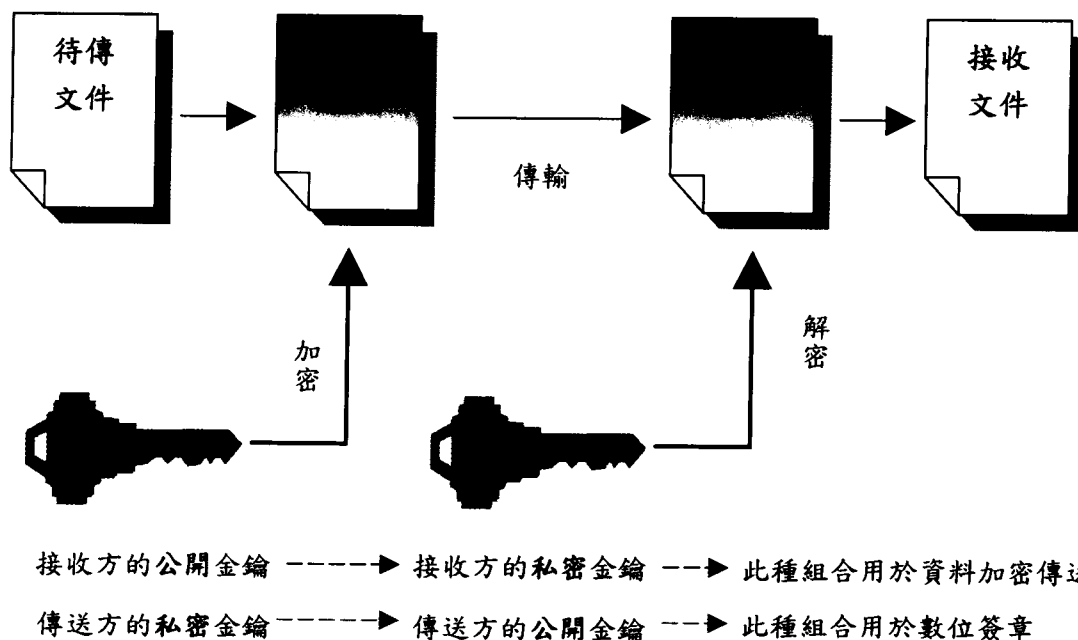
圖表 37 - 1/4 與 1/16 非 ROI 範圍比較圖(左: 1/4 右: 1/16)

【附錄八】加密方法之分析與比較

密碼演算法的種類，一般來說可以分為兩種：對稱式與非對稱式。對稱式的密碼演算法是十分傳統的一種密碼演算法，其加密和解密的過程所使用的金鑰為同一把，而且這把金鑰對於資料發送者(加密者)以及資料接收者(解密者)來說都是已知的。對稱式密碼演算法的安全性主要建立在「對密碼的絕對保密」，當然加密時所使用的計算方式也不能過於簡單。對稱式密碼演算法的在金鑰傳遞上比較麻煩，這個過程必需手動(由加密者直接交給解密者)或是透過一可信任的第三者轉交。而另外一方面，私密金鑰的傳遞也可以使用非對稱密碼演算法來完成。目前較為常見的一些對稱式密碼演算法有如：DES、AES、3DES……等。而關於對稱式密碼演算法的實際加解密過程，請見下頁的例圖。



圖表 38 - 對稱式密碼演算法加解密圖例



圖表 39 - 非對稱式密碼演算法加解密圖例

而非對稱密碼學的觀念則是由 Whitfield Diffie 與 Martin Hellman 在 1976 為了解決金鑰管理的問題而發展出來的。而第一個著名的非對稱密碼系統是由 Ron Rivest、Adi Shamir 及 Len Adleman (RSA) 在 1977 發展出來的。在非對稱系統中，每一個人都有自己的一組公開以及私密金鑰，這兩組金鑰為基於一特殊的數學原理而被成對的產生出來，但是得知這兩組金鑰中的任何一個並無法輕易的推算出另一組金鑰的值。這兩組金鑰中的任何一個金鑰可被選擇公開散佈，是為公開金鑰。而餘下的一枚金鑰則由使用者自行保管，不可任意洩露，是為私密金鑰。

在這個系統中任何一個想送訊息給某甲的人，只要以某甲的公開金鑰將訊息加密，則該密文就只有那個擁有相對私鑰的人，也就是某甲才能解得開。非對稱式演算法非常不適合加密內容較大的訊息，因為它相對於對稱式演算法較慢。相

反的，這些演算法被用來達成身份鑑別性、資料完整性及不可否認性，並支援資料隱密性。目前較為常見的一些對稱式密碼演算法有如：RSA、Elliptic-Curve(橢圓曲線)……等。而關於非對稱式密碼演算法的實際加解密過程，請見上頁的例圖。

非對稱式密碼演算法在將金鑰用於加密時，需被傳送的訊息以訊息接受者的公鑰加密後，再傳送給接受者。而金鑰對互補式的運作方式使得只有接受者的私鑰才可以解密該訊息。只要私鑰保持隱密不被公開，傳送訊息的一方就可以確定只有指定的接受者可以讀該訊息。當某甲要傳送訊息給某乙時，某甲將該訊息以某乙的公鑰加密。當某乙收到加密的訊息時，以自己的私鑰解密。只要某乙的私鑰不被洩露，則某甲和某乙都可確定該訊息是安全的。

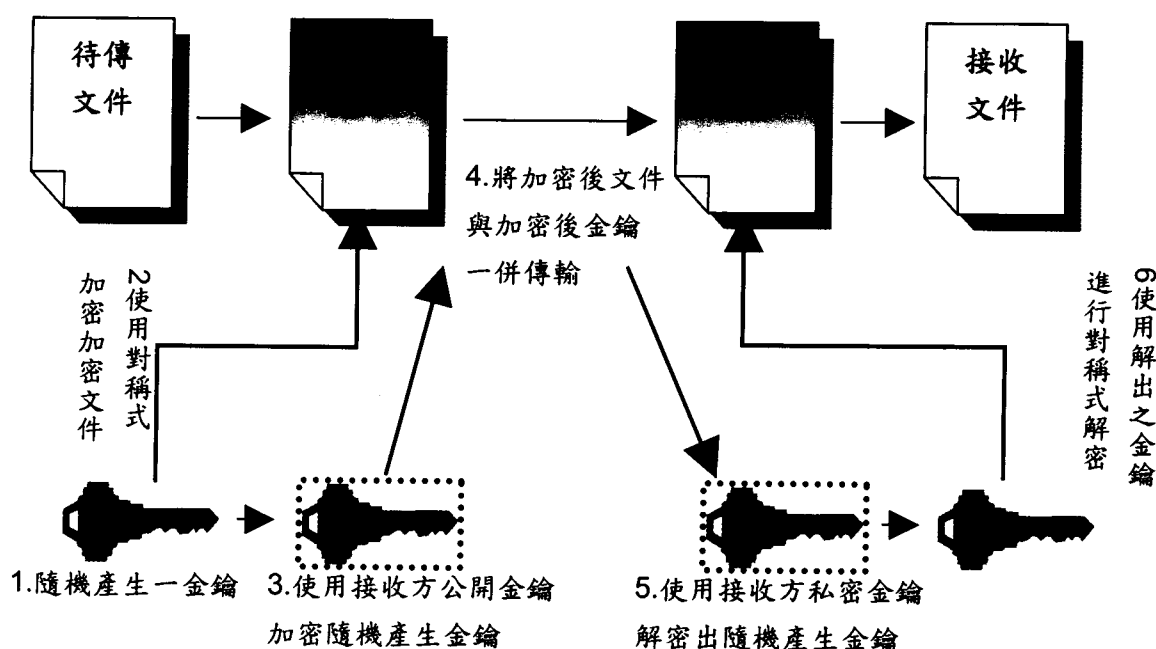
現實運作中，非對稱的公私鑰運算的額外複雜性導致了效能上的犧牲。為克服此點，真實世界之中加密通常結合了對稱及非對稱的方式一起運作。通常的組合為，文件主體使用對稱式加密方法處理，而數位簽章及文件主體密碼的傳遞則使用非對稱加密方法處理。因為對稱式金鑰通常比所要傳送的訊息小得多，這樣的方式既可以提供加解密運算上的速度及公鑰加密的可管理性。

	對稱式	非對稱式
Key 的數量	共用同樣的祕密金鑰	傳送與接收方皆擁有自己的公開與私密金鑰
Key 的產生	任意指定	需成對產生
Key 的傳撥	手動或透過第三者傳遞	公開金鑰可隨意傳撥
演算法複雜度	簡	繁
加密速度	快	慢

圖表 40 - 對稱式與非對稱密碼系統特性對照

在經過以上對於對稱式及非對稱式密碼演算法的討探以及分析之後，我方認為關於海事衛星影像傳輸系統之傳輸加密。如果要求快速而簡單的達成，可以直接使用傳統對稱式密碼演算法來做為傳輸過程式加解密使用。但是如此一來，則密碼的指定上就只能透過事先約定的方式來完成。不過若能嚴守密碼的機密性，則安全性上是沒有什麼顧慮的。

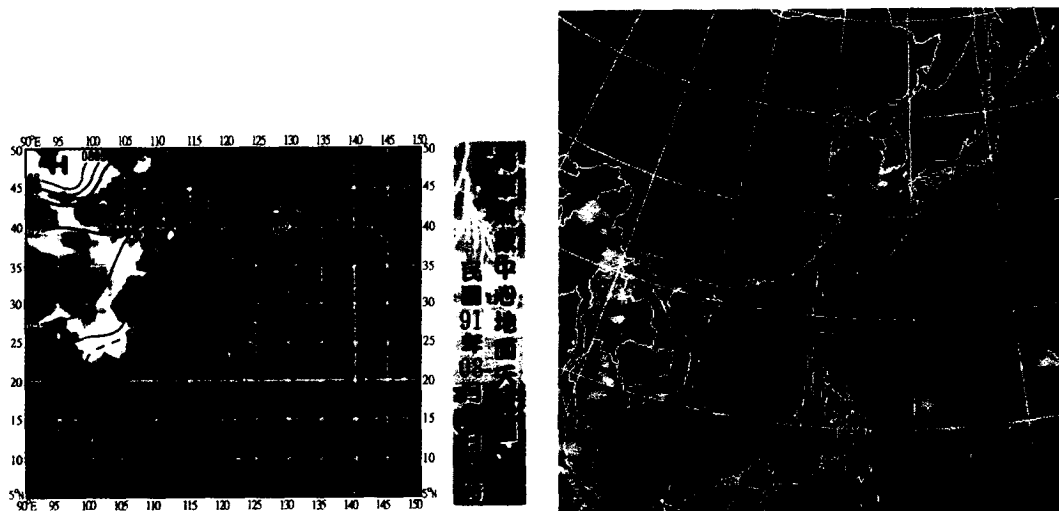
而至於非對稱式密碼演算法，由於其計算過於繁複而導致運算時間較久，並不適合加密大量的本文文件，一般來說都是配合對稱式密碼演算法使用的。以海事衛星影像傳輸系統來說：可由船艦方面(發送者)先將欲傳送之訊息以一個隨機產生的對稱式金鑰加密，這個對稱金鑰再以基地方面(接收者)的公開金鑰加密，傳送訊息時，將加過密的對稱金鑰及加過密的訊息一起送給接受者。基地方面(接收者)就以其私密金鑰解密收到的對稱式金鑰，因此就可以解出正確的圖形。下圖為系統架構示意圖。



圖表 41 - 應用對稱及非對稱式密碼系統進行加密傳輸步驟示意圖

【附錄九】關於氣像衛星圖片之圖片壓縮與加密

由於期中報告時，曾經收到一併研究氣象衛星之圖片壓縮處理之要求。其後亦收到相關單位所寄來之氣象衛星之相關圖檔(下圖)。



圖表 42 - 所收到之範例氣象圖片

但是經我方觀查後發現，這兩張圖的檔案大小皆在 50KB 以下，即使是使用衛星線路以 9.6kbits/sec 的速度傳送，亦可於一分鐘之內完成傳輸作業。並沒有任何需要我方加強處理之處。但若這一部分的圖形仍需進行進一步之壓縮及加密處理，則我方必需擁有原始未經處理的之資料以資運用測試。但因涉及國防安全之理由，本計劃未獲准予取得這些資料，故無法進行進一步之處理以及測試。