

第貳章 文獻探討

第一節 數位過網

由於印刷無法產生連續調影像，所以必須採用半色調技術來表現連續調影像，半色調技術藉由調整不同形式及不同大小的網點，模擬出連續調影像的豐富階調。在人眼視覺系統中，眼睛會對半色調影像進行模糊化積分，兩階的影像經由大腦解釋即產生連續調效果。

隨著科技快速發展，以及電腦排版的技術廣為應用，利用電腦演算的數位過網技術已經取代傳統的過網技術[9][10][11][12]。目前數位過網技術大可分為兩大類：調幅網點(AM, Amplitude Modulation)及調頻網點(FM, Frequency Modulation)。

調幅網點其排列有順序性，點與點的中心距離相同，利用控制網點大小的不同來顯示影像濃淡深淺；而調頻網點的網點大小一致，點與點之間距離不同，以排列的疏密性來顯示影像的濃淡階調。

一、調幅網點基本演算法

調幅網點的數位半色調技術以點陣調色法(ordered dithering)演算為主，半色調技術基本概念是由固定的區域中，不同的黑點或是白點排列方式來模擬不同的灰階。假設以 8x8 的區域為基本單位，總共可以模擬出 65 種不同灰階。而如果利用臨界值矩陣將連續調的影像以 8x8 為基本單位運算，將可以得到許多的基本單位區塊。藉由臨界值矩陣排列方式之不同，經由輸出設備輸出後，可以得到不同的灰階效果。

表 2.1 : 8×8 , 0°的臨界值矩陣

61	53	41	33	37	52	60	64
57	45	25	13	17	32	48	56
49	29	21	5	9	24	28	44
39	19	11	1	3	8	16	36
35	15	7	4	2	12	20	40
43	27	23	10	6	22	30	50
55	47	31	18	14	26	46	58
63	59	51	38	34	42	54	62



圖 2.1 原始 256×256 灰階影像

點陣調色法詳細的演算法如下，表 2.1 為臨界值矩陣，原始 256×256 的灰階影像 $g(i, j)$ ，透過以下的方程式(1)來完成過網的處理：

$$h(i, j) = \begin{cases} 1, & x(i, j) \geq T(i, j) \\ 0, & x(i, j) < T(i, j) \end{cases}, \quad (1)$$

其中 $h(i, j)$ 是所得的二階化影像即半色調影像如圖 2.2，1 代表的是黑點，0 代表的是白點， $T(i, j)$ 是臨界值矩陣中的值，由(2)求得：

$$T(i, j) = T(i+k_1 \times N_1, j+k_2 \times N_2), \quad (2)$$

方程式(2)中的 k_1 和 k_2 是整數， N_1 和 N_2 而是臨界值矩陣的長與寬，最後(1)中的 $x(i, j)$ 由以下的方程式求得：

$$x(i, j) = 64 \times \left(1 - \frac{g(i, j)}{255} \right), \quad (3)$$

$g(i, j)$ 是原始灰階影像的灰階值， $x(i, j)$ 等於是求出灰階影像的黑度值

($B=1-g/255$)，選擇的臨界值矩陣是 8×8 ，其所能表現的階調為 0-64，故黑度值再乘上 64。以 8×8 為最小單位來處理，最後得到半色調影像 $h(i,j)$ 如圖 2.2。

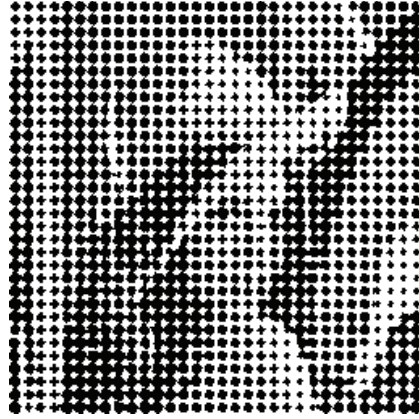


圖 2.2、 0° 的網點來表現點陣調色法的過網影像

由上可得知藉由臨界值矩陣可決定網點的排列方式、網點形狀及網屏角度。對於人眼的視覺系統而言，對網屏角度 45° 的臨界值矩陣所產生的網點，比較不敏感，較不易察覺網點以及網屏角度的存在。

二、調頻網點基本演算法

「誤差擴散法」(Error Diffusion)最早由 Robert Floyd 和 Louis Steinberg 二人所提出，稱作 Floyd-Steinberg Error Diffusion(FSED)[9]，調頻網點的數位半色調技術都以此演算法為主。誤差擴散法的基本概念是在圖像進行二階化時產生的誤差擴散到鄰近的像素，附近的點吸收了誤差擴散後，又在繼續進行擴散，直到最後一個點為止。其作用方式先將將灰階(G)影像轉為黑度值($B=1-G/255$)矩陣之後，自圖像左上角的像素為起始點，開始將黑度值矩陣依照臨界值兩階化，其兩階化如方程式(4)所示， T 為固定的臨界值，而將其誤差擴散至相鄰尚未兩階化的像素時，由方程式(5)之矩陣來分配誤差擴散的權重。

$$h(i, j) = \begin{cases} 1, & g(i, j) \geq T \\ 0, & g(i, j) < T \end{cases}, \quad (4)$$

經處理完第一個像素之後向右移一個像素，重複進行兩階化及誤差擴散的步驟，其處理的方向是由上而下蛇行的方式(serpentine)前進，如圖 2.3 所示。

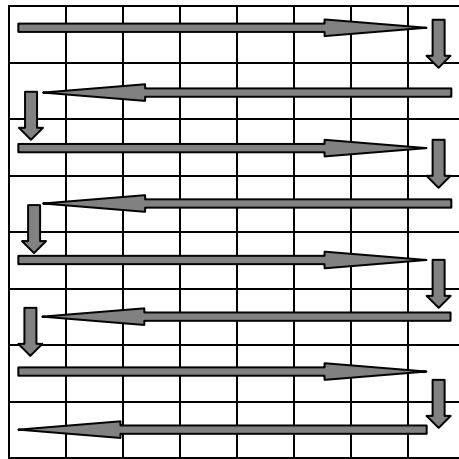


圖 2.3 誤差擴散法進行兩階化之處理方向

誤差擴散也有其固定的方式，如果就某一單數列之某一像素而言，兩階化後誤差擴散之比重如方程式(5)矩陣所示：

$$\frac{1}{16} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & -16 & 7 \\ 3 & 5 & 1 \end{bmatrix}, \quad (5)$$

舉例而言，如果單一像素的黑度值為 0.7，臨界值為 0.5，因為大於 0.5 則給予新值 1，誤差為 -0.3，故需將此誤差擴散至右方、右下方、下方、左下方等四個像素，其中右方像素其黑度值需加 $-0.3 \times 7/16$ ；右下方之像素黑度值需加 $-0.3 \times 1/16$ ；下方像素則是需加 $-0.3 \times 5/16$ ；左下方像素需加 $-0.3 \times 3/16$ ，此即為誤差擴散的基本演算方式。而已被兩階化的像素位置，就不需做誤差擴散。圖 2.4 為經由 Floyd-Steinberg 誤差擴散法所得到的演算結果。



圖 2.4、FSED 誤差擴散法之演算結果

近年來也有學者提出「多層式誤差擴散法」(Multi-scale Error Diffusion)[11]，依照全域與區域的影像濃淡來改變兩階化的順序，多層式誤差擴散法(MSED)的兩階化順序隨著原稿圖像的特性不同，而有不同的變化，主要採用最大強度法則，即是由影像濃度最黑的地方開始進行兩階化，而誤差往每個方向擴散至相鄰的點，所以在圖像兩階化後，其邊緣銳利度與平緩的區域，網點的自然散佈性較佳。

第二節 半色調輸出

由於雷射印表機、網片輸出機、印刷機等輸出設備，無法列印出連續調影像，必須經過半色調網點來達到目的。而半色調網點是由輸出設備的成像單位來產生，在半色調的網格中，每個網點以一個元素為單位，每個元素皆由輸出單位的點所組成，亦即輸出設備的解析度(Element per inch)[13]。決定產生一個半色調網點的成像單位數量，必須考量半色調網點所使用的網線數(Line per inch)及輸出解析度(EPI)。

數位半色調技術決定網點的排列方式及造成不同灰階效果均由臨界值矩陣控制[33]，如圖 2.5 為 3×3 的矩陣所構成的成像單位，每個網點由 3×3 的成像單位所產生，供有 10 種不同的灰階變化。

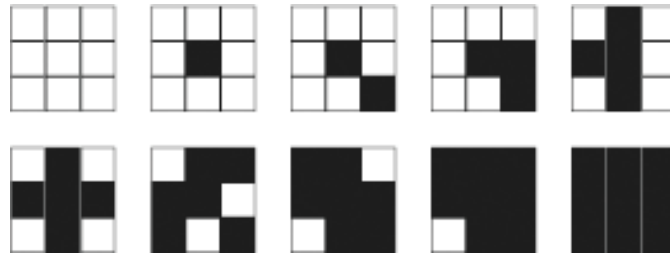


圖 2.5 3×3 區域模擬灰階

舉例而言，一個影像以調幅網點 150lpi 的網線數在 2400 epi 的輸出設備上輸出，即每英寸有 150 個調幅網點，而每英寸有 2400 個輸出設備成像單位，所以每個網點是由 16×16 個成像單位所構成，16×16 元素可以有 256 個階調變化，即 257 種層次的灰階變化。

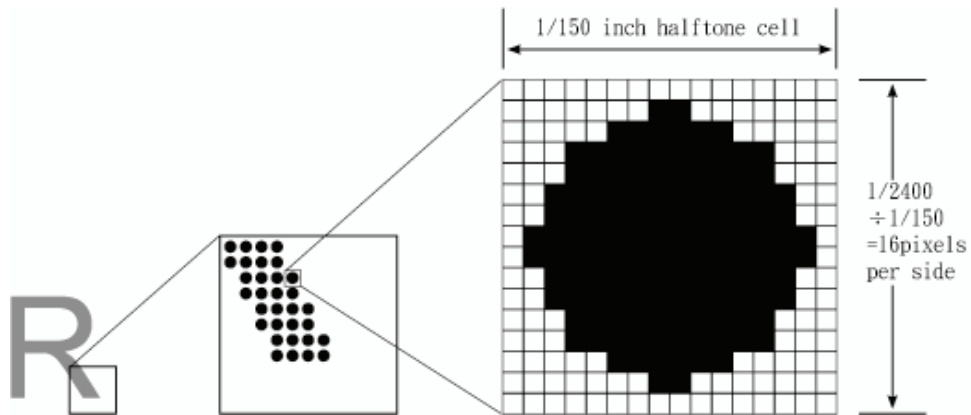


圖 2.6 網點輸出示意圖

由圖 2.6 得知，如果每個網點的成像單位是 16×16 個半色調網點，可以得到下列這個公式：

$$\text{輸出設備解析度(epi)/網線數(lpi)} = \text{網點成像單位 (Halftone Cell Matrix)}, \quad (6)$$

根據公式(6)輸出原理，可以得到輸出解析度與輸出設備解析度以及半色調網點之關係。圖 2.7 以輸出解析度為 300dpi 的輸出設備，分別輸出網線數 25lpi，50lpi 及 100lpi 三種不同的調幅網點網線。圖 2.7(a)每個網點為 12X12 個成像單位，(b)每個網點為 6X6 個成像單位，(c) 每個網點為 3X3 個成像單位。當調幅網點的網線數越高，網點成像單位越小，影像越細緻。

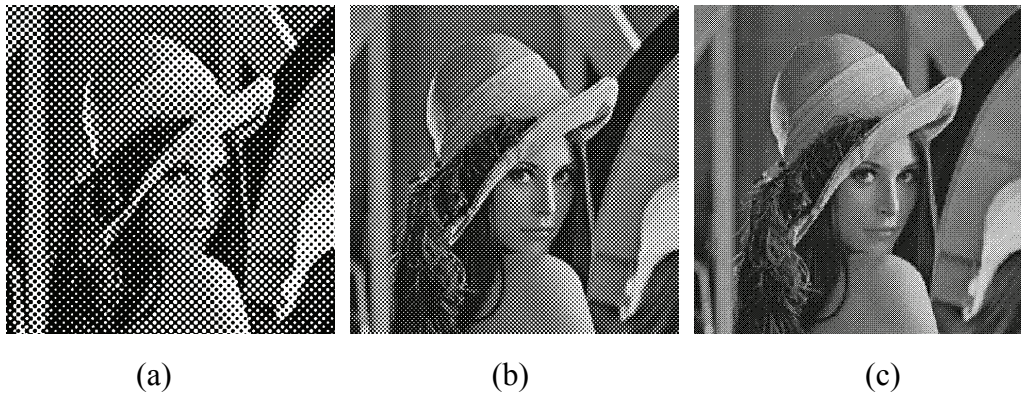


圖 2.7 輸出設備解析度為 300dpi，輸出網線數(a)25lpi (b)50lpi (c)100lpi

調幅網點用網線數來描述其影像解析度，網線數越高，每英寸內網點越多，相對網點越小，解析度越高。而調頻網點每一個網點尺寸固定，解析度取決於網點大小，網點越小，解析度越高。由於調頻網點只有大小的區分，若是以輸出設備的成像單位而言，最小的成像單位或是輸出設備雷射點的大小，即是調頻網點的網點大小。圖 2.8 以不同的輸出設備解析度，輸出調頻網點影像。圖 2.8(a)輸出設備解析度 150dpi，(b) 輸出設備解析度 300dpi，(c)輸出設備解析度 600dpi，(d)為(a)的放大圖，(e)為(b)的放大圖，(f)為(c)的放大圖。其中(d)最小網點約為 169.2 micron，(e)網點大小約為 84.6 micron，(f)網點大小約為 42.3 micron。調頻網點輸出時，當輸出設備解析度越高，成像單位越小，調頻網點相對越小，影像層次越好。

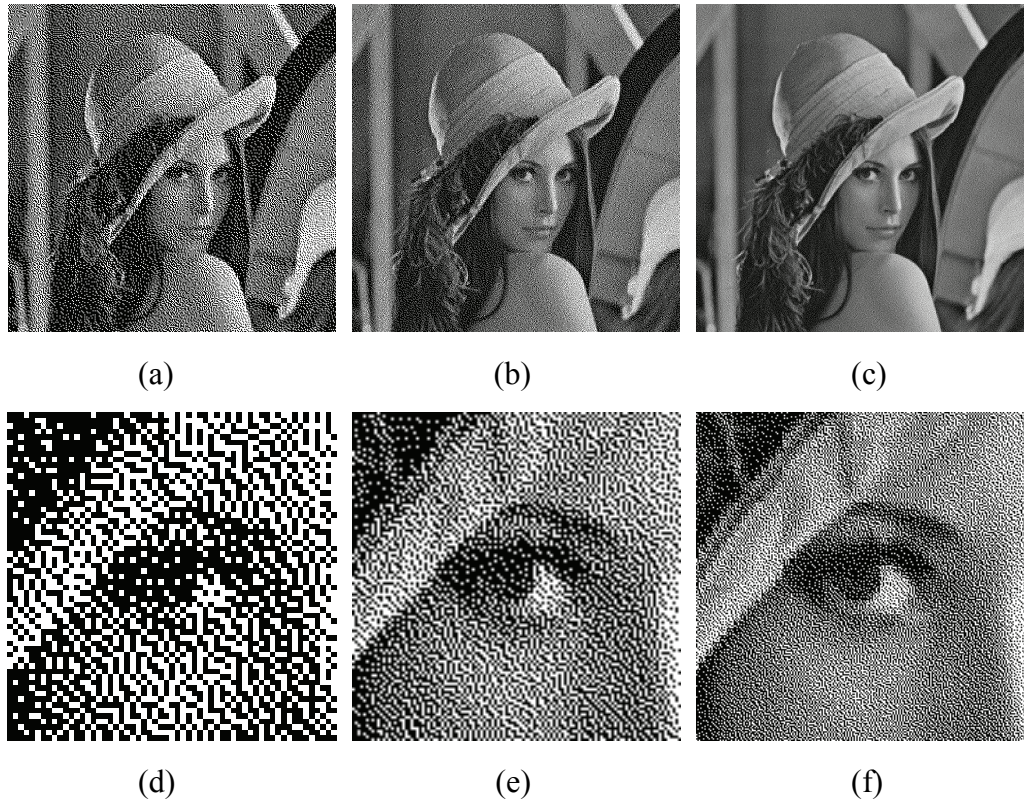


圖 2.8 以不同的輸出設備解析度，輸出調頻網點。(a)輸出設備解析度 150dpi，(b)輸出設備解析度 300dpi(c) 輸出設備解析度 600pi，(d)為(a)的放大圖，(e)為(b)的放大圖，(f)為(c)的放大圖

第三節 網點擴張

在印刷的過程中，網點是油墨附著的基本單位，網點擴張(Dot Gain)可定義成數位檔案上的半色調網點經過印刷製程後，在被印材料上的網點大小變化[15]。網點擴張容易影響印刷品質，最明顯的效果即是造成色偏現象。依照網點擴張發生的原因來分類，可分成光學性網點擴張(Optical Dot Gain)與機械性網點擴張(Mechanical Dot Gain)。而印刷的網點擴張是機械性網點擴張與光學性網點擴張之總和。

一、光學性網點擴張

光學性網點擴張之主要原因為光線擴散(light diffusion)進入紙張表層之內，造成觀測者觀測或反射式濃度計測量時，「視覺上」感覺較暗，類似於網點擴張。

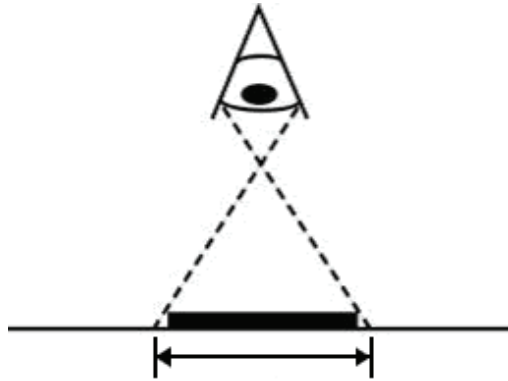


圖 2.9 光學性網點擴張[15]

油墨印在紙上之後，如同紙張上蓋上一層濾色片，當光線照在紙張上的墨層，經過墨層進入紙張的內部，不會從光線的入射點出來，即光線被油墨吸收。而由網點附近進入紙面的光線，經反射之後，一部分光線會被油墨吸收，使得網點周圍形成一圈陰影，亦使得網點的視覺濃度增加許多(如圖 2.9)。此現象稱之為光學性網點擴張。

二、機械性網點擴張

機械性網點擴張發生於製版及印刷的過程中。影響機械性網點擴張之因素包括印墨之黏度(viscosity)、黏性(tack)、橡皮布之特性、蠕印(slur)、雙影(doubling)、印刷壓力之調整等因素，這種網點擴張主要是來自擠壓造成[15]。可依方向性的有無分為有方向性與無方向性，網點是呈現方形、圓形、菱形、鏈形等等形狀，而線性擴張即網點朝著某一個方向線性擴張。例如蠕印、雙影為有方向性的機械

性網點擴張；而印刷的網點向四周擴張，網點面積的擴張，與網點邊緣的長度成正比關係，此現象則為無方向性的機械性網點擴張。

三、邊際長度與網點擴張

由於調幅網屏與調頻網屏兩者網點形成的規則不同，形成調頻網點其每一基本點的大小幾乎都是同樣，不像調幅網點有大小網點的區別。

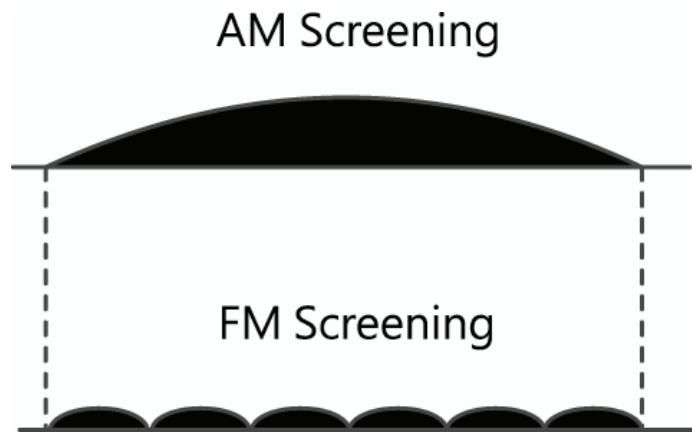


圖 2.10 AM/FM 網點大小比較

根據邊界帶理論，網點的擴張是發生在網點邊緣，不論網點的大小其邊界帶的擴張寬度都是相同的[34]。而邊際長度隨著網點面積改變，如果網點的周邊越長，越容易有網點擴大情形，而調頻網點的邊際長度是集合小網點的周邊總和(如圖 2.11)。

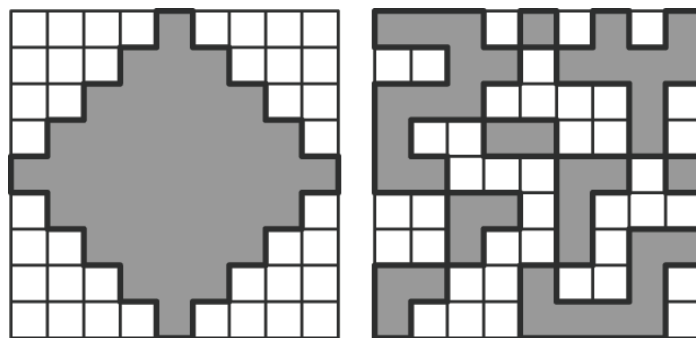


圖 2.11 調幅與調頻網點邊際長度比較圖

對於調幅網點而言，最大的邊際長度大約在 50%的網點面積，亦即在 50%的網點面積時，網點擴大最大，調頻網點的最大網點擴大面積是接近 30%的網點面積處，網點擴大與網點面積的關係是非對稱，但是不論網點面積多少，調頻網點擴張程度依舊比調幅網點擴張程度還大。以另一角度來看，調幅網點會在大小網點產生不同的擴張情形，而調頻網點由於大小一致，因此會有較易控制的網點擴張的現象[15][34]。

網點擴張是無法避免的事實，只要控制得宜是可以得到理想的網點面積。印製調頻網點時，常常會因為網點擴大的問題而減少放墨量，其所造成的影響是油墨的墨膜厚度越薄，油墨所產生的抗分裂力反而越強、越大[16]。為了調整墨膜厚度，而減少放墨量，往往會造成滿版(solid density)濃度不足，如果為了加大印刷壓力達到減墨的目的，壓力加大的結果反而造成起墨皮、紙皮、紙張變形等不良的後果。所以印刷的網點擴張不應在印刷的時候再來調整，應該在印刷前置作業就根據擴張的情形調整到理想的數值。同時使用兩種網點形式(調幅與調頻)來顯示一張影像，印刷過程中，必須先確認墨膜厚度在合理範圍之內，兩種形式網點的網點擴張率才能夠穩定，也才能夠有效控制網點擴張，達到較佳之輸出圖像表現。

第四節 數位浮水印

數位浮水印為保護合法媒體的一種技術，其方法是將著作權標記(Copyright Signal)嵌入到合法的媒體之中。隨著網路發展以及多媒體數位化，數位化檔案具有可完全複製的特性，版權的保護也越來越受重視。

數位浮水印大致上可分為可見(visible)浮水印與不可見(invisible)浮水印兩種類型。

一、可見浮水印

可見式影像浮水印技術是指其浮水印是可以被人眼所察覺的，例如紙幣上的浮水印(如圖 2.12)，可以有效地防止不法人士偽造以及盜印。可見式浮水印應用於一般的有價證卷中，可不必經由複雜的演算流程即可鑑定出擁有者，但其缺點是容易降低或破壞原始媒體的品質，加上各種媒體數位化的趨勢，也容易讓不法人士利用電腦刻意地將浮水印給去除，因此近年來影像浮水印的發展趨勢大都朝向不可見浮水印技術上的研究與發展[1][18]。而不可見影像浮水印技術，又可藉由浮水印資訊的製作上再區分出兩類，第一類的浮水印是屬於空間域浮水印。第二類的浮水印是頻率域(frequency domain)浮水印。



圖 2.12 可見浮水印

二、不可見浮水印

不可見式影像浮水印技術，又可藉由浮水印資訊的製作上再區分出兩類，第一類的浮水印是屬於空間域(spatial domain)浮水印，它的作法是將浮水印嵌入影像中的 LSB(Least Significant bit) 最低位元區域，以浮水印的資訊將影像中的每

一個像數點的最後幾個位元置換，這是最早被開發出來的方法，也是最廣泛的使用方法。這樣的浮水印具有較好的隱藏性，但是缺點是容易被不法人士惡意破壞，且難以抵抗雜訊、壓縮處理、影像處理以及裁切處理等各種攻擊(attack)，空間域的方法具有快速運算之優點，但較不能抵抗訊號處理的破壞[18][21]。

第二類的浮水印是頻率域(frequency domain)浮水印，其作法是利用轉換技術嵌入浮水印[21]，如傅立葉轉換(Fourier transformation)、離散餘弦轉換(discrete cosine transformation)、小波轉換(wavelet transformation)等，頻率域浮水印技術是將浮水印資訊加到頻率域的係數中，經過轉換公式轉換後，浮水印資訊會平均的散布在整個影像，然後在轉換回空間域，還原到原來的媒體形式。

目前大多數資訊隱藏技術的研究專注於智財權的保護上[1][18][21][22]，即隱藏的資料以數位浮水印方式表示，而數位浮水印有下列數點特性[1,21]：

- (1)忘卻性(Oblivious)：不需原始媒體做比對，才能萃取浮水印。
- (2)通透性(Transparency)：隱藏效果要夠好，浮水印透過人眼檢視，必須無法區別出浮水印。通透性夠好，相對的被發覺浮水印而被破壞的機率也就越低。
- (3)明確性(Unambiguity)：萃取出浮水印必須明確。安全文件最重要的就是明確的區分真偽。
- (4)安全性(Security)：不允許沒有權限的人任意移除或竄改嵌在其中的浮水印資料，亦即嵌入浮水印後，必須有相關的資訊，才能把浮水印資訊取出來。
- (5)強韌性(Robustness)：浮水印資訊在嵌入影像後，經過一般影像處理、幾何變形、列印後掃描等一般性的攻擊，仍然可以取出原先嵌入的浮水印資訊。強韌性是數位浮水印最基本所必須具備的。

數位浮水印可應用於影像、聲音、文字、與影片等不同的媒體[22]中，但是不同的媒體所應用的浮水印技術皆不同，影像相關的數位浮水印為了讓資訊隱藏其中不受到察覺，必須考量到人類的視覺系統 HVS(Human Visual System)，而實體影像的浮水印除了必須具備資料隱藏的效果，隱藏資訊在經由輸出後還必須能夠存活在文件裡。

第五節 半色調藏密技術

半色調影像以網點大小及網屏角度來表現階調，基於人眼視覺系統具有低頻濾波器的特性，當人眼觀看半色調影像時，會對密布的網點作積分，因而產生連續調的感覺。人眼的視覺系統會依照頻率不同，所產生的感知能力不同，圖 2.13 由人眼視覺函數曲線(Modulation Transfer Function, MTF)得知，人眼視角內明暗相同線條出現頻率以及亮度對比的對應關係，人眼在不同的空間頻率，分辨的能力會依高頻與低頻而產生不同辨識力，亦即在高頻與低頻的訊號，人眼是無法分辨的[4,5,6,11]。

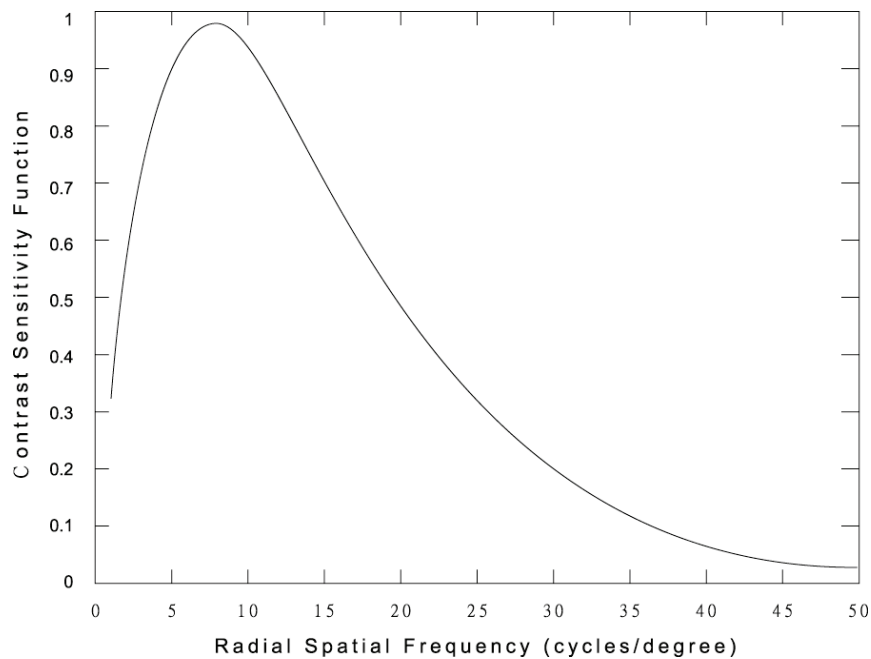
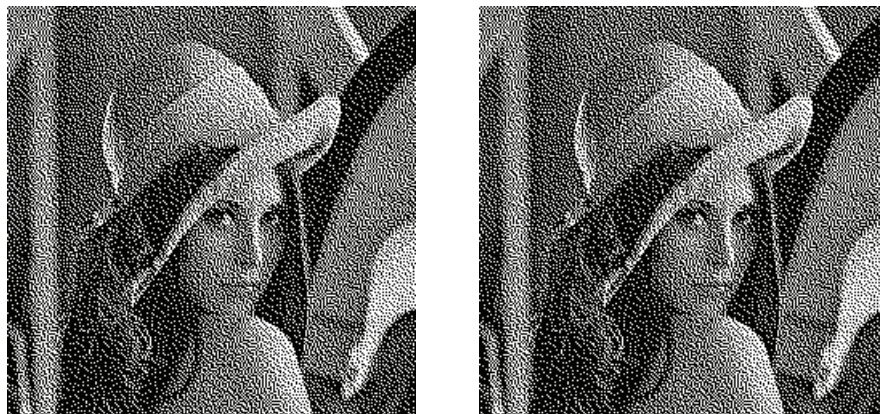


圖 2.13 人眼視覺函數[30]

基於以上特性，利用半色調網點的藏密技術，多為控制網點的大小、位移或形狀...等等，於不被人眼所感知的範圍之下，將浮水印藏入影像當中[30]。

一、調頻網點藏密技術

浮水印加入半色調影像當中，會直接影響到原始半色調影像網點的分布，破壞了原有的影像品質。目前的半色調加密技術，加密影像兼具影像品質的研究中，Fu and Au 提出 MDHED(Modified Data Hiding Error Diffusion)技術[7]。主要是利用誤差擴散(error diffusion)半色調過程中以擬似隨機(pseudo random number)方式去嵌入浮水印，在誤差分散的過程中藏入浮水印，將浮水印所產生的誤差分散到鄰近像素中，減低加入浮水印後其浮水印資訊對影像品質的破壞。利用影像過網處理過程中加入密碼，影像經誤差擴散法過網時一邊判斷是否是密碼加入的位置，如果是的話，也將密碼所產生的誤差加上目前過網產生的誤差，擴散到以下未過網的區域，這樣所得的加密影像兼具原始影像濃度與保護密碼的優點(圖 2.14)，但加入的密碼某些區域可能實際輸出於紙張時，因為網點擴張而漏失，是它實際應用輸出成實體影像的缺點。網點擴張也是目前調頻網點加密所遭遇到的最大問題。



(a)

(b)

圖 2.14 MDHED 加密圖像(a)未加密圖像 (b)加密圖像

二、調頻網點藏密技術

調幅網頻線數越高，網點越小，線數低則網點大，圖 2.15 為結合不同大小網點的數位浮水印，利用不同網線數構成的浮水印[23]，其網點構成的灰度，在視覺感受後近乎平均，人類視覺系統在一定距離內無法分辨其差異，對於浮水印的隱藏度佳。當複印機複製時，其中兩種網線數的網點大小不同，對於複印機有不一樣的取樣解析度要求，當複印機無法達到其中之一網線要求時，隱藏的潛像會因此浮現。

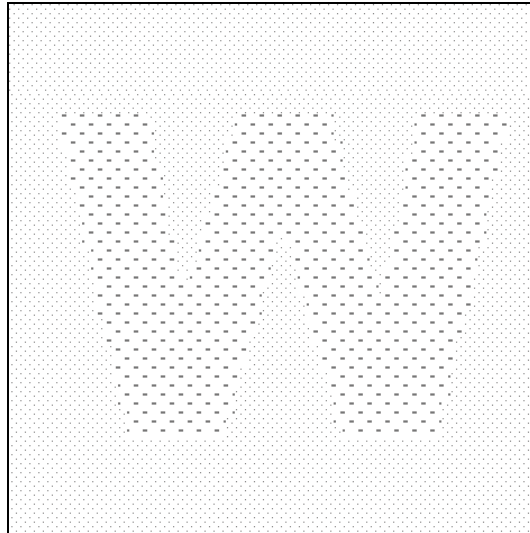


圖 2.15 以不同網線構成浮水印

三、網點角度藏密技術

調幅網點藏密技術除了應用網點大小來藏密外，另有結合不同網線角度的數位浮水印。其藏密方法乃利用背景影像及隱藏字圖案，經由數位過網之臨界值矩陣處理，得到水平及垂直線網的組成影像，利用直線與橫線互相搭配設計圖案來隱藏浮水印，達到隱藏的效果[24]。圖 2.16 利用直線與橫線設計隱藏浮水印，此

加密影像可透過複印機解碼，由於複印機的感光鼓對於平行與垂直線條的複製能力不同，造成兩者之間複製取樣的差異，使得浮水印的圖案立即顯現。

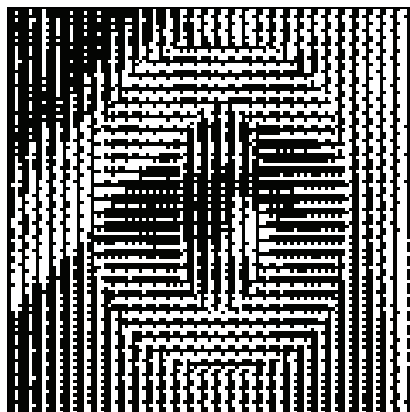


圖 2.16 水平及垂直線設計隱藏浮水印

另外，在凹版印刷中，由於平行與垂直線條對光傾斜效應的不同，也可利用光的折射旋轉實體影像角度，例如把紙張水平旋轉 45 度或 90 度時會變換成不同圖文，即可觀察到隱藏資訊。圖 2.17 新台幣鈔票中隱藏字，即是應用線與橫線互相搭配設計圖案達到防偽效果，除了可抵抗複印機複製外，也可藉由轉動鈔卷平面，直接由人眼觀察，同樣也能辨識浮水印。

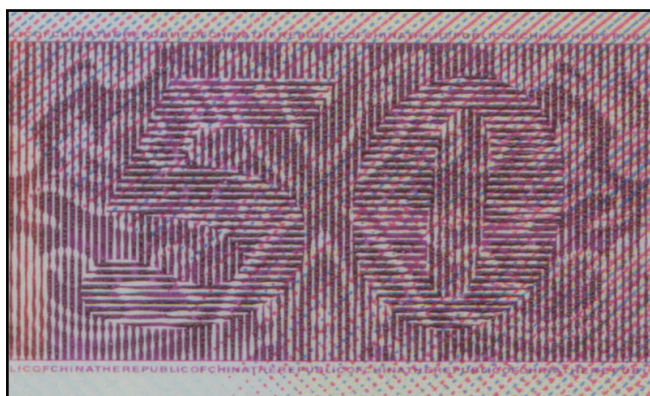
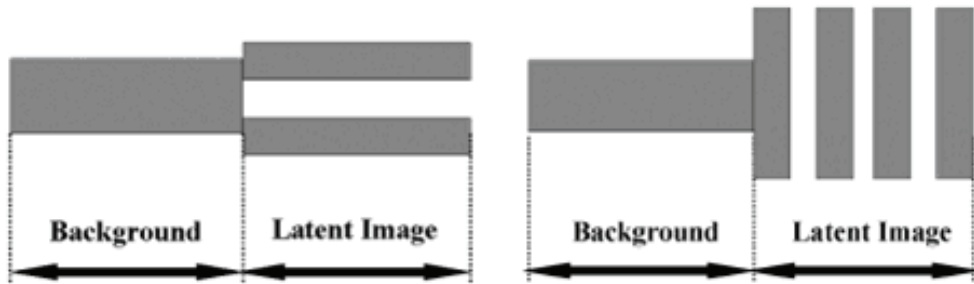


圖 2.17 橫直線加密潛像

四、微結構網點藏密技術

日本國立印刷局發展的微結構網點藏密技術，將圖案中線條某些片段切割成兩種細小網點[25]，在人眼感知下，無法察覺出線條的差異，而潛像是由線條片段中的小網點所組成(如圖 2.18a)，經由複印機取樣複製，線條中較大網點組成的圖案複印後反差與原始線條複印後所得的反差相同，而小網點部分無法被複印機取樣，潛像立即浮現，而原先的圖案中由小網點組成的線條也會因為取樣差異而消失，圖 2.18(c)經由複印後，除了原先圖像消失外，潛像會浮現出來。



(a) 線條分散示意圖



(b) 加密圖像



(c) 複印後圖像

圖 2.18 微結構網點藏密技術[25]

五、奈米結構網點藏密

匈牙利JURA公司將文字設計成超微小的網點，由超微小的文字網點構成圖像[26]，唯有在放大鏡下看的到極其微小的文字網點(如圖2.19)，此防偽技術必須由高解析度的輸出設備輸出圖像。複印機和掃描器無法複製或取樣到這些超微細文字的字影，文字網點會因為複印機的網點擴張或是取樣不足，複製後無法重現這些超微小字，因而達到防偽目的，不少紙幣亦使用這種技術。

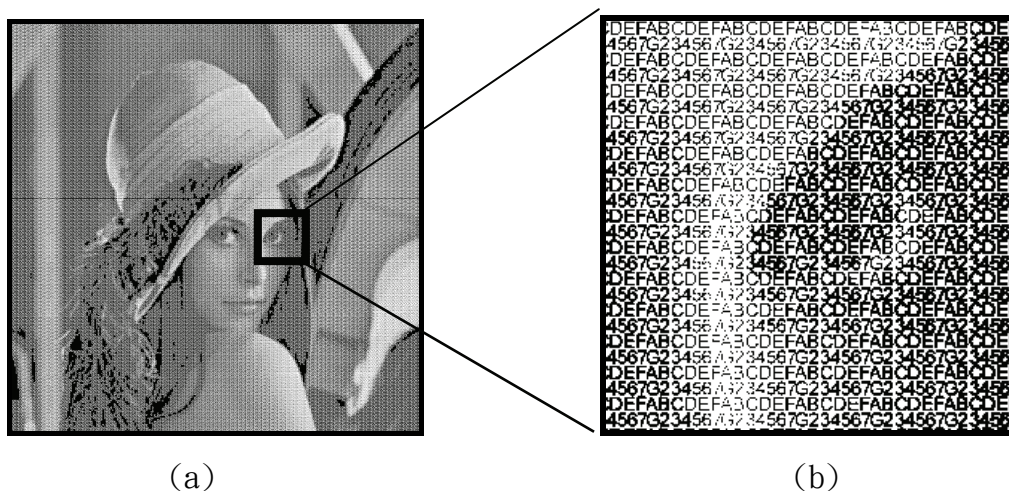


圖 2.19 文字網點加密圖像(a)加密圖像(b)文字網點放大圖

奈米結構網點藏密結合特殊螢光物質的防偽技術[27]，由文字網點構成區塊，此區塊形成遮罩藏入一般調幅網點之中，在人眼的視覺感知下，遮罩區塊灰度值與調幅網點相同，無法辨識出任何圖樣存在，當數位浮水印輸出時，在將遮罩區塊結合螢光物質浮水印，數位浮水印與材料防偽技術結合，更提高了浮水印的安全性。此浮水印的辨識方式同樣利用複印機的取樣差異，文字網點遮罩區塊經由複印後會浮現(圖 2.20)，且遮罩區塊裡文字網點對複印機的取樣頻率需求不足，無法完全取樣，文字網點會變成結構性的條狀圖形。複印過程中螢光物質發射波長的長短會使複印本上出現反差圖樣浮水印，同樣也是達到防複印的目的。

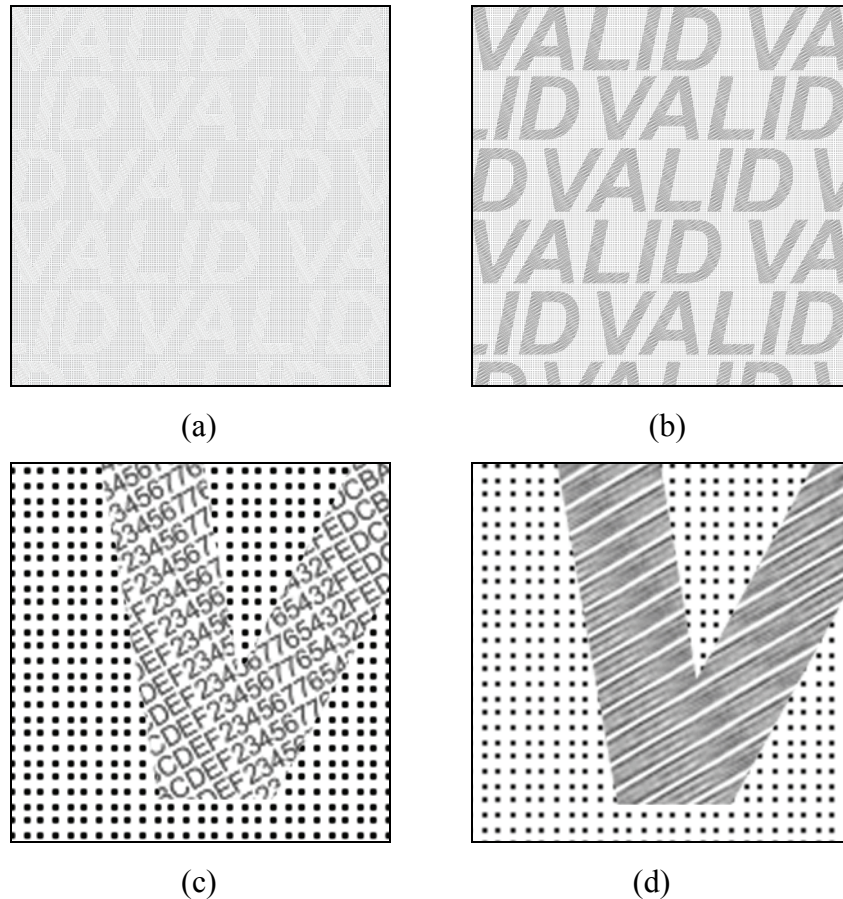


圖 2.20 奈米結構網點藏密技術(a)加密圖像(b)複印後圖像(c)微結構放大圖
(d)微解構複印後放大圖

六、網點位移藏密技術

正反面對合圖案的防偽技術最早應用在紙幣上，防偽圖案是在紙幣的正面印刷一部分，在反面印刷另外一部分，迎著光線才能透視出完整的圖形。而 Xerox 公司依據人眼視覺對低頻的辨識力較差，利用調幅網點低網線數將浮水印藏入半色調影像當中[28]。其主要利用符合人眼辨識率的臨界值內，將浮水印做網點位移，達到隱藏效果。浮水印經由正反對合套準列印，正反兩面的網點位移量即產生差異，只要對著光源即可觀察出浮水印(圖 2.21)。再者由於浮水印網點的位移量與原來網點排列不同，利用光柵也可辨認出浮水印。這種防偽方式正反套印精度非常高，其他的複印機難以再現。

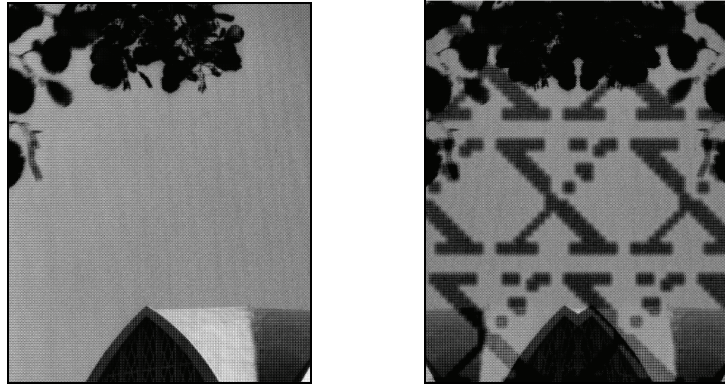


圖 2.21 網點位移解密情形[28](a)網點位移加密圖(b)透光解密圖

七、變形網點藏密技術

David L. Hecht 在 1995 年所提出的變形網點加密(Glyph Code)，利用網點的形狀來隱藏密碼，Glyph Code 是屬於調幅網點中點陣調色法，用斜向網點的臨界值矩陣，將密碼編碼成二階的數值，在一邊過網的過程中並判斷密碼 0 或 1，分別代表過左斜"/"的網點或右斜"\\" 的網點[6]，完成後即為加密圖像(圖 2.22)。此加密圖像除了網點特殊外，其解密方法必須經由掃描後，在進行解密，驗證機制較為繁複，也容易因為掃描取樣而破壞到原始設計的密碼。

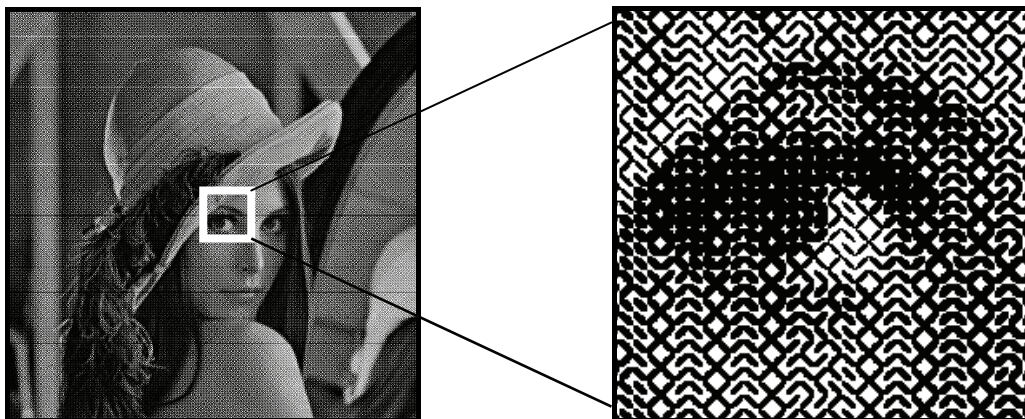


圖 2.22 變形網點加密圖

以上的研究，大致上透過大小不一或粗細不一網點、網線、圖案或線條來設計隱藏資訊[29]，防偽特徵在經由複印取樣後，不論是破壞原來的圖像品質，或是隱藏的資訊浮現，驗證的機制都是即時的顯示。除此之外，隱藏的資訊經由輸出後，無法再透過掃描等的複製設備重建，更是提高了浮水印的安全性。

第六節 實體文件安全驗證機制

印刷上的防偽科技大部分應用在安全文件(security document)上，所謂安全文件指的是在法律上具有效力的印刷品[19]，例如鈔票、有價證券、權狀、執照、商標、收據、身份證件、信用卡及護照等，文件內容都以半色調影像呈現在紙張上。在傳統的資訊傳播社會裡，大多以紙張為資訊的載體，而其中的認證機制都是藉由加密、發行、驗證或是更多的流程。防偽驗證機制也多利用印章、簽名來證明文件是正本或是合法的文件[3]。在實體文件防偽驗證機制當中，通常分為以下幾種類別：

一、特殊材料防偽

特殊材料防偽的方法建立在特殊的實體材料上，使用特殊油墨或是特殊印製方式來達到防偽效果，例如變色油墨或是凹版印刷[19]。利用控制這些特殊材料，偽造者無法取得材料來進行複製，達到防偽的目的。但是以特殊材料或特殊設備來製作安全文件，在成本上較昂貴，這個方法通常只在特殊的應用上，例如票卷，紙鈔等安全文件。

二、生物防偽

生物防偽的方法通常利用人類的唯一性，例如：DNA 編碼、虹膜或是指紋。人類的指紋具有唯一性，利用指紋加入文件中，每份文件都有唯一性，偽造的文件會因此被鑑別出來。而且指紋具有可追蹤性，偽造者如果用自己的指紋將會被辨認追蹤出來，這也是另外一項追蹤的功能[3][19]。利用指紋來防偽，因指紋具有唯一性可以很有效的防止被複製。但指紋無法完全嵌入保護的內容當中，所以文件內容無法完全的受到保護。所以隱藏性的指紋通常需要特殊儀器來辨認，相對的整個防偽驗證系統的成本因此也會非常昂貴，且驗證的時間過長。

三、機器驗證方式

傳統的防偽技術是把數位的標記轉移到實體文件上，例如 Bar codes、資料隱藏浮水印等。這些方法在實體文件上加入機器可判讀的數位標記。唯有認證者可以產生數位標記，所以驗證機制就產生了。然而也因為標記資料是由機器判讀，數位標記可被掃瞄器或是影印機複製，原始的文件受到保護效果不佳。以機器來判讀之後解碼的防偽應用已經很廣泛，例如帳單，信用卡等[19]。

四、實體浮水印

視覺防偽圖像應用在實體文件上，將圖像分成不同片段，只有當這些片段堆疊在一起才可以被看出來。經由這樣，一份實體文件可以讓其他有權分享的使用者可以讀的出來。光學可見浮水印在於改進視覺防偽浮水印，利用隱藏資訊的能力，將資訊藏入不同層的圖像當中，提高圖像的品質。這兩種浮水印的方式都是經由手動驗證，這是最穩定的應用，可以方便驗證是防偽機制裡重要的一環，例

如：車票、門票或是產品包裝。然而傳統的浮水印機制無法應用影印機或是掃描機來驗證原始的文件。

以上這些防偽機制各有應用的方法跟領域，而且各有優缺點。隨著科技進步，複印機乃至於彩色影印機的相繼發明，複印的品質越來越好的情況下，針對實體文件的複印技術，卻有必要發展出因應的方法。

防止複印的技術主要功能在防止將原始文件經過複印機複印後，避免其達到複本和原件完全一樣的複製品，這項技術最早開始於 1970 年代晚期，主要是針對類比複印來發展防偽的特徵[19][31]。數位複印設備的發展日新月異，特別是高解析度 600dpi 的數位複印技術逐漸的普及，近幾年來為抵抗複印機或是印表機所帶來的安全問題，防止複印的技術不斷的蓬勃發展。然而防止複印機或是掃描器的方法很多，但由於製作安全文件必須考量到以下幾點[19]：(1)特徵是必需顯而易見的，(2)認證不能模糊不清的，(3)在文件的生命週期間必需是堅固的，(4)其製作成本必需合乎市場需求的。如果安全文件要廣為大眾所應用，其中成本因素是最大考量，利用材料技術來防偽，無論在成本上或是製作往往需要耗費大量成本，這也是這幾年來防偽印刷一直往圖像調整變化的技術方面發展。尤其在連續影像的數位浮水印技術研究大量的被提出，如果能結合此方面之技術，進行防偽新功能的開發，也可將防偽功能延伸到半色調影像。