

DIP homework assignment #1  
R06922097 資工碩一 鄭雅文

### WARM-UP: SIMPLE MANIPULATIONS

將圖片用readRGB讀入後，首先用MATLAB的rgb2gray當比較的對象。下圖左為rgb2gray的結果，右為將rgb三個色版平均過後的結果，視覺上看起來差不多，但每個pixel的intensity有些微的差異。



因為rgb三個色版也各可以表達灰階效果，所以把rgb三個色版也顯示出來：從左到右分別是紅色色版、綠色色版、藍色色版

可以因為企鵝的嘴巴是紅色，所以紅色色版的企鵝嘴巴顯示白色，而其他沒有特別顯示出來；也因為照片偏藍色，所以最右邊的藍色色版最亮。

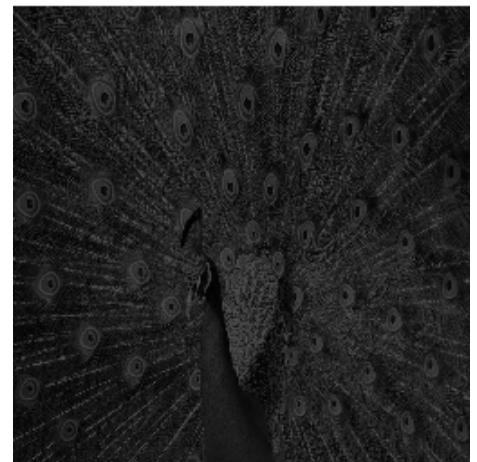


用三個色版平均的灰階照片，對主對角線  
( $i==j$  for all  $i,j$  in image)作翻轉，B：

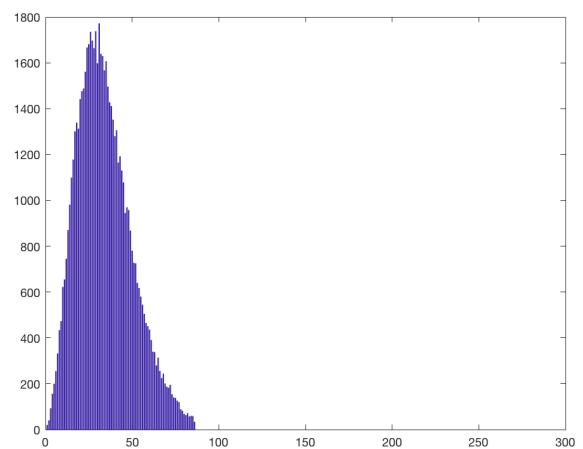
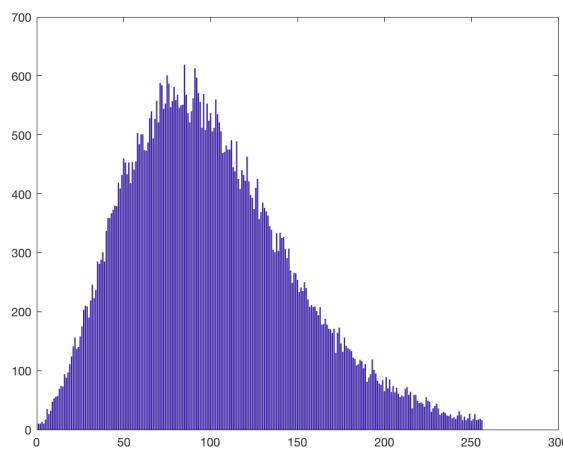


### PROBLEM 1: IMAGE ENHANCEMENT

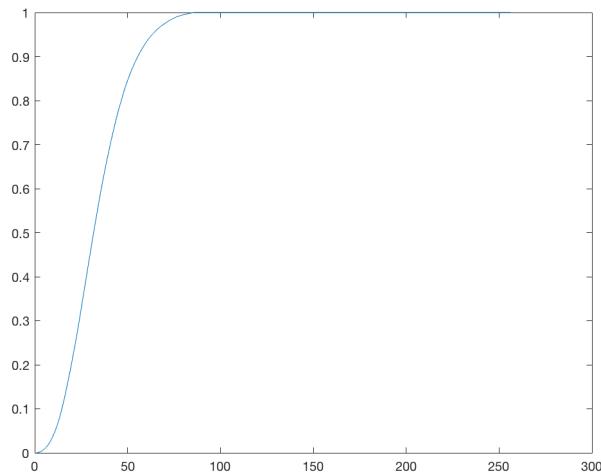
(a) 將sample2.raw用readraw讀入後，將圖  
片中的每個pixel除以3，畫出右圖，D：



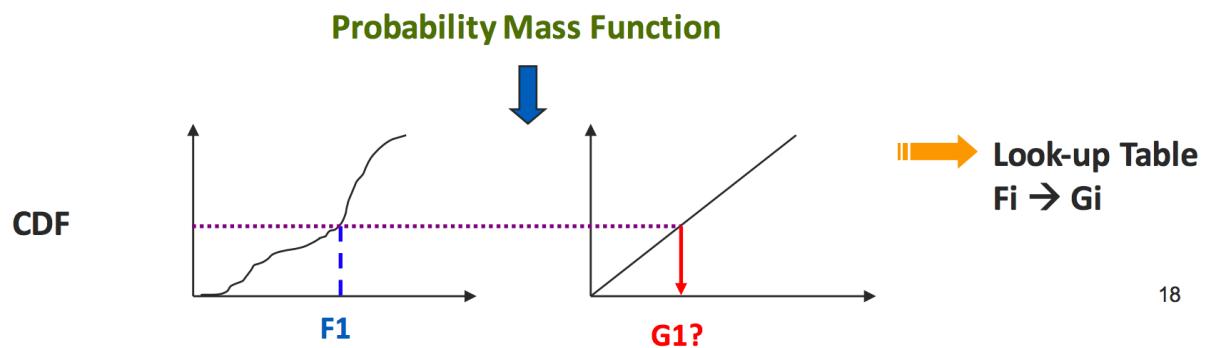
(b) 統計每個值的pixel出現多少次，用bar畫出次數的histogram。下圖  
左邊是I2的histogram，右邊是D的histogram。因為每個pixel都除以  
三，所以值越低的pixel出現次數增加，圖型往左邊壓縮，histogram變  
細變窄，最大的值也不超過 $255/3=85$ 。



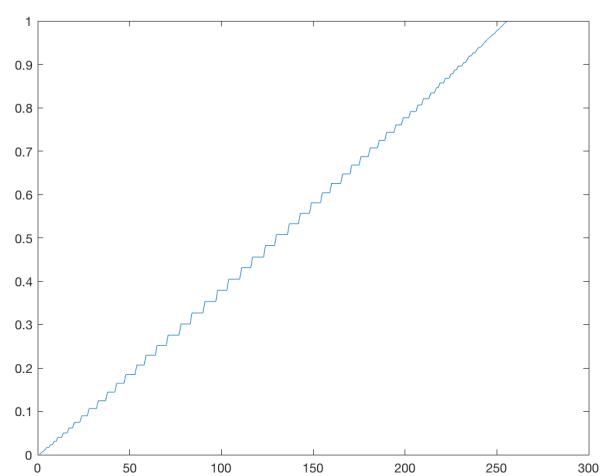
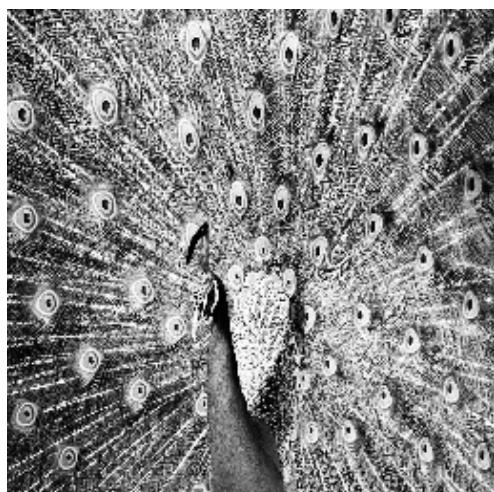
(c) 先將D的histogram轉成CDF，得到圖形如下：



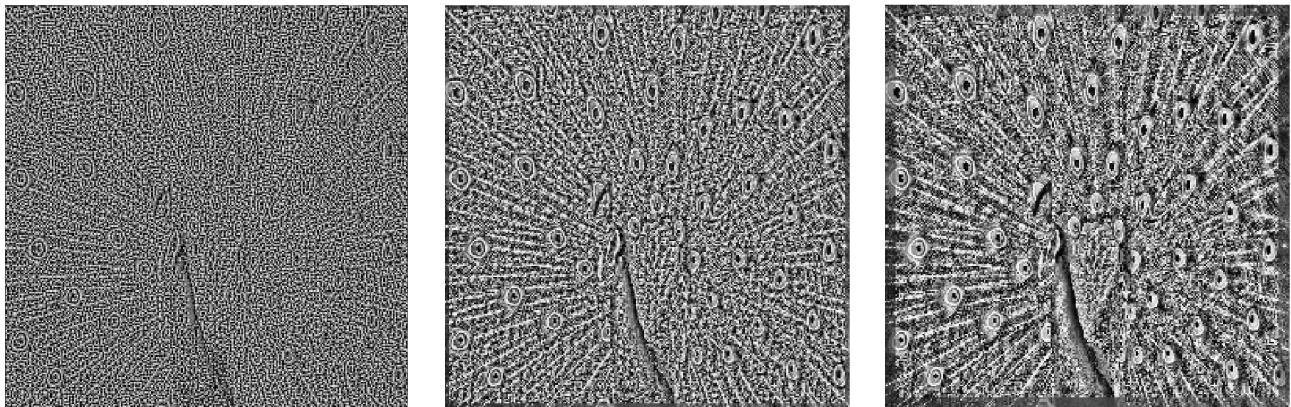
根據投影片Lecture 2 P.18，先做一個查表的函數，輸入原圖的pixel值，輸出調整過後的pixel值。下面右圖可視為x軸和y軸皆為0到255的斜率為1，通過原點的函數，所以輸入F1得到的CDF乘以255即為右圖的y軸值，又因右圖通過線的每一點x等於y，所以得到y即得到G1值。



每個pixel經過轉換過後，得到H如左下圖，新圖的CDF如右下圖：

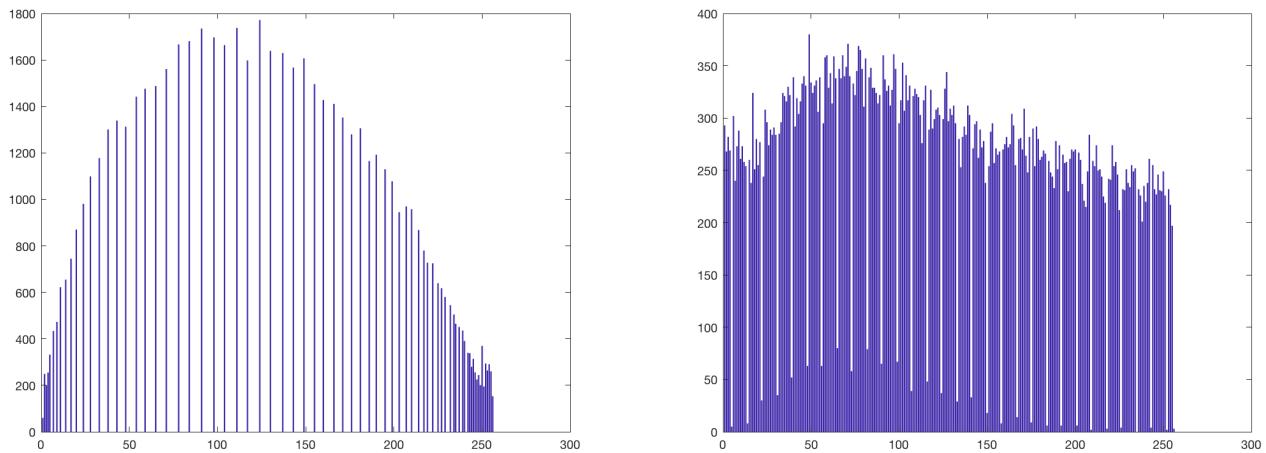


(d) local histogram equalization每次只比較相鄰的pixel值，取附近 $n \times n$ 的方格，如果目前最中間的格子的pixel值較方格內其他pixel值大的話，每次權重加一，最後這個的pixel值根據權重乘以255除以面積決定。實驗 $3 \times 3$ 、 $7 \times 7$ 、 $15 \times 15$ 的結果如下，最右邊為選定的L：



從左到右分別是 $3 \times 3$ ， $7 \times 7$ ， $15 \times 15$ 的local histogram equalization雖然較細緻，但看不太出來原來孔雀的紋路，做到 $15 \times 15$ 後才能比較看得清楚孔雀原來的紋路，但因為邊緣沒有特別增加額外的pixel做比較，所以邊緣失真程度較高。

(e) 下面左圖為histogram of H(global)，右圖為histogram of L(local)：



Global histogram equalization可能會將過多的pixel值輸出到同個value的pixel值，所以有些pixel沒有被對應到在histogram上就會空一格，histogram的高度分布也較不平均，但是輸出的圖可以明顯看出原圖的明暗。Local histogram equalization的histogram看起來較平均，

較接近normal distribution，但輸出的圖因為只有考慮周遭相對的明暗程度，所以看不出整張圖原來的明暗。

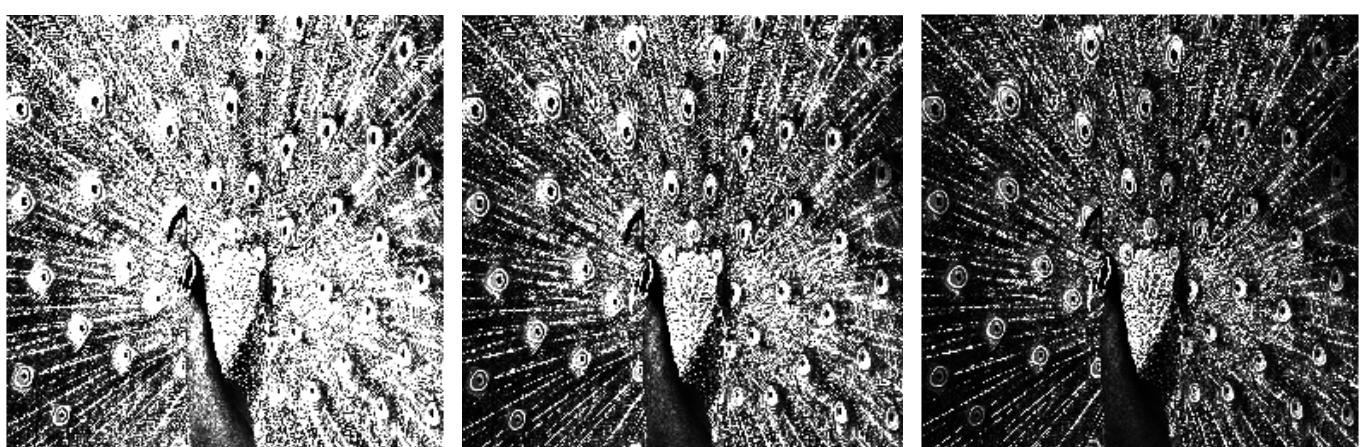
(f) log transform (以10為底):

每個pixel用 $f(m) = c \cdot \log_{10}(1+m)$  做轉換，其中c取不同的值有不同的效果，下圖左到右為 $c=110$ 、 $c=120$ 、 $c=130$ 。我認為 $c=120$ 的效果最佳，看起來較明亮，暗部細節也較明顯。



Inverse log transform:

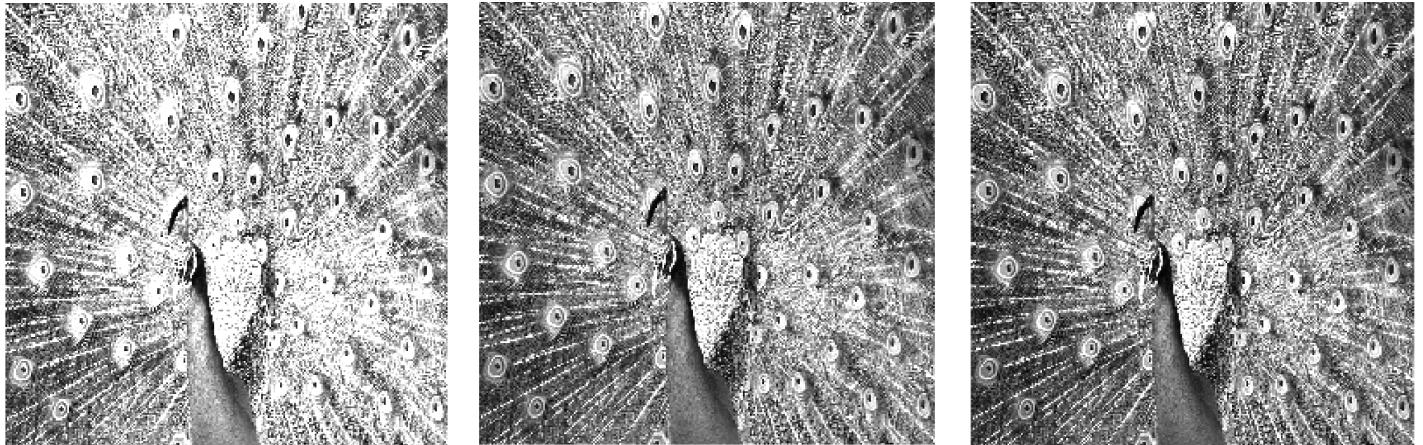
每個pixel用 $f(m) = (\exp(m) .^ (1/c)) - 1$  做轉換，其中c為可變參數。下圖左到右為 $c=6$ 、 $c=8$ 、 $c=10$ 。我認為 $c=8$ 的效果最好，對比明顯，且細節清楚。



Power-law transform:

每個pixel用 $f(m) = c * (m) .^ \text{gamma}$  做轉換，其中c和gamma為可變參數。下圖為實驗結果，從左到右為：

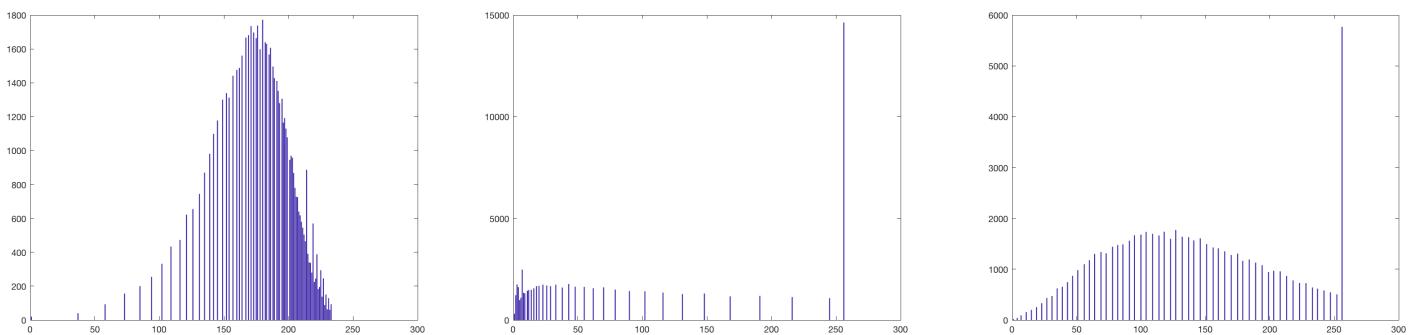
$c=3/\text{gamma}=1.2$ 、 $c=3/\text{gamma}=1.1$ 、 $c=2/\text{gamma}=1.2$ 。



若 $c=3$ ， $\text{gamma}=1$ 則為sample2.raw的原圖，這裏實作不改變 $c$ 、改變 $\text{gamma}$ 及改變 $c$ 、不改變 $\text{gamma}$ 的三種結果。把 $c$ 和 $\text{gamma}$ 調大都有增亮的效果，但 $\text{gamma}$ 對明亮較敏感，增加一點即增加許多亮度。我認為 $c=3/\text{gamma}=1.1$ 的圖較明亮，較好看。

### Histograms:

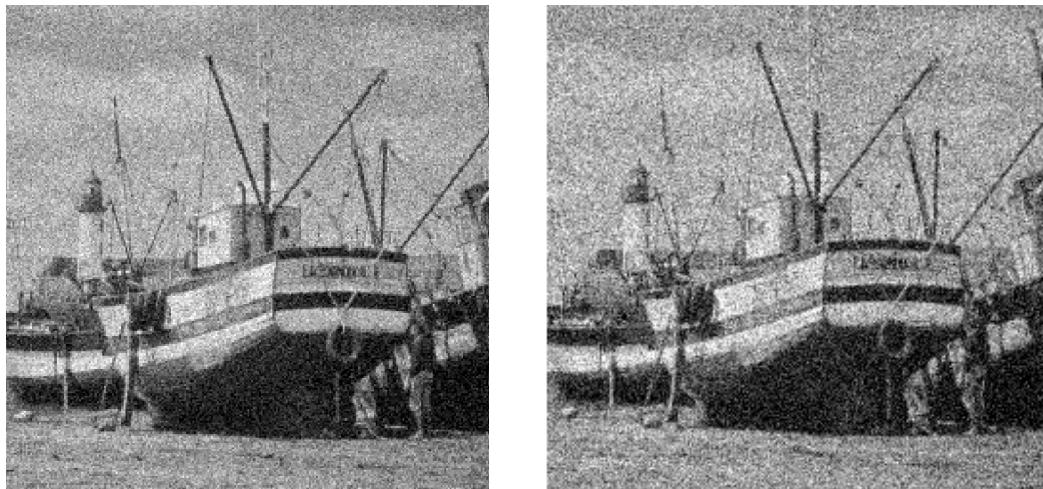
下圖左到右為log transform、inverse log transform、power-law transform的histogram。可以看出log函數在pixel值較大的地方較密集，所以log transform看起來亮部較多，顯示亮部細節；inverse log transform則是暗部較密集，亮部細節較不敏感，但因為我喜歡亮一點的圖片，所以造成過多的pixel都轉成最大值；power-law transform則是分布較平均，像回到原圖的histogram，但也是有許多亮部overflow，所以變成全白的pixel。



## PROBLEM 2: NOISE REMOVAL

(I)

(a) 下圖為變異數為20和變異數為30的gaussian noise image，變異數較大的雜訊圖片看起來有較多的點。(左為G1，右為G2)



(b) 下圖為threshold=0.002和threshold=0.01的salt-and-pepper noise image，threshold較大的圖片看起來有較多salt和pepper的雜訊。(左為S1，右為S2)



(c) Remove Gaussian noise:根據上課投影片，uniform的noise要用low-pass filtering，所以實驗了兩種矩陣：

$$H = \frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H = \frac{1}{10} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H = \frac{1}{16} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

下圖左到右為第一種矩陣到第三種矩陣的結果，且Boundary Extension用複製最邊邊的pixel。(最左為RG)



用全部權重為一樣的(最左邊的圖)感覺白點的撫平效果較好，但較有雜訊的模糊，如果用範圍更大個矩陣如 $5*5$ 或 $7*7$ 則會越模糊。

Remove salt-and-pepper noise:根據上課投影片，impulse noise要用non-linear filtering，選取圖片 $I(i,j)$ 周圍 $n*n$ 矩陣中間的中位數，當成新的 $I(i,j)$ 的值，下圖左到右為周圍矩陣取 $3*3$ 、 $5*5$ 、 $7*7$ 的結果，沒有做Boundary Extension。(最左為RS)



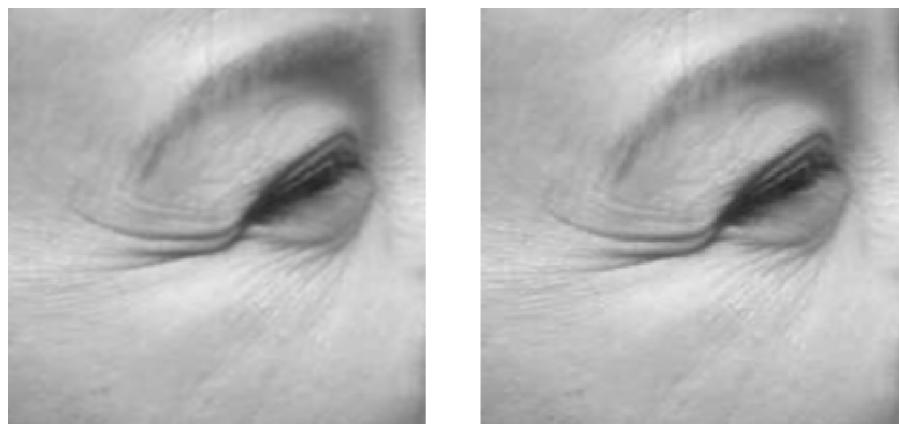
周圍矩陣取 $3*3$ 的效果最好，因為 $3*3$ 就能把impulse noise消除，如果把矩陣範圍增大的話，會向右圖一樣會較模糊。

(d) 原圖對移除雜訊的圖做PSNR，得到RG的PSNR為26.4340，RS的PSNR為19.5924。PSNR如果越小，表示原圖和移除雜訊的圖的Mean

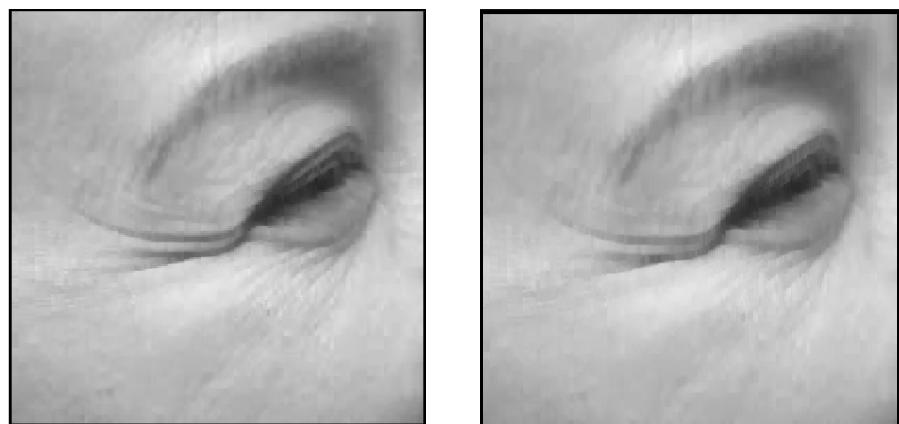
squared error越小，差異越小，移除雜訊的效果較好。所以可以用PSNR判斷移除雜訊的成果。

(II)

用上面兩種方法實作消除皺紋的結果如下，第一種是low-pass filtering，選了 $3 \times 3$ 全為一的矩陣和 $3 \times 3[1,2,1;2,4,2;1,2,1]$ 的矩陣當作weight，如下圖：看起來有模糊一些，但皺紋還是在



第二種是non-linear filtering，用選取 $n \times n$ 的範圍的中位數代替原來pixel值。下圖左為 $5 \times 5$ 和右為 $7 \times 7$ 的實驗結果：



在前一題中得知選取的範圍越大會越模糊，這一題中用模糊的圖片反而可以達到消除皺紋的成果。所以 $7 \times 7$ 的non-linear filtering消除皺紋的結果最佳。