

逢 甲 大 學
自 動 控 制 工 程 學 系 碩 士 班
碩 士 論 文

資 訊 隱 藏 與 魔 術 圖 案

Data Hiding and Magic Picture

指 導 教 授：林 宸 生

共 同 指 導 教 授：洪 三 山

研 究 生：林 青 森

中 華 民 國 九 十 二 年 十 二 月

中文摘要

隨著電腦科技發展迄今，個人電腦之普及率已經相當的高，已成為許多人日常生活所使用的重要工具之一；應用電腦數位化技術把彩色圖像轉為 0 與 1 的數位信號，在彩色圖像快速簡便的複製與傳遞過程中，透過一種數位編碼的技術將彩色圖像做適當的隱藏，保障彩色圖像的安全性。

本論文主要研究目的為利用疊紋原理於彩色圖像的處理並配合圖像彩度的共通性達到調和，將彩色機密圖像的資訊分別藏入掩護媒體的資料中形成偽裝媒體，使人類的感官神經(視覺、聽覺、觸覺)無法直接察覺到該彩色機密圖像資料的存在，進而得以增加趣味之外，並可進一步地加強該圖像資料之保護，其主要的特色是解密時完全不須靠電腦的計算，只須將事先設計好的圖像互相疊合起來，透過人類的視覺判能力便能看到原來完整的訊息，即可解讀出藏在其中的彩色機密圖像資訊，此一技術我們稱之為疊紋圖像技術。

關鍵字：疊紋原理、掩護媒體、偽裝媒體、感官神經

Abstract

In this thesis, it is the main purpose to embed a colour cover-media into a colour stego-media by use of the moiré technology and the characteristic of the color harmony. In the process of an image transmission, it will be useful to decrease the attacker's attention by a significant and colour image.

We can hide a pattern in two pictures by a new method. Many types of noise are added into the individual picture. It cannot be distinguished directly by human sight from any one picture. When one picture and the other combine together, it is interesting that human eye can recognize the information of picture without any assistance. We develop a new method to process the experimental data and evaluate the effect of signal to noise ratio in the PC-base digital signal processing system. This novel device can be operated automatically, and economically in a participle display of the scientific model. Furthermore, It can be used to protect the information of secret. This moiré imaging system will be useful in both the scientific education and anti-counterfeit field.

keyword : moiré technology, cover-media, stego-media, human sight

目錄

中文摘要	I
ABSTRACT	II
目錄	III
圖目錄	VI
表目錄	IX
第一章 緒論	1
1.1 研究背景及動機	1
1.2 研究目的及其重要性	2
1.3 國內外有關本研究情況	2
1.4 前期研究內容	3
第二章 理論基礎	5
2.1 數位式圖像特性概述	5
2.2 程式開發以 WINDOWS 的 BITMAP 圖像檔為基礎	5
2.3 疊紋	6
2.3.1 數位化的量尺	6
2.3.2 疊紋測繪表面等高線	7
2.3.3 疊紋干涉條紋	9
2.4 彩色基礎概述	10
2.5 彩色模型	11
2.6 曼色爾色相環	13
2.7 圖像品質的定義	14
第三章 研究方法	16
3.1 方法概念	16
3.2 疊紋形式選擇及處理	17
3.2.1 一張輸入圖像的處理	17
3.2.2 兩張輸入圖像的處理	17
3.3 系統架構	18
第四章 彩色模型的轉換	20

4.1 RGB 彩色模型與 CMYK 彩色模型的轉換關係	20
4.2 RGB 彩色模型轉 CMYK 彩色模型	20
4.3 CMYK 彩色模型轉 RGB 彩色模型	21
第五章 疊紋圖像技術	22
5.1 疊紋圖像技術動作原理與順序	22
5.1.1 遮罩或雜訊形式選擇及處理	22
5.1.2 應用像素擴張法產生疊紋圖像	24
5.2 利用黑白圖像隱藏資訊	29
5.2.1 編碼	29
5.2.2 解碼	31
5.3.3 動作順序	31
5.3 利用單張彩色載體隱藏彩色機密圖像	33
5.3.1 編碼	33
5.3.2 編碼流程圖	36
5.3.3 解碼	36
5.3.4 動作順序	38
5.4 運用兩張彩色載體隱藏彩色機密圖像	42
5.4.1 編碼	42
5.4.2 解碼	46
5.4.3 動作順序	46
第六章 實驗結果與討論	49
6.1 RGB 彩色模型與 CMYK 彩色模型的轉換	49
6.1.1 RGB 彩色模型轉成 CMYK 彩色模型之誤差分佈	49
6.1.2 CMYK 彩色模型轉成 RGB 彩色模型之誤差分佈	50
6.2 目前魔術圖案(MAGIC PICTURE)的研究成果	51
6.2.1 利用黑白圖像隱藏資訊	51
6.2.2 黑白遮罩隱藏彩色機密圖像	53
6.2.3 輸入 Sin 雜訊隱藏彩色機密圖像	54
6.2.4 輸入常態分佈雜訊標準偏差隱藏彩色機密圖像	55
6.2.5 利用單張彩色載體隱藏彩色機密圖像	56
6.2.6 利用兩張彩色載體隱藏彩色機密圖像	58
第七章 結論與未來展望	60
7.1 結論	60
7.2 未來展望	61

參考文獻	62
附錄	65
誌謝	75
自述	76



圖目錄

圖 1.1 灰階的黑白疊紋圖像	4
圖 2.1 直線投影測量設備	8
圖 2.2 疊紋之投影光學系統	9
圖 2.3 疊紋干涉條紋	10
圖 2.4 RGB 三原色	12
圖 2.5 CMYK 色彩	13
圖 2.6 曼色爾色相環	13
圖 2.7 曼色爾色立體	14
圖 3.1 一張輸入圖像的處理	17
圖 3.2 兩張輸入圖像的處理	18
圖 3.3 系統裝置	19
圖 5.1 均勻雜訊	24
圖 5.2 像素擴張法	25
圖 5.3 像素擴張法示意圖	25
圖 5.4 輸入黑白機密圖像	31
圖 5.5 導入互補的偽裝媒體	32
圖 5.5 (A) 彩色機密圖像 LENA (208×222 PIXELS).....	34
(B) 彩色機密圖像 LENA 的 R 分佈函數.....	34
(C) 彩色機密圖像 LENA 的 G 分佈函數.....	34
(D) 彩色機密圖像 LENA 的 B 分佈函數.....	34
圖 5.6 (A) 彩色載體(208×222 PIXELS).....	35
(B) 彩色載體的 R 分佈函數.....	35
(C) 彩色載體的 G 分佈函數.....	35
(D) 彩色載體的 B 分佈函數.....	35
圖 5.8 隱藏彩色機密圖像的方法	36
圖 5.7 編碼流程圖	37
圖 5.9 擷取原始彩色機密圖像	38
圖 5.10 編碼	39
圖 5.11 OUTLOOK EXPRESS 郵件傳遞資訊.....	40
圖 5.12 解碼	41
圖 5.13 (A) 彩色機密圖像 LENA (108×80 PIXELS).....	43
(B) 彩色機密圖像 LENA 的 R 分佈函數.....	43

(C) 彩色機密圖像 LENA 的 G 分佈函數.....	43
(D) 彩色機密圖像 LENA 的 B 分佈函數.....	43
圖 5.14 (A) 彩色載體(108×80 PIXELS).....	44
(B) 彩色載體的 R 分佈函數.....	44
(C) 彩色載體的 G 分佈函數.....	44
(D) 彩色載體的 B 分佈函數.....	44
圖 5.15 (A) 彩色載體(108×80 PIXELS).....	45
(B) 彩色載體的 R 分佈函數.....	45
(C) 彩色載體的 G 分佈函數.....	45
(D) 彩色載體的 B 分佈函數.....	45
圖 5.16 隱藏彩色機密圖像的程序.....	46
圖 5.17 輸入原始彩色機密圖像.....	47
圖 5.18 導入互補的偽裝媒體.....	47
圖 6.1 (A) 黑白機密圖像「資訊」.....	51
(B) 黑白載體「自控」.....	51
(C) 黑白載體「逢甲」.....	51
圖 6.2 (A) 黑白偽裝圖像 A(216×160 PIXELS).....	52
(B) 黑白偽裝圖像 B(216×160 PIXELS).....	52
(C) 疊合後顯示圖像.....	52
圖 6.3 (A) 彩色機密圖像.....	53
(B) 黑白遮罩.....	53
(C) 彩色偽裝圖像 A.....	53
(D) 彩色偽裝圖像 B.....	53
圖 6.4 (A) 彩色機密圖像.....	54
(B) 彩色偽裝圖像 A.....	54
(C) 彩色偽裝圖像 B.....	54
圖 6.5 (A) 彩色機密圖像.....	55
(B) 彩色偽裝圖像 A.....	55
(C) 彩色偽裝圖像 B.....	55
圖 6.6 (A) 彩色載體.....	56
(B) 彩色偽裝圖像.....	56
(C) 彩色機密圖像.....	56
(D) 解碼後顯示圖像.....	56
圖 6.7 (A) 彩色載體.....	57
(B) 彩色偽裝圖像.....	57
(C) 彩色機密圖像.....	57

(D) 解碼後顯示圖像.....	57
圖 6.8 (A) 彩色偽裝圖像 A(216×160 PIXELS).....	58
(B) 彩色偽裝圖像 B(216×160 PIXELS).....	58
(C) 彩色機密圖像(108×80 PIXELS).....	58
(D) 疊合後顯示圖像(216×160 PIXELS).....	58
圖 6.9 (A) 彩色偽裝圖像 A(216×160 PIXELS).....	59
(B) 彩色偽裝圖像 B(216×160 PIXELS).....	59
(C) 彩色機密圖像(108×80 PIXELS).....	59
(D) 疊合後顯示圖像(216×160 PIXELS).....	59



表目錄

表 5.2	兩張偽裝圖像的像素疊合產生的顏色值	29
表 5.3	3×3 黑白像素擴張法	30
表 5.4	3×3 黑白像素擴張法實作表	30
表 A	SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WEBCOATED(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表	65



第一章 緒論

1.1 研究背景及動機

隨著電腦數位科技時代來臨，網路使用普及率提高，網路資料傳輸速度已大幅提昇，使得所有數位資料得以快速簡便的複製與傳遞，資料的傳輸已不再延遲，資訊隱藏的重要性也隨之提高，所謂資訊隱藏(Data Hiding)，就是將資訊隱藏於另一份媒體之中，通常稱此媒體為掩護媒體(Cover-Media)，隱藏的動作稱為嵌入(Embedding)，掩護媒體經嵌入資訊後變成一份偽裝媒體 (Stego-Media) [1]，而該偽裝媒體與原媒體之間有一定程度的相似度，圖像失真的狀態是人的肉眼不易分辨出來。應用電腦數位化技術把彩色圖像轉為 0 與 1 的數位信號，以數位編碼的方式將彩色圖畫做適當的隱藏，在圖像資料傳輸的過程中利用有意義且具有色彩的載體傳輸資料，可以降低攻擊者的注意，保障彩色機密圖像的安全性。

「基礎物理」觀念若僅在實驗室中觀察及量測，對於一般學習者而言，難以親身經歷操作，較難深入了解學習「基礎物理」的功用。二十世紀著名的教育哲學家約翰杜威(John Dewey)提出「實踐智慧」(Practical Intelligence)的教學觀念，強調「從做中學」(Learning by Doing)的教育理念[2]。利用疊紋技術(Moiré Technology)隱藏資訊，結合機器視覺與數位影像處理技術，運用物理觀念為基礎的光電實驗教學，異於傳統上課聽講或閱讀課文的學習方式；透過應用軟體的實際操作，引發操作者學習「基礎物理」觀念的動機，提供一個生活化、趣味化的學習環境，可以增加學習吸收效益。

總之，應用疊紋技術於彩色圖像編碼隱藏，製作出饒負趣味的魔術圖案，一方面可應用在資料隱藏如密碼鑰匙、鈔票防偽等…方面；另一方面可應用在科學教育、休閒娛樂、紀念性圖片等…方面。

1.2 研究目的及其重要性

本研究之主要目的是研發一種疊紋圖像技術，將圖像的資訊分別藏入一張或兩張圖像掩護媒體的資料中[3]，使人類的感官神經(視覺、聽覺、觸覺)無法直接察覺到該圖像資料的存在，進而除了得以增加趣味之外，並可進一步地加強該圖像資料之保護。其主要的特色是解密時完全不須靠電腦的計算[4]，只須將事先設計好的圖像互相疊合起來，即可解讀出藏在其中的圖像資訊，此一技術我們稱之為疊紋圖像技術。

1.3 國內外有關本研究情況

在資訊隱藏之相關研究中，針對圖像的各種特性做隱藏，在頻域或空間域內從事此研究之學者們提出了多種的隱藏方式，如最低有意義位元、離散餘弦轉換...等。以下對目前國內外曾做過之相關研究作一分類與簡介：

A. 頻域：

1. 最低有意義位元(Least Significant Bit(s), LSB)

最低有意義位元[5] 是最簡單的資料隱藏技術，係將圖像資料轉換為 8 位元的二進位值，再選擇圖素的位元嵌入載體的一個位元轉換成新的資料，也就是將資料分別放入每個像素(Pixel)的最低位元。執行 LSB 電子浮印技術的優點是非常的簡單快速而且容易製作，但是相對的它的缺點是容易被雜訊及幾何改變而破壞，容易被刪除，安全性不高。

2. 離散餘弦轉換 (Discrete Cosine Transformation, DCT)

離散餘弦轉換[6]的方法是把訊號經由運算將空間域轉換為頻域，也就是將數位圖像進行運算轉換成另一資料格式的方法。利用 DCT 轉換作浮水印嵌入，一個圖檔會被分割成兩個變動大小的同質性區塊，首先計算 DCT 包含於 $N \times N$ 個區塊(Block)

再選擇一對互相作用的鑰匙(Key)依規則嵌入載體。使用 DCT 作浮印處理的好處是具有強韌性而且不會降低視覺的品質，但運算較為繁瑣複雜。

B. 空間域：

1. 視覺密碼技術(Visual Cryptography)

Naor 和 Shamir[7]在 1994 年提出所謂視覺密碼技術，為 (t, n) 的門檻機制(Threshold Scheme)，其方法是將一黑白二位元的機密圖像拆成 n 張圖片，單張表面上只是一堆雜亂無章的黑白點，不具任何意義。若其中 t 張以上的圖片相疊，透過人類的視覺判能力便能看到原來完整的訊息；若是少於 t 張圖片就沒有辦法得到原有機密圖像的訊息。此技術可以應用在灰階之機密圖像，透過人類的視覺辨識機密圖像的訊息，實際上已有非常嚴重的失真情形。

2. 視覺式的彩色資訊隱藏(Rijmen and Preneel's Color Visual Cryptography)

Rijmen 和 Preneel's 視覺式的彩色資訊隱藏[8]將偽裝彩色圖像分割成兩張無意義的彩色圖像，原圖像中的每一像素擴張成四個像素，增加顏色及位置的分配達到隱藏效果。假設欲隱藏的顏色為紅色，其中一張分割圖像的對應顏色分佈為紅、綠、藍、白，另一張分割圖像對應的顏色分佈為白、藍、紅、紅，兩張分割圖像疊合後顏色的分佈為紅、青(Cyan)、洋紅(Magenta)、紅，疊合後紅色所佔比例較大，讓眼睛感覺是紅色存在。

此項技術非常的簡單，但是相對的它的缺點是掩護圖像無意義，容易引起注意安全性不高，而且能應用顏色的色域分佈相當窄。

1.4 前期研究內容

前期研究中應用電腦數位技術把彩色圖像轉為 0 與 1 的數位信號，以數位編碼的方式將彩色圖像轉為灰階的黑白圖像，再利用疊紋的原理來編碼，選擇雜訊之形式，為粒狀、雲狀、條狀其中之一，最後出現兩張灰階的黑白編碼圖像，使單一張

圖片看不出隱藏者的圖像，當兩張圖像疊合起來，即出隱藏者的圖像如圖 1.1。



圖 1.1 灰階的黑白疊紋圖像



第二章 理論基礎

2.1 數位式圖像特性概述

數位信號處理已在各式各樣的領域中扮演著重要的地位，利用乘算器、加法器、並配合延遲器，即可製作出數位濾波器。在信號處理中所指的信號，可以泛指人與人之間、機器與機器之間，以及人與機器之間的溝通方式，其形式可以是電氣、磁、光、聲、溫度、力等物理量。目前數位信號廣泛在數位式的音響，數據通信，數位化的圖像，數位式的量測、電信、遙測、醫學、地質探測、雷達、語音識別、圖形識別、機械視覺以及家電用品等場合。應用的數位技術實例正在快速的成長，並也由於電子硬體，電腦、微處理機的大幅進步，而以驚人的變革速度在更新它們的面貌。彩色圖像處理技術是以數位式圖像來編碼及解碼，即是指所擷取的圖像顏色、大小，皆以大量的數位階梯型式，亦即 0 與 1 的信號來表示[9]。

數位圖像的色彩是經由位元的計算和組合而來，將一個存有數位圖像資料的二維陣列之每一個元素值讀出，即可輕易地將數位圖像顯示在電腦上，此元素值又稱之為「像素值」；以位元方式所存放的數位圖像，稱之為「空間域數位圖像」[10,11]，一像素對應二維陣列中一個元素的數位圖像資料存放格式稱為「空間域圖像資料格式」，存放空間域圖像資料為二維陣列，又稱為「二維空間域陣列」。一個二維空間域陣列的大小，即為這張空間域圖像的大小，即為這張空間域圖像的大小。

2.2 程式開發以 Windows 的 Bitmap 圖像檔為基礎

BMP 圖像檔的內容檔案開頭首先會是一塊長度為 14 位元的「BMP 檔頭資訊」，其中存放著 BMP 檔案的識別記號、檔案長度、以及圖像資料在檔案中的位置。接下來跟在檔頭資訊之後的，則是一塊長度為 40 個位元，記錄著 DIB 相關資訊的「DIB

標頭資訊」，這些資訊是瞭解 BMP 圖像的主要來源。

由於 BMP 檔案可以儲存單色、16 色、256 色、以及 2^{24} 種顏色等各類型的圖像。因此，緊接在 DIB 標頭資訊之後的便是一塊長度不等的「調色盤資訊」，其所儲存之顏色的多寡，得視其圖像類型而定。由於 BMP 檔案的最大能力是儲存具有 2^{24} 種顏色的圖像，因此，調色盤的每一個登錄點都是以 4 個位元表示，而且三原色的排列順序也與一般 R，G，B 的順序不同[12]。

2.3 疊紋

『疊紋』的原理和量度學中游標尺的原理很類似，它也經常用在物體形狀的分析上，疊紋的技術一般應用在尺寸的量測上，可避開量測時待測物的體積、試片、溫度、時間、速度上的一些問題困擾。當光柵是由每英吋數百條或數千條細線或點所組成時，通常是肉眼無法看的清楚的，但它們的疊紋，卻很容易觀察得到的，我們可予以分析，就二組直線狀的光柵(Grating)之疊紋條紋而言，兩光柵間有少量角度差或有少量頻率差(兩個並不完全相同但非常近似的訊息)，都可以產生疊紋，用這原理可以量測兩光柵間之微細位移現象。通常在主尺表面刻劃上一組光柵而在此尺之前擺上一參考光柵作為副尺，當副尺產生位移而與主尺光柵會產生疊紋干涉條紋移動之現象，而將小的位移量放大成大信號[13]。

2.3.1 數位化的量尺

在量測領域內，所謂編碼器即是意指”數位化的量尺”。在信號的檢出與處理上，數位式要比類比式優良的多。一般的量尺，是把量測信號類比式處理，在某處刻度可能是 1 公分，而另一處刻度則為 2 公分，利用比較的方式來量測。數位式量測即是指所量測的量無論是長度或者角度，皆以大量的數位階梯型式，亦即 0 與 1 的信號來表示，將量測的距離予以編碼成為 010101 的信號，看它經過幾個 01 便知

道它經過了多少距離。而數位化的長度或角度，通常在量測系統中使用二個有週期性結構的標準物（在光學尺上標準物即是等間隔的光柵），一個固定不動，一個則移動或轉動，依此來進行測定。

光電編碼器係一種機電整合的光學裝置，可用以監視自動化設備操作機構的運動狀態（旋轉之角位移及行進之距離），借著光電編碼器的出現，使量測工具得以結合「光」、「電」之感應和電子數位邏輯運算，產生極快的量測速度，將量測工作推向新的里程碑，並可反饋到控制裝置，以指示實際的機件狀態及角度與直線位移量，以達到實際控制要求。

光電式圓編碼器又稱光學分角儀，其動作原理如下：

將具有細縫的圓盤與檢出細縫相向而置裝於旋轉軸上，軸旋轉時，光偵測器經由細縫交錯時感應到明暗的變化，由於在細縫的圓盤與檢出細縫兩側裝有光源、透鏡及光偵測器，因此圓板旋轉一個間距，光偵測器經由檢出細縫得到一次光的明暗變化，並轉換為正弦波形的輸出電壓信號。波形的輸出信號經過整形為脈衝波形處理後，以計數器計算脈衝數，即可測量得軸的旋轉量。如需要更細的解析度時，可利用電子回路進行分割[14]。

2.3.2 疊紋測繪表面等高線

疊紋法經濟、簡便及迅速，因此漸為工業界所樂用，以疊紋測繪表面等高線，可分為差疊紋、疊紋及陰影疊紋法(Shadow Moire Method)。

1. 線段投影：

線段投影法亦有人稱之為和疊紋法。直線投影測量設備能測量三維表面輪廓尺寸，但精度不高，量測速度很快。它主要是利用直線條紋投影技術及數位圖像處理的技巧來測繪曲面之等高線，先將等間隔直線投影至待測物，並利用攝影機取得其初始圖像條紋，我們可以觀察到當物體表面輪廓是平坦的話，直線投影條紋仍為等

間隔直線，當物體表面輪廓是彎曲的話，直線投影條紋也就跟著彎曲，而且彎曲的幅度與表面輪廓起伏的程度成正比，最後求出曲面之輪廓，並可將三維表面輪廓尺寸存於數據檔案中，以提供進一步表面輪廓的加工處理，如圖 2.1 所示。由於受限於 CCD 之解析度及整個取像裝置，這種量測方法精度大約可達 0.1 MM 左右，並且不適合用於量測表面起伏太陡峭之物體[15]。

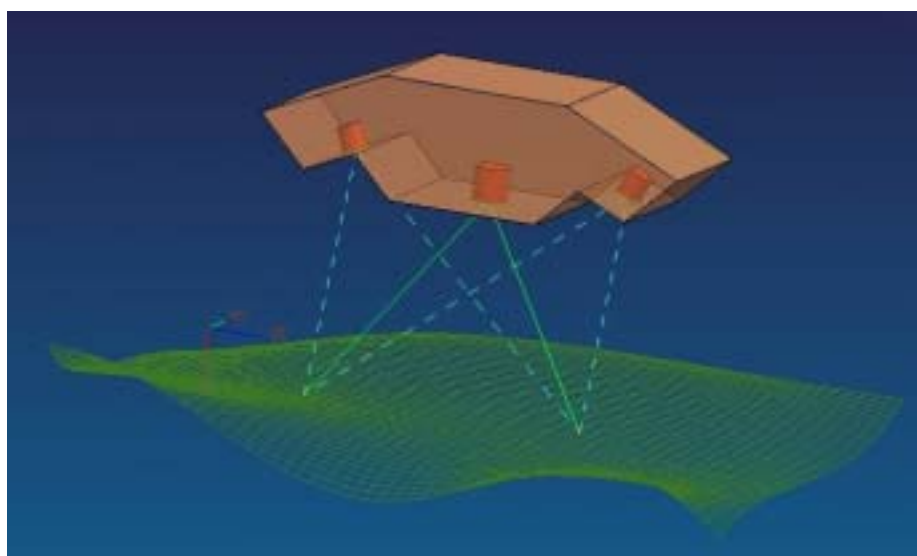


圖 2.1 直線投影測量設備

2. 陰影疊紋法：

所謂陰影疊紋法係因構成疊紋的條紋由光柵及其投射到物體表面的陰影兩者重疊而成。其次說到陰影疊紋測繪等高線的裝置，測繪時光柵應盡可能靠近物體。如所使用平行光透過光柵照射人臉，而觀測之方向垂直於光柵面，這時臉上即出現一圈一圈的疊紋，這些一圈一圈的疊紋，我們可以視之為等高線，每一條等高線上每個點其高度是相同的，而相鄰等高線彼此之間的高度差為定值，所使用之照射光束為平行光，而觀測之方向垂直於光柵面，如此即形成人體之三維變化之測量系統。使用者可以看看自己的尊容被畫上等高線時是怎樣的德性[16]，如圖 2.2 所示。

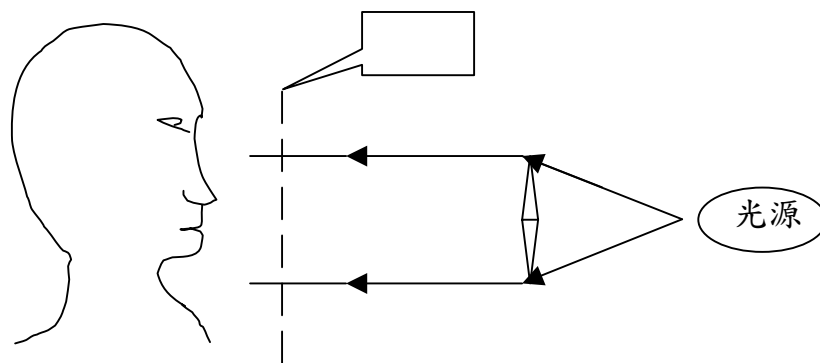


圖 2.2 疊紋之投影光學系統

2.3.3 疊紋干涉條紋

疊紋為一個法國字，原意是在形容一個屏風疊加的效果，現在則常用來表示絲綢的圖案，在有些時候，許多人也許都注意到屏風和絲綢衣服所形成的疊紋圖案，這些圖案是因為兩組以上間隔相近的細線互相疊加而形成的，而光源則可以是穿透式的，也可以是反射式的，這時我們可以看出疊紋的圖案出現了大的明帶和暗帶，明帶出現的原因便在於細線的間隔區同時的出現在一起的結果，而暗帶出現的原因則是因為細線的條紋區同時出現在一起。疊紋之光柵之形式很多，我們可選擇疊紋之光柵形式，如放射形狀、波浪狀、直線形等。將等間隔光柵平行重疊，此時可能看不到疊紋，但一旦輕輕轉動上面一張光柵使其與下面之光柵呈一夾角，則可發現有間隔很大的疊紋出現，其間隔與已有之光柵間隔差異很大，當轉動的角度越大時，疊紋的間隔就變得越小，但條紋明暗對比卻越強烈，當上下兩片光柵之夾角為 90 度時，疊紋間隔最密，仔細觀察仍然可以找到疊紋的存在，其間隔與已有之光柵間隔接近。當將上面的一片光柵輕微移動，此時將可看到疊紋圖像產生劇烈的變化，疊紋移動的速度大小與光柵移動之速度成等比例放大的結果，此即疊紋將小位移信號轉換成大位移信號的具體呈現[17]，如圖 2.3 所示。

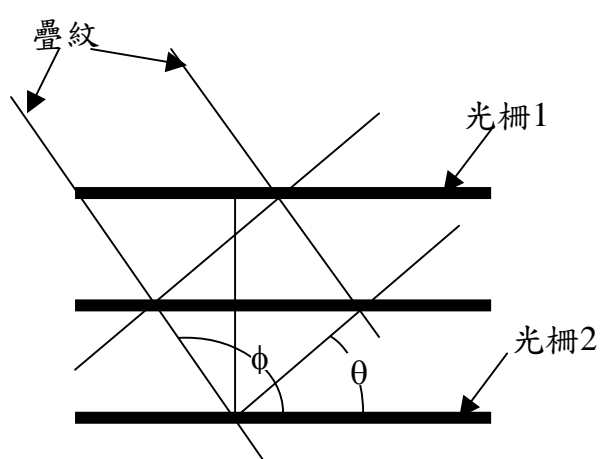


圖 2.3 疊紋干涉條紋

2.4 彩色基礎概述

依據色彩的物理特性來看，所有可見光(顏色)具有下列的基本要素色：色相、明度及彩度，稱為色彩三屬性[18, 19]。

1. 色相 (Hue)：

區別色彩的名稱，即色彩的相貌，與色彩明暗、強弱無關，如紅、黃、藍色....等。色相來自物體的電磁波長，不管是增色光或減色光都一樣，不同波長的光對人類的眼睛而言，具有不同顏色的特性。

2. 明度 (Value)：

色彩的明暗程度，即色彩反射光量的多寡，反射光量多時，色彩較亮，明度高；反射少時，色彩較暗，明度低。如紅色有亮的紅與暗的紅的不同性質，通常明度的表示方法是在明與暗之間分為白、灰、黑三種色調，明度階段的表示法有很多體系，每一種體系均以數值來表現該色彩的明度。

3. 彩度 (Chroma)：

色彩的鮮豔或混濁程度，亦即色彩的純粹度或飽和度，即色彩所含純色的多寡，某色黑、白含量越多，彩度越低；含量越少，彩度越高。不含黑、白就是純色；而純色為各色相中彩度最高的。

2.5 彩色模型

彩色模型的用途是用某種標準來指定彩色，其中大約分成硬體導向及應用導向；用於圖像處理有 RGB、CMYK、YIQ 和 HSI 模型[20]。

1. RGB彩色模型

依 Young -Helmholtz 之假說，視覺感觀存在三種基本色之感受視神經，經光傳至視神經，刺激腦部而產生色的感覺，而這三種分光要素是紅、綠、藍的感受作用，此謂光的三原色。人眼所見各種色彩是因為光線有不同波長所造成的，經過實驗發現，人類肉眼對其中三種波長的感受特別強烈，只要適當調整這三種光線的強度，就可以讓人類感受到『幾乎』所有的顏色。

這三個顏色稱為光的三原色(RGB)，就是紅，綠，藍。所有的彩色電視機、螢幕都具備產生這三種基本光線的發光裝置。因為這三種光線的混合幾乎可以表示出所有的顏色，因此電腦裡頭就用 RGB 三個數值的大小來標示顏色，每個顏色用 8 位元來記錄，可以有 0~255 來表示顏色變化程度，共 256 種亮度的變化，三種顏色乘起來就有一千六百多萬種變化，也是我們常聽到的 24 位元全彩。

光線是越加越亮，因此兩兩混合可以得到更亮的中間色，三種紅、綠、藍等量相加可得到白色。補色是指完全不含另一種顏色，例如黃色一定是由紅綠兩色合成，完全不含藍色，因此黃色稱為藍色的補色，從色相圖中可以看到兩個補色隔著白色相對。將兩個補色相加會得到白色，如圖 2.4 所示。

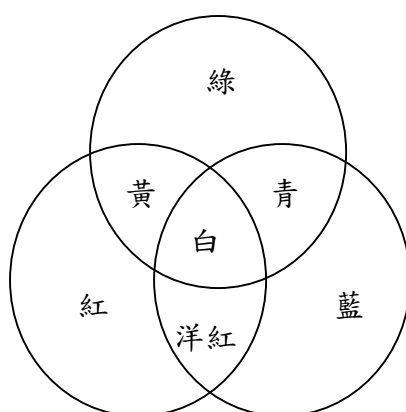


圖 2.4 RGB 三原色

2. CMYK彩色模型

顏料的特性剛好和光線相反，顏料是吸收光線，而不是增強光線，因此顏料的三原色必須是可以個別吸收紅、綠、藍的顏色，也就是紅綠藍的補色：青、洋紅與黃色，以濃度 0~100% 來表示顏色變化程度。

理論上將印刷三原色混合之後，應該可以將紅綠藍光通通吸收而得到黑色如圖 2.5，只是現實生活中並找不到這種光線吸收、反射特性都十分完美的顏料，將三種顏色混合後還是會有些許光線反射出來，而呈現暗灰色或深褐色。事實上除了黑色外，用顏料三原色也無法混和出許多暗色系的顏色，為了彌補這個缺點，實際印刷的時候會額外加入黑色的顏料，以解決無法產生黑色的問題。因此就有所謂 CMYK 的色彩模式，K 表示黑色。

黑色的加入增加可印刷的顏色範圍，卻也使顏色的調整更為複雜，例如用 50% 的 CMY 可以混合成灰色，但也可以直接用 50% 的黑色來產生，變成同一種顏色有不同的混和方法，在加上顏料的透明度、乾燥速度、紙張吸墨程度及作業流程種種條件的不同，使得顏色的控制成為印刷的一大問題。

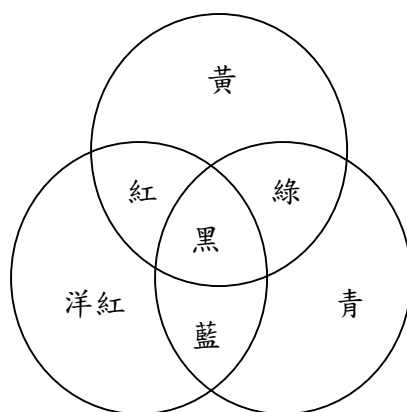


圖 2.5 CMYK 色彩

2.6 曼色爾色相環

曼色爾(Munsell)色相環是由紅 (R)、黃紅 (YR)、黃 (Y)等 10 個主要色相組成，每個色相又劃分 10 個等分，其中 5 為主要色相(如標準的紅是 5R、黃是 5Y)，共分 100 個色相，如圖 2.6 所示。

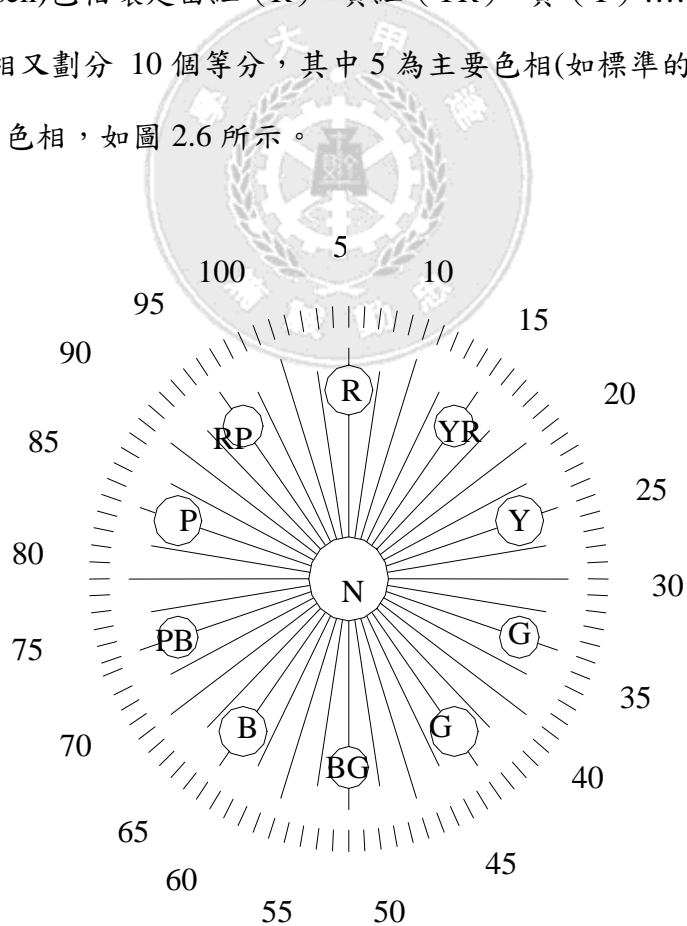


圖 2.6 曼色爾色相環

曼色爾色立體的**中心軸 (N)** 由下到上為：黑→灰→白的明暗系列構成，並以此為彩色系各色的明度標尺，以黑(BK 或 BL)為0級，而白(W)為10級，共11級明度。中心軸至表層橫向水平線為彩度軸，以漸增的等間隔均分為若干純度等級，由於純色相中各色純度值高低不一，這就使色立體中各純色相與中心軸水平距離長短不一，如圖 2.7 所示。

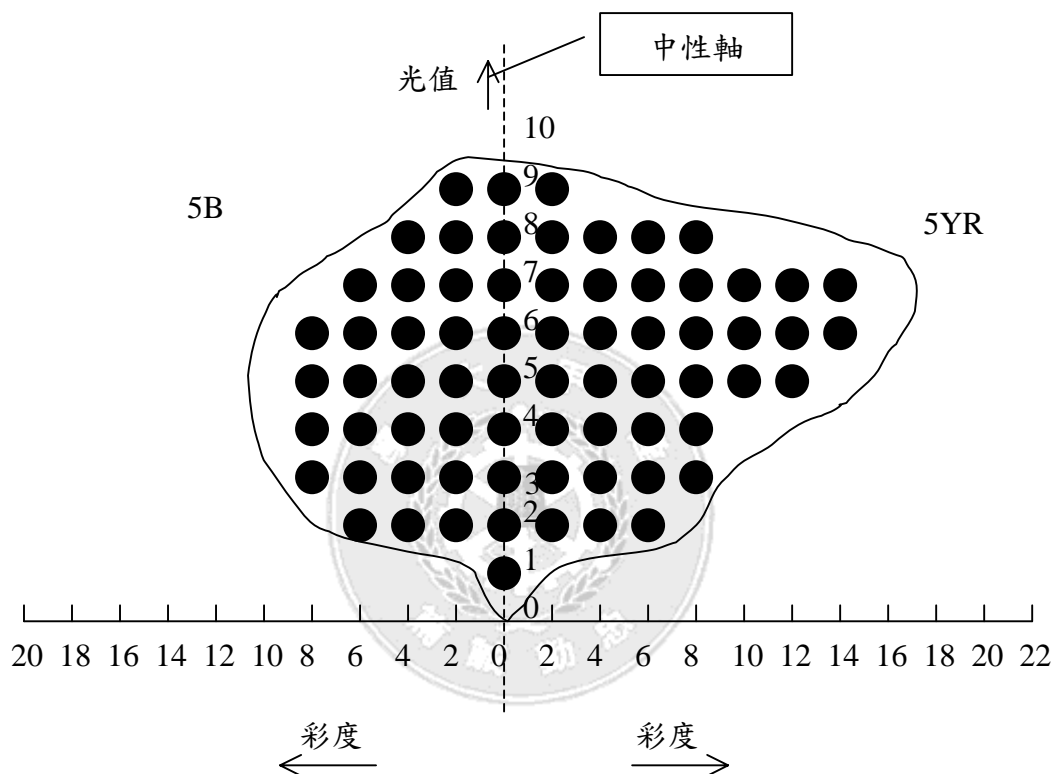


圖 2.7 曼色爾色立體

2.7 圖像品質的定義

一張數位圖像經過『疊紋圖像技術』之圖像處理處理後，再和原始數位圖像做比較，兩張圖像會有所差異，其差異程度的大小，光用言語形容給人的感覺也許較不明確。所以，以訊雜比(Noise -To -Signal Ratio, SNR)或圖像信號雜訊比(Peak Signal To Noise Ratios, PSNR)做為圖像失真量測的工具。

1. 訊雜比

信號訊雜比的計算公式如(2.1)式：

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \beta_{ij}^2}{\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (\alpha_{ij} - \beta_{ij})^2} \quad \text{db} \quad (2.1)$$

在(2.1)式中 α_{ij} 表示原始數位圖像之(i, j)位置上的像素值， β_{ij} 表示經處理後的數位圖像之(i, j)位置上的像素值。

2. 圖像信號雜訊比

圖像信號雜訊比的計算公式如(2.2)式，其中 MSE 的定義如(2.3)式。

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE} \quad \text{db.} \quad (2.2)$$

$$MSE = \left(\frac{1}{m^2}\right) \sum_{i=0}^{m-1} \sum_{j=0}^{m-1} (\alpha_{ij} - \beta_{ij})^2 \quad (2.3)$$

在(2.2)式中的 MSE 為兩張 $m \times m$ 灰階數位圖像的均方差(Mean Square Error, MSE)， α_{ij} 表示原始數位圖像之(i, j)位置上的像素值， β_{ij} 表示經處理後的數位圖像之(i, j)位置上的像素值[21]。

兩張數位圖像經圖像信號雜訊比計算後的結果值越小，則我們就認為這兩張數位圖像越不相似；換言之，即經處理過的數位圖像品質越差。

第三章 研究方法

3.1 方法概念

本研究提供一種數位彩色圖像的處理技術，利用疊紋原理並配合圖像彩度的共通性達到調和，將彩色機密圖像嵌入到具有色彩的載體內，使人類的肉眼不易直接察覺該彩色機密圖像資料的存在，將可進一步地提高其偽裝功能。在圖像資料傳輸的過程中，利用有意義且具有色彩的載體傳輸資料，可以降低攻擊者的注意，保障彩色機密圖像的安全性，解碼時只要將兩張有意義的載體疊合後即可還原出原始的彩色機密圖像，避免解密時必須大量運算的缺點，而只須利用視覺系統，就可以直接解密。

人類接觸的萬事萬物，原本是以三次元空間的方式存在，經過視覺吸收到感應神經的映射圖像，已經變成二次元的平面空間，是由於色彩及明度變化所形成。至於圖像的形態輪廓之變化造成三次元的立體感，是由眼睛分辨不同的明暗與色彩區域的能力，所引申出的陰影[22]。

欲將彩色圖像藏入另一個具有意義但不較引起重視的彩色圖像之中，使人類的感官神經無法直接察覺彩色機密圖像的存在，首先需考慮色彩強與弱，即考慮色彩對人們心中的刺激，所造成的震撼力強度與弱度的關係。

其次，利用色彩配置將色彩的濃度或明度或彩度或色相作平滑的變化，使色調呈現相似順序的展延，靠類似色之間共同點來產生調和作用。其中所謂的類似色即應用同色系調的相似性，同色系調和是一個色彩中，每一個不同的色彩中，均有某一個色相的質素存在，這一羣色彩是該顏色的同色系，每一個顏色均由同一共通顏色與其他顏色混合而得，達到以色相為主的調置。在同一色相中，若色相組合的差距很接近，可依彩度的共通性達到調和的目的，使色調或明度無明顯差距。

最後，重新配置彩色機密圖像的每一點像素比例，構成某一輪廓色彩的分佈，達到隱藏的效果。

3.2 疊紋形式選擇及處理

3.2.1 一張輸入圖像的處理

擷取一張圖像，把一張輸入圖像 A 經過疊紋的處理拆成兩張輸出圖像(輸出圖像 A-1 及輸出圖像 A-2)，兩張輸出圖像個別看來模模糊糊，無法直接察覺到該圖像資料的存在，需把兩張輸出圖像疊合才能得到輸入圖像 A 的資訊，如圖 3.1 所示。

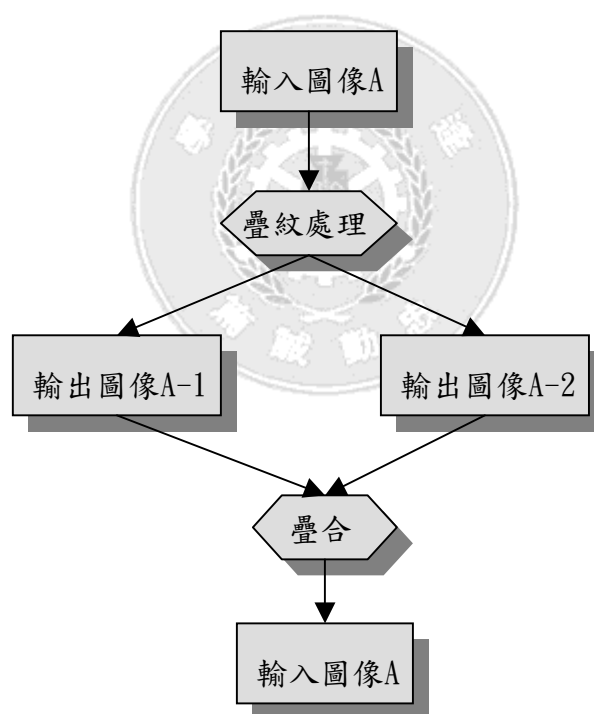


圖 3.1 一張輸入圖像的處理

3.2.2 兩張輸入圖像的處理

擷取兩張圖像，把兩張輸入圖像(輸入圖像 A 及輸入圖像 B)經過疊紋的處理拆

成參張圖像(共同輸出圖像、輸出圖像 A-1 及輸出圖像 B-1)，參張輸出圖像個別看來模模糊糊，無法直接察覺到該圖像資料的存在，需把共同輸出圖像及輸出圖像 A-1 疊合才能得到輸入圖像 A 的資訊；同樣方法，把共同輸出圖像及輸出圖像 B-1 疊合才能得到輸入圖像 B 的資訊，如圖 3.2 所示。

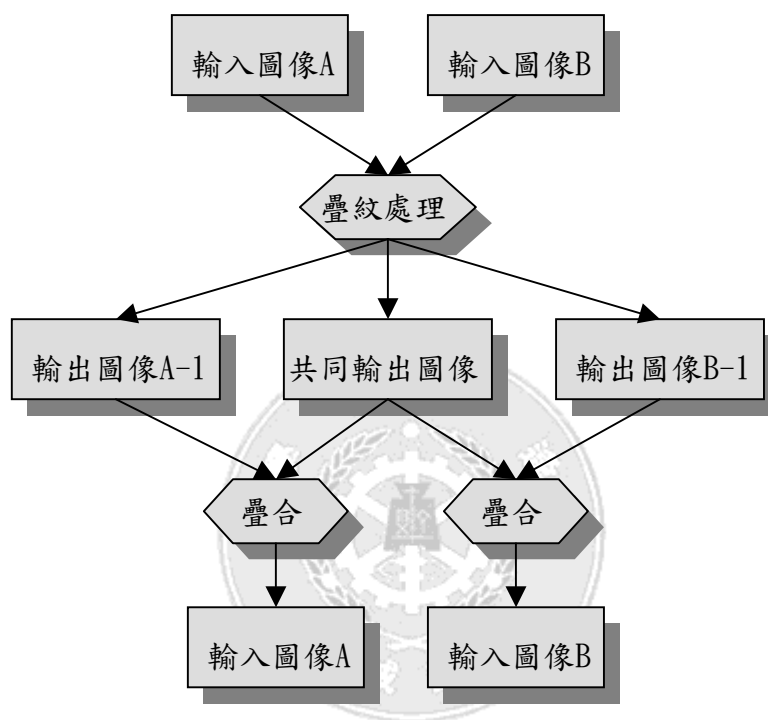


圖 3.2 兩張輸入圖像的處理

3.3 系統架構

在本研究『資訊隱藏與魔術圖案』的硬體需求上，需要以下設備如圖 3.3：

- (1). 個人電腦一台 (CPU：Pentium III 500，記憶體：128MB，顯示卡：S3 savage 3D/M)，用來執行系統
- (2). 疊紋形式選擇及處理裝置
- (3). 雜訊形式選擇及處理裝置
- (4). 定位標記輸入及處理裝置

- (5). 攝影機或 PC CAMERA 擷取圖像
- (6). 圖像處理裝置及一印出裝置
- (7). 圖像處理用軟體：Borland C++ Builder 4.0

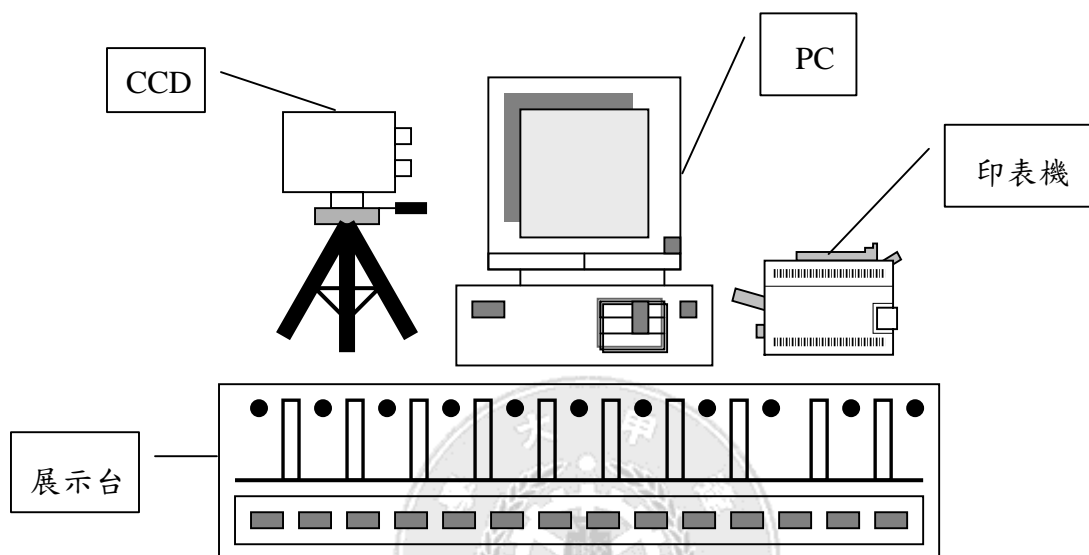


圖 3.3 系統裝置

第四章 彩色模型的轉換

4.1 RGB 彩色模型與 CMYK 彩色模型的轉換關係

研究 RGB 彩色模型與 CMYK 彩色模型之間的關係對兩種彩色模型進行分色，把具有紅、藍、綠的彩色圖像分解成青、洋紅與黃色、黑四種顏色的灰度圖，而 CMYK 彩色模型較能符合印刷品呈現的顏色，其影響印刷品質的關鍵為兩種彩色模型色彩的空間轉換[23]。

RGB 彩色模型的色域範圍比 CMYK 彩色模型的色域範圍要大，RGB 顏色空間的有些顏色組合無法用 CMYK 彩色空間的顏色來表示，在進行轉換時有些 RGB 彩色模型的無法完全以 CMYK 彩色模型表示，只有盡可能轉換為相近的 CMYK 顏色。

本研究根據 Photoshop 圖像處理軟體彩色空間中 SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型關係建立 RGB-CMYK 色彩模型轉換參照表如附錄表 A，以查表運算方式(Gain Margin)建立 RGB 與 CMYK 互相轉換的機制。

4.2 RGB 彩色模型轉 CMYK 彩色模型

本研究中 RGB 彩色模型轉 CMYK 彩色模型的方法：

1. 假設像素之色彩結構之數值為(R,G, B)
2. 由 RGB-CMYK 色彩轉換參照表，查詢上界(R_{up} , G_{up} , B_{up})及下界(R_{down} , G_{down} , B_{down})，其中：
上界(R_{up} , G_{up} , B_{up})大於(R, G, B)中最小之值
下界(R_{down} , G_{down} , B_{down})小於 (R, G, B)中最大之值
3. 由參照表中得知：

上界(R_{up}, G_{up}, B_{up})對應之 CMYK 色彩為($C_{up}, M_{up}, Y_{up}, K_{up}$)

下界($R_{down}, G_{down}, B_{down}$)對應之 CMYK 色彩為($C_{down}, M_{down}, Y_{down}, K_{down}$)

4.運用內插法求出對應之(C, M, Y, K)

$$C = C_{down} + (C_{up} - C_{down}) \times \frac{R - R_{down}}{R_{up} - R_{down}} \quad (4.1)$$

$$M = M_{down} + (M_{up} - M_{down}) \times \frac{G - G_{down}}{G_{up} - G_{down}} \quad (4.2)$$

$$Y = Y_{down} + (Y_{up} - Y_{down}) \times \frac{B - B_{down}}{B_{up} - B_{down}} \quad (4.3)$$

$$K = K_{down} + (K_{up} - K_{down}) \times \frac{R + G + B - R_{down} - G_{down} - B_{down}}{R_{up} + B_{up} + G_{up} - R_{down} - G_{down} - B_{down}} \quad (4.4)$$

4.3 CMYK 彩色模型轉 RGB 彩色模型

本研究中 CMYK 彩色模型轉 RGB 彩色模型的方法：

1.假設像素之色彩結構之數值為(C, M, Y, K)

2.由 RGB-CMYK 色彩轉換參照表，查詢上界($C_{up}, M_{up}, Y_{up}, K_{up}$)及下界

($C_{down}, M_{down}, Y_{down}, K_{down}$)，其中：

上界($C_{up}, M_{up}, Y_{up}, K_{up}$)大於(C, M, Y, K)中最小之值

下界($C_{down}, M_{down}, Y_{down}, K_{down}$)於小(C, M, Y, K)中最大之值

3.由參照表中得知：

上界($C_{up}, M_{up}, Y_{up}, K_{up}$)對應之 RGB 色彩為(R_{up}, G_{up}, B_{up})

下界($C_{down}, M_{down}, Y_{down}, K_{down}$)對應之 RGB 色彩為 ($R_{down}, G_{down}, B_{down}$)

4.運用內插法求出對應之(R, G, B)

$$R = R_{down} + (R_{up} - R_{down}) \times \frac{C + K - C_{down} - K_{down}}{C_{up} + K_{up} - C_{down} - K_{down}} \quad (4.5)$$

$$G = G_{down} + (G_{up} - G_{down}) \times \frac{M + K - M_{down} - K_{down}}{M_{up} + K_{up} - M_{down} - K_{down}} \quad (4.6)$$

$$B = B_{down} + (B_{up} - B_{down}) \times \frac{Y + K - Y_{down} - K_{down}}{Y_{up} + K_{up} - Y_{down} - K_{down}} \quad (4.7)$$

第五章 疊紋圖像技術

5.1 疊紋圖像技術動作原理與順序

彩色圖像的資訊隱藏主要是將彩色機密圖像藏入另一個具有意義但不較引起重視的彩色圖像之中，其中運用疊紋理論、曼色爾顏色系統及像素擴張法……等方法。首先，根據曼色爾的方法找出色調分布較相近的彩色機密圖像與偽裝圖像，選擇不同型式的遮罩或雜訊，再出色調相似彩色圖像作為偽裝圖像，透過電腦的運算，將彩色機密圖像分別藏入兩張不具意義的彩色偽裝圖像之中[24,25, 26]。

假設圖像之信號如下：

$$S = \{s(i,j) | 0 \leq i < N, 0 \leq j < N\}, s(i,j) \in \{0 \sim 255\}, \quad (5.1)$$

$$N_r = \{n(i,j) | 0 \leq i < M, 0 \leq j < M\}, n(i,j) \in \{0 \sim 255\}, r=0,1,2,3,\dots \quad (5.2)$$

$$H = \{h(i,j) | 0 \leq i < K, 0 \leq j < K\}, h(i,j) \in \{0 \sim 255\}, \quad (5.3)$$

$$A = \{a(i,j) | 0 \leq i < O, 0 \leq j < O\}, a(i,j) \in \{0 \sim 255\}, \quad (5.4)$$

$$B = \{b(i,j) | 0 \leq i < P, 0 \leq j < P\}, b(i,j) \in \{0 \sim 255\}, \quad (5.5)$$

其中 S 代表原始圖像， N_r 代表雜訊圖像，H 代表遮罩圖像，i 代表圖像的列，j 代表圖像的行；原始圖像的大小為 $N \times N$ ，雜訊圖像的大小為 $M \times M$ ，遮罩圖像的大小為 $K \times K$ ，兩張互補的疊紋圖像為 A、B，其圖像的大小分別為 $O \times O$ 、 $P \times P$ ，本技術採用 RGB 彩色模型時，每一像素值的範圍為 0~255；採用 CMYK 彩色模型時，每一像素值的範圍為 0~100。

5.1.1 遮罩或雜訊形式選擇及處理

本研究疊紋圖像處理的遮罩或雜訊形式選擇裝置有許多種型式，如黑白圖像的遮罩、灰階圖像的遮罩、弦波雜訊、粒狀、常態分佈雜訊、雲狀、條狀等...

(A) 以黑白或灰階圖像做為遮罩

1. 利用一黑白圖像當遮罩

$$s(i,j) = \begin{cases} h(i,j) = 255 \text{ 時} \\ a(i,j) = s(i,j) \\ b(i,j) = 255 \\ h(i,j) = 0 \text{ 時} \\ a(i,j) = 255 \\ b(i,j) = s(i,j) \end{cases},$$

$h(i,j)$ 為一張黑白圖像, $h(i,j) \in \{0, 255\}$ (5.6)

2. 利用一灰階圖像當遮罩

$$s(i,j) = \begin{cases} h(i,j) \geq \text{Threshold} \text{ 時} \\ a(i,j) = s(i,j) \\ b(i,j) = 255 \\ h(i,j) < \text{Threshold} \text{ 時} \\ a(i,j) = 255 \\ b(i,j) = s(i,j) \end{cases},$$

$h(i,j)$ 為一張灰階圖像, $h(i,j) \in \{0 \sim 255\}$

其中閾值 $\text{Threshold} \in \{0 \sim 255\}$ (5.7)

(B) 以雜訊做為遮罩

$$s(i,j) = a(i,j) + b(i,j), \quad (5.8)$$

$$a(i,j) = \begin{cases} m \times s(i,j) + n(i,j) & \text{Other} \\ k \times s(i,j) & m \times s(i,j) + n(i,j) > s(i,j) \end{cases} \quad (5.9)$$

$$b(i,j) = \begin{cases} (1-m) \times s(i,j) - n(i,j) & \text{Other} \\ (1-k) \times s(i,j) & (1-m) \times s(i,j) - n(i,j) < s(i,j) \end{cases} \quad (5.10)$$

其中 m, k 為一常數 $m, k \in \{0, 1\}$

1. 弦波雜訊：

以 Sin 或 Cos 弦波產生雜訊，點的變化週期(Period)及振幅(Amplitude)決定弦波產生雜訊形式，可分水平或垂直變化的弦波。

2. 均勻分佈雜訊：

均勻分佈範圍為 Q 的雜訊如圖 5.1，其標準偏差(Std-Dev)：

$$\text{Std-Dev} = \sqrt{\frac{Q^2}{12}} \quad (5.11)$$

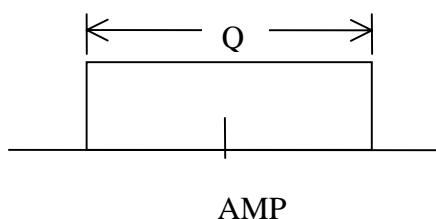


圖 5.1 均勻雜訊

其中 AMP 產生雜訊的平均值。

3. 常態分佈雜訊

當一個區域內含 n 個像素，像素的灰階值 g_i ， $i=1,2,3,\dots,n$ ，其常態分佈如下：

$$p(g_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(g_i - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (5.12)$$

$$\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g_i \quad (5.13)$$

$$e = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (g_i - \mu)^2 \quad (5.14)$$

μ 表示 n 個像素灰階數位圖像的平均值(mean)

e 表示 n 個像素灰階數位圖像距離平均值的離均差

利用無限多個不相關雜訊相加的結果，取 10 個均勻分佈雜訊相加產生在常態分佈雜訊[27]。

5.1.2 應用像素擴張法產生疊紋圖像

利用像素擴張法將彩色機密圖像放大使圖像更混亂，增加其雜訊使兩張偽裝彩

色圖像更能混淆彩色機密圖像，達到隱藏彩色機密圖像的目的[28,29]如圖 5.2。

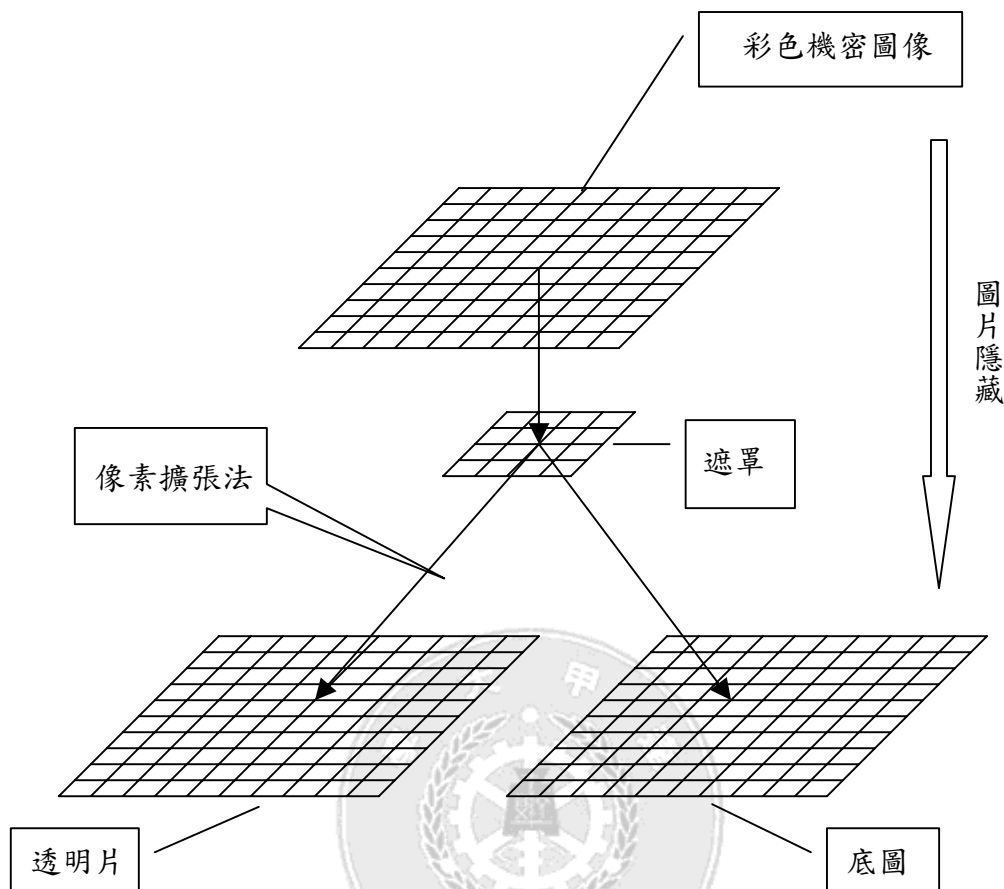


圖 5.2 像素擴張法

所謂像素擴張法是把數位圖像資料的二維陣列之每一個像素擴展成 2x2 維陣列、3x3 維陣列、...、P×P 維陣列的像素如圖 5.3。

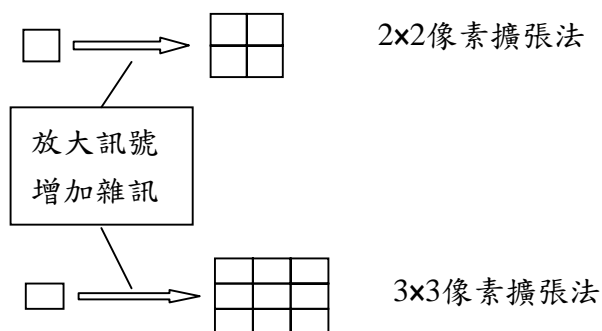


圖 5.3 像素擴張法示意圖

運用像素擴張法將輸入圖像的每一個像素 $s(i,j)$ 分解成兩張輸出圖像 A、B 其彩色圖像的每一個像素的信號組合如表 5.1。

表 5.1 像素擴張法應用於彩色圖像的組合

輸入圖像	輸出圖像 A	輸出圖像 B
$s(i,j)$	$s(i,j)$	白色
	白色	$s(i,j)$
	$a(i,j)$	$b(i,j)$
	$b(i,j)$	$a(i,j)$

應用「像素擴張法」將彩色機密圖像嵌入到具有色彩的載體內，針對圖像信號的處理如下：

1. 2×2 像素擴張法產生疊紋圖像

$$s(i,j) = a(i,j) + b(i,j) \tag{5.15}$$

$$a(i,j) = \begin{cases} m \times s(2i+0, 2j+0) + n_1(2i+0, 2j+0) & \text{Other} \\ m \times s(2i+1, 2j+1) + n_2(2i+1, 2j+1) & \text{Other} \\ k \times s(2i+0, 2j+0) & m \times s(2i+0, 2j+0) + n_1(2i+0, 2j+0) > s(2i+0, 2j+0) \\ k \times s(2i+1, 2j+1) & m \times s(2i+1, 2j+1) + n_2(2i+1, 2j+1) > s(2i+1, 2j+1) \end{cases} \tag{5.16}$$

$$b(i,j) = \begin{cases} (1-m) \times s(2i+0, 2j+0) - n_1(2i+0, 2j+0) & \text{Other} \\ (1-m) \times s(2i+1, 2j+1) - n_2(2i+1, 2j+1) & \text{Other} \\ (1-k) \times s(2i+0, 2j+0) & (1-m) \times s(2i+0, 2j+0) - n_1(2i+0, 2j+0) < s(2i+0, 2j+0) \\ (1-k) \times s(2i+1, 2j+1) & (1-m) \times s(2i+1, 2j+1) - n_2(2i+1, 2j+1) < s(2i+1, 2j+1) \end{cases} \tag{5.17}$$

其中 m 、 k 為一常數 $m, k \in \{0, 1\}$ ，

$n_1(2i+0, 2j+0)$ 、 $n_2(2i+1, 2j+1)$ 為雜訊圖像

2. 3x3 像素擴張法產生疊紋圖像

$$s(i,j) = a(i,j) + b(i,j) \quad (5.18)$$

$$a(i,j) = \begin{cases} m \times s(3i+0,3j+0) + n_1(3i+0,3j+0) & \text{other} \\ m \times s(3i+1,3j+1) + n_2(3i+1,3j+1) & \text{other} \\ m \times s(3i+2,3j+2) + n_3(3i+2,3j+2) & \text{other} \\ k \times s(3i+0,3j+0) & m \times s(3i+0,3j+0) + n_1(3i+0,3j+0) > s(3i+0,3j+0) \\ k \times s(3i+1,3j+1) & m \times s(3i+1,3j+1) + n_2(3i+1,3j+1) > s(3i+1,3j+1) \\ k \times s(3i+2,3j+2) & m \times s(3i+2,3j+2) + n_3(3i+2,3j+2) > s(3i+2,3j+2) \end{cases} \quad (5.19)$$

$$b(i,j) = \begin{cases} (1-k) \times s(3i+0,3j+0) - n_1(3i+0,3j+0) & \text{other} \\ (1-k) \times s(3i+1,3j+1) - n_2(3i+1,3j+1) & \text{other} \\ (1-k) \times s(3i+2,3j+2) - n_3(3i+2,3j+2) & \text{other} \\ (1-k) \times s(3i+0,3j+0) & (1-k) \times s(3i+0,3j+0) - n_1(3i+0,3j+0) < s(3i+0,3j+0) \\ (1-k) \times s(3i+1,3j+1) & (1-k) \times s(3i+1,3j+1) - n_2(3i+1,3j+1) < s(3i+1,3j+1) \\ (1-k) \times s(3i+2,3j+2) & (1-k) \times s(3i+2,3j+2) - n_3(3i+2,3j+2) < s(3i+2,3j+2) \end{cases} \quad (5.20)$$

其中 m 、 k 為一常數 $m, k \in \{0, 1\}$ ，

$n_1(3i+0,3j+0)$ 、 $n_2(3i+1,3j+1)$ 、 $n_3(3i+2,3j+2)$ 為雜訊圖像

3. $p \times p$ 像素擴張法產生疊紋圖像

$$s(i,j) = a(i,j) + b(i,j) \quad (5.21)$$

$$a(i,j) = \begin{cases} m \times s(pi+0,pj+0) + n_1(pi+0,pj+0) & \text{other} \\ m \times s(pi+1,pj+1) + n_2(pi+1,pj+1) & \text{other} \\ \vdots & \vdots \\ m \times s(pi+p-1,pj+p-1) + n_{p-1}(pi+p-1,pj+p-1) & \text{other} \\ k \times s(pi+0,pj+0) & m \times s(pi+0,pj+0) + n_1(pi+0,pj+0) > s(pi+0,pj+0) \\ k \times s(pi+1,pj+1) & m \times s(pi+1,pj+1) + n_2(pi+1,pj+1) > s(pi+1,pj+1) \\ \vdots & \vdots \\ k \times s(pi+p-1,pj+p-1) & m \times s(pi+p-1,pj+p-1) + n_{p-1}(pi+p-1,pj+p-1) > s(pi+p-1,pj+p-1) \end{cases} \quad (5.22)$$

$b(i,j)=$

$$\left\{ \begin{array}{ll}
 (1-m) \times s(p_i+0, p_j+0) - n_2(p_i+0, p_j+0) & \text{other} \\
 (1-m) \times s(p_i+1, p_j+1) - n_2(p_i+1, p_j+1) & \text{othe} \\
 \vdots & \vdots \\
 (1-m) \times s(p_i+p-1, p_j+p-1) - n_{p-1}(p_i+p-1, p_j+p-1) & \text{othe} \\
 (1-k) \times s(p_i+0, p_j+0) & (1-m) \times s(p_i+0, p_j+0) + n_1(p_i+0, p_j+0) < s(p_i+0, p_j+0) \\
 (1-k) \times s(p_i+1, p_j+1) & (1-m) \times s(p_i+1, p_j+1) + n_2(p_i+1, p_j+1) < s(p_i+1, p_j+1) \\
 \vdots & \vdots \\
 (1-k) \times s(p_i+1, p_j+1) & (1-m) \times s(p_i+p-1, p_j+p-1) + n_{p-1}(p_i+p-1, p_j+p-1) < s(p_i+1, p_j+1)
 \end{array} \right.$$

(5.23)

其中 $m、k$ 為一常數 $m、k \in \{0, 1\}$ ，

$n_1(p_i+0, p_j+0)、n_2(p_i+1, p_j+1)、\dots、n_{p-1}(p_i+p-1, p_j+p-1)$ 為雜訊圖像



5.2 利用黑白圖像隱藏資訊

5.2.1 編碼

將欲隱藏的機密資訊轉換成一張黑白圖像(Binary Image)，定義兩張偽裝圖像在相同位置的像素均為白色，疊在一起的結果為白色。其中一張偽裝圖像的像素值為黑色時則疊合結果為黑色如表 5.2：

表 5.2 兩張偽裝圖像的像素疊合產生的顏色值

偽裝圖像 1 的色彩	白	白	黑	黑
偽裝圖像 2 的色彩	白	黑	白	黑
疊合圖像的色彩	白	黑	黑	黑






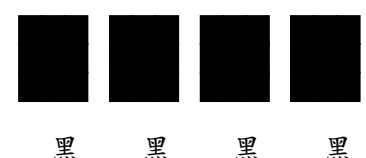
本研究利用 3x3 黑白像素擴張法擴充偽裝圖像顏色值的「白」與「黑」，定義偽裝圖像的九個像素中有五個像素為黑色四個像素為白色時，則該九個像素所呈現出來為白色，若九個像素中有七個像素為黑色兩個像素為白色，則該九個像素所呈現出來為黑色。當相同位置兩張偽裝圖像疊合在一起之後，若九個像素中有七個像素為黑色兩個像素為白色時，則該九個像素所呈現出來為白色，若九個點中全為黑色則該九個點為黑色。換句話說，當原始圖像該點像素為白色，則兩張偽裝圖像中九個對應擴充像素的疊合結果僅能有兩個點為白色，相反地，當原始圖像該點像素為黑色，則表示兩張偽裝圖像中九個對應擴充像素的疊合結果為所有的九個像素須全部為黑色如表 5.3：

表 5.3 3x3 黑白像素擴張法

原始圖像	白	黑
偽裝圖像	5 黑 4 白	7 黑 2 白
疊合圖像	7 黑 2 白	9 黑

本研究運用 3x3 像表擴張法定義當相同位置兩張偽裝圖像疊合在一起之後，若九個像素中有七個像素為黑色兩個像素為白色時，則該九個像素所呈現出來為白色，若九個點中全為黑色則該九個點為黑色實作如表 5.4：

表 5.4 3x3 黑白像素擴張法實作表

原始圖像	白	黑
偽裝圖像1	 白 白 黑 黑	 白 白 黑 黑
偽裝圖像2	 白 黑 白 黑	 白 黑 白 白
疊合圖像	 白 白 白 白	 黑 黑 黑 黑

5.2.2 解碼

經過本技術處理後的黑白載體，希望達到任何人無法從其中一張黑白載體中獲得任何原始圖像的意義，不須大量運算將兩張有意義的黑白載體疊合後，即可還原出原始的黑白機密圖像。

5.3.3 動作順序

本研究可將黑白機密圖像處理成為隱藏圖案之黑白疊紋圖像，其動作順序如下：

輸入：黑白機密圖像

輸出：黑白疊紋圖像

步驟 1：

打開『黑白疊紋圖像技術』之圖像處理功能，輸入黑白機密圖像如圖 5.4。

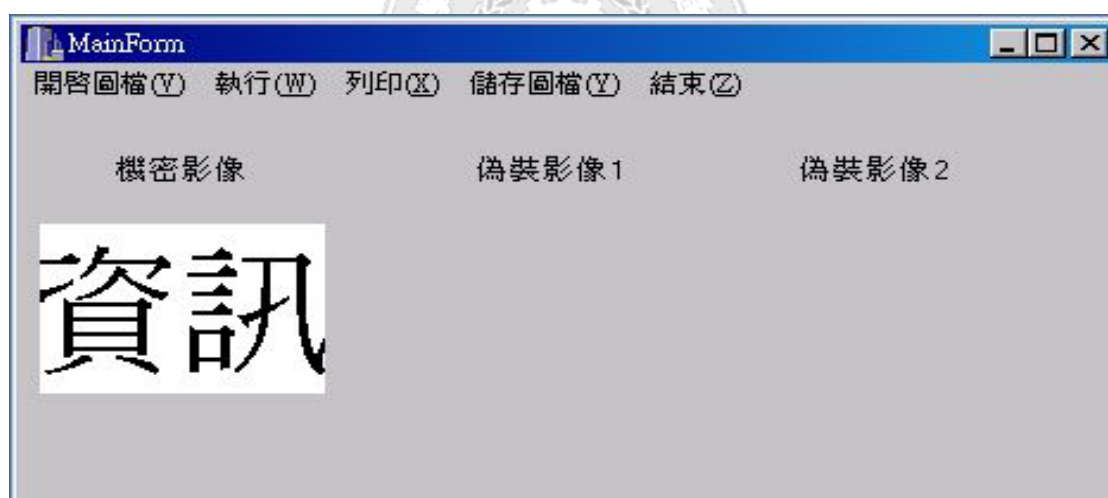


圖 5.4 輸入黑白機密圖像

步驟 2：

輸入黑白偽裝圖像載體或雜訊形式選擇裝置如圖 5.5。

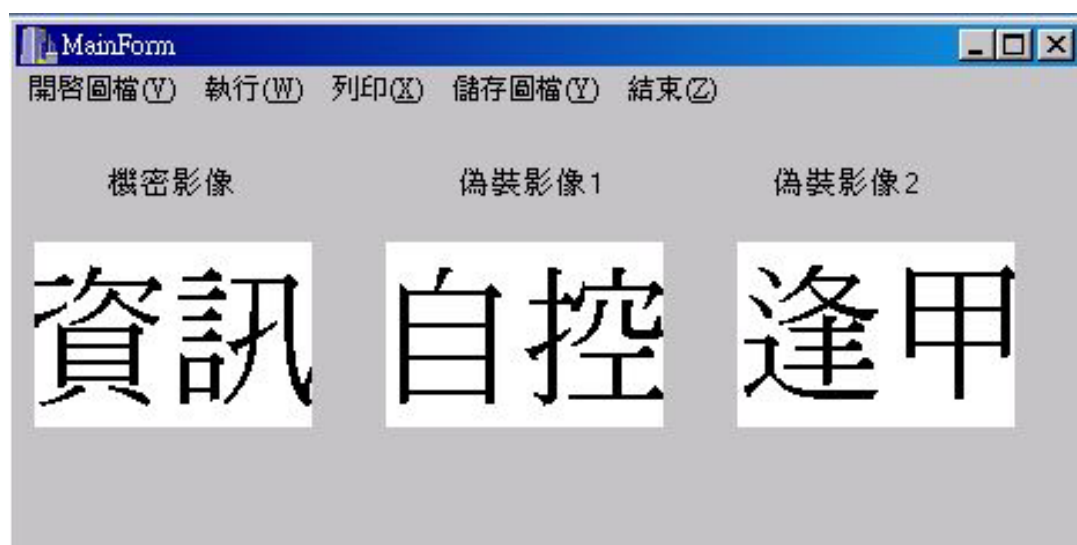


圖 5.5 導入互補的偽裝媒體

步驟 3：

系統進行圖像處理，使用疊紋原理進行編碼。

步驟 4：

將兩張黑白圖像印出，如以白紙印出則需印成透明投影片。

步驟 5：

再將其疊合，即出現使用者之圖像。



5.3 利用單張彩色載體隱藏彩色機密圖像

5.3.1 編碼

本技術將彩色機密圖像藏入另一個具有意義但不較引起重視的彩色圖像之中，運用「Microsoft Internet Explorer 瀏覽器」或「Outlook Express 郵件」傳遞資訊，編碼原則如下：

1.分析彩色機密圖像顏色的 R、G、B 的分佈函數

獲得彩色機密圖像與彩色載體顏色的 R、G、B 的分佈函數，由此分佈圖了解彩色機密圖像的動態分佈範圍如圖 5.5、圖 5.6。

2.依彩色載體色調調置彩色機密圖像

根據曼色爾的表色法分析彩色載體的色調，使偽裝圖像的色調呈現相似順序的展延，嵌入彩色機密圖像於偽裝彩色圖像之中。

3.重新配置彩色機密圖像的每一點像素比例

把彩色機密圖像與彩色載體的像素比例重新分配，將彩色機密圖像嵌入彩色載體，達到隱藏彩色機密圖像的目的。

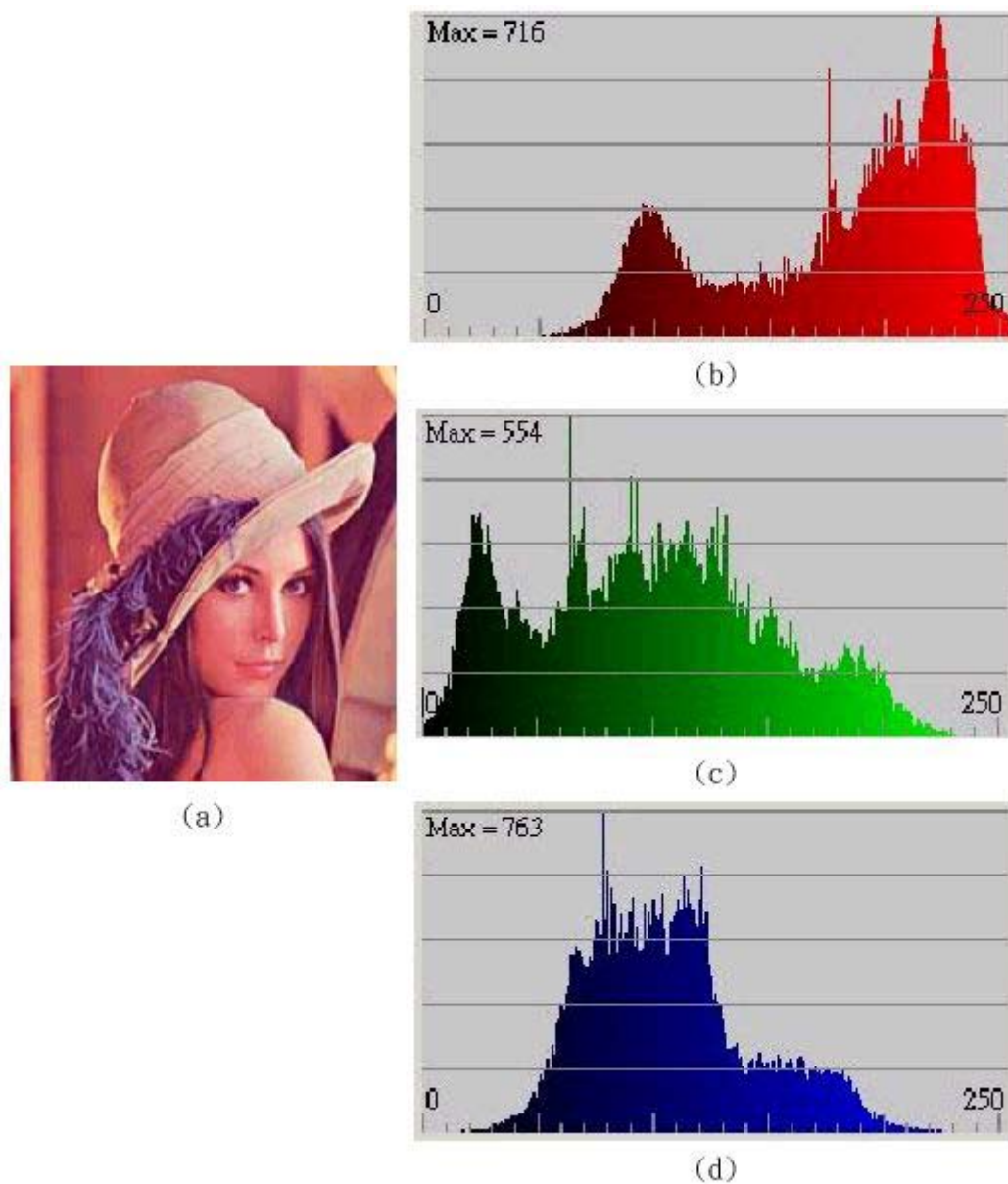


圖 5.5 (a) 彩色機密圖像 Lena (208x222 Pixels)

(b) 彩色機密圖像 Lena 的 R 分佈函數

(c) 彩色機密圖像 Lena 的 G 分佈函數

(d) 彩色機密圖像 Lena 的 B 分佈函數

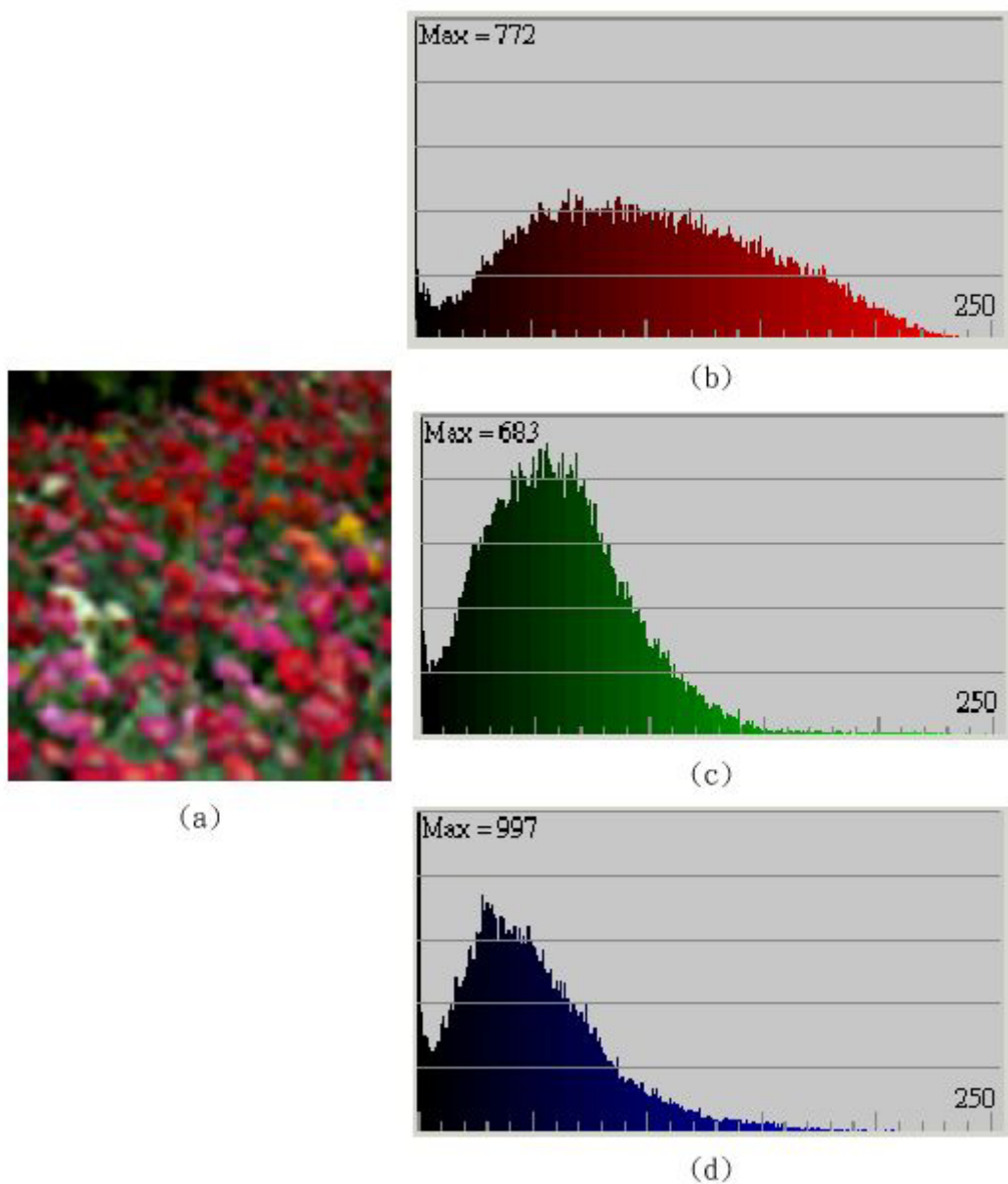


圖 5.6 (a) 彩色載體(208x222 Pixels)

(b) 彩色載體的 R 分佈函數

(c) 彩色載體的 G 分佈函數

(d) 彩色載體的 B 分佈函數

5.3.2 編碼流程圖

『利用單張彩色載體隱藏彩色機密圖像』編碼流程圖如圖 5.7：

5.3.3 解碼

在 Windows 環境設置的標準格式，啟用「Microsoft Internet Explorer 瀏覽器」或「Outlook Express 郵件」作『全選』的動作即可對疊紋圖像解碼，顯示出隱藏彩色機密圖像如圖 5.8。

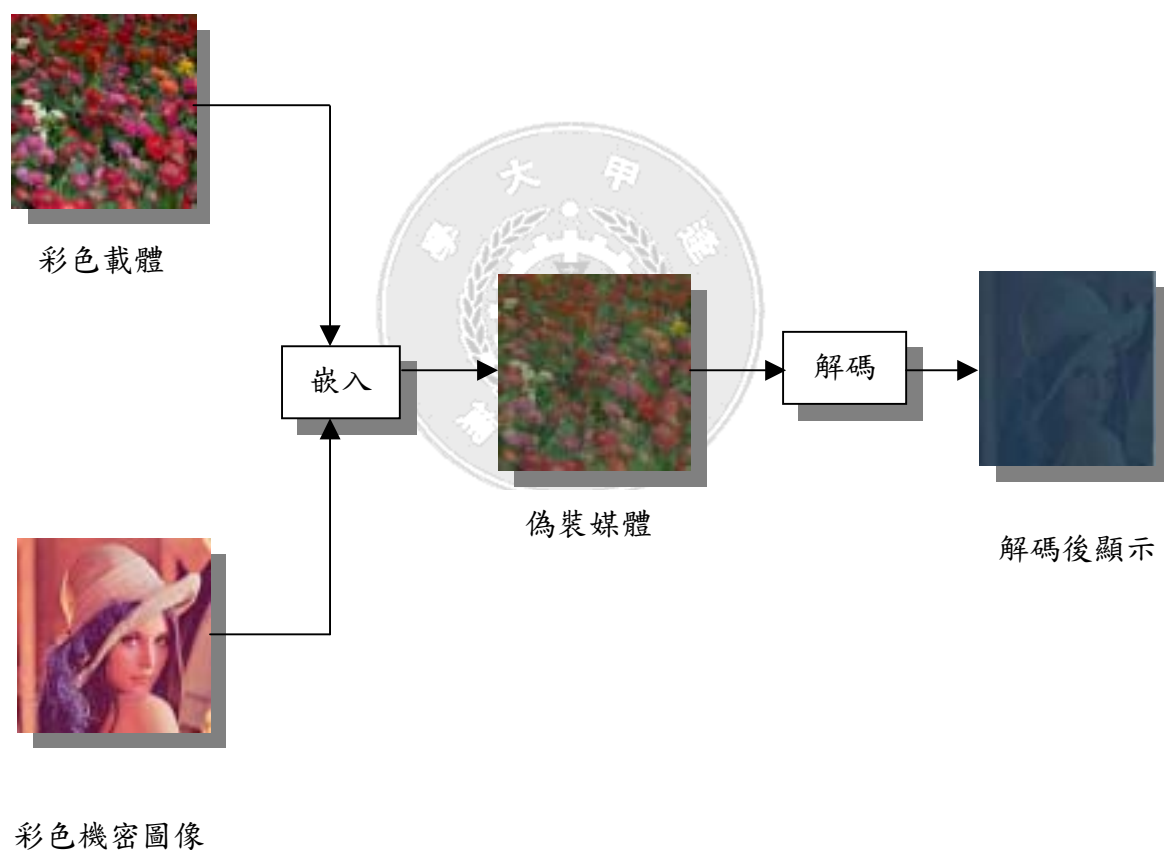


圖 5.8 隱藏彩色機密圖像的方法

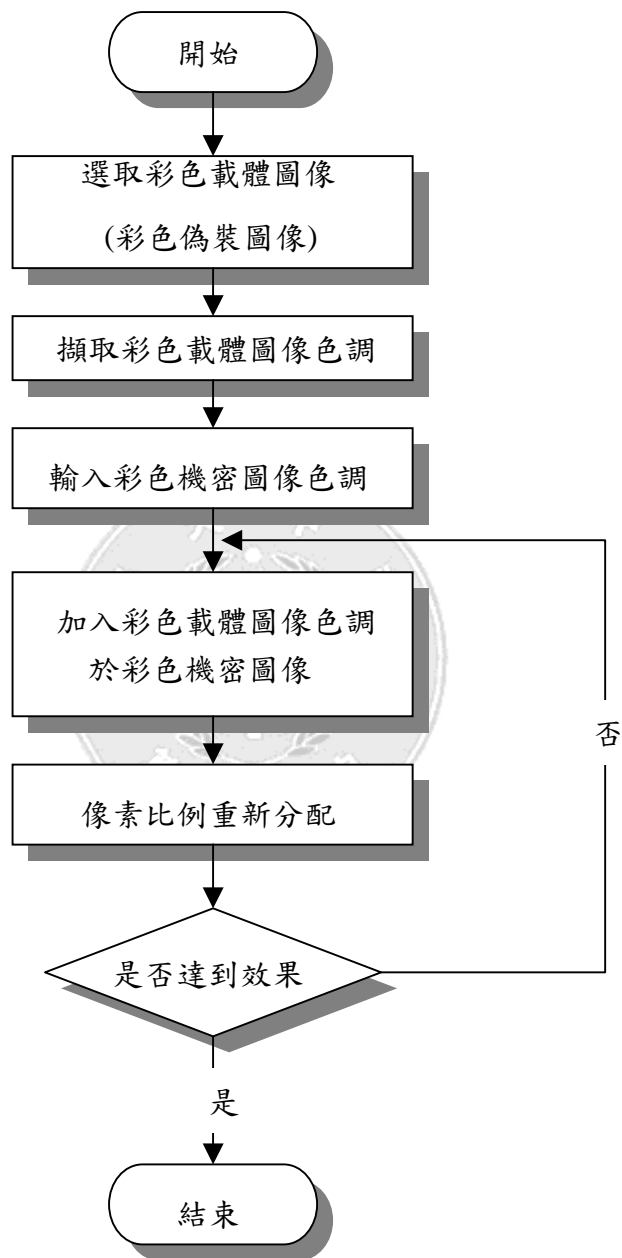


圖 5.7 編碼流程圖

5.3.4 動作順序

輸入：原始彩色機密圖像

輸出：疊紋彩色機密圖像

步驟 1：

打開『利用單張彩色載體隱藏彩色機密圖像』之圖像處理功能，擷取原始圖像，如圖 5.9。



圖 5.9 擷取原始彩色機密圖像

步驟 2：

『利用單張彩色載體隱藏彩色機密圖像』系統運用「疊紋原理」及「色彩物理學」原理進行圖像處理如圖 5.10。



圖 5.10 編碼

步驟 3：

利用雜訊形式選擇裝置，將原始圖像導入互補的雜訊圖像。

步驟 4：

儲存疊紋圖像，運用「Microsoft Internet Explorer 瀏覽器」或「Outlook Express 郵

件」傳遞資訊如圖 5.11。



圖 5.11 Outlook Express 郵件傳遞資訊

步驟 5：

在 Windows 環境設置的標準格式，啟用「Microsoft Internet Explorer 瀏覽器」或「Outlook Express 郵件」作『全選』的動作即可對疊紋圖像解碼，顯示出隱藏彩色機密圖像如圖 5.12。



圖 5.12 解碼

5.4 運用兩張彩色載體隱藏彩色機密圖像

5.4.1 編碼

『運用兩張彩色載體隱藏彩色機密圖像』系統將彩色機密圖像藏入另兩張個別具有意義但不較引起重視的彩色圖像之中，再將其疊合，即出現使用者之圖像，編碼原則如下：

1.分析彩色機密圖像與兩張彩色載體的 R、G、B 的分佈函數

獲得彩色機密圖像與兩張彩色載體顏色的 R、G、B 的分佈函數，由此分佈圖了解彩色機密圖像的動態分佈範圍。

2.利用相近似色調的圖像為遮罩對圖像做隱藏

根據曼色爾的表色法分析兩張彩色載體的色調，使偽裝圖像與兩張彩色載體的色調呈現相似順序的展延。

3.應用像素擴張法產生疊紋圖像

應用像素擴張法把彩色機密圖像與彩色載體的像素比例擴張，將機密圖像嵌入彩色載體，達到隱藏彩色機密圖像的目的。

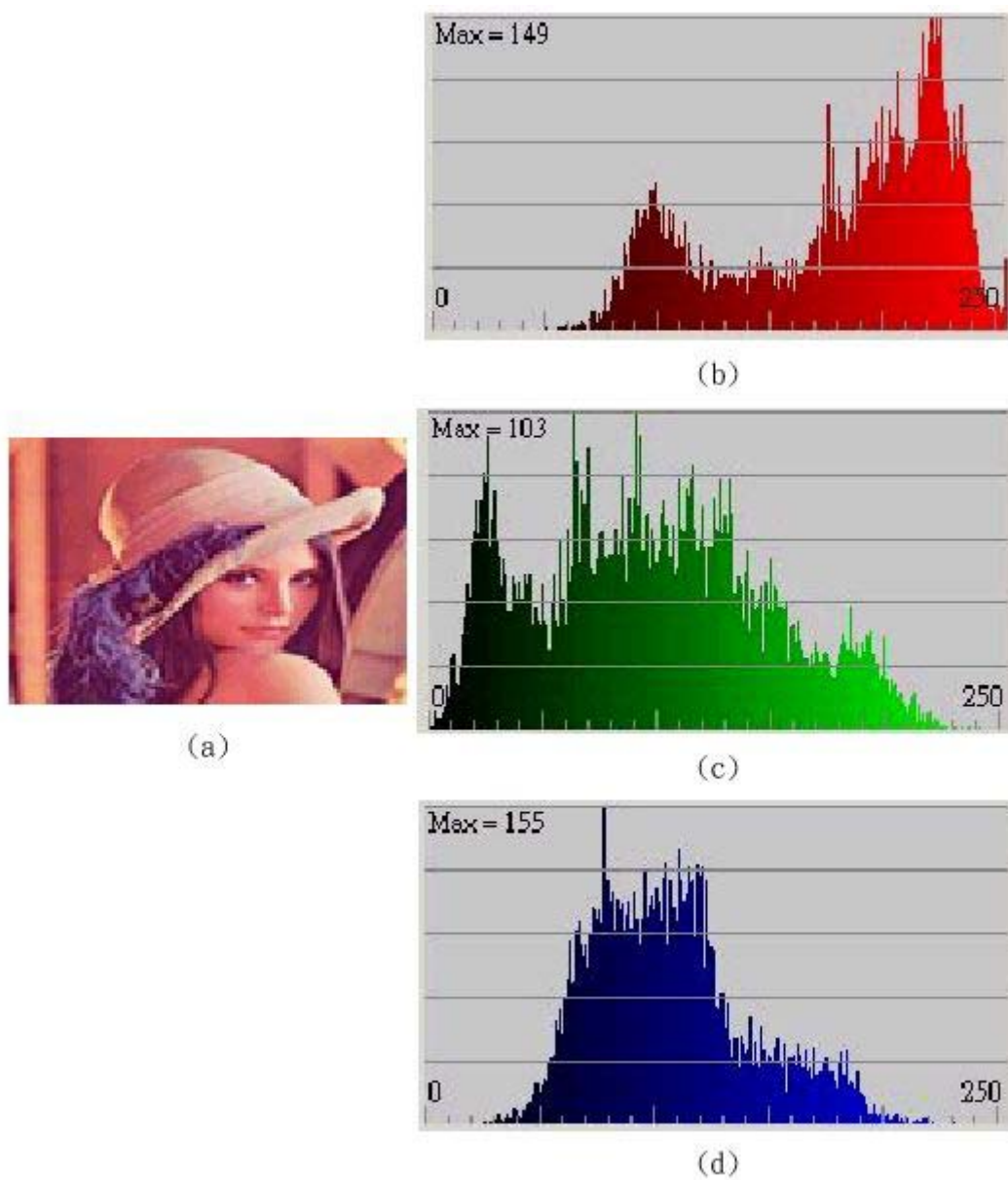


圖 5.13 (a) 彩色機密圖像 Lena (108x80 Pixels)

(b) 彩色機密圖像 Lena 的 R 分佈函數

(c) 彩色機密圖像 Lena 的 G 分佈函數

(d) 彩色機密圖像 Lena 的 B 分佈函數

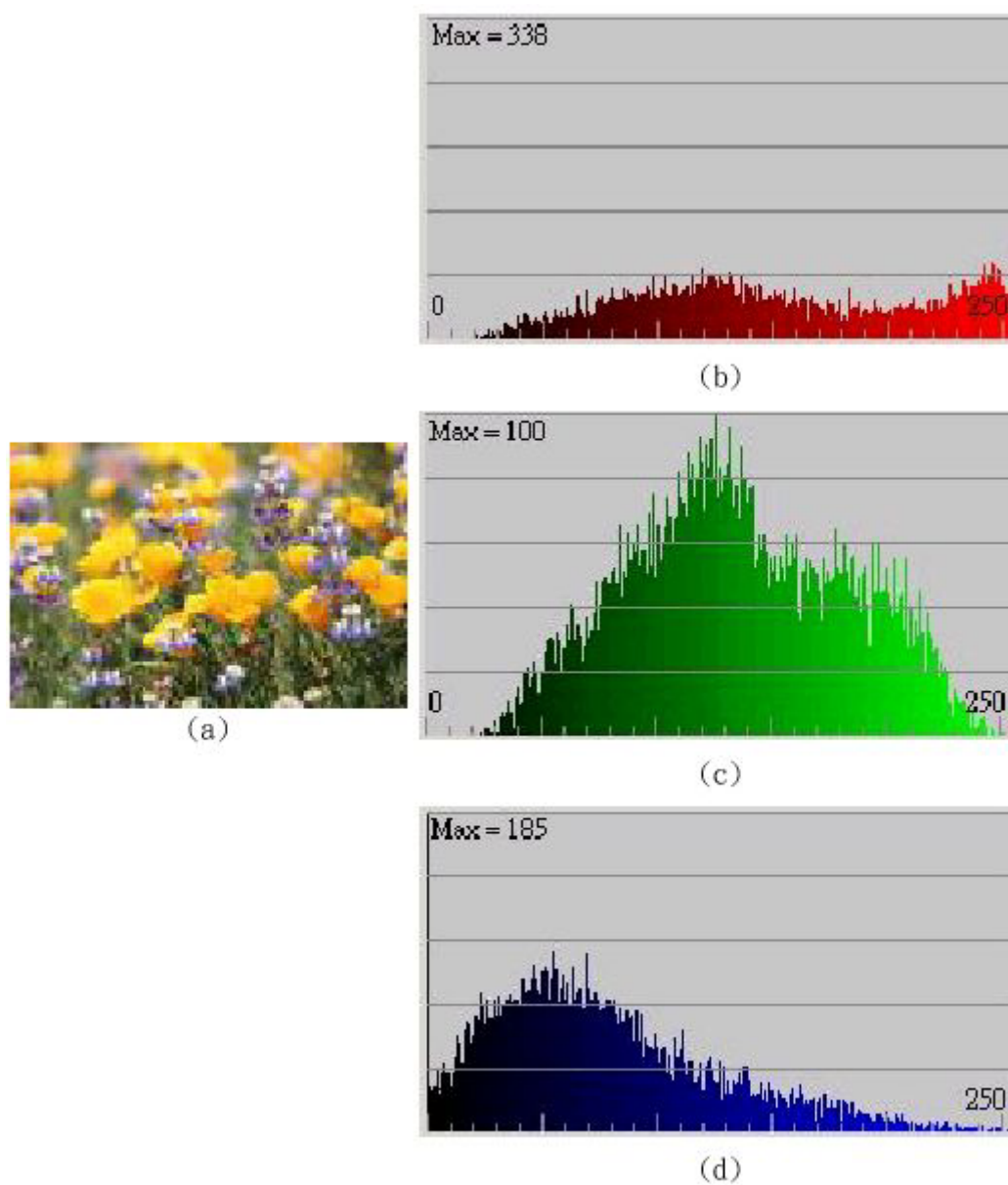


圖 5.14 (a) 彩色載體(108×80 Pixels)

(b) 彩色載體的 R 分佈函數

(c) 彩色載體的 G 分佈函數

(d) 彩色載體的 B 分佈函數

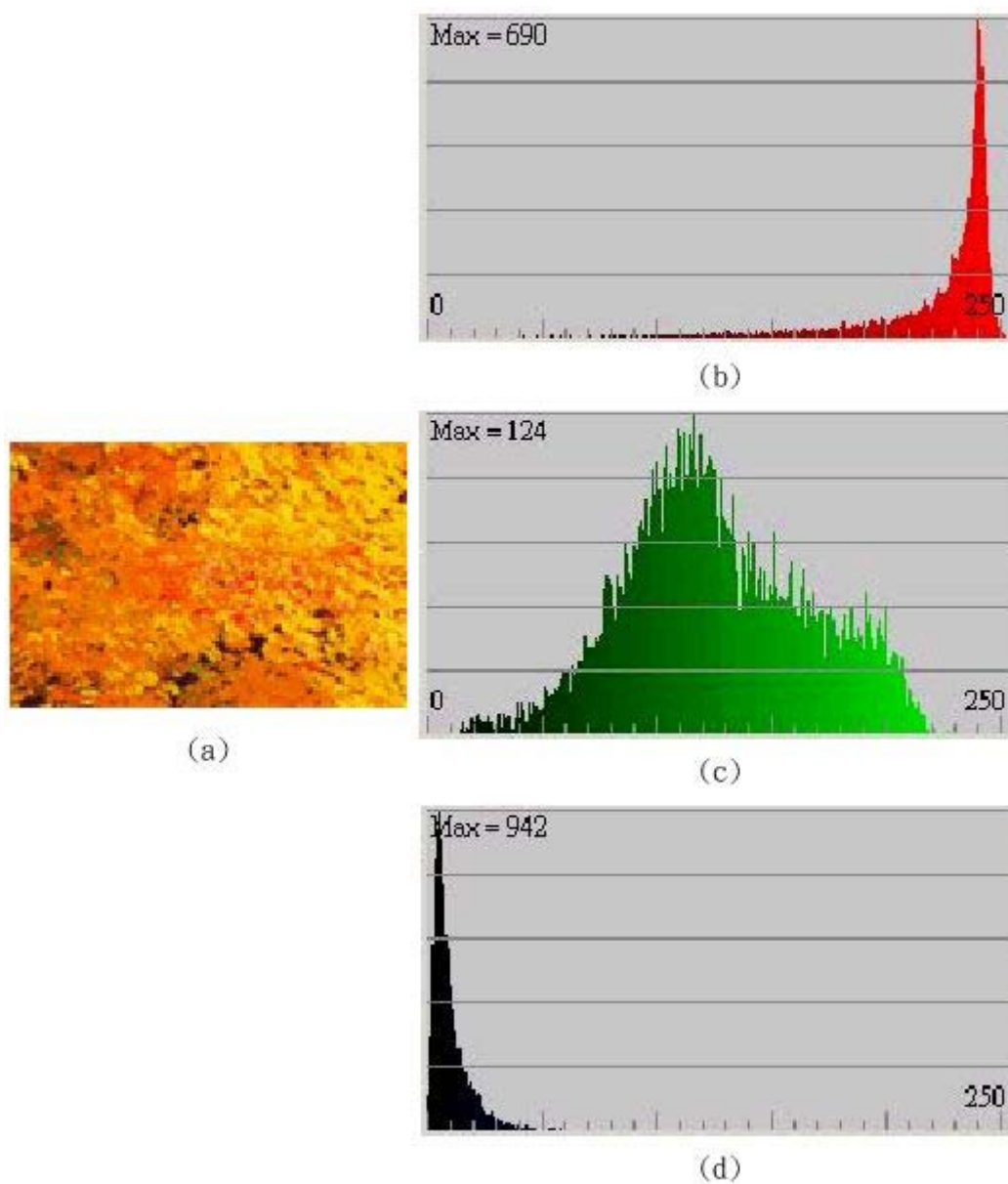


圖 5.15 (a) 彩色載體(108x80 Pixels)

(b) 彩色載體的 R 分佈函數

(c) 彩色載體的 G 分佈函數

(d) 彩色載體的 B 分佈函數

5.4.2 解碼

直接疊合兩張偽裝媒體，即出現偽裝圖像；本文『運用兩張彩色載體隱藏彩色機密圖像』的程序示意如圖 5.16。

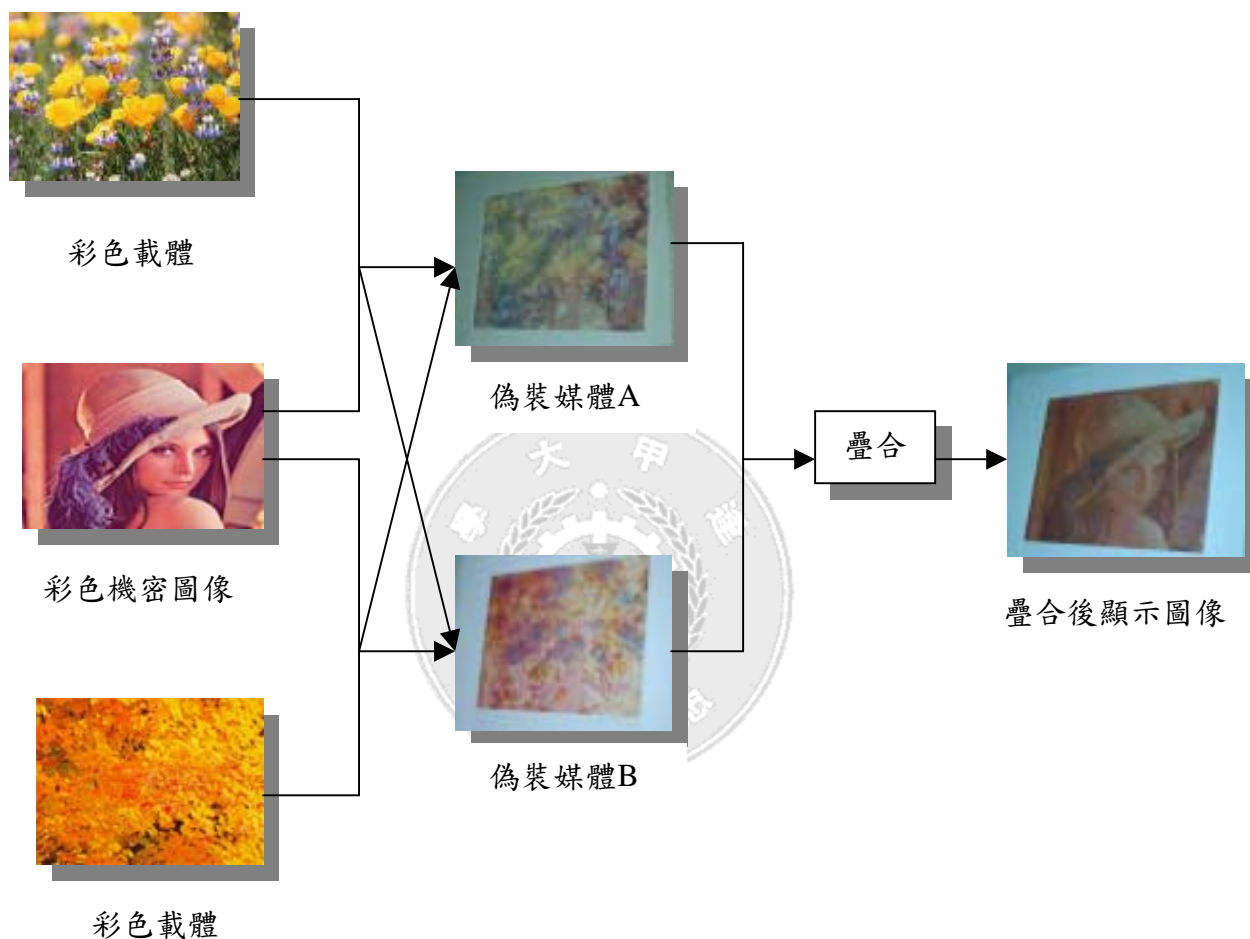


圖 5.16 隱藏彩色機密圖像的程序

5.4.3 動作順序

本研究可將彩色機密圖像處理成為隱藏圖案之疊紋圖像，其動作順序如下：

輸入：原始彩色機密圖像

輸出：疊紋彩色機密圖像

步驟 1：

打開『運用兩張彩色載體隱藏彩色機密圖像』之圖像處理功能，輸入原始原始彩色機密圖像。



圖 5.17 輸入原始彩色機密圖像

步驟 2：

利用彩色載體或雜訊形式選擇裝置，將原始彩色機密圖像導入互補的偽裝媒體。



圖 5.18 導入互補的偽裝媒體

資訊隱藏與魔術圖案

步驟 3：

系統進行圖像處理，使用疊紋原理來編碼。

步驟 4：

採取 CMYK 彩色模型作顏色分張套印，列印相對應之像素合成所需圖像。

步驟 5：

將兩張彩色圖印出，如以白紙印出則需影印成透明投影片。

步驟 6：

再將其疊合，即出現使用者之圖像。



第六章 實驗結果與討論

6.1 RGB 彩色模型與 CMYK 彩色模型的轉換

6.1.1 RGB 彩色模型轉成 CMYK 彩色模型之誤差分佈

本研究以查表運算方式建立 RGB 與 CMYK 互相轉換的機制，RGB 彩色模型轉成 CMYK 彩色模型之誤差分佈如表 6.1：

表 6.1 RGB 彩色模型轉成 CMYK 彩色模型之誤差分佈

序 號	轉換值			系統				PhotoShop 系統				誤差			
	R	G	B	C	M	Y	K	C	M	Y	K	ΔC	ΔM	ΔY	ΔK
1	1	2	3	75	68	66	89	75	68	66	89	0	0	0	0
3	14	18	17	72	65	67	82	75	66	67	82	-3	-1	0	0
3	33	34	96	100	99	30	24	100	99	31	23	0	0	-1	1
4	45	158	9	81	12	100	3	80	12	100	2	1	0	0	1
5	78	132	234	68	48	0	0	69	47	0	0	-1	1	0	0
6	100	255	1	53	0	100	0	53	0	100	0	0	0	0	0
7	147	123	36	39	42	100	15	40	43	100	14	-1	-1	0	1
8	198	178	123	24	26	59	1	24	26	60	1	0	0	-1	0

6.1.2 CMYK 彩色模型轉成 RGB 彩色模型之誤差分佈

本研究以查表運算方式建立 RGB 與 CMYK 互相轉換的機制，CMYK 彩色模型轉成 RGB 彩色模型之誤差分佈如表 6.2：

表 6.2 CMYK 彩色模型轉成 RGB 彩色模型之誤差分佈

序 號	轉換值				系統			PhotoShop 系統			誤差		
	C	M	Y	K	R	G	B	R	G	B	ΔR	ΔG	ΔB
1	1	2	3	4	240	239	232	239	236	232	1	3	0
2	1	54	54	36	169	99	79	168	99	78	1	0	1
3	12	45	12	45	139	97	117	137	97	114	2	0	3
4	12	58	69	78	83	40	19	79	40	18	4	0	1
5	25	78	12	56	104	43	80	104	42	80	0	1	0
6	56	74	25	36	94	61	97	94	62	98	0	-1	-1
7	69	54	56	74	32	41	39	32	41	40	0	0	-1
8	89	99	74	99	8	0	2	8	0	3	0	0	-1
9	100	95	96	89	2	0	1	0	0	0	2	0	1

6.2 目前魔術圖案(magic picture)的研究成果

6.2.1 利用黑白圖像隱藏資訊

應用本技術將黑白機密圖像「資訊」嵌入兩張有意義的黑白圖像的「自控」與「逢甲」載體內如圖 6.1，保障黑白機密圖像安全性。黑白機密圖像分別與偽裝媒體 A 及偽裝媒體 B 的 PSNR 為 2.76 db 及 2.77 db 如圖 6.2。

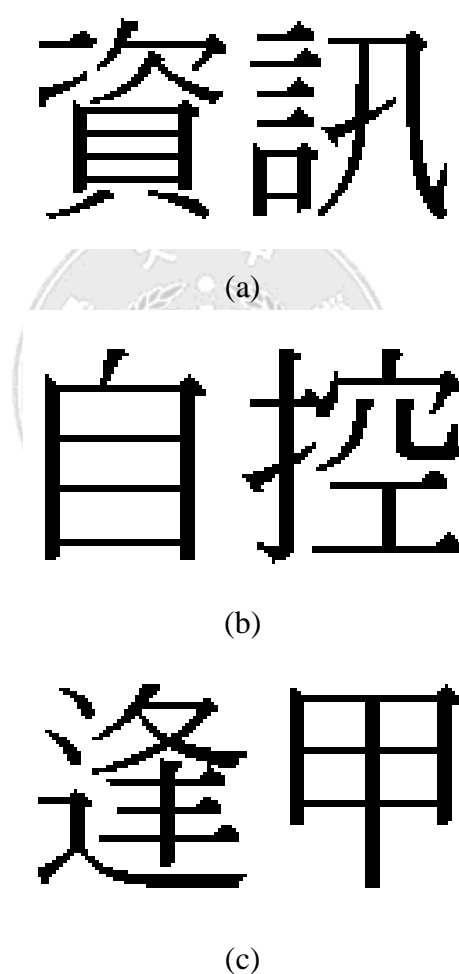
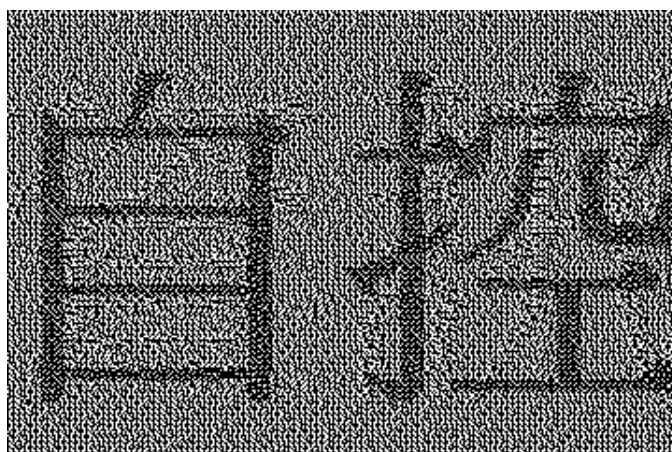


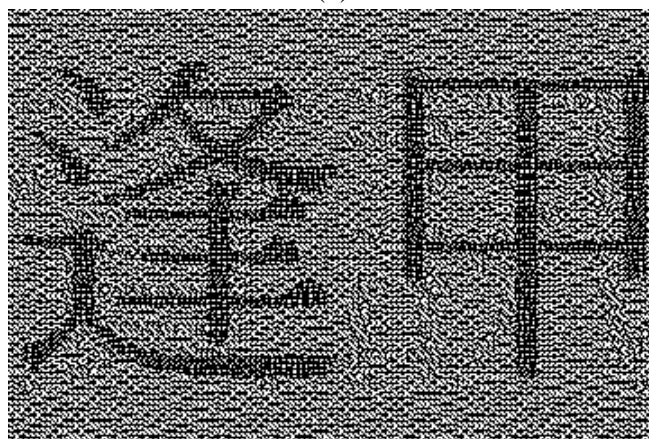
圖 6.1 (a) 黑白機密圖像「資訊」

(b) 黑白載體「自控」

(c) 黑白載體「逢甲」



(a)



(b)



(c)

圖 6.2 (a) 黑白偽裝圖像 A(216×160 Pixels)

(b) 黑白偽裝圖像 B(216×160 Pixels)

(c) 疊合後顯示圖像

6.2.2 黑白遮罩隱藏彩色機密圖像

應用黑白遮罩隱藏彩色機密圖像，保障彩色機密圖像安全性的具體結果，如圖 6.3 所示，其中彩色機密圖像分別與偽裝媒體 A 及偽裝媒體 B 的 PSNR 為 8.86 db 及 7.65 db。

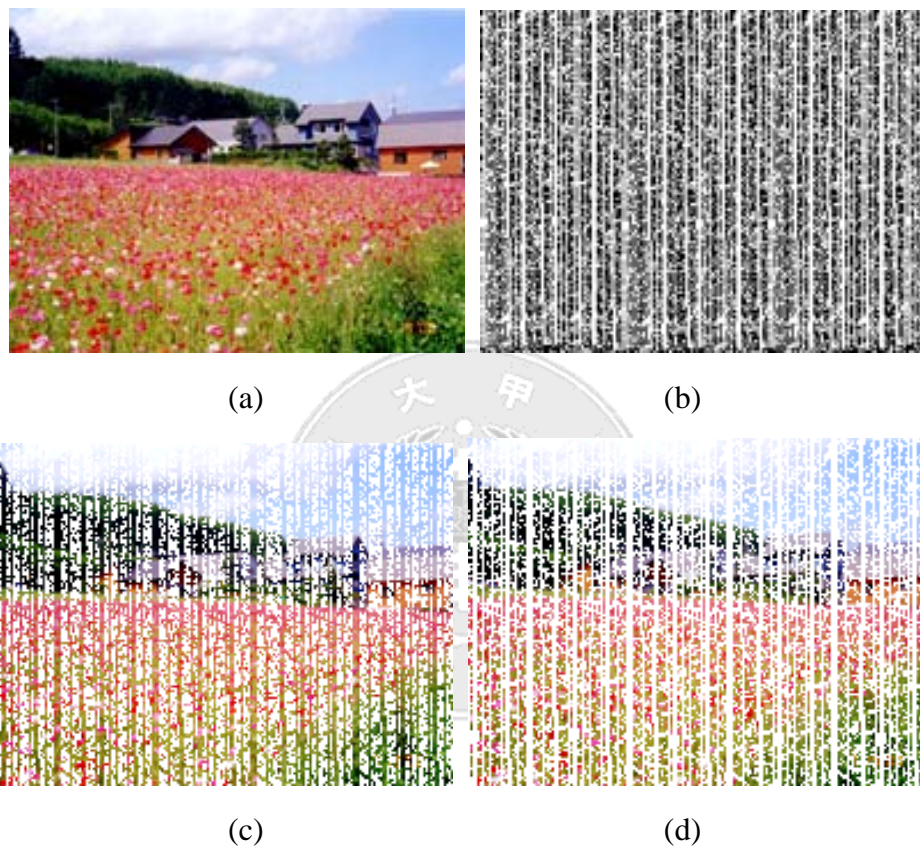


圖 6.3 (a) 彩色機密圖像

(b) 黑白遮罩

(c) 彩色偽裝圖像 A

(d) 彩色偽裝圖像 B

6.2.3 輸入 Sin 雜訊隱藏彩色機密圖像

輸入 Sin 雜訊(Period=3 rad, Amp=200)隱藏彩色機密圖像，保障彩色機密圖像安全性的具體結果，如圖 6.4 所示，其中彩色機密圖像分別與偽裝媒體 A 及偽裝媒體 B 的 PSNR 為 6.30 db 及 12.39db。

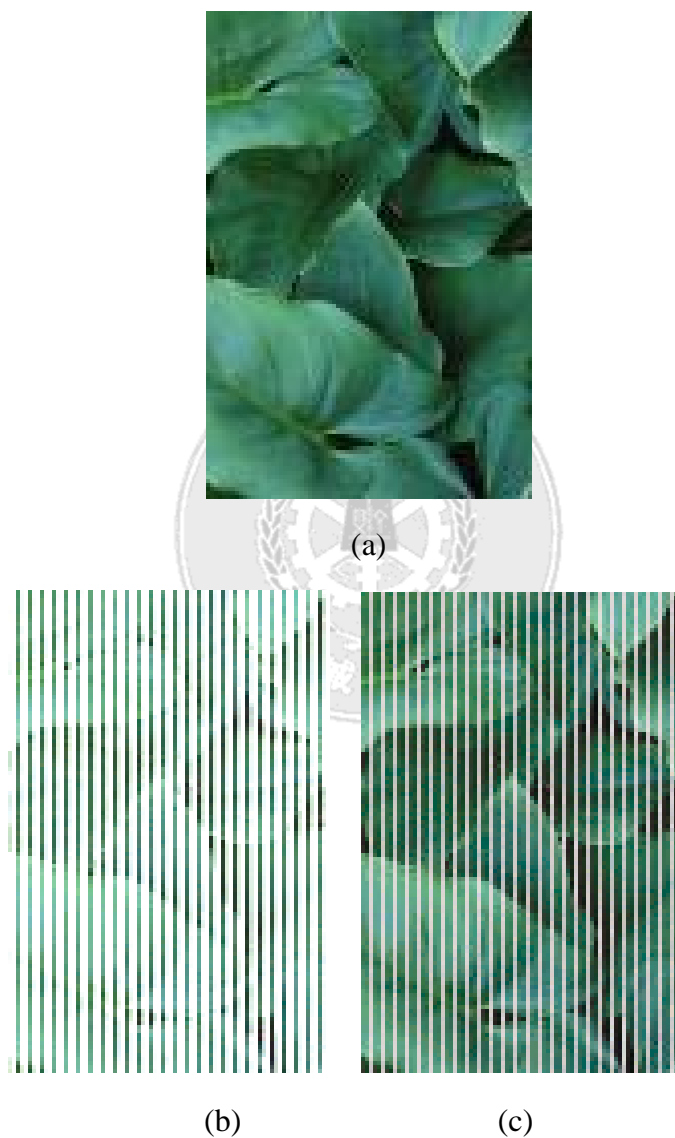


圖 6.4 (a) 彩色機密圖像

(b) 彩色偽裝圖像 A

(c) 彩色偽裝圖像 B

6.2.4 輸入常態分佈雜訊標準偏差隱藏彩色機密圖像

輸入常態分佈雜訊標準偏差 $\text{Std_Dev}=125$ ，平均值為 125 及 2×2 像素擴張法隱藏彩色機密圖像，保障彩色機密圖像安全性的具體結果，如圖 6.5 所示，其中彩色機密圖像分別與偽裝媒體 A 及偽裝媒體 B 的 PSNR 為 8.41db 及 8.41db。

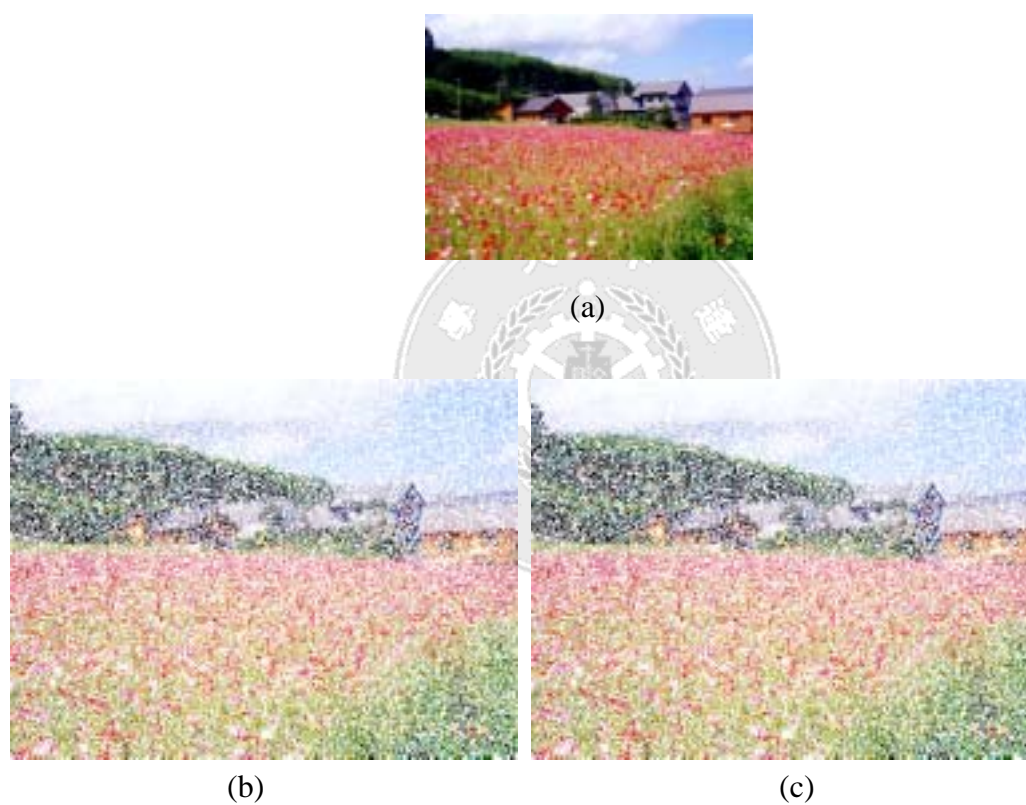


圖 6.5 (a) 彩色機密圖像

(b) 彩色偽裝圖像 A

(c) 彩色偽裝圖像 B

6.2.5 利用單張彩色載體隱藏彩色機密圖像

1. 應用單張彩色載體隱藏彩色機密圖像，保障彩色機密圖像安全性的具體結果如圖

6.6，其中彩色載體與彩色偽裝圖像的 PSNR 為 19.13db。

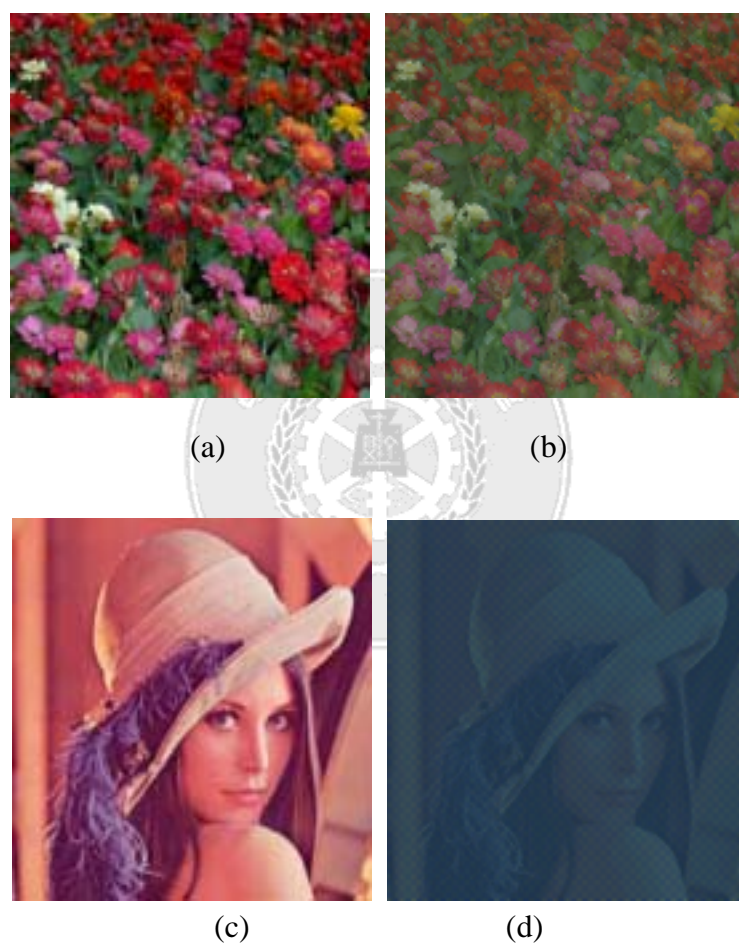


圖 6.6 (a) 彩色載體

(b) 彩色偽裝圖像

(c) 彩色機密圖像

(d) 解碼後顯示圖像

2.選用其它彩色載體嵌入彩色機密圖像，其中彩色載體與彩色偽裝圖像的 PSNR 為 10.35db 如圖 6.7。

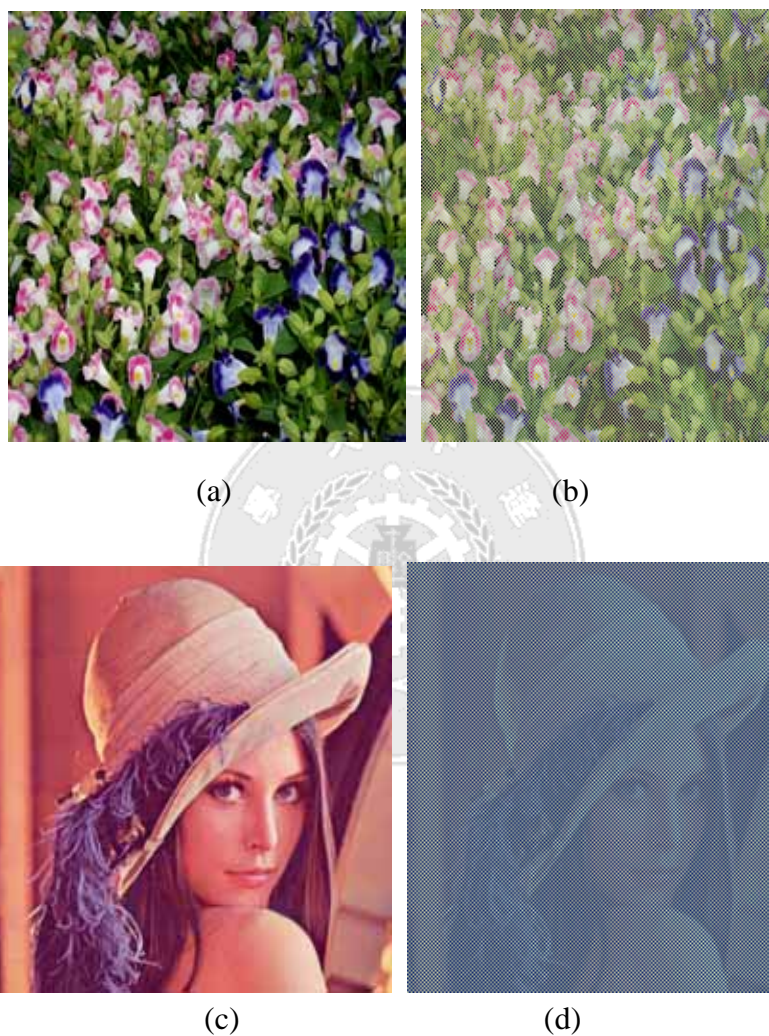


圖 6.7 (a) 彩色載體

(b) 彩色偽裝圖像

(c) 彩色機密圖像

(d) 解碼後顯示圖像

6.2.6 利用兩張彩色載體隱藏彩色機密圖像

1. 應用本技術將彩色機密圖像嵌入彩色載體內，保障彩色機密圖像安全性的具體結果如圖 6.8，其中彩色機密圖像分別與彩色偽裝媒體 A 及彩色偽裝媒體 B 的 PSNR 為 9.58 db 及 10.09 db。



圖 6.8 (a) 彩色偽裝圖像 A(216×160 Pixels)

(b) 彩色偽裝圖像 B(216×160 Pixels)

(c) 彩色機密圖像(108×80 Pixels)

(d) 疊合後顯示圖像(216×160 Pixels)

2. 選用其它彩色載體嵌入彩色機密圖像，彩色機密圖像分別與彩色偽裝媒體 A 及彩色偽裝媒體 B 的 PSNR 為 10.62 db 及 12.07 db 如圖 6.9。



圖 6.9 (a) 彩色偽裝圖像 A(216×160 Pixels)

(b) 彩色偽裝圖像 B(216×160 Pixels)

(c) 彩色機密圖像(108×80 Pixels)

(d) 疊合後顯示圖像(216×160 Pixels)

第七章 結論與未來展望

7.1 結論

在本期研究中開發出一種數位彩色圖像處理技術，利用疊紋的原理並配合彩度的共通性達到調和，將彩色機密圖像嵌入到彩色載體內，使人類的肉眼不易直接察覺到該彩色機密圖像的存在，本技術的優點如下：

1.開發疊紋技術處理圖像軟體創視覺新領域

開發多樣的形式、特別的顏色、形狀、生動活潑的疊紋圖像，從視覺到思維多給些感觀刺激。

2.以疊紋技術處理圖像資料達到資料保密的安全性

以疊紋處理圖像的資料，把資料做適當的偽裝，透過偽裝圖像疊合，可以迅速有效地將隱藏的訊息顯示出來，使用者在傳輸的過程中不必擔心資料遭人窺視，達到資料保密的安全性。

3.將圖像處理技術與科學教育結合

藉由電腦與光電實驗結合(機器視覺與影象處理—疊紋系統)，以多媒體的技術開發聲光色俱佳的奇妙易學的資訊與光電實驗教學，異於傳統上課聽講或閱讀課文的學習方式，只能藉由靜態的文字及圖片憑空想像什麼是光的反射、折射、干涉現象與繞射等等……，在操練的過程中強化學習效果。

4.結合網際網路科技擴展機器視覺與影象處理之科學教育應用的範疇

疊紋有關之理論通常只有少數人僅能在實驗室中觀察及體會，對於一般人而言，仍難以親身經歷，若是能開發出簡易的輔助科學教育器材，提供給學校或科學博物館，則必能嘉會一般莘莘學子及社會大眾。提供一個生活化、趣味化的學習環境，使學習的過程不再是抽象且難以理解[30]。

7.2 未來展望

本文利用疊紋的原理及色彩的平滑及濃度分佈去混淆彩色機密圖像的輪廓，提出一種新的方法把彩色機密圖像嵌入彩色載體內，使偽裝彩色圖像與彩色載體之間有一定程度的相似度。在未來將改進本期研究中許多需改進之處，將強化隱藏彩色機密圖像的隱密性、完整性，符合未來資訊科技的趨勢走向，以提高隱藏彩色機密圖像成為一種非常堅固的加密方式，達到網路傳輸安全。在兼具考量到現有網際網路的安全性及確保隱藏資訊的隱密性、完整性及不可否認性的前題下，透過加密，再結合加密資料隱形，徹底保護彩色機密圖像隱藏的訊息。



參考文獻

- [1] PFITZMANN B, “Information Hiding Terminology”, First Workshop of Information Hiding Proceedings, Cambridge, U.K., pp.347-350, 1996.
- [2] 林宸生、洪三山、林青森、吳昭穎, “電腦輔助教學—奇妙易學的資訊與光電實驗”, 2001 物理教學及示範研討會, pp.87-91, 2001
- [3] C. C. Chang, R. J. Hwang, “Hiding a Picture in Two Pictures”, To Appear in Optical Engineering, 2000.
- [4] 張真誠, 電腦密碼學與資訊安全, 松崗電腦圖書資料股份有限公司, 台北, 民國 78
- [5] I. Pitas, “A Method for Signature Casting on Digital Images”, IEEE Int. On Image Processing, vol.3, pp.215-318, 1996.
- [6] HSU. C. T, WU. JL, “DCT-Based Watermarking for Video”, IEEE Trans. Consum. Electron, pp.206-216, 1998.
- [7] M. Naor, A. Shamir, “Visual Cryptography”, Advances in Cryptography-Eurocrypt, Springer-Verlag, Berlin, pp.1-12, 1994.
- [8] V. Rijmen , B. Preneel’s , “Efficient Colour Visual Encryption for Shared Colors of Beneton”, Presented at Eurocrypt, Eurocrypt '96, Rump Session, available at <http://www.iacr.org/conferences/ec96/rump/preneel.ps>.
- [9] 吳成柯、程湘君、戴善榮、雲立實譯, 數位圖像處理, 儒林圖書有限公司, 台

北，民國 90

- [10] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, *Digital Image Processing*, Addison Wesley, 1992.
- [11] Bernd Jahne , Bernard Jahne, *Digital Image Processing, Concepts, Algorithms, and Scientific Applications*, Springer Verlag, 1997.
- [12] 呂澄源, *Turbo C\C++ 中文繪圖原理與實務*, 靖宇資訊書局, 台北, 民國 82
- [13] 胡錦標、林宸生、謝宏榮, *精密光電技術*, 高立書局, 台北, 民國 79
- [14] 林宸生, *光電精密量測*, 全欣資訊書局, 台北, 民國 82
- [15] 林宸生, 徐碧生, *精密量具與機件檢驗實習*, 高立書局, 台北, 民國 80
- [16] 林宸生、陳億成、林文豐、謝宏榮, *實用精密量具與機件檢驗*, 全欣資訊書局, 台北, 民國 83
- [17] 林宸生, *數位信號-圖像與語音處理*, 全華科技圖書股份有限公司, 台北, 民國 88
- [18] 李亨, *顏色技術原理及其應用*, 科技出版社, 中國, 1994
- [19] 林書堯, *色彩學*, 三民書局, 台北, 民國 72
- [20] 徐法坤, *數位圖像色彩管理*, 龍溪國際圖書有限公司, 台北, 民國 88
- [21] 陳同孝、張真誠、黃國峰, *數位圖像處理技術*, 松崗電腦書局, 台北, 民國 90
- [22] 朱介英, *色彩學-色彩計劃&配色*, 美工科技有限公司, 台北, 民國 90

- [23] M. Rodriguez, “A Graphic Arts Perspective on RGB-to-CMYK Conversion”, Proceedings of the IEEE, vol.2, pp.319 –322, 1995.
- [24] Ping Wah Wong, “A Public Key Watermark for Image Verification and Authentication”, Proceedings of the IEEE, pp.455-459, 1998.
- [25] Alfredo De Santis, “On Visual Cryptography Schemes”, Proceedings of the IEEE, pp.154-155 , 1998.
- [26] G.C. M.Silvestre, W. J. Dowling, “Image Watermarking Using Digital Communication Techniques”, Proceedings of the IEEE , pp.443-447 , 1997.
- [27] 連國珍，數位圖像處理，儒林書局，台北，民國 90
- [28] Chin-Chen Chang, Chwei-Shyong Tsai and Tung-Shou Chen, “A New Scheme for Secret Color Images in Computer Network”, Proceedings of the IEEE, pp.21-26 , 2000.
- [29] Young-Chang Hou , Pei-Min Chen, “An Asymmetric Watermarking Scheme Base on Visual Cryptography”, Proceedings of the IEEE, pp.992-995 , 2000.
- [30] 陳錫桓、林青森、吳觀生，“網路輔助教學—大學物理教學系統”，物理教學及示範研討會，台北東吳大學，pp.11-15，2001

附錄

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表

項次	C	M	Y	K	R	G	B
1	100	0	0	0	0	174	239
2	0	100	0	0	236	0	140
3	0	0	100	0	255	242	0
4	100	100	0	0	46	49	146
5	100	0	100	0	0	166	81
6	0	100	100	0	237	28	36
7	100	100	100	0	54	54	57
8	70	70	0	0	100	95	170
9	70	0	70	0	69	185	124
10	0	70	70	0	243	112	83
11	40	40	0	0	155	149	201
12	0	40	40	0	155	211	174
13	40	40	40	0	162	148	144
14	40	0	40	0	156	211	174
15	20	20	0	0	199	196	226
16	20	0	20	0	204	231	211
17	0	20	20	0	252	211	193
18	100	0	0	100	0	6	36
19	0	100	0	100	41	0	3
20	0	0	100	100	24	26	0
21	100	100	0	100	13	0	26
22	100	0	100	100	0	6	0
23	0	100	100	100	35	0	1
24	100	100	100	100	3	0	0
25	0	0	0	100	35	31	32
26	0	0	0	0	255	255	255

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
27	90	0	0	0	0	179	240
28	80	0	0	0	0	185	242
29	70	0	0	0	0	192	243
30	60	0	0	0	68	200	245
31	50	0	0	0	109	207	246
32	40	0	0	0	142	216	248
33	30	0	0	0	171	225	250
34	25	0	0	0	185	229	251
35	20	0	0	0	199	234	251
36	15	0	0	0	212	239	252
37	10	0	0	0	225	244	253
38	7	0	0	0	233	247	254
39	3	0	0	0	244	251	254
40	0	90	0	0	238	61	150
41	0	80	0	0	239	91	161
42	0	70	0	0	241	115	172
43	0	60	0	0	242	135	183
44	0	50	0	0	244	154	193
45	0	40	0	0	246	173	205
46	0	30	0	0	248	193	217
47	0	25	0	0	249	203	223
48	0	20	0	0	250	213	229
49	0	15	0	0	252	223	235
50	0	10	0	0	253	233	241
51	0	7	0	0	253	239	245
52	0	3	0	0	254	247	250
53	0	0	90	0	255	243	42
54	0	0	80	0	255	244	80
55	0	0	70	0	255	245	109
56	0	0	60	0	255	246	133

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
57	0	0	50	0	255	247	153
58	0	0	40	0	255	249	174
59	0	0	30	0	255	250	194
60	0	0	25	0	255	251	204
61	0	0	20	0	255	252	213
62	0	0	15	0	255	252	223
63	0	0	10	0	255	253	233
64	0	0	7	0	255	254	238
65	0	0	3	0	255	254	246
66	0	0	0	90	65	64	66
67	0	0	0	80	88	89	91
68	0	0	0	70	109	110	113
69	0	0	0	60	128	130	133
70	0	0	0	50	147	149	152
71	0	0	0	40	167	169	172
72	0	0	0	30	188	190	192
73	0	0	0	25	199	200	202
74	0	0	0	20	209	211	212
75	0	0	0	15	220	221	222
76	0	0	0	10	230	231	232
77	0	0	0	7	237	237	238
78	0	0	0	3	246	246	246
79	40	100	0	0	163	35	142
80	40	100	40	0	165	40	104
81	0	100	40	0	237	17	100
82	40	100	100	0	167	44	50
83	0	40	100	0	250	166	26
84	40	40	100	0	168	145	56
85	70	70	70	0	109	96	93
86	40	0	100	0	166	206	57

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
87	100	40	100	0	0	122	72
88	100	0	40	0	0	170	173
89	100	40	40	0	0	124	145
90	100	40	0	0	0	125	197
91	100	100	40	0	51	52	110
92	70	100	20	0	113	45	125
93	20	70	20	0	201	107	146
94	20	70	40	0	202	107	122
95	20	100	70	0	201	35	74
96	20	70	70	0	203	107	86
97	20	70	100	0	204	106	45
98	20	20	70	0	209	190	107
99	70	20	100	0	95	158	69
100	70	20	70	0	88	159	115
101	100	20	70	0	0	145	117
102	70	20	20	0	69	162	188
103	100	70	20	0	0	91	148
104	70	70	20	0	104	96	147
105	70	100	70	0	115	49	81
106	40	70	40	0	164	102	124
107	20	40	20	0	203	159	172
108	70	100	100	0	116	50	55
109	20	40	40	0	204	158	144
110	70	70	100	0	111	95	60
111	40	40	70	0	165	146	102
112	20	20	40	0	206	193	159
113	20	20	20	0	204	195	192
114	100	70	100	0	27	90	65
115	70	40	70	0	99	133	105
116	40	20	40	0	159	179	159

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
117	100	70	70	0	16	90	95
118	40	40	20	0	159	149	172
119	100	100	70	0	53	53	83
120	40	20	20	0	156	180	190
121	70	40	40	0	93	134	144
122	100	85	85	100	0	0	0
123	100	85	85	80	0	0	4
124	100	85	85	60	3	27	28
125	80	65	65	100	0	0	1
126	80	65	65	80	11	23	24
127	80	65	65	60	34	46	47
128	80	65	65	40	52	65	66
129	60	45	45	100	0	0	3
130	60	45	45	80	33	40	41
131	60	45	45	60	57	66	67
132	60	45	45	40	79	88	90
133	60	45	45	20	100	110	112
134	40	27	27	100	0	3	8
135	40	27	27	80	50	56	59
136	40	27	27	60	79	87	90
137	40	27	27	40	105	114	118
138	40	27	27	20	132	142	146
139	40	27	27	10	144	154	159
140	20	12	12	100	18	18	22
141	20	12	12	80	68	72	75
142	20	12	12	60	102	108	111
143	20	12	12	40	135	141	144
144	20	12	12	20	168	175	178
145	20	12	12	10	184	191	194
146	10	6	6	100	26	24	26

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
147	10	6	6	80	78	79	82
148	10	6	6	60	115	118	120
149	10	6	6	40	150	153	156
150	10	6	6	20	187	190	193
151	10	6	6	10	205	208	211
152	100	85	85	0	43	73	73
153	80	65	65	0	83	100	102
154	60	45	45	0	120	131	134
155	40	27	27	0	158	169	173
156	20	12	12	0	202	209	212
157	10	6	6	0	226	229	231
158	5	3	3	0	239	240	241
159	100	0	0	20	0	146	200
160	0	100	0	20	196	0	117
161	0	0	100	20	216	200	0
162	100	100	0	20	38	36	123
163	100	0	100	20	0	140	68
164	0	100	100	20	196	22	28
165	40	40	0	20	130	125	169
166	40	0	40	20	128	176	146
167	0	40	40	20	205	141	120
168	100	100	0	40	27	20	100
169	100	0	100	40	0	144	54
170	0	100	100	40	158	11	14
171	40	40	0	40	104	101	137
172	40	0	40	40	102	142	118
173	0	40	40	40	164	113	96
174	100	0	0	70	0	77	109
175	0	100	0	70	105	0	57
176	0	0	100	70	110	104	0

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
177	100	100	0	70	4	0	63
178	100	0	100	70	0	75	28
179	0	100	100	70	103	0	0
180	40	40	0	70	66	62	86
181	40	0	40	70	61	92	76
182	0	40	40	70	107	71	59
183	0	0	0	0	255	255	255
184	0	10	0	0	253	233	241
185	0	20	0	0	250	213	229
186	0	40	0	0	246	173	205
187	0	70	0	0	241	115	172
188	0	100	0	0	236	0	140
189	10	0	0	0	225	244	253
190	10	10	0	0	224	222	240
191	10	20	0	0	223	204	228
192	10	40	0	0	221	166	204
193	10	70	0	0	218	111	171
194	10	100	0	0	216	11	140
195	20	0	0	0	199	234	251
196	20	10	0	0	199	214	238
197	20	20	0	0	199	196	226
198	20	40	0	0	199	160	203
199	20	70	0	0	199	107	171
200	20	100	0	0	198	22	141
201	40	0	0	0	142	216	248
202	40	10	0	0	146	197	235
203	40	20	0	0	149	182	223
204	40	40	0	0	155	149	201
205	40	70	0	0	160	102	170
206	40	100	0	0	163	35	142

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
207	70	0	0	0	0	192	243
208	70	10	0	0	20	177	231
209	70	20	0	0	51	163	220
210	70	40	0	0	80	135	199
211	70	70	0	0	100	95	170
212	70	100	0	0	111	44	145
213	100	0	0	0	0	174	239
214	100	10	0	0	0	161	228
215	100	20	0	0	0	149	218
216	100	40	0	0	0	125	197
217	100	70	0	0	0	91	170
218	100	100	0	0	46	49	146
219	0	0	10	0	255	253	233
220	0	10	10	0	254	231	220
221	0	20	10	0	252	212	210
222	0	40	10	0	247	172	188
223	0	70	10	0	241	114	158
224	0	100	10	0	237	1	128
225	10	0	10	0	228	242	231
226	10	10	10	0	226	221	219
227	10	20	10	0	225	203	209
228	10	40	10	0	223	165	187
229	10	70	10	0	219	110	157
230	10	100	10	0	217	15	129
231	20	0	10	0	201	233	230
232	20	10	10	0	202	213	218
233	20	20	10	0	202	195	208
234	20	40	10	0	201	160	186
235	20	70	10	0	200	107	157
236	20	100	10	0	199	24	130

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
237	40	0	10	0	146	214	227
238	40	10	10	0	150	197	216
239	40	20	10	0	153	181	205
240	40	40	10	0	158	149	185
241	40	70	10	0	162	102	157
242	40	100	10	0	164	35	131
243	70	0	10	0	0	191	223
244	70	10	10	0	43	176	212
245	70	20	10	0	62	163	203
246	70	40	10	0	85	435	185
247	70	70	10	0	102	95	158
248	70	100	10	0	113	44	134
249	100	0	10	0	0	173	220
250	100	10	10	0	0	160	210
251	100	20	10	0	0	148	201
252	100	40	10	0	0	125	182
253	100	70	10	0	0	91	158
254	100	100	10	0	48	49	136
255	0	0	20	0	255	252	213
256	0	10	20	0	255	230	203
257	0	20	20	0	252	211	193
258	0	40	20	0	248	171	173
259	0	70	20	0	242	114	146
260	0	100	20	0	237	6	119
261	10	0	20	0	229	241	212
262	10	10	20	0	228	220	202
263	10	20	20	0	227	202	192
264	10	40	20	0	224	165	173
265	10	70	20	0	220	110	146
266	10	100	20	0	217	19	120

表 A SRGBIEC1966-2.1 的 RGB 彩色模型與 U.S.WebCoated(SWOP)v2 的 CMYK 彩色模型色彩轉換參照表(續)

項次	C	M	Y	K	R	G	B
267	20	0	20	0	204	231	211
268	20	10	20	0	204	212	201
269	20	20	20	0	204	195	192
270	20	40	20	0	203	159	172
271	20	70	20	0	201	107	146
272	20	100	20	0	200	26	120
273	40	0	20	0	150	213	210
274	40	10	20	0	153	196	199
275	40	20	20	0	156	180	190
276	40	40	20	0	159	149	172
277	40	70	20	0	163	102	146
278	40	100	20	0	165	36	122
279	70	0	20	0	22	190	207
280	70	10	20	0	54	175	197
281	70	20	20	0	69	162	188
282	70	40	20	0	88	135	171
283	70	70	20	0	104	96	147
284	70	100	20	0	113	45	125
285	100	0	20	0	0	172	205
286	100	10	20	0	0	159	195
287	100	20	20	0	0	148	187
288	100	40	20	0	0	124	170
289	100	70	20	0	0	91	148
290	100	100	20	0	50	50	127
291	0	0	40	0	255	249	174
292	0	10	40	0	255	227	166
293	0	20	40	0	254	208	158
294	0	40	40	0	249	170	143
295	0	70	40	0	242	113	121

誌謝

承蒙吾師林宸生教授及洪三山副教授不辭辛勞利用夜間及假日的共同指導，悉心指導和諄諄教誨，讓我從實作中學習做研究的精神與態度，使本論文得以順利完成。口試期間承蒙逢甲大學機械與電腦輔助工程學系黃錦煌教授於百忙中撥冗審閱本文及指正，並提供寶貴意見，令學生受益匪淺，使本文更臻完備，謹此表達無限的敬意與謝忱。

其次，感謝逢甲大學物理教學研究中心的全體教評委員及上級長官，同意本人在職進修給本人有機會更深入踏進學術研究的殿堂，尤其是在職進修開始之前張晴生老師的訓誨及鼓勵，且於研究過程中在課業上、生活上及精神鼓舞與協助。還有逢甲大學紡織研究所廖盛焜老師於色彩學上的指導，同事林炳璿、蔡翠屏的鼓勵與支援，使我在求學的過程中感受無比的友情與關懷，在此獻上由衷感謝。

此外，感謝逢甲大學 2000 級自動控制研究所的全班同學之扶持、協助及勉勵，如：邱振銘、洪坤良、陳欽得、段漢民、吳壽延、廖連亨... 等等同學，更感謝張銘豐同學在 C++ 語言的技術指導及幫忙。在此謹獻上誠摯的謝意和感激，永誌於心，也祈祝曾幫忙、協助陪伴本人走過生命中這段艱辛里程的師長、朋友、同學身體健康，事事如意，願主賜福你們，阿門。

最後，感謝父母多年來給我的培植與關愛，家人大哥、大嫂、姊夫、姊姊、弟弟、弟媳婦及可愛的一羣小姪子、小姪女們的關懷與支持，促成我向學的原動力。如果昨日沒有你們的支持鼓勵，便沒有今日順利的我，心中感謝的脈動將銘記心田；更要深深的謹以此論文獻給我敬愛的父親，我愛你。

林青森 謹誌

自述

一、基本資料

姓名：	林青森	
籍貫：	台灣省台北縣	
性別：	男	
出生日期：	56年2月13日	

二、主要學歷

畢/肄業學校	國別	主修學門系所	學位	起訖年月
逢甲大學	中華民國	自動控制工程研究所	碩士	2000/08 至 今
中興大學	中華民國	物理系	學士	1990/09/01 至 1994/06/01

三、現職及與專長相關之經歷

服務機關	服務部門/系所	職稱	起訖年月
現職：			
逢甲大學	機械與電腦輔助工程學系	組員	2001/09/01 至 今
經歷：			
逢甲大學	物理教學研究中心	助教	1994/08/01 至 2001/07/31
逢甲大學	物理教學研究中心	組員	2001/08/01 至 2001/08/31

四、專長

1.訊號處理	2.色彩分析	3.物理實習	4.機器視覺
--------	--------	--------	--------

五、會議論文著作

- 1.林青森、林宸生、洪三山，資訊隱藏與魔術圖案，第十二屆國防科技學術研討會，P.1-8，2003 年 10 月 16~17 日，中正理工學院，NSC 92-2515-S-035-002
- 2.林青森、林宸生、洪三山、廖盛焜，資訊隱藏與魔術圖案，二〇〇三數位生活與網際網路科技研討會，P.34，2003 年 09 月 18~19 日，成功大學，NSC 90-2515-S-035-001
- 3.林青森、林宸生、洪三山、張晴生，利用彩色模型隱藏資訊，二〇〇三物理教學及示範研討會，2003 年 08 月 21~22 日，海軍軍官學校，NSC 92-2515-S-035-002
- 4.林宸生、洪三山、林青森、吳昭穎，電腦輔助教學-奇妙易學的資訊與光電實驗，二〇〇二物理教學及示範研討會，P.87-91，2001 年 08 月 23~24 日，東吳大學，NSC 89-2515-S-035-005
- 5.陳錫桓、林青森、吳觀生，網路輔助教學—大學物理教學系統，二〇〇二物理教學及示範研討會，P.11-15，2001 年 08 月 23~24 日，東吳大學
- 6.陳錫桓、林青森、吳觀生及 14 位學生，逢甲大學網路輔助教學系統之研究：網路科學教育—大學物理教學系統，中區院校研究成果聯合發表會成果專輯(二)，P.1E-1-5，2001 年 6 月 22 日，逢甲大學
- 7.陳錫桓、吳觀生、林青森、陳豐元、陳應忠，Using The Internet Technique to Promote The Level of University Physics Science Education，二〇〇一物理學會年會，物理雙月刊廿三卷一期，P.254，2001
- 8.陳錫桓，林青森，Loss Mechanisms of Optical Transmission - Hot-pressed MgF₂ Ceramic Material，二〇〇一物理學會年會，物理雙月刊廿三卷一期，P.254，2001
- 9.陳錫桓、王雅惠、林青森，Emission Spectrographic Determination on of Nutrient Elements Content In Sugar Cane And The Soil，二〇〇一物理學會年會，物理雙月刊廿三卷一期，P.256，2001

六、技術報告及其它

- 1.林宸生、林青森、蒲鶴章、林欽裕、尤國全，LCD 製程之檢測與其基板十字標線定位，機械月刊，P.350-361，民國 89 年 7 月

七、獲獎記錄

- 1.榮獲第四屆 TIC100 科技創新事業競賽「最佳企業精神獎」

