

第三章 研究方法

本研究之目的主要在建立一影像的網點結構，使其能夠在與遮罩重疊後能清楚地呈現數字形狀的網花。為了能達到此目的，本研究用實驗的方法，以 Matlab 6.5 為工具將連續調影像進行半色調轉換處理。輸出的設備為：單色影像使用 600dpi 解析度的雷射印表機，彩色影像使用 1200dpi 的噴墨印表為輸出設備。掃描設備為光學解析度 600dpi 之平台式掃描機。

在本章中第一節主要針對單色影像進行半色調過網處理，其中包含網點形狀及不同網點結構的設計方式和嘗試將網點形狀分解，使其能在不被肉眼直接觀察時無法得知影像隱藏的資訊，但與遮罩重疊後又能產生數字形狀的網花；第二節的部分主要是將第一節中所設計出來的網點結構嘗試應用在彩色影像上，在此本研究使用四色版同角度與四色版不同角度兩種方式來構成彩色影像，比較何種方式構成的影像在與遮罩重疊後產生的網花較為清晰；第三節為將上述前兩節所設計出的影像經過掃描再次複製，觀察再次複製後的影像是否還能產生清晰的網花，藉以探討其防偽功能。圖 3-1 本研究之研究流程圖。

第一節 單色影像的網點結構設計

一、矩陣設計

本研究採用點陣調色式(Order Dither)的數位半色調技術來進行過網的處理，因此首先必須設計過網用的矩陣。本研究以數字“5”的形狀作為欲呈現出的網花形狀，因此必須以“5”的形狀為基礎做矩陣的設計。表 3-1 為本研究預先設計之數字“5”形狀的半色調轉

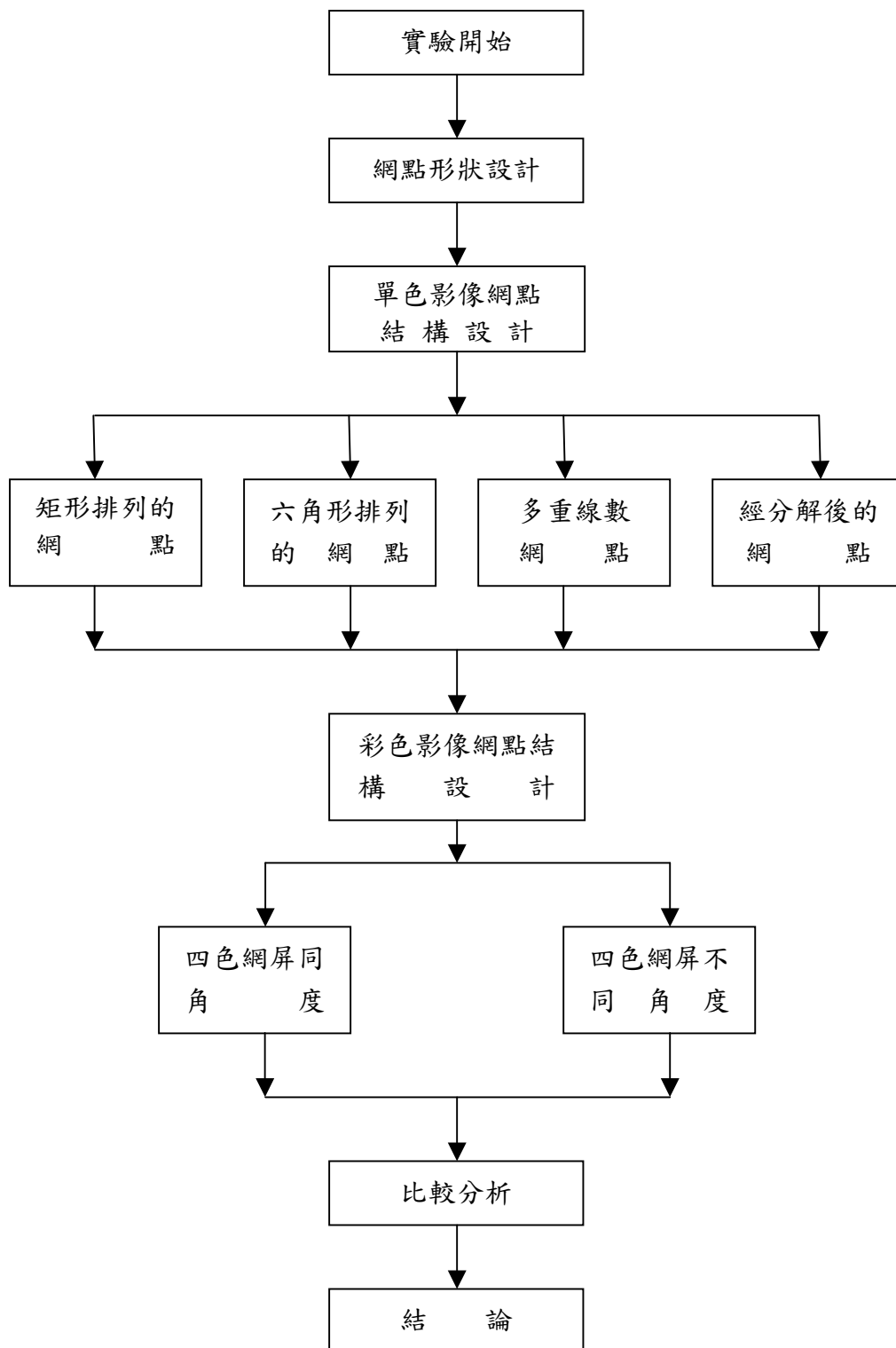


圖 3-1 研究流程圖

換矩陣，為了能讓表現出來的數字形狀呈現出的效果較為細緻，因此本研究在設計矩陣時所採用的矩陣大小為 16×16 。設計時的首先要利用最少的數值來呈現出最清楚的“5”之形狀，以期能在最小的灰階範圍下能清楚的數字“5”之形狀。此外，為求儘量能在較大灰階範圍內能夠清楚呈現出欲表現出的數字形狀，因此在矩陣內數值的安排就必須經過審慎的考量設計。首先利用最少的數值在矩陣內排列出所要呈現的數字形狀，接著數值的位置安排隨著影像灰度值的增加使數字線條粗化。由於過度的粗化會使數字的形狀隨著灰度值增加而使得數字的形狀變得模糊，因此本研究選擇在灰階值 128 處做為一個臨界值，當影像的灰度值過半時，利用原本設計出的矩陣將數字表現轉為“反白”的方式，意思就是原本當灰階值在 128 以上時，數字網點的表現是以白底黑字來表現數字的形狀，但當灰階值在 128 以下時，數字形狀網點的表現就改為黑底白字的表現方式來呈現數字形狀網點，隨著灰度值越低白字的線條就越細化，透過這種方式的設計可以讓網點有效地在較大灰度範圍內呈現出清楚的數字形狀。

表 3-1 數字“5”之轉換矩陣

215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230
213	214	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	231
211	212	1	23	2	24	3	25	4	26	5	27	6	28	98	232
209	210	29	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	99	233
207	208	7	57	167	169	171	173	175	177	179	181	183	185	187	189
205	206	30	58	168	170	170	174	176	178	180	182	184	186	188	190
203	204	8	59	129	120	121	122	123	124	125	126	127	128	130	234
201	202	31	9	32	10	33	11	34	12	35	13	36	14	100	235
199	200	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	37	101	236
131	134	137	140	143	146	149	152	155	158	161	164	71	15	102	237
132	135	138	141	144	147	150	153	156	159	162	165	72	38	103	238
133	136	139	142	145	148	151	154	157	160	163	166	73	16	104	239
191	192	84	83	82	81	80	79	78	77	76	75	74	39	105	240
193	194	45	22	44	21	43	20	42	19	41	18	40	17	106	241
195	196	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	242
197	198	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256

二、網點排列方式

本研究對網點的排列採用三種的排列方式，並比較彼此間的所產生的網花情形是否有所不同。三種排列方式分別為：一、與一般印刷品相同的排列方式，網點與網點間排列的兩個方向呈現矩形排列；二、將網點排列的兩個方向如圖 2-13 的左圖般，以六角形的結構為網點的排列方式。三、將數字的形狀如圖 3-2 般做多重線數的網點做半色調的過網方式，從圖 3-2 中可以清楚看到右圖的網點其相鄰的每一個點其網線數都不相同，此種網點結構可增加掃描機的掃描複製時的困難度。本研究在此設計出的三種不同網點結構，並觀察三種不同排列方式所產生的影像在與具有相同周期的遮罩重疊後，產生的網花的效果彼此之間的是否有所不同。

由於本研究所發展的網點形狀並不是一般的圓形網點，因此本研究在進行影像半色調的轉換時受限於輸出與掃描設備的關係，為清楚輸出數字“5”形狀的網點，因此過網後的影像網線數僅為 30lpi。經過初步的試驗結果，當以本研究所使用的設備輸出網線數 40lpi 以上的數字形網點時，網點本身形狀不夠清晰，且在與遮罩重疊下產生的網花形狀並不明顯。因此為求得清楚的網花形狀，在本研究中僅做網線數 30lpi 的輸出。而在多重線數網屏上，組成的網線數範圍則在 30lpi 到 60lpi 之間。

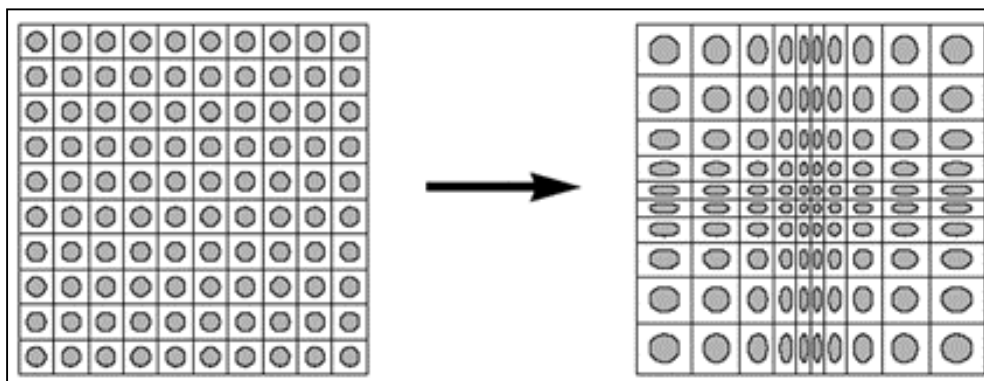


圖 3-2 多重線數的網點結構圖(Ostromoukhov, 1996)

三、網點形狀的分解

從圖 2-22 中可以清楚看出，網花形狀的產生並不一定可以從原始的網點結構中直接觀察事先預期產生的網花形狀，因此這種網點結構更適合應用在資料隱藏和資料認證方面。本研究嘗試利用自行發展出的方式來對原始的網點結構做適合的改變，並使其能與遮罩重疊仍能產生特殊的網花。本研究在此一樣用數字“5”的形狀做為欲表現的網花形狀。下列式子 3-1 為本研究用來對網點形狀做破壞的改變方式。從第二章的文獻探討中我們可以知道，當兩個半色調影像重疊時，用數學式子來表達的話可為：

$$r(x,y) = r_1(x,y) \cdot r_2(x,y) \quad (2.1)$$

而重疊影像的二維傅利葉轉換式為：

$$R(u,v) = R_1(u,v) ** R_2(u,v) \quad (2.2)$$

在此我們將經數字形網點過網後的影像以 $r_1(x,y)$ 來表示，經旋轉 15 度後的遮罩影像以 $r_2(x,y)$ 表示。然後再將一用來破壞網點結構的影像以 $r_3(x,y)$ 來表示，在此 $r_3(x,y)$ 影像為一 80% 網點的平網影像，經分解後網點結構 $r(x,y)$ 的影像如下：

$$r(x,y) = r_1(x,y) + r_2(x,y) - r_3(x,y) + r_4(x,y) \quad (3.1)$$

在 3.1 式中的 $r_4(x,y)$ 為了補償經 $r_3(x,y)$ 破壞後所損失的網點濃度值之影像。本研究嘗試用 3.1 式的方法來對網點結構做破壞，觀察其與遮罩重疊後所產生的影像是否仍為預期中的數字“5”形狀。

四、遮罩的設計

本研究中所呈現的數字形狀網花其產生必須將與影像網點周期相同的遮罩和經過半色調處理過後所產生的影像重疊，其中一個影像稍為轉一個角度後才能觀察到所欲表現的數字形態網花，因此遮罩的設計也是本研究的重點之一。根據 Circle Convolution 的原理，當兩張網屏重疊在一起所產生的網花形狀由兩張網屏的形狀熔合而成，本研究設計的遮罩透明點的網點百分比為 5%，若是遮罩上的透明點越大的話，產生的網花形狀會越模糊。而各別網屏的周期與欲重疊的影像相同，網點經分解過的影像其搭配的遮罩周期為與尚未經分解過的網屏周期相同。利用這些遮罩來觀察與半色調影像重疊後所產生的網花影像。

第二節 彩色影像的網點結構設計

在第一節的部分主要是針對單色影像做半色調處理，接著在本節中嘗試對彩色的影響也做類似的過網處理，看在彩色影像是否也能產生數字形的錯網。印刷品彩色影像的呈現主要是用原料的四原色互相混合所構成，因此做彩色半色調過網時必須分別針對四個色版分別做處理。在本研究中對於彩色影像四色的網屏角度採用二種不同的安排方式，目的在於比較何種方式的彩色影像所呈現出的網花形狀較明顯。第一種方式為網屏角度的安排與一般彩色印刷使用的網屏角度相同，分別為青 75 度、洋江 105 度、黃 90 度、黑 45 度，然後再選擇其中一個色版的半色調影像改用數字形的網點來取代，在本研究中選用黑版的影像做數字形網點的過網。第二種方式為將四色網屏的角度全都採用相同的角度，同樣地利用黑版來做數字形網點的過網。在此必須要注意的是，當四色網點都使用同一個角度時，由於青、洋江、黃三色疊在一起時會產生黑色，此時如果再與黑版的數字形網點重疊

在一起時會造成色彩嚴重的失真，且會影響黑版表現出來的數字網點形狀。因此黑版與青、洋紅、黃三色使用的過網矩陣必須有所不同。在本研究中首先在做分色時針對分色設定選擇設定最大黑版值的分色設定，利用影像處理軟體 Photoshop6.0 來做分色的工作。接著在做青、洋紅、黃三原色過網時所使用的矩陣也經過一些改變，如表 3-2 般，與單色影像用的矩陣不同當三原色色版的灰度值在 128 以上時，影像的網點生成方式是先構成反白的字，當三原色的灰階值在 128 以下時，網點轉為生成正常的字。此矩陣就是經由 $(257 - m5)$ 運算後所產生的結果，在此 $m5$ 代表原本單色影像所用的矩陣。產生的影像剛好與原先用於單色影像中的網點相反，意即當原本影像的數字形網點是正常字時，則經轉換過後的網點數字則呈現反白字。透過此設計可大幅降低四色網屏同角度時三原色與黑色重疊的機會，使影像色彩失真的情況大幅降低且提數字形網點的清晰度。

表 3-2 三原色版所使用的轉換矩陣

42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27
44	43	172	171	170	169	168	167	166	165	164	163	162	161	160	26
46	45	256	234	255	233	254	232	253	231	252	230	251	229	159	25
48	47	228	211	210	209	208	207	206	205	204	203	202	201	158	24
50	49	250	200	90	88	86	84	82	80	78	76	74	72	70	68
52	51	227	199	89	87	87	83	81	79	77	75	73	71	69	67
54	53	249	198	128	137	136	135	134	133	132	131	130	129	127	23
56	55	226	248	225	247	254	256	223	245	222	244	221	243	157	22
58	57	197	196	195	194	193	192	191	190	189	188	187	220	156	21
126	123	120	117	114	111	108	105	102	99	96	93	186	242	155	20
125	122	119	116	113	110	107	104	101	98	95	92	185	219	154	19
124	121	118	115	112	109	106	103	100	97	94	91	184	241	153	18
66	65	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	218	152	17
64	63	212	235	213	236	214	237	215	238	216	239	217	240	151	16
62	61	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	15
60	59	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

第三節 複製品影像之比較

此節主要是將前二節中所完成的影像再經平台式掃描機掃描複製，然後再將掃描得的影像經由同樣的輸出設備做高解析度的輸出，比較經複製後的影像在與遮罩重疊後是否仍可產生清晰的網花。由於本研究所輸出影像為 30lpi 網線數的影像，對掃描機而言影像線數太低因此要完全的複製得影像中網點並不困難。為了模擬實際的印刷品與坊間常見的掃描機解析度之間的關係，因此本研究將掃描的光學解析度設定在 300dpi。由於印刷品的網線數多在 100 到 175 線之間，而坊間的平台式掃描機光學解析多為 1200dpi，因此為了模擬兩之間的比例所以將掃描解析度定在 400dpi 以配合 30lpi 的輸出影像。從理論上來講，掃描機要完全的複製網點形狀是很困難的，從圖 3-3 中可以看出網線數 lpi 與解析度 dpi 之間的關係。當對同樣線數的印刷品做掃時，掃描的解析度越高所能描繪出的網點形狀越完整，若掃描解析度不夠高時就無法完全掃描得到完整的網點形狀。因此本研究嘗試對設計出的數字形網點做複製，比較原稿影像與複製品兩者間的能產生的網花形狀是否一樣，藉此探討其防偽效果。

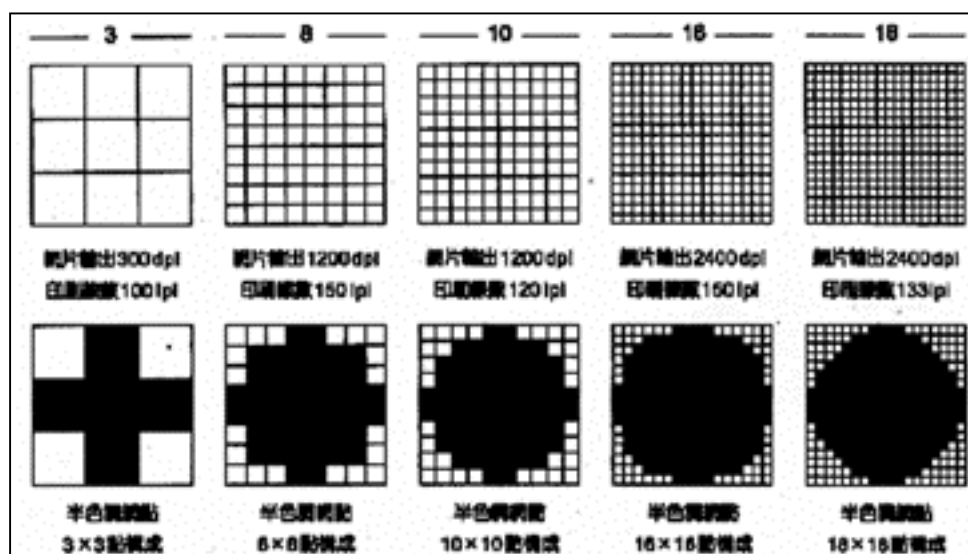


圖 3-3 網線數 lpi 與解析度 dpi 之關係圖(亞諾文化，民 92)

第四節 研究工具

以下為本研究所使用到的工具與設備：

1.影像處理軟體：Matlab 6.5

Photoshop 6.0

2.輸出設備：HP deskjet 3420 彩色噴墨印表機

HP LaserJet 1160 黑白雷射印表機

3.掃描設備：平台式掃描機 Microtek scanner inx 3960U