

第三章 研究方法

第一節 研究架構

本研究之架構圖如圖 3-1 所示，包括整個的研究起始步驟，以及所欲解決之問題與關係。每一項步驟以完成為前提而進行至下一步，在研究方法中的過程則以網點偏移演算及影像品質分析兩方面相互實驗做修正與改進。

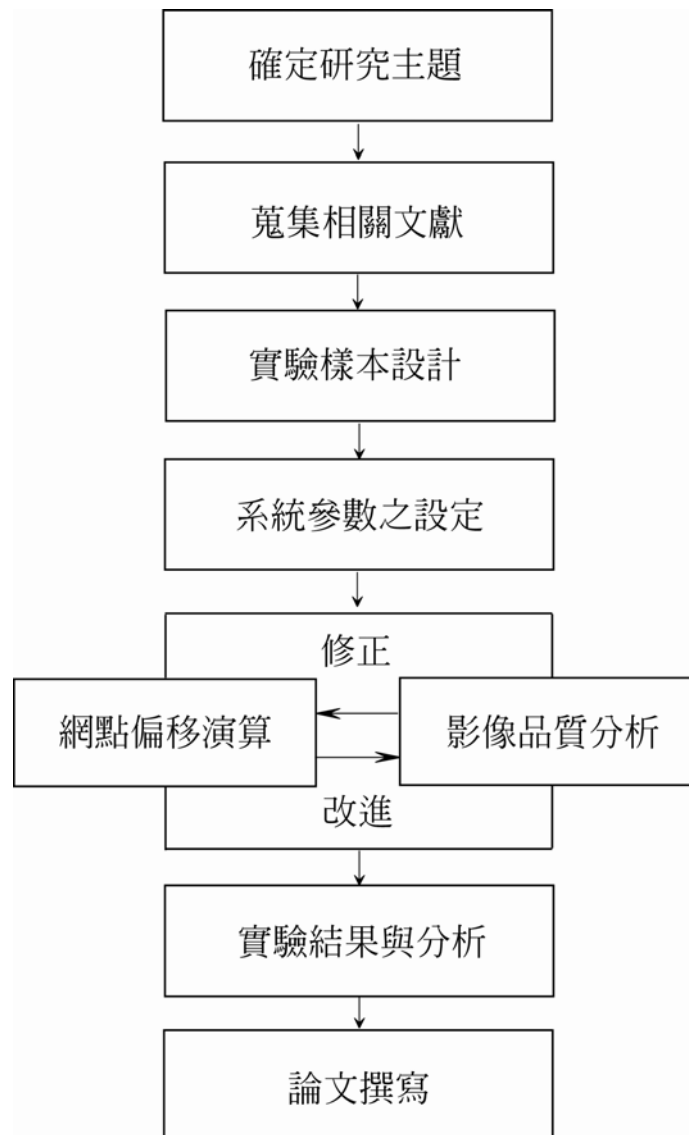


圖 3-1: 研究架構圖

第二節 研究設備與工具

在本研究之設備與工具上，大致分為硬體方面與軟體方面來做介紹。如以表 3-1 做說明，其中包括各項目的型號，以及使用此設備與工具之動機與原因，包括如印表機的選擇與光柵板的規格。

表 3-1: 研究設備與工具圖 (硬體方面)

硬體方面	項目	型式
	個人電腦	ASUS A8
	四色噴墨印表機	HP Deskjet 1280 (4800x1200 dpi)
	高級噴墨用紙	非塗佈紙系列
	平台式掃瞄器	MICROTEK ScanMaker 5900 (4800 x 2400 dpi)
	光學解碼器	75 lpi or 150 lpi (line pre inch)
	放大鏡	10x

對於使用四色噴墨印表機的理由，是因為本研究針對單一色版中之平網區域為研究主要範圍，因此，會選擇 CMYK 之其中一色版進行不同角度之網點位置的偏移。所以，本研究以四色噴墨印表機因其墨水匣是屬於四色分離設計，所表現單一色彩部份的能力會較彩色匣或六色匣易於控制，故選擇四色印表機以利對本研究實驗之進行。

在硬體方面，所謂光學解碼器，在本研究實驗中是指光柵板。它是指有一面被擠壓成圓柱形線條 一面為完整平面的塑膠材料，且圓柱形線條間距相等謂之「光柵」。使用光柵搭配合成圖檔後，配合不同輸出設備輸出檔案，如果與光柵貼合或直接印刷在光柵板上，就可以呈現如圖 3-2 所示。

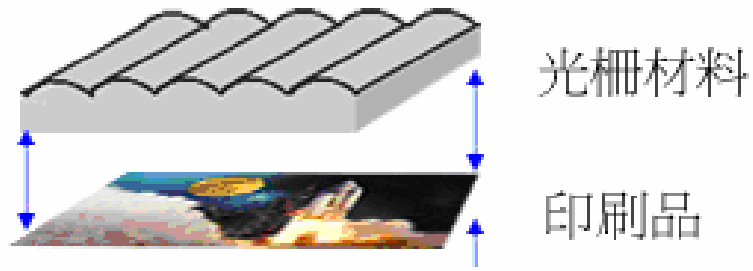


圖 3-2: 光柵使用之示意圖[37]

人眼在觀察物體時能自然地產生立體感，主要是由於人的兩眼之間有一定距離。當觀察物體時，左右眼從不同角度觀察形成兩眼視覺上的差異，構成的不同圖像傳送到大腦中，便產生遠近感和立體感。

現今市面上所常用的光柵規格大致可由圖 3-3 表示，本研究使用之 75 lpi 光柵板便是針對於印刷輸出的適當選擇。在製作各種光柵視覺效果前，必須要先了解光柵的特性、種類、規格、厚度、尺寸、方向性等，才能仔細判別如何製作出精緻的光柵影像效果。

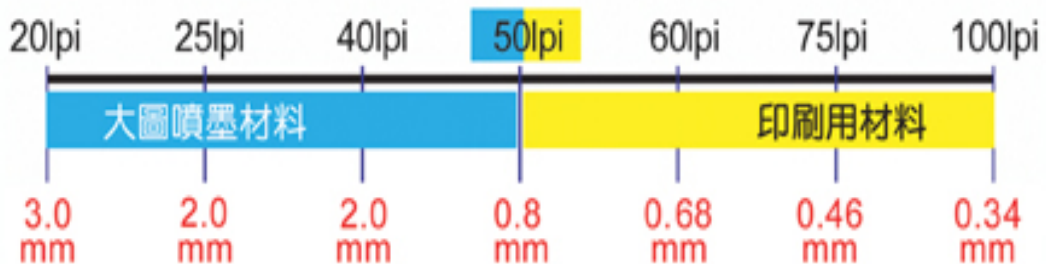


圖 3-3: 台灣市面上常用之光柵材料之分類[37]

而表 3-2 列出本研究實驗中，對於整體系統流程所使用到的一些關鍵應用軟體。其中包括數位網點演算法實作所需所搭配的工具，包括在後節所提及的研究方法，均以此表所列的相關程式軟體來進行。

表 3-2: 研究設備與工具圖 (軟體方面)

軟體方面	項目	目的
	Matlab 6.5	演算法工具
	Adobe Photoshop 7.0	設計浮水印
	Adobe Illustrator 10.0	設計浮水印
	掃瞄軟體	進行掃瞄

第三節 研究假設

本節主要在說明研究過程中所遇到的問題，在設備與工具上的使用，會因為內在因素與外在環境所影響，故在此做研究假設的宣告，以利整體研究之實施，故本研究的實驗假設包含：

1. 理想的設備狀況進行處理
2. 使用程式與軟體的一致性
3. 光學解碼器的格式準確度
4. 印表機與掃瞄器運作穩定
5. 以上設備使用時間之長短與型式之選擇皆不影響其實驗測量

第四節 實驗流程

在本節以圖 3-4 做為介紹，將從起始的作業做一系統性的流程圖說明。從數位影像之原稿文件開始，使用數位半色調為本研究之核心技術，實施一連串以網點為基礎的不同角度資訊隱藏，藉以達到防偽之功能。

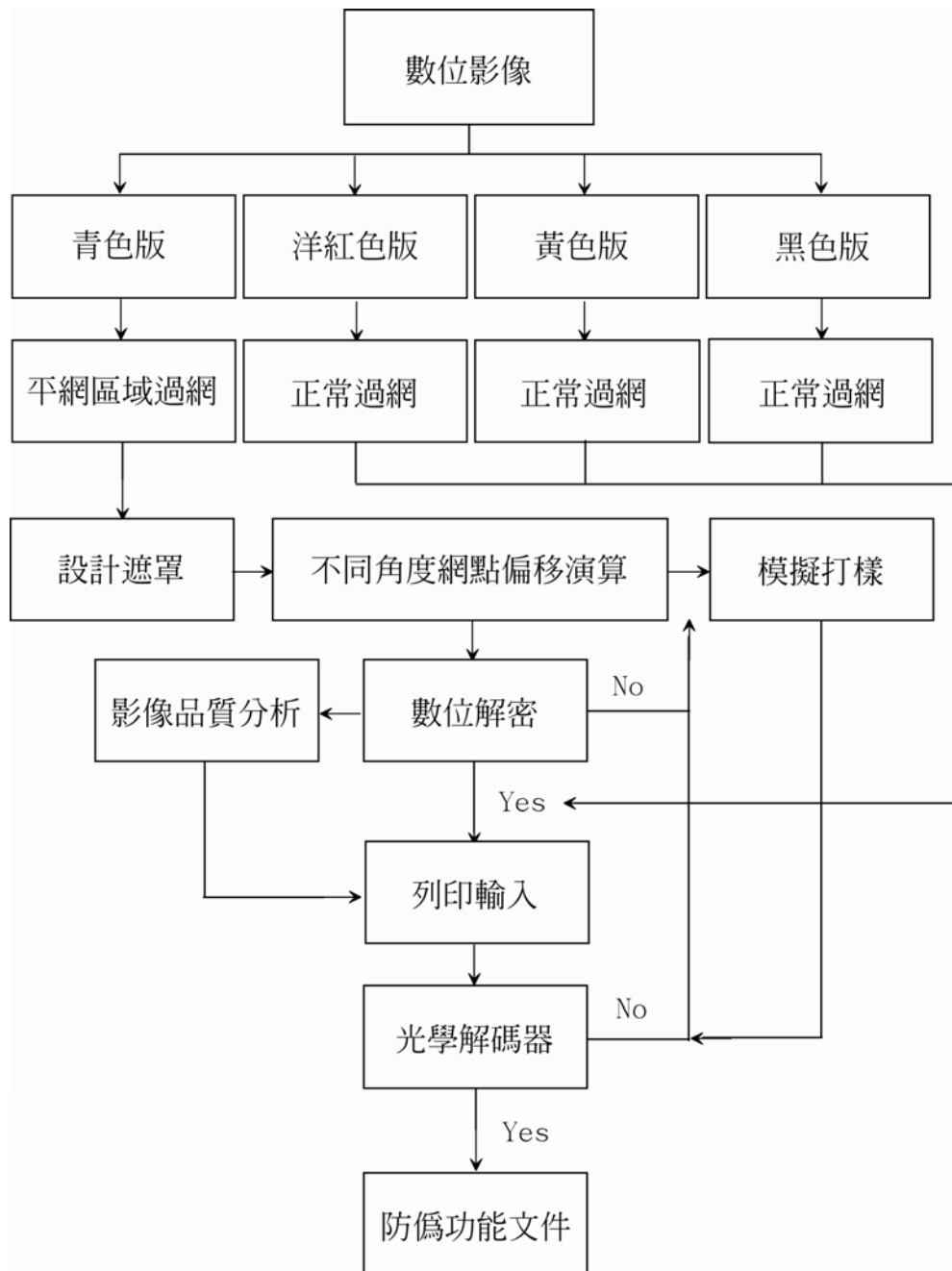


圖 3-4: 整體實驗流程圖

第五節 研究設計

在本節以圖 3-5 說明整個網點偏移加密演算法之技術，其中分為兩部份進行資訊隱藏的動作。包括數位半色調過網，以及設計浮水印的遮罩，以此兩項同步實施。

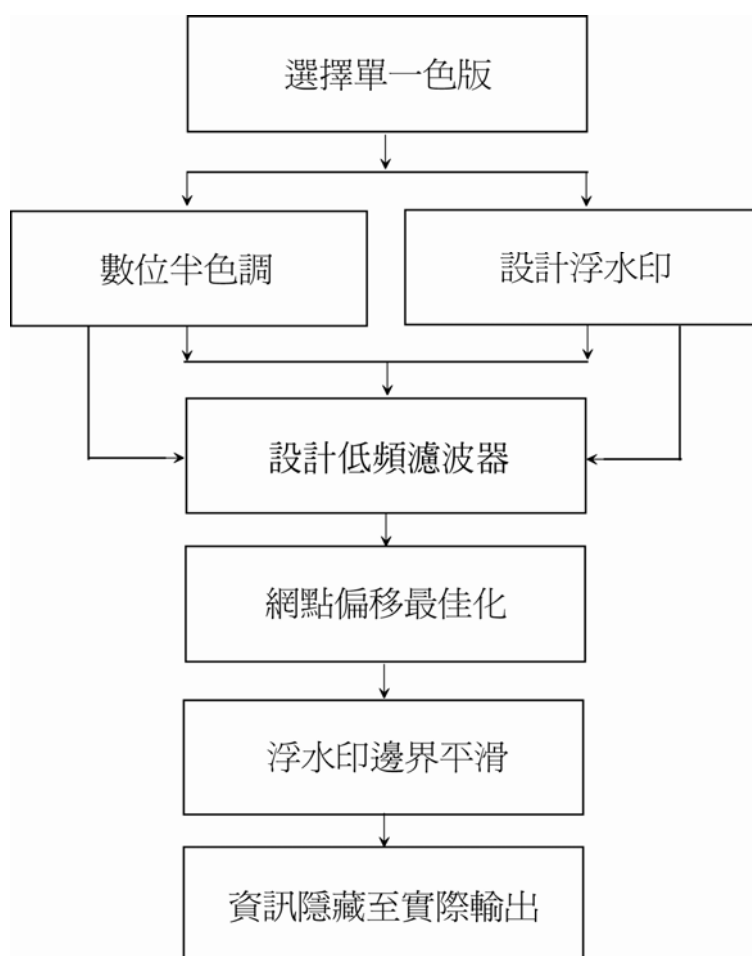


圖 3-5: 研究設計核心技術圖

在本研究進行加密的方式是利用網點偏移技術，將其資訊隱藏於青版 (cyan) 或洋紅版(magenta)之平網區域不同角度中，另由於黃(yellow)版在色彩明度上易受其他色版影響解密效果，而黑(black)版的濃度較深加密後易為人眼察覺 [5]，故在本研究不做為主要加密之色版。

而在文獻探討所提及之 UCR 與 GCR 部份，在本研究針對單一色版之平網區域進行不同角度之網點位置偏移，故將四色相互疊印之影響情形降至最低，因為主要的加密色版(key plate)是不經四色疊印，而是獨立在印前處理便做數位半色調的演算。所以，因加密區域在於平網屬中間調部份，對於 UCR 與 GCR 在暗部與亮部的處理不致影響其浮水印內容，如此亦可將數位影像輸出至實體影像的品質進行提升。

而網點偏移的概念是將半色調網點，經臨界值矩陣產生網點，依照所設計之網屏角度的方向移動半條網線距離，做網點偏移加密。將設計好的浮水印圖案當做一個遮罩，接著對遮罩內的網點依網屏角度做適當的偏移，不過如果直接進行位置的移動，會讓比較接近的網點相近，而區域濃度提高產生黑線；而鄰近網點距離拉遠，網點彼此會產生白底間距的粗線，如圖 3-6 所示。因此，必須對此問題進行改善。

在對影像偵測的部份，網點偏移和網點變形是需要做影像的擷取，另外，網點偏移亦可利用輔助儀器來偵測。在擷取後，影像需先做座標定位的動作，如此可利於進行解密的動作。

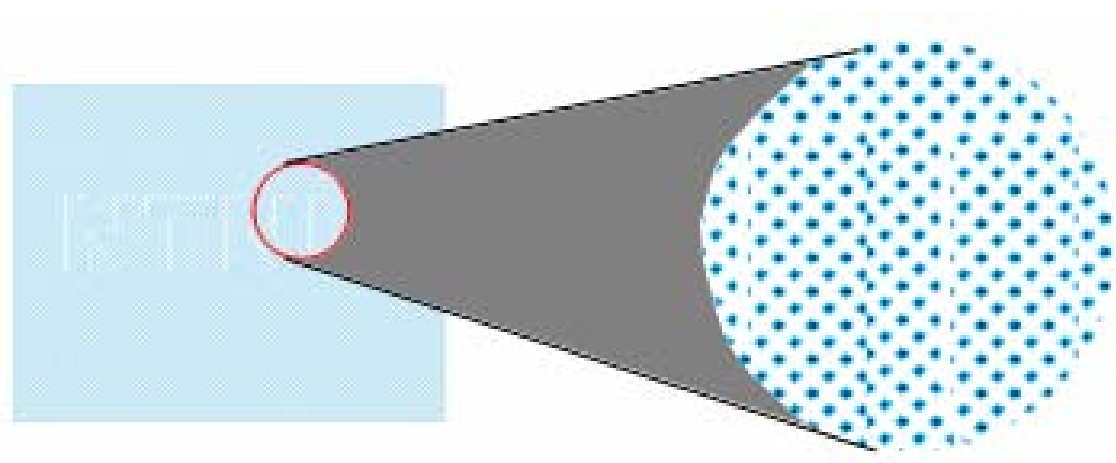


圖 3-6: 浮水印之邊界不平滑現象

將浮水印部份經過 2-D 低頻濾波器，以所謂旋積(convolution)的概念進行前製處理。浮水印的輪廓與原影像的底紋可相互順暢結合，其中對每個像素均以此方法來得到網點偏移之邊界平滑最佳化。

上述所提及的濾波器，是指具有讓某類訊息(signal)通過，而阻隔另一類訊息的設備或軟體[6][7]。而在頻率域的濾波器則具有讓某種頻率訊息通過，阻止其他頻率的功能。所謂低通濾波器就是衰減或消除頻率域中高頻分量，而讓低頻分量順利通過。因此，在低頻濾波器的係數設計大都為正的，並對均化遮罩中所有灰度值，加總後求其平均，然後將平均值寫入遮罩中所對應的像素。

$$g(m,n) = \sum_k \sum_l w(k,l)f(m-k,n-l) \dots\dots\dots(3.1)$$

設計一兩階的浮水印的遮罩，經二維低頻通過濾波器(2D low-pass filter)，上述 3.1 式則為迴旋乘積主要原理[6][7]，以旋積(convolution)的概念，將浮水印中形成的網點各個單位分別相乘，然後再累加起來的步驟。對有限長的向量做迴旋積分。其中 f(m,n) 為輸入像素灰階值而 g(m,n) 為輸出像素灰階值，w(k,l) 則為遮罩之加權值。每一像素亮度經過運算後，將會以其本身及週圍的像素亮度值加權數總和所取代，本研究設計之低頻濾波器遮係數罩尺寸為 20×20，並對此可得到一個將高頻區域模糊的影像。

另外，本研究針對以人眼視覺系統(human visual system)所繪之三維立體圖，如圖 3-7 所表示，可以發現人眼在水平與垂直方向的感知力比較高。因此，本研究在設計上，便以在 45°為基準進行多角度的網點偏移，並以 15 為倍數增減為不同角度的定義。而對影像的品質分析方面，主要是模擬人眼觀看影像的視覺接收來做評估，人類的眼睛看物品時，可以將人眼看成是一個低頻濾波器[26]，對數位影像做處理，再進行模擬人眼之觀看程度的定義。

它將會針對浮水印遮罩部份，以此為平滑化的基礎，將網點的位置做相對的偏移，並亦做形狀相對縮放。例如：對於位置偏移量較大的網點，我們依數位半色調矩陣的設計，將之做網點面積(dot area)百分比縮小；反之，其他偏移量則以網點面積做為基本單位。

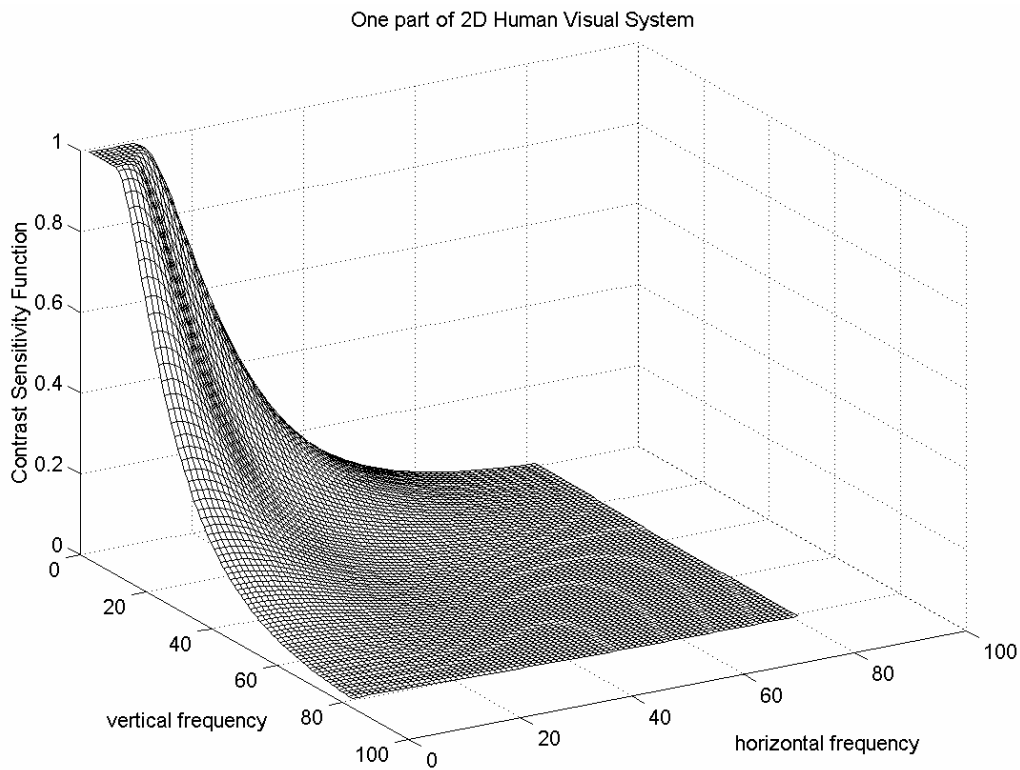


圖 3-7: 依人眼視覺系統(human visual system)示意圖[30]

當人眼看一影像時，如果所夾的角度愈大，則模糊的程度愈大，亦即採用的低頻濾波器影響的程度較大，本研究應用上述概念的方式，以程式軟體來設計一高斯函數曲線分佈，它是配合人眼觀看的低頻濾波器，並以此一曲線分佈來設計一低頻濾波器所得之灰階影像，如圖 3-8 所示，3-8 之(a)為一兩階化的數位浮水印內容，3-8 之(b)則是經高斯函數曲線後所得的模糊影像。而圖 3-9 為以圖 3-8(b)之邊界處之灰階值部份，這部分便是網點緩慢偏移的新位置，而所獲得之經平滑過後浮水印輪廓影像。



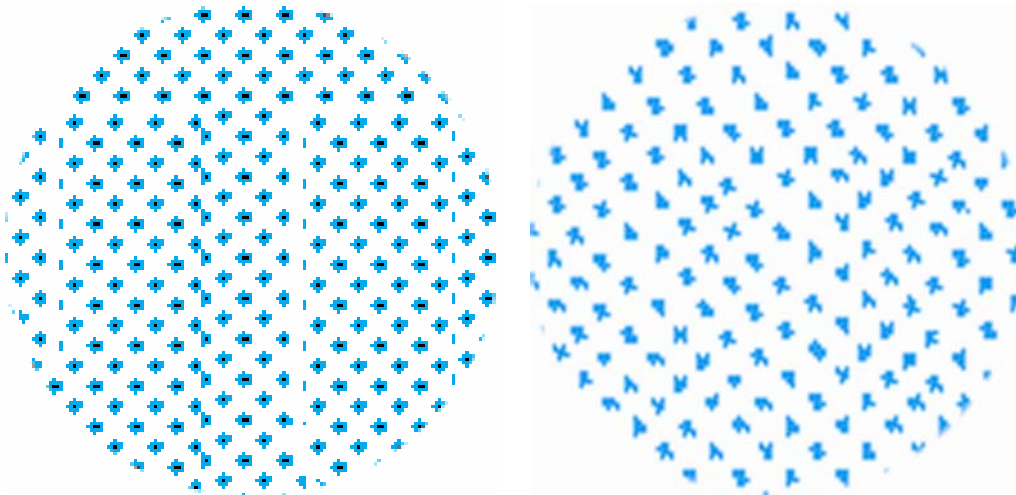
(a)



(b)

圖 3-8: 浮水印經設計之人眼視覺模式所得灰階影像

(a)為所設計之浮水印內容，(b)為經演算後之浮水印輪廓



(a)

(b)

圖 3-9: 浮水印邊界之之放大示意圖

(a)為直接網點移動，(b)為平滑網點偏移

在本研究中，根據文獻探討與分析，目前在我國所發行之郵票防偽功能，尚未以第二層級之輔助儀器辨識運作。故本研究以個人化郵票附籤的底紋做為隱藏資訊的對象，使用網點偏移技術來進行。而解密部份，主要是運用一組光學解碼器，它的組成是以許多平行排列的柱狀凸透鏡，依照其製作格式有不同規格與應

用媒介[37]。間距為 1/75 英吋稱為 75 線光柵，而 75 線光柵為運用廣泛的光學解碼器，故以此做為本研究判讀解密影像的輔助儀器。

我們為避免加密後的瑕疵(artifact)，對直接移動產生的白邊進行改良。在製作實體影像前，對於數位影像與輸出設備間的相關設定，我們以數位半色調過網的網線數為 75 lpi，網點則偏移 1/150 inch，並將解析度調整至 600 dpi。

在浮水印遮罩內網點偏移平滑化，才不致於有明顯的差異而使人眼所察覺。其中，經低頻濾波器所得到的灰階影像，在浮水印的遮罩輪廓中會產生高低灰階值，這可作為網點平滑偏移的最佳參數值。

再者，對於浮水印的圖案，如果遇到浮水印在不同角度上的位置偏移，我們將針對在重疊(overlap)區域研擬出一套演算法，以 3.2 式表示，在浮水印重疊區域的網點偏移，演算各自須偏移的向量後，再計算對應偏移的新向量，如圖 3-10 所表示。

$$h(i, j) = \begin{cases} 1, x(i, j) \\ 0, x(i, j) \end{cases} \quad \begin{matrix} 1, \text{ if } x(i,j) \text{ is overlap dot} \dots\dots\dots 3.2 \end{matrix}$$

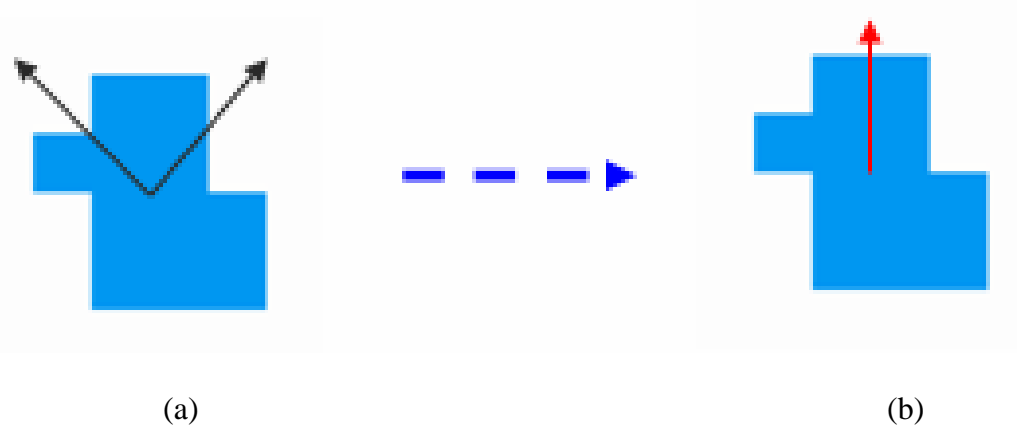


圖 3-10: 浮水印重疊區域之網點偏移示意圖，(a)原網點位置，(b)新偏移方向

接著，我們將進行在同一區域網點中嵌入不同浮水印之遮罩，做重疊區域的網點位置比較演算，以 3.2 式為主要基本演算原理。

1. 如果網點面積(dot area)部份有重疊區域到超過 50%。

我們便讓它依所設計之各不同網屏角度的偏移，對應出新的偏移所在位置。例如以 45° 為例，左斜與右斜 45° 所對應為向 90° 的方向進行位置的重新排列。

2. 如果重疊區域未超過 50%。

我們便讓位置相互影響的網點，在輸出列印時，對青色或洋紅的百分比濃度表現上，便做相對地做部份降低，但以不高過原始值與不低過 15% 為主要設計。讓浮水印遮罩重疊區域，彼此在解密不會相互干擾與影響。

如此一來，在同一區域中的不同角度 (15° 、 45° 、 75°) 的偏移上，仍然可保有其浮水印邊界的平滑感，這樣也增加了浮水印的多樣化，讓實體影像之隱藏資訊容量便可因此而增加，對於人眼的觀察亦不會被察覺，其網點位置之移動與結合，如圖 3-11 所示。而圖 3-11 亦為在本研究第四章中，進行解密時所使用之樣本，在平網區域中的網點進行不同角度的位置偏移，並且實際拍攝取像判讀浮水印內容。

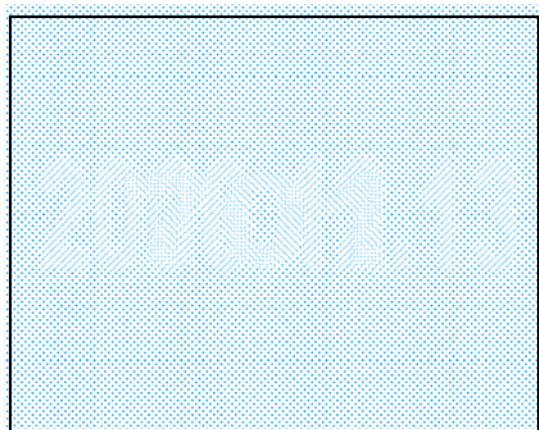


圖 3-11: 以本研究研擬出之同一區域不同網屏角度加密影像

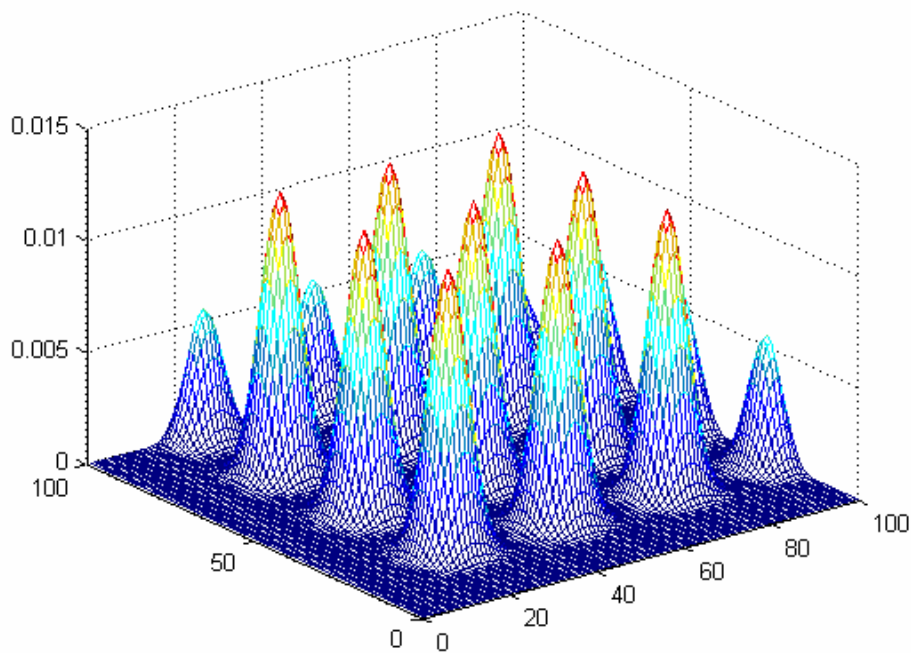


圖 3-12: 網點面積與排列上的深淺表現示意圖

在圖 3-12 中，本研究以 3D 表現其類似波峰與波谷的情形，能較清楚的表示每個網點它的位置排列與面積大小。依照所設計之矩陣，裡面數值的排列與門檻值的設定，都會影響著每個網點組成的表現。

因此，對於網點的大小與位置之間的關係，便是本實驗所欲探討的部份，在平網區域之階調表現屬於較中間調，不同角度的位置偏移與大小改變，便是影響整體影像之觀看品質與浮水印之嵌入。目的是希望人眼不易察覺其所在，但依然保有資訊隱藏之防偽功能。

如果要得到良好的資訊隱藏品質，除了在數位影像的浮水印演算外，還要考慮輸出列印至實體影像的參數選擇，以保持加密資訊的存在。加上我們是對浮水印遮罩內的網點做位置與大小的變更，就得建立一個完整的機制系統，如圖 3-13 所示。

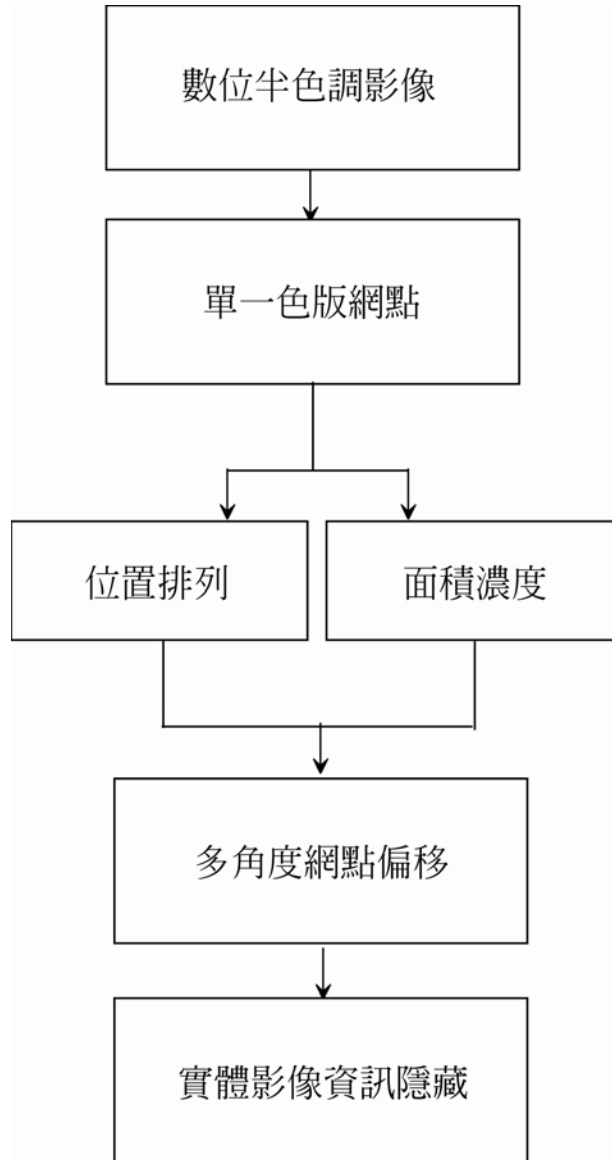


圖 3-13: 研究方法設計圖

因此，本研究設計方法概念為此，不但在輸出前做參數設定的品質分析。另外，將網點偏移加密的演算法上進行加強與改良，對於在平網中同一印刷區域內的網點，可以在不同角度進行網點位置的偏移，以達到資訊隱藏的功能。

並以已加密之數位影像經由輸出列印為實體影像過程中，考慮其相關設備與工具的限制與應用，如參數上的設定與選擇，都是為求數位影像至實體影像的表現，以及數位浮水印至實體影像的品質，進而完成整體系統流程之設計。