

# DIP HW1

洪郡辰

R11944050

March 17, 2023

## 1 Problem 0

### 1.1 P0.a

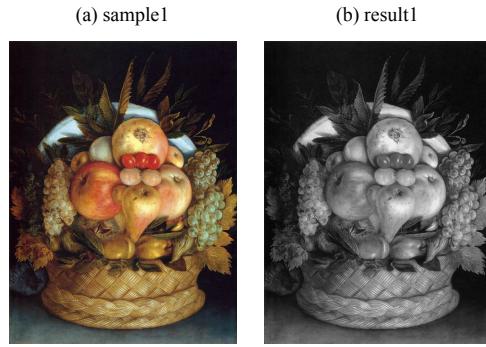


Figure 1: Problem0.a

### 1.2 P0.b

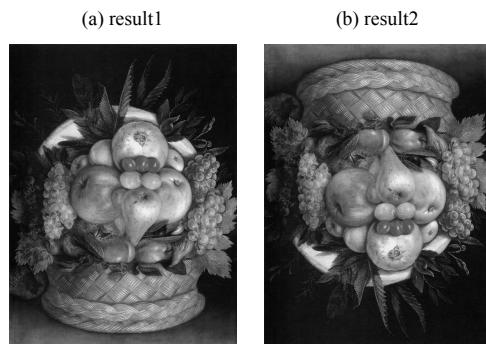


Figure 2: Problem0.b

## 2 Problem 1

### 2.1 P1.a



Figure 3: Problem1.a

### 2.2 P1.b



Figure 4: Problem1.b

### 2.3 P1.c

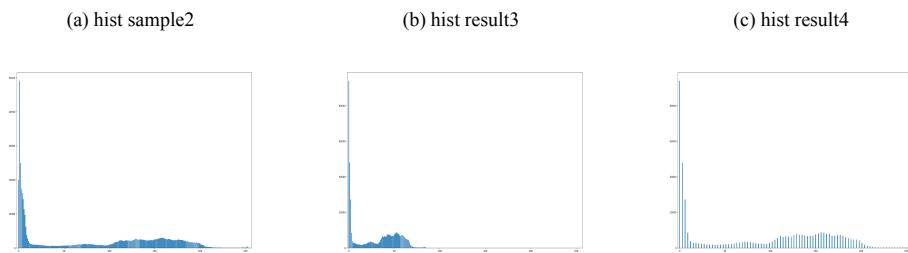


Figure 5: Problem1.c

根據 sample2 的直方圖，可以發現它的分布最廣且最稀疏，而 result3 的直方圖分布最窄且最密集。result4 的直方圖分布與 sample2 類似，但是 pixel 都集中在 3 的倍數上。從這三個直方圖可以發現，即使將強度降低後再增強相同倍數的強度，仍會對原始圖片產生影響，無法恢復成完全相同的圖片。

## 2.4 P1.d

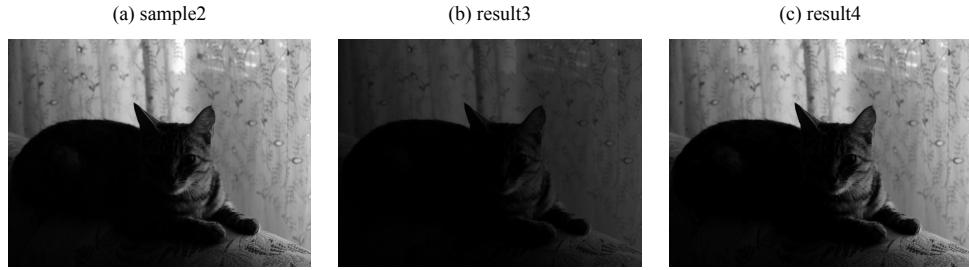


Figure 6: Problem1.d.original image



Figure 7: Problem1.d.image

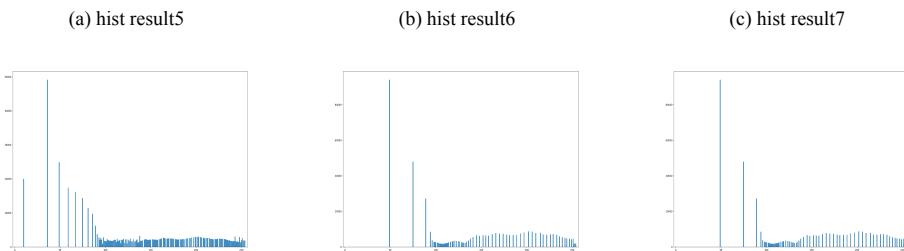


Figure 8: Problem1.d.histogram

經過 GHE 處理後，三張圖片的陰暗部分細節變得更清晰了。

其中，在 result5 中的陰暗部分細節最為清晰，我認為可能是因為 sample2 在進行亮度調整變成 result3 後，某些 pixel 與差不多大小的 pixel 變成一樣的大小，例如：調暗照片後 0 到 2 的值變成 0。因此在進行 GHE 處理後無法區分它們之間的差別。而 result6 和 result7 兩張圖則因為在 GHE 前像素分布情況幾乎一模一樣，因此在經過 GHE 處理後，它們的像素都對應到了相同的位置。由於在機率分布函數（CDF）的過程中，累積機率的過程也幾乎一模一樣，因此兩張圖看起來幾乎相同。

## 2.5 P1.e

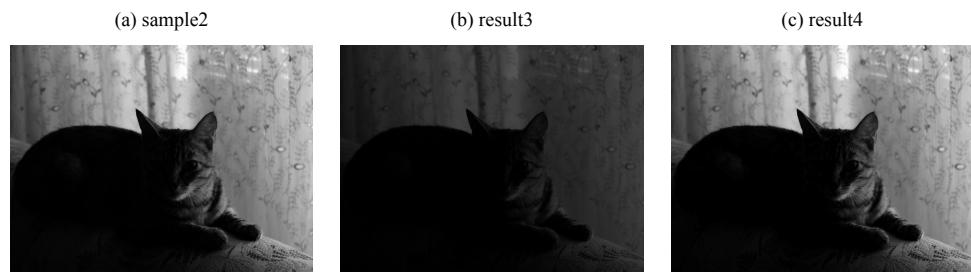


Figure 9: Problem1.e.original image

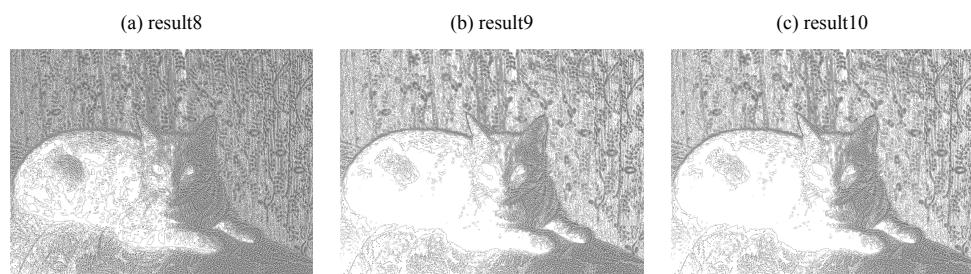


Figure 10: Problem1.e.3\*3 window image

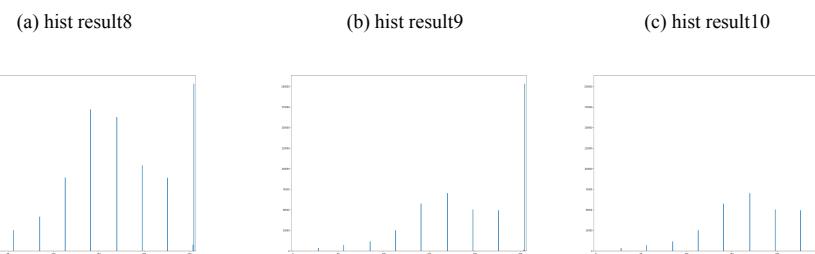


Figure 11: Problem1.e.3\*3 window histogram

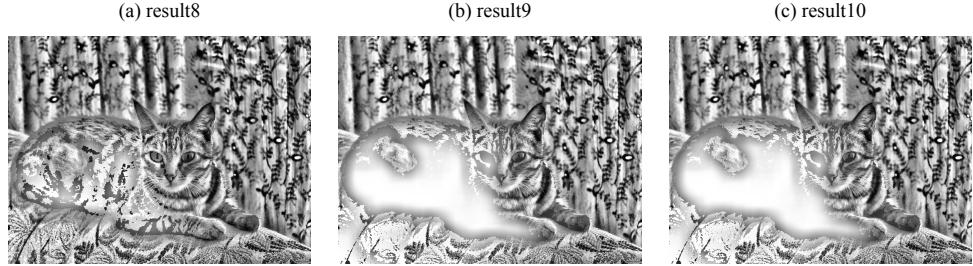


Figure 12: Problem1.e.61\*61 window image

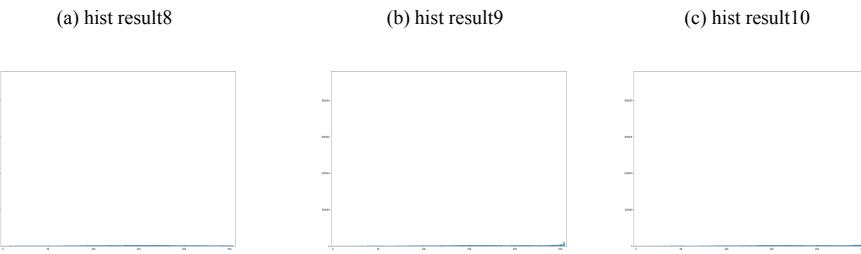


Figure 13: Problem1.e.61\*61 window histogram

在進行測試時，我將 window size 大小設為  $3*3$  和  $61*61$ 。在  $3*3$  的三張圖中，可以發現它們看起來像是由許多線條組成的。照片由許多非常密集的線條組成，這可能是因為 window size 設定太小，在 HR 時只考慮了小範圍內的 pixel，從而使原本不明顯的明暗對比變得非常明顯。

在  $61*61$  的三張圖中，相較於  $3*3$  的三張圖片，它們的辨識度高了許多。這是因為在 LHE 時考慮了較大範圍的 pixel，能夠保持轉換後 pixel 與原始圖片周圍較大範圍內的 pixel 的關係。

兩種 window size 大小的直方圖看起來差不多。因為 result9 和 result10 在 LHE 之前的像素分佈情況幾乎一模一樣，經過 LHE 後，兩張圖幾乎相同。

## 2.6 P1.f

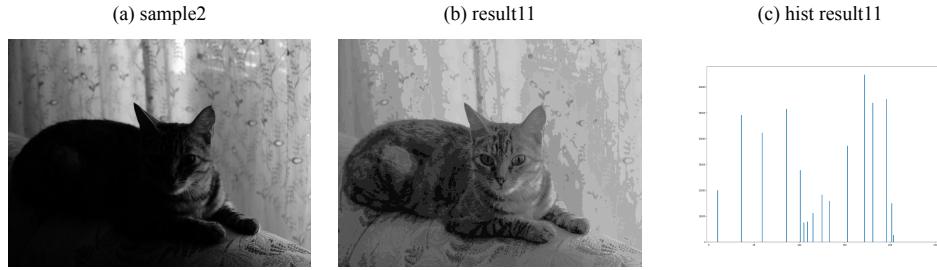


Figure 14: Problem1.f.image and histogram

在觀察這張圖片後，我希望建能夠讓貓的部分變得更加顯眼和清晰，同時讓背景變得模糊，這樣整張圖片看起來會更加美觀。為了實現這些目標，我定義了以下的轉換函數變數：(1) intensity : 2.5  
(2) power1 : 0.5 (3) power2 : 0.8 (4) thr1 : 10 (5) thr2 : 200

首先，我使用線性調整的方式，對 pixel 值小於 thr1 的部分進行增亮，這樣可以擴大暗部之間的差異。intensity 是線性調整使用的參數。接著，我使用 power-off 的方式進行調暗，減少亮部之間的差異，power1 是此部分 power-off 使用的參數。然後，我對圖片進行 GHE (Global Histogram Equalization)，這個步驟可以讓暗部更加清晰，但是在亮部可能會出現過曝的情況。

經過觀察，我發現圖片在暗部已經達到了不錯的效果，但在亮部仍然看起來太亮了。為了解決這個問題，我決定對 pixel 值大於 thr2 的部分進行調暗，使用 power-off 的方式進行調暗，power2 是此部分 power-off 使用的參數。這樣可以讓整張圖片看起來更加平衡，貓的部分更加突出，背景更加柔和。

透過這些參數的設定，我成功地達成了我希望達到的效果，讓圖片看起來美觀。

### 3 Problem 2

#### 3.1 P2.a

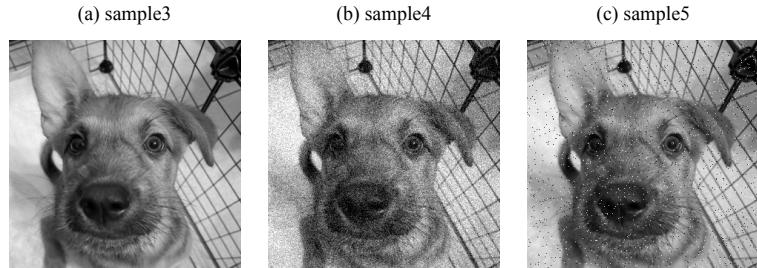


Figure 15: Problem2.a.original image

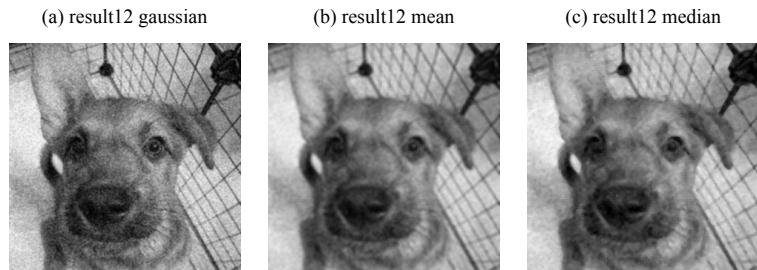


Figure 16: Problem2.a.sample4 3\*3 filter image

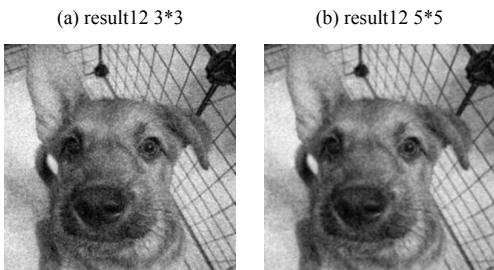


Figure 17: Problem2.a.sample4 gaussian filter image

在進行 noise removal 時，我嘗試了三種不同的 filter，分別是 gaussian filter、mean filter 和 median filter。在對 sample4 進行處理時，我發現使用一個  $3 \times 3$  大小的 gaussian filter 效果最佳。我認為這是因為樣本中的 noise 較接近 gaussian noise，因此使用 gaussian filter 可以得到不錯的結果。當我使用相同大小的 mean filter 和 median filter 時，我發現相較於 gaussian filter，它們的結果看起來更加模糊。此外，我測試了不同大小的 gaussian filter，發現隨著 filter 尺寸的增加，圖像的平滑度也會增加，看起來也越來越模糊。因為  $3 \times 3$  的 filter 的效果已經不錯了，因此我選擇了一個  $3 \times 3$  大小的 gaussian filter 來進行 noise removal。

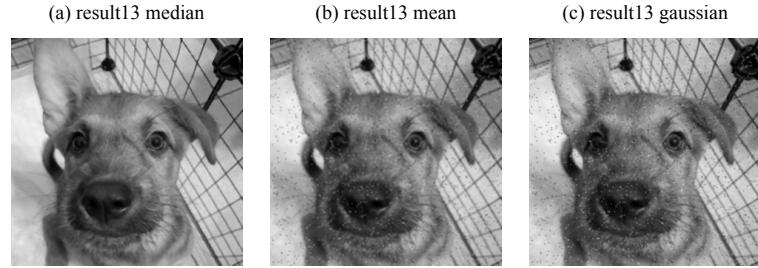


Figure 18: Problem2.a.sample5 3\*3 filter image

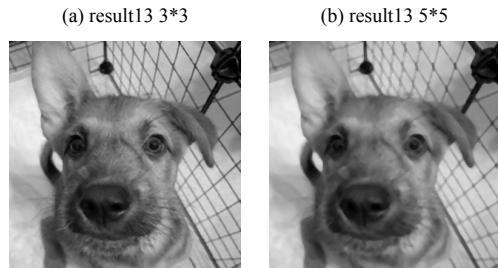


Figure 19: Problem2.a.sample5 median filter image

在對 sample5 進行處理時，我發現使用一個 3\*3 大小的 median filter 效果最好。我認為這是因為樣本中的 noise 屬於椒鹽噪聲，因此使用 gaussian filter 和 mean filter 無法有效地去除此類 noise。在使用這兩種 filter 進行處理後，仍然可以很明顯地看到 noise 存在。但當我使用 median filter 時，它可以有效地去除椒鹽噪聲。我還測試了不同大小的 median filter，發現隨著 filter 尺寸的增加，圖像的模糊程度也會增加，品質也會降低。因此，我選擇了一個 3x3 大小的 median filter 來進行 noise removal。

### 3.2 P2.b

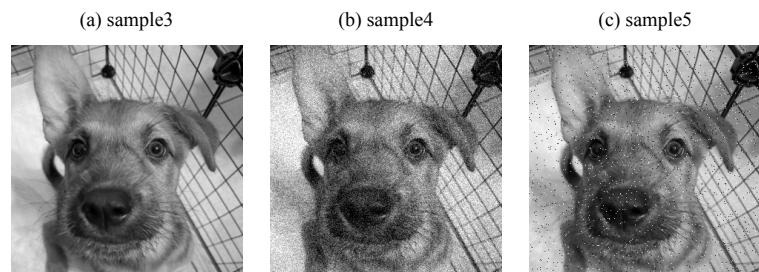


Figure 20: Problem2.b.original image

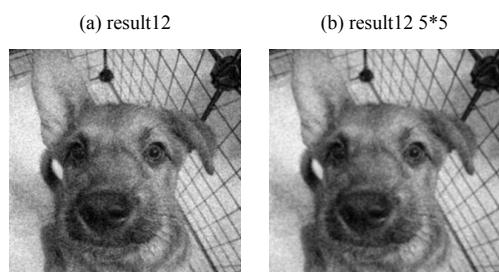


Figure 21: Problem2.b.sample4 filter image

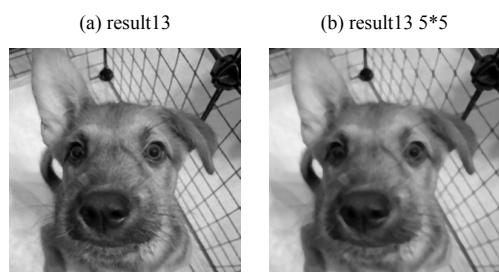


Figure 22: Problem2.b.sample5 filter image

(a) PSNR
<pre> MSE: sample4:624.5984125399361 result12:119.94224241214057 result12_5:109.56367811501597 sample5:479.0140874600639 result13:32.0231928913738 result13_5:107.75735822683706 PSNR: sample4:20.1747948476179 result12:27.34108196822085 result12_5:27.73413757528389 sample5:21.32732074976929 result13:33.076157295277826 result13_5:27.806334251608753 </pre>

Figure 23: Problem2.b.PSNR and MSE value

sample4 及 result12 及 result12 5\*5 的 PSNR 值分別為 20.17、27.34、27.73。可以看到 sample4 在處理過後的 PSNR 值是上升的，在視覺上也能看出兩張 result image 相較於原圖有得到改善。在比較 result12 及 result12 5\*5 我認為雖然 result12 5\*5 的 PSNR 值比較高，但它在視覺上的效果卻不如 result12，因此可以藉由這兩者的比較發現 PSNR 雖然較大但並不一定代表圖片在視覺上效果比較好。

sample5 及 result13 及 result13 5\*5 的 PSNR 值分別為 21.32、33.07、27.80。result13 在視覺上基本跟 sample3 並無差異，其 PSNR 也是所有圖片中最高的，也是唯一突破 30 的。result13 5\*5 雖然 PSNR 值都高於 result12 及 result 5\*5 的 PSNR 值但其圖片過於平滑化，導致圖片看起來很模糊。這也驗證了我剛剛說的 PSNR 值雖然較大但並不一定代表圖片在視覺上效果比較好的說法。根據觀察，PSNR 值對於較平滑的照片容易給出較高的分數，反而給出視覺效果較差的圖片更高的分數，但這是在 PSNR 值差異不大的情況下。在 PSNR 值有較大差距時，例如: result13 及其他圖片。可以很明顯觀察到 result13 的品質是高於其他圖片的。我認為根據 result 的觀察可以得出 PSNR 是一個應該以門檻值為標準的指標，例如: 大於 30 代表很清晰，25 至 30 清晰，20 至 25 稍微模糊。在同一個等第的圖片都視為相同品質的照片。

根據 Figure23 我發現 MSE 的數值變動很大且數值無法明確顯示出改善的成效，例如 sample4 及 result12 之間差了約五百，sample5 及 result13 之間只差了約四百五但圖片卻明顯改善更多。

相較於 MSE，PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) 能夠更直觀地展現目前圖像與原圖之間的差異。MSE 的值越小，代表圖片越接近原圖，而 PSNR 的值則越大，代表圖片越接近原圖。因此，PSNR 能夠更直觀地顯示圖像的品質。PSNR 是 MSE 倒數的 log 函數，相較於 MSE，當 PSNR 的值小幅變動時，圖像品質的好壞差異就會更明顯。這也是 PSNR 能夠更直觀地顯示圖像品質的重要原因之一。

根據 result 的比較我發現 PSNR 僅僅是一個參考指標，在圖像處理的過程中，我們還需要進一步觀察圖像的視覺效果，而非只依賴 PSNR 值的大小來判斷圖像品質的好壞。必須考慮不同類型的圖片的特點。