

HOMEWORK ASSIGNMENT #2

Edge Detection, Geometrical Modification

系級：資工三

學號：b4902099

姓名：黃嵩仁

PROBLEM 1: EDGE DETECTION

(a)

- 1st order edge detection

Step1：因為觀察到顆粒狀的 noise (類似 impulse noise)，因此將原圖經過 median filtering 來 de-noise。

Step2：依照講義中的三種公式(3 points, 4 points, 9 points)算出 G

Step3：設定不同的 threshold，做出 edge map

Parameter：threshold，threshold 大小決定 edge map 的細節，若 threshold 定的太小，則 edge map 上會有很多不需要的訊息(未必是 edge)，若 threshold 太大，則有些邊上的片段會被濾掉，使邊不連續。(我設定 threshold 的標準是盡量突顯手部的邊緣，並減少其他 edge)。

結果圖：

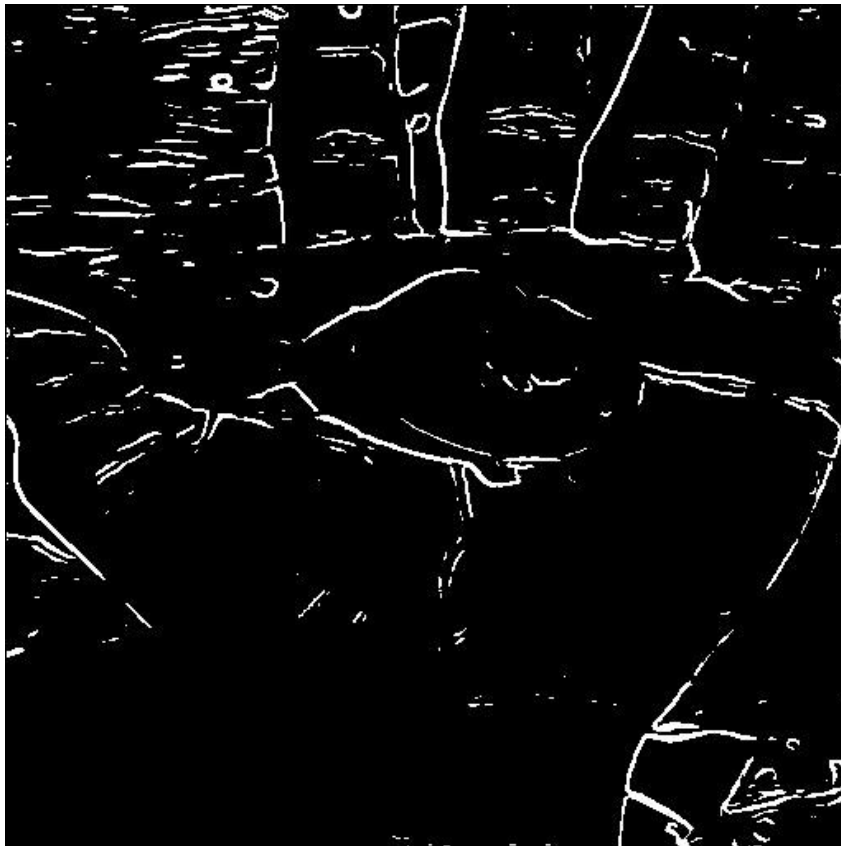
(1) 3 points discrete case，threshold = 30



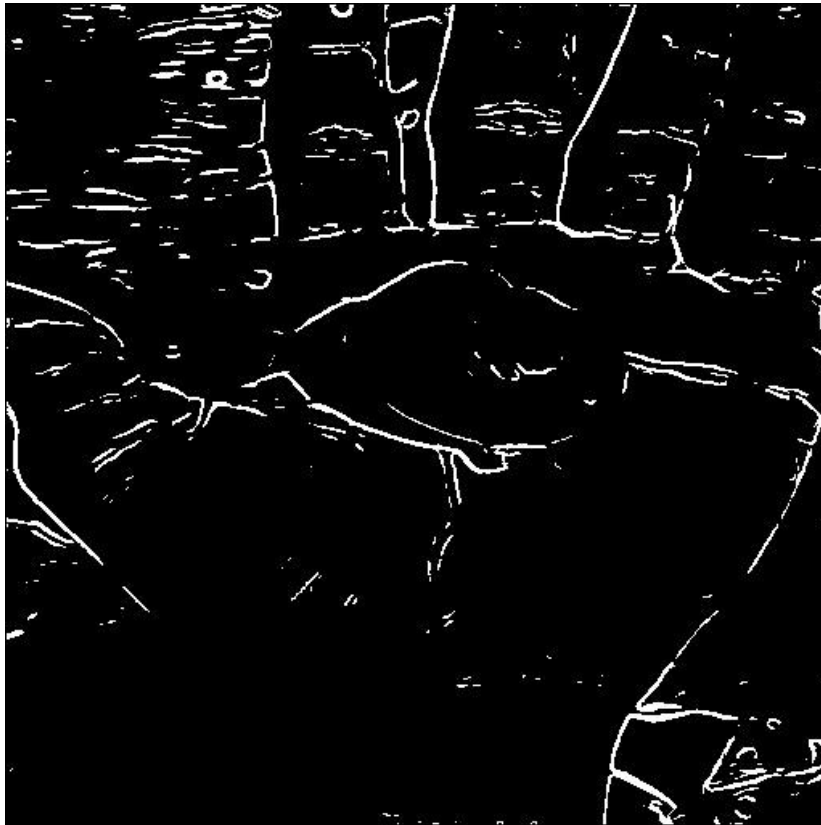
(2) 4 points discrete case , threshold = 40



(3) 9 points discrete case ($k=1$: Prewitt Mask) , threshold = 40



(4) 9 points discrete case (**k=2: Sobel Mask**) , threshold = 40



討論：從(1)、(2)、(3) 三張圖可看出 3 points 與 4 points 做出來的效果差不多，而 9 points 做出來的 edge map，邊比起前兩者更為連續且清晰(粗)。而從(3)、(4)可觀察到，做出的結果中，Prewitt mask 與 Sobel mask 差異不大，我能觀察到的細節差異僅有拇指內側的邊連續性較高。

-2nd order edge detection

Step1：同 1st order edge detection 之 Step 1。

Step2：low-pass filtering ($b = 2$)。

Step3：Laplacian impulse response

Step3：設定 threshold，若 $|G(j,k)| < \text{threshold}$ ，則 $G(j,k) = 0$ 。

Step4：若 $G(j,k) = 0$ ，則觀察八方位，若有某一方位的兩鄰點相乘 <0 (zero crossing)，則該點在 edge map 上的值為一。

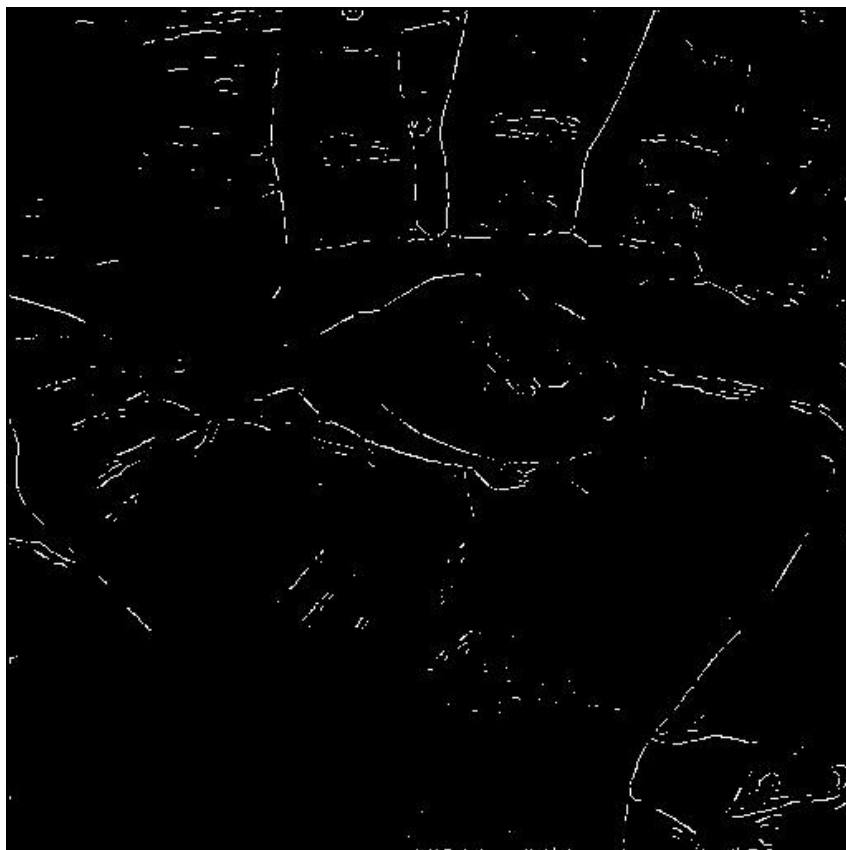
Parameter：

low-pass filter 的 b 值

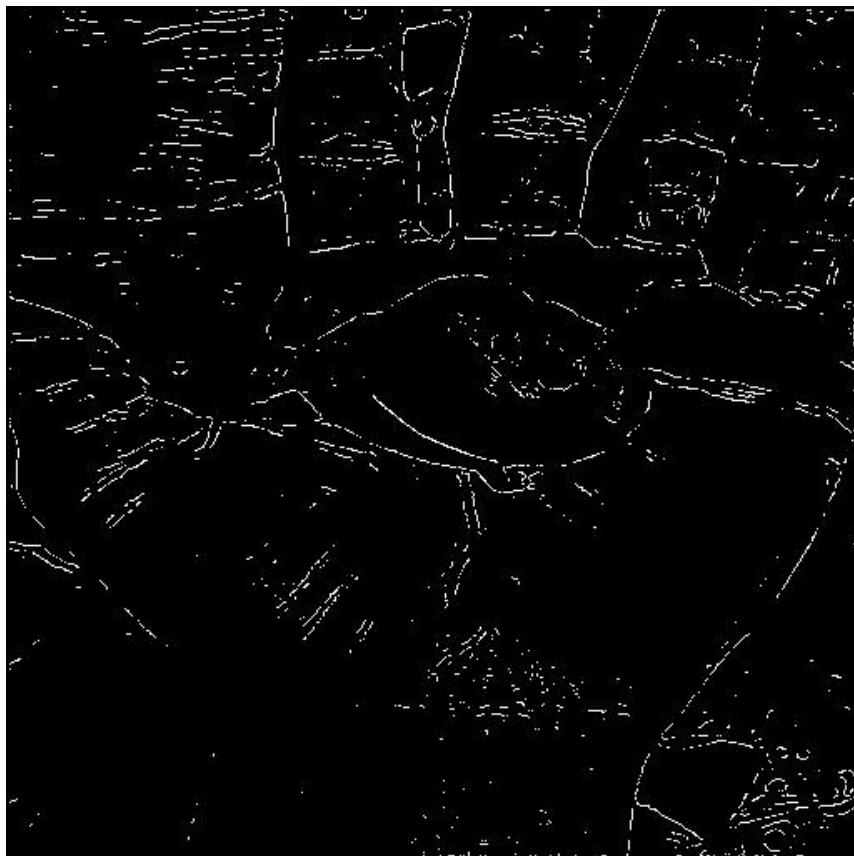
threshold(意義與 1st order edge detection 的 threshold 不同)，決定 edge map 上的細節，若設定太小，則會有很多不必要的訊息(我注重手部的輪廓)，若設定太大，則手部邊界則會被濾掉，產生不連續

結果圖：

(1) Laplacian 4-neighbor



(2) Laplacian 8-neighbor non-separable



(3) Laplacian 8-neighbor separable



討論：在同一 threshold(=2)下，4-neighbor 呈現的細節較少且邊較為不連續，而 8-neighbor 的 separable、non-separable 的差異則較不明顯。

-canny edge detection

Step1：Noise reduction，同 1st order edge detection 之 Step 1。

Step2：由 9 point discrete case 公式算出 G 。

Step3：計算每個點的 orientation，將角度歸為 4 類以方便計算(0,45,90,135 度)。

Step4：依不同角度，做 non-maximal suppression。

Step5：設定 TH、TL 兩個 threshold，決定 $\text{edge}(G(i,j) > \text{TH})$ 、 $\text{candidate}(\text{TL} < G(i,j) < \text{TH})$ 、 $\text{non-edge}(G(i,j) < \text{TL})$ point。(TH = 40，TL = 10)

Parameter：TH、TL，其中 TL 對結果影響較小，與 1st order edge detection 的 threshold 相同，過小會得到很多不需要的訊息，過大則會流失訊息。

結果圖：

TH = 30 , TL = 10

TH = 40 , TL = 10

TH = 50 , TL = 10



討論：在測試過幾組 TH、TL 後，選擇 TL = 10，TH = 40，在維持手部輪廓的情況下又不會有太多雜訊。

(b)

這題我稍微修改(a)部分中 canny 的方式實作，在原本的步驟之前加上 low-pass filtering。

Step1：因為我認為 periodic noise 與 uniform noise 較為類似，因此先採用 low-pass filtering($b = 2$) de-noise

Step2：median filtering，同(a)之 1st order edge detection 的 Step1

Step3：由 9 point discrete case 公式算出 G

Step4：計算每個點的 orientation，將角度歸為 4 類以方便計算(0,45,90,135 度)。

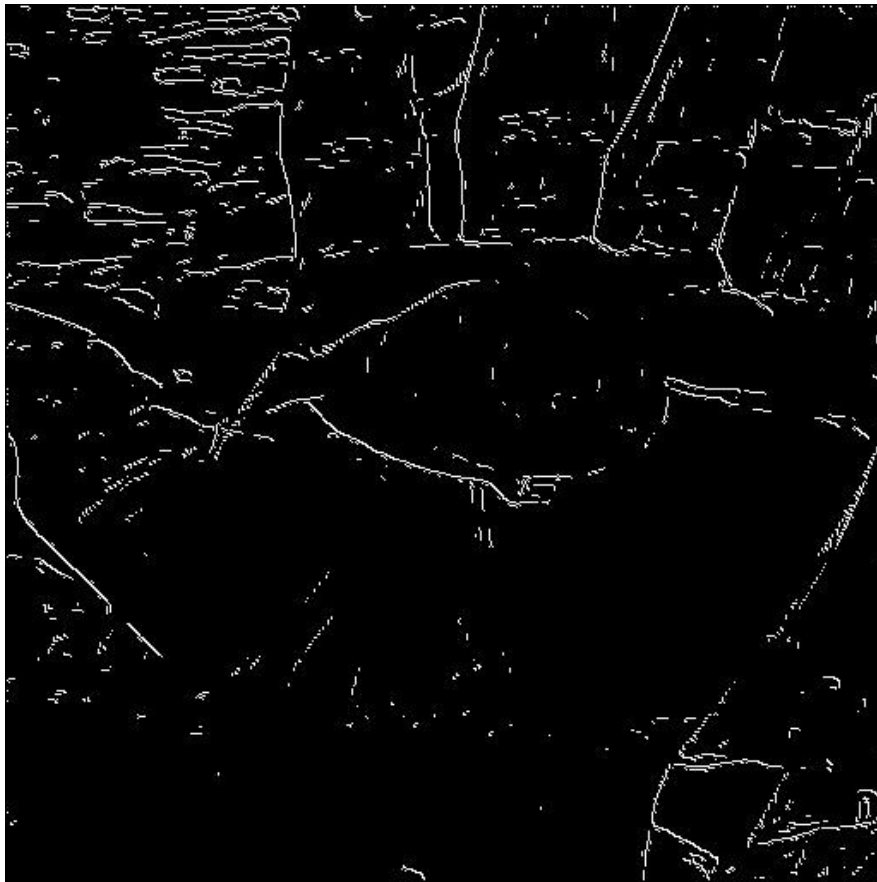
Step5：依不同角度，做 non-maximal suppression。

Step6：設定 TH、TL 兩個 threshold，決定 $\text{edge}(G(i,j) > TH)$ 、 $\text{candidate}(TL < G(i,j) < TH)$ 、 $\text{non-edge}(G(i,j) < TL)$ point。(TH = 35, TL = 10);

Parameter : low-pass filter 的 b

TH、TL，與(a)之 canny 的 TH、TL 意義相同。

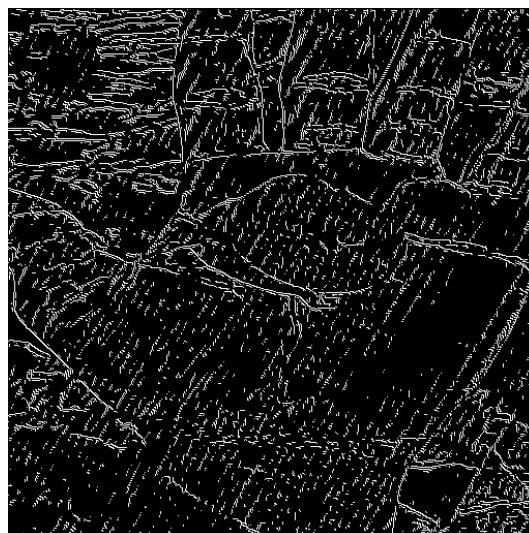
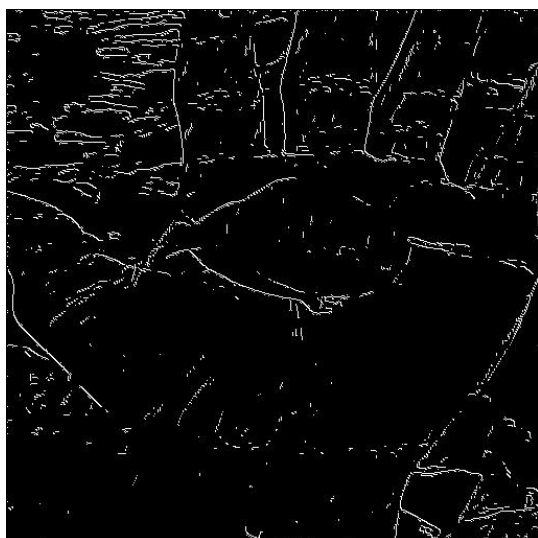
結果圖：



討論：可看見結果圖(edge map)，不受 period noise 影響。但在移除 low-pass filtering 後(如下圖一)，發現 edge map 上除了多出了一些點狀 noise 外，並沒有 period noise 的斜邊，之後我再嘗試 1st、2nd order edge detection，發現不管是使用 3 種中哪一種方法，只要 threshold 設定”正確”(夠大)，結果都不會出現 period noise 的斜邊。(若 threshold 太小則會出現下圖二的斜邊)。因此推測 period noise 的斜邊強度相較於一般邊界來的弱。

圖一

圖二



PROBLEM 2: GEOMETRICAL MODIFICATION

(a)

Step1：計算出經過 low-pass filter 的結果得到 FL。

Step2：依照講義之公式，調整 c 值，得到 un-sharp image。

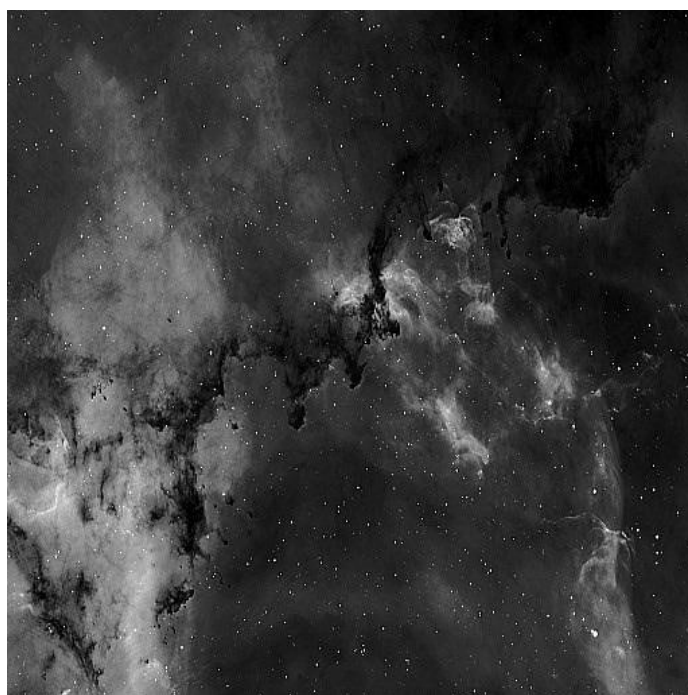
$$G(j,k) = \frac{c}{2c-1}F(j,k) - \frac{1-c}{2c-1}F_L(j,k), \text{ where } \frac{3}{5} \leq c \leq \frac{5}{6}$$

Parameter：low-pass filter 之 b 值

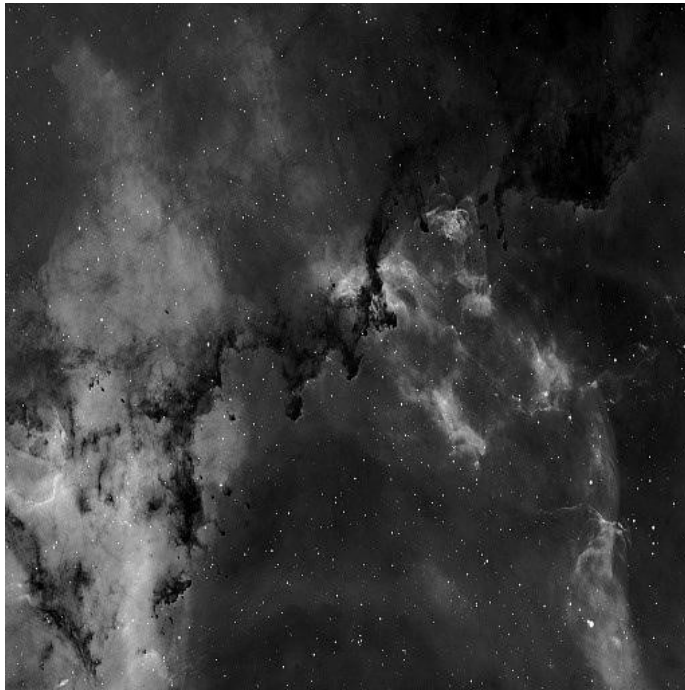
c，影響 un-sharp 細節的強度，可由圖片中星星的亮度看出差異。

結果圖：

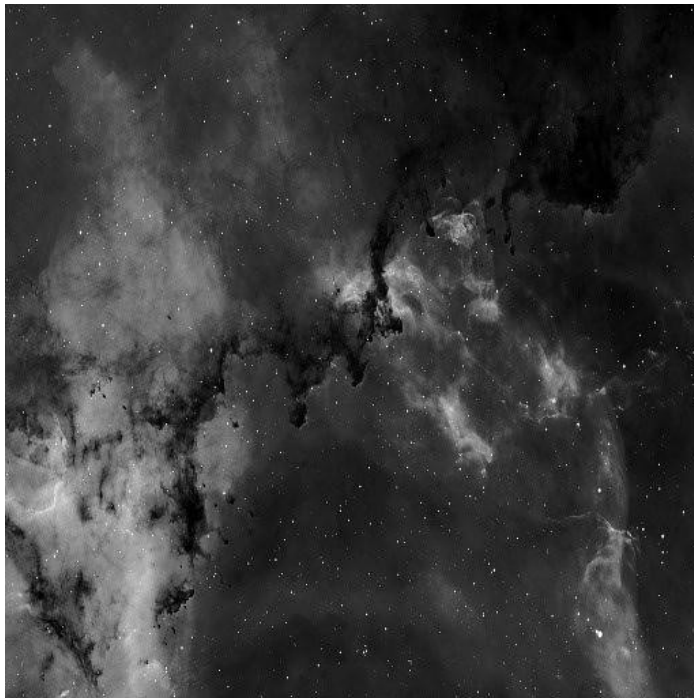
C = 0.6



$C = 0.7$



$C = 0.8$



討論：從結果可看出，隨著 c 值的增加，un-sharp 的強度便跟著減弱，夜空中星星的亮度也就跟著下降。(最後選擇 $c = 0.6$)

(b)

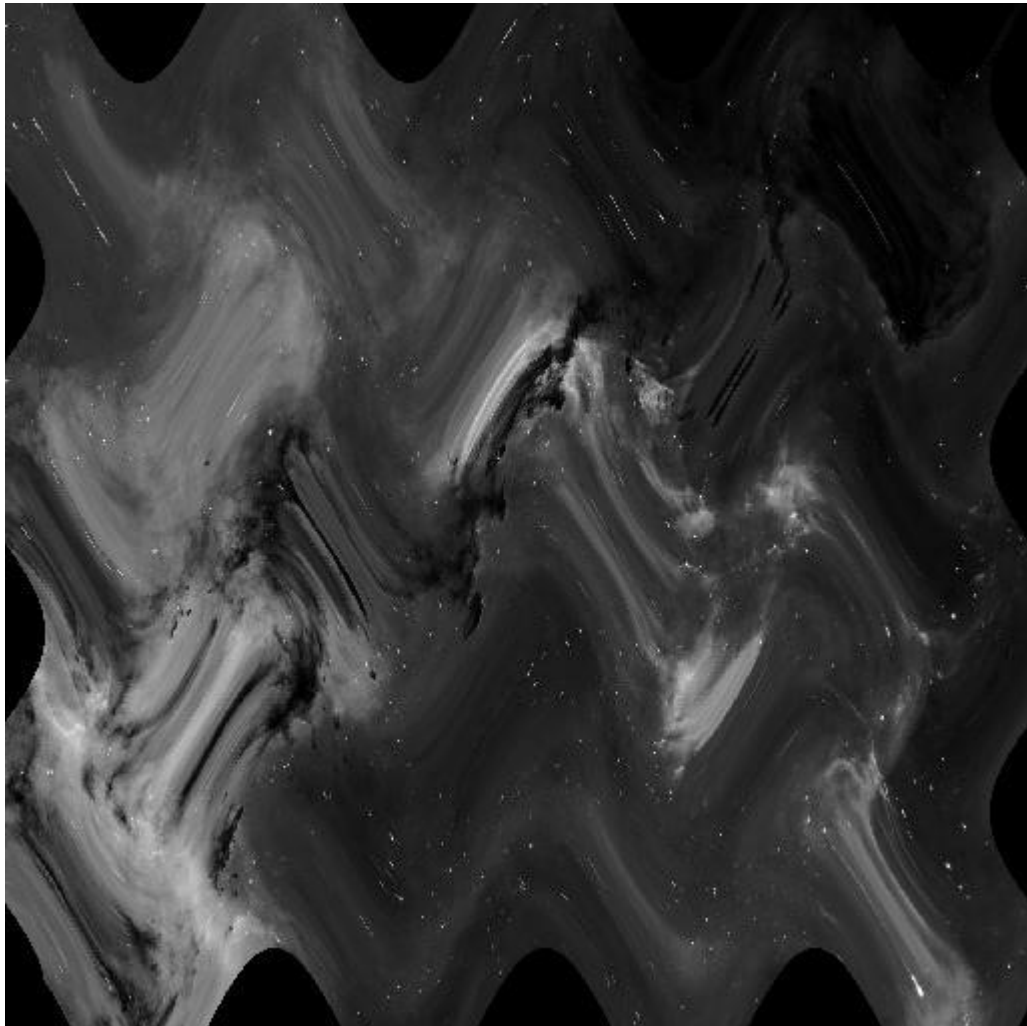
我設計的 warping function 為

$$\begin{cases} i' = i + a * \cos(\frac{2\pi j}{b}) \\ j' = j + c * \sin(\frac{2\pi i}{d}) \end{cases}$$

$$G'(i, j) = \begin{cases} G(i', j'), & \text{if } 1 \leq i', j' \leq N \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

Parameter : a,b,c,d , a、c 兩參數控制圓弧的曲度(深度)，越大越深，越小則越淺，而 b、d 兩參數控制圓弧的數量，越小圓弧的數量越小，越大則圓弧的數量越多。

結果圖：



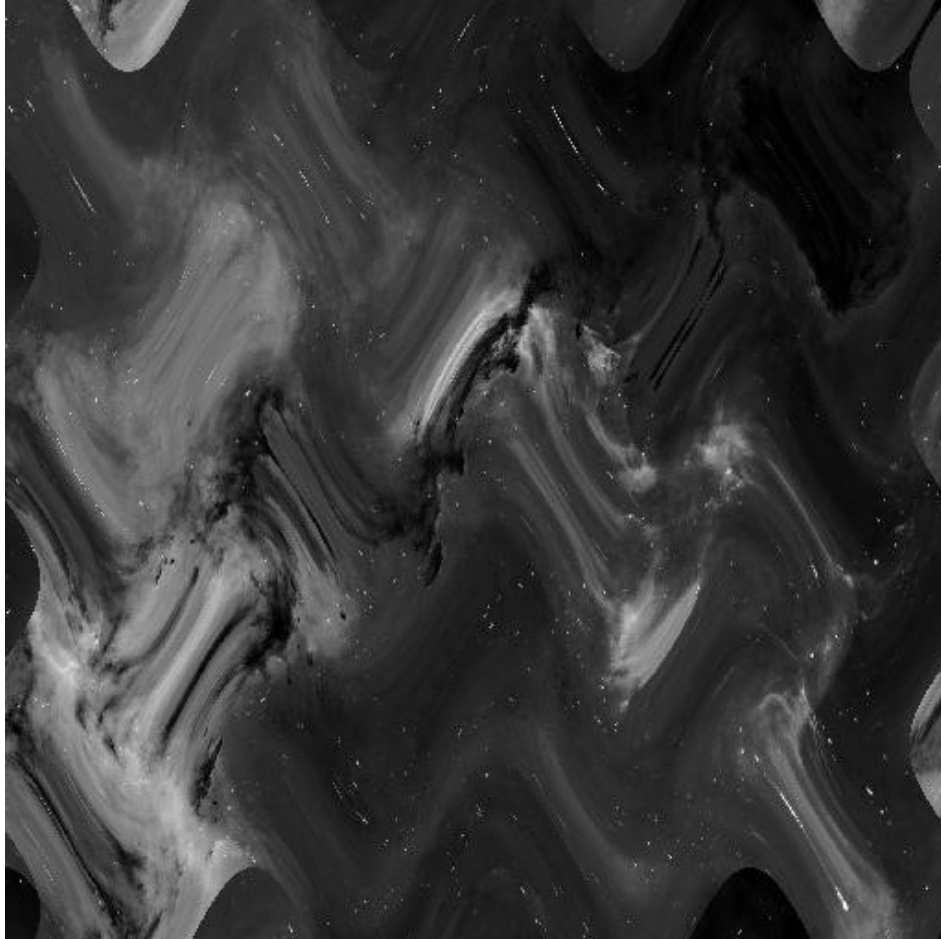
討論：這個公式參考 stackoverflow 網站上一篇文章

(<https://stackoverflow.com/questions/14349310/proper-visualization-of->

warped-image)的作法，再自己將函數做修改，使它盡量符合題目要求的形狀。除了函數的修改外，為了使四周的圓弧為黑，而不是如下圖的情形，我將

$$\text{條件修改為 } G'(i,j) = \begin{cases} G(i',j'), & \text{if } 1 \leq i',j' \leq N, \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

而不是原本的 $G'(i,j) = G'(i' \bmod N, j' \bmod N)$ 。



[Bonus]

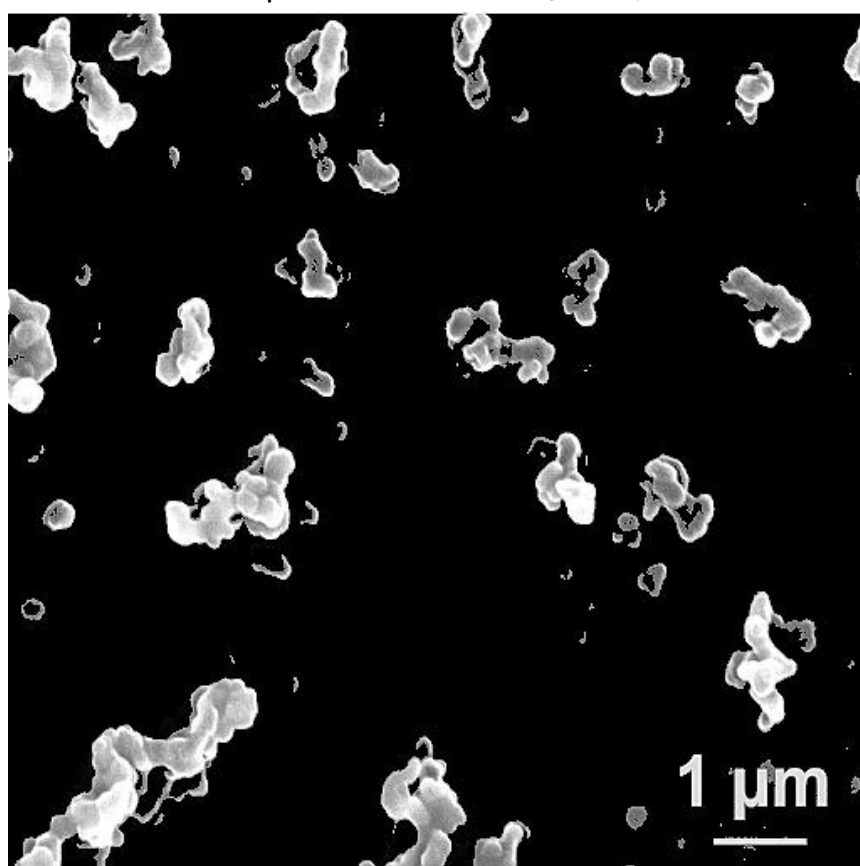
本題我使用的方法為先分析原圖的 histogram，將 intensity value 小於 threshold(= max(intensity count) + 40)的點視為背景點，並將其 intensity value 歸 0，亦即將背景調暗。再使用 Un-sharp masking(c = 0.6)，使細節更清晰。

Parameter：threshold(TD) = 決定那些點為背景點

C 值，決定細節的強化程度

結果圖：

Sample4.raw enhance 後的結果



Sample5.raw enhance 後的結果

