影像處理作業報告

HW2

Spatial Image Enhancement

授課教授：柳金章

學　　生：楊憲閔

學 　號：613410047

Due date：2024/11/22

Date hand in：2024/11/29

目錄

[Technical description 3](#_Toc181092894)

[Experimental results 10](#_Toc181092895)

[Discussions 19](#_Toc181092896)

[References and Appendix 20](#_Toc181092897)

# Technical description

　　影像會受到環境、拍攝工具、拍攝參數等等所影響，導致影像有些時候會偏暗或是偏亮，進而影響影像中的物體輪廓不清或是一些細節顯示較為不佳，因此我們需要對影像進行影像處理(即強化)，來達到強化影像的細節，本Homework則是要利用四種方法在frequency domain做到上述的效果，下面將會介紹四種方法的理論與對應的結果。

1. Laplacian operator

公式如下：

(1)

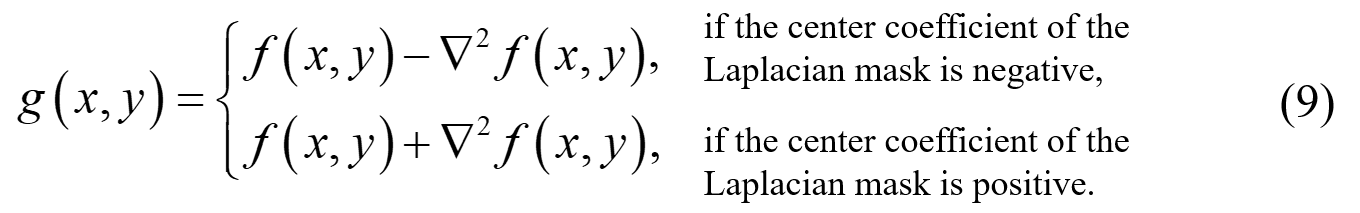
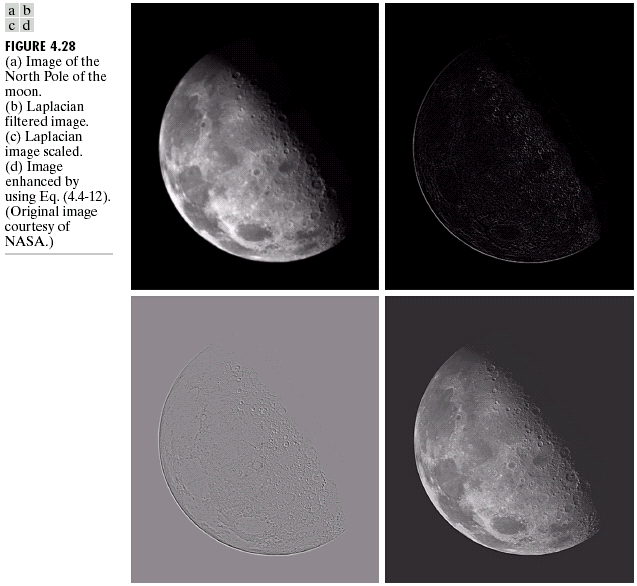


圖1 Laplacian目標公式

其中F(u,v)是原始影像經過傅立葉轉換後的結果，u和v是frequency domain中類似x和y的東西(座標)。公式(1)中各自減M/2和N/2是因為要將影像原點(轉換後位於左上角)移至轉換後影像之中心點。M為row數，N為column數。經過計算後進行反傅立葉轉換，即可得到經過Laplacian operator得到的影像。之後經由圖(1)當中的減法公式即可得到銳利化的影像。



圖(2) Laplacian operator進行銳利化

的過程。

1. Unsharp masking

首先需要得到模糊化後的圖片，在本次作業所採用的是Gaussian low-pass filter，其公式如下。

(2)

(3)

其中減去M/2與N/2跟上面Laplacian一樣原因，D0為截止頻率(此次設D0=10)，就是我們這次使用之filter

接著求出模糊化後的影像，公式如下。

(4)

其中為原圖經過傅立葉轉換的影像，則是經過Gaussian low-pass filter後所產生的模糊化影像。

製作Unsharp masking需要的遮罩，其公式如下。

(5)

就是我們需要的遮罩。

最後將遮罩加回去原始影像，即可完成Unsharp masking的銳利化，其公式如下。

(15)

Unsharp masking的銳利化效果如以下所示。

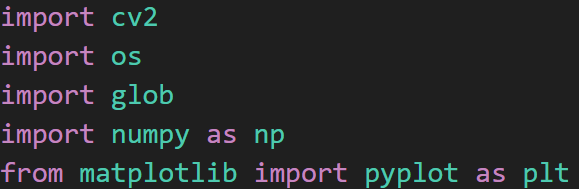


圖(3) 左圖為原始影像，中圖為slight unsharp masking，右圖為strong unsharp masking

1. High-boost filtering
2. Homomorphic filtering

# Experimental results

1. 程式執行流程:
2. 確保已安裝相關module，本次作業使用module如下所示:

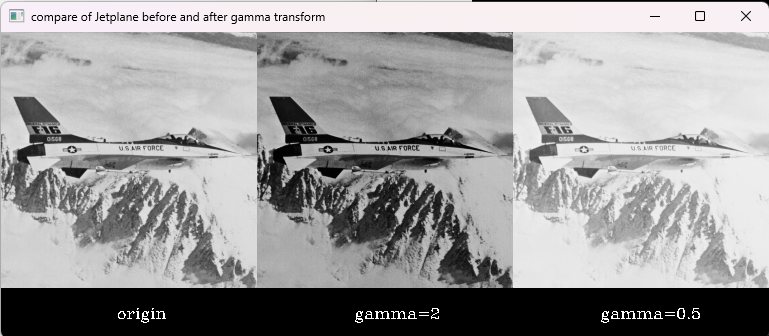


圖(9) 會使用到的module

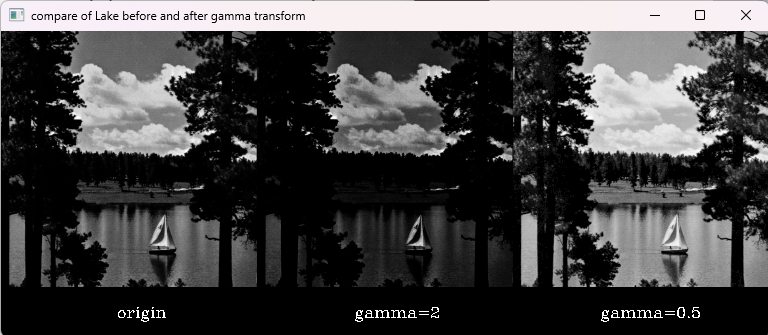
1. 進到作業的目錄底下，會看到一個名為HW1\_test\_image的資料夾，一個main.py，還有這份pdf，點右鍵按在終端中開啟，輸入python main.py，程式即開始執行。
2. 程式會讀取HW1\_test\_image資料夾底下的圖片，並輸出對每個圖片進行transform的結果，即順序會是讀一張圖片，輸出對該圖片進行gamma transform的結果，關掉視窗後會輸出對該圖片進行histogram equalization的結果，並在後面輸出對應的histogram，再關掉視窗後會輸出利用Laplacian operator對該圖片進行Image sharpening的結果，最後關掉視窗則程式繼續讀取下一張圖片，並做一樣的順序，直到所有圖片都被讀取完，即結束程式。
3. 程式執行結果:
4. Gamma transform:



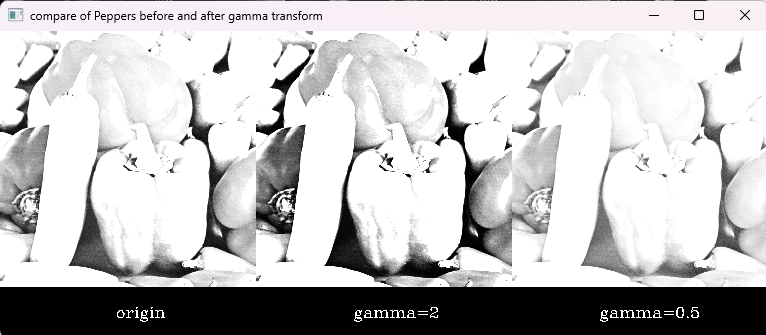
圖(10) Cameraman.bmp原圖與轉換後之影像



圖(11) Jetplane.bmp原圖與轉換後之影像



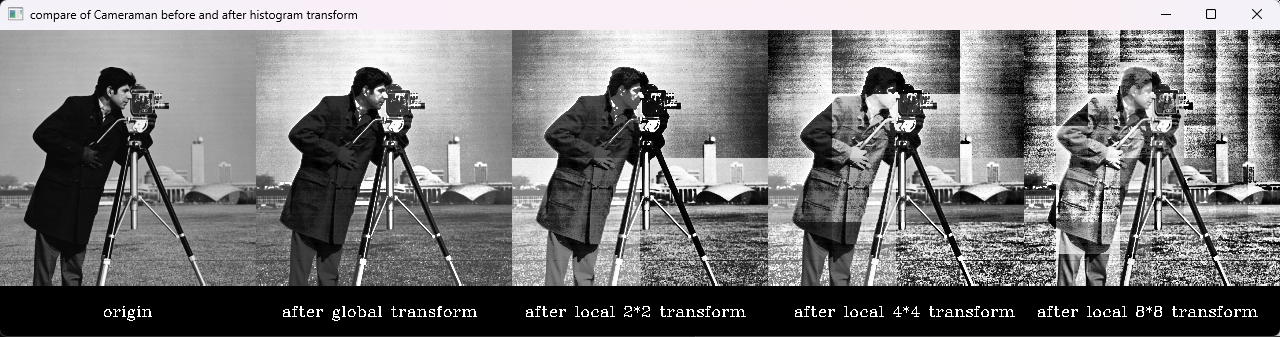
圖(12) Lake.bmp原圖與轉換後之影像



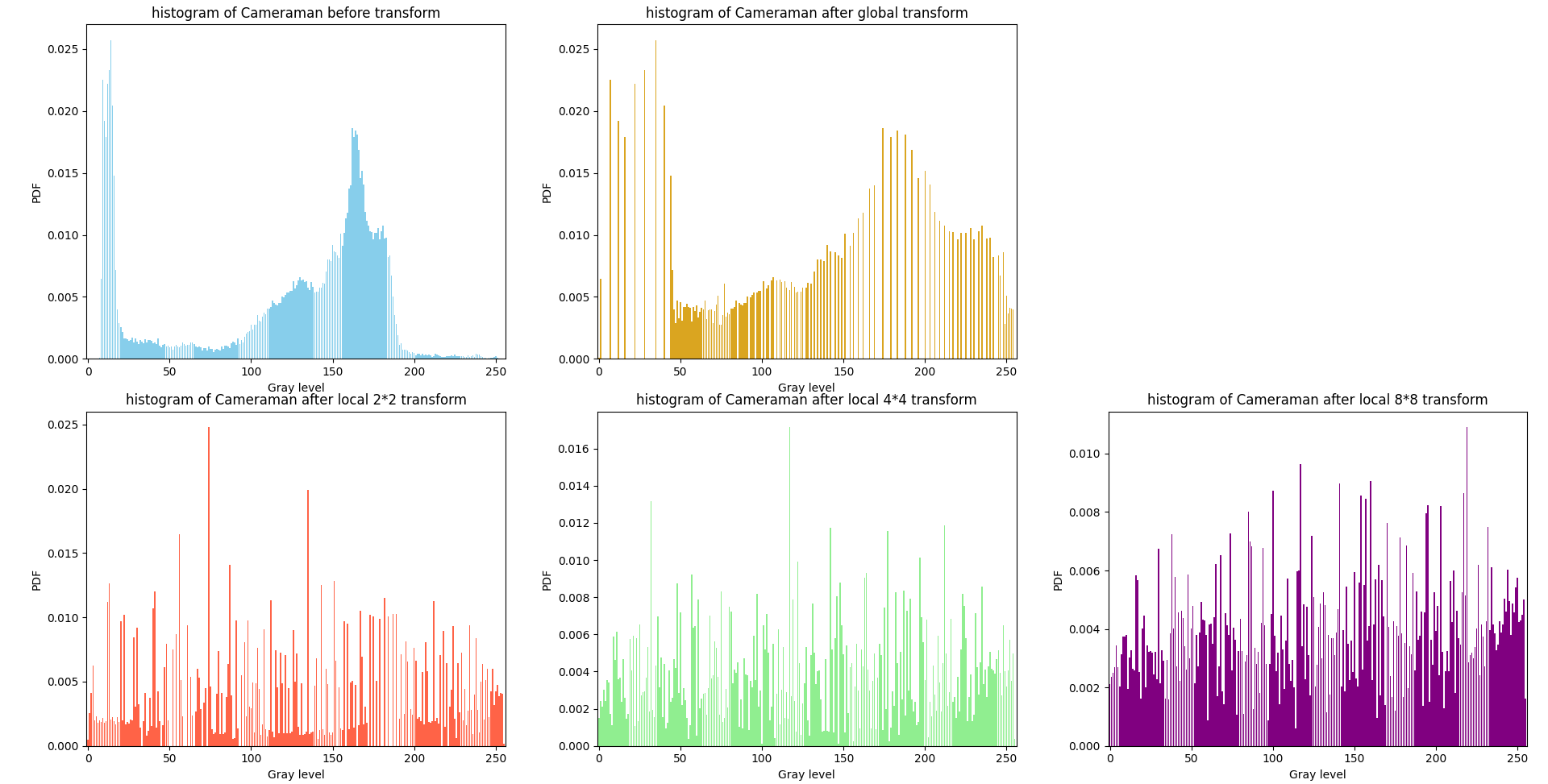
圖(13) Peppers.bmp原圖與轉換後之影像

從這些output中可以驗證上面所說的，γ<1會使整體的亮高，γ>1會使整體的亮度降低。

1. Histogram equalization:

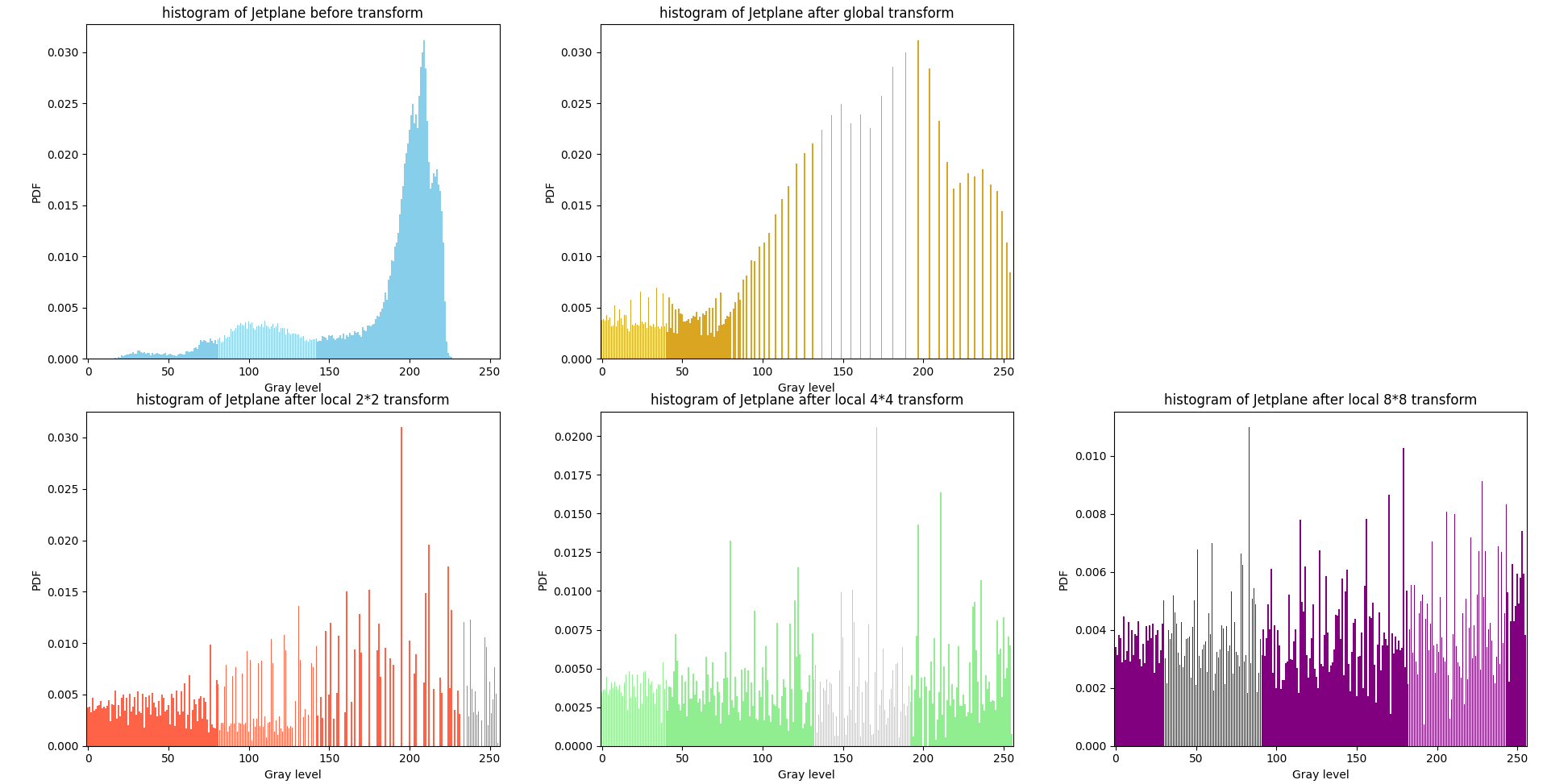


圖(14) Cameraman.bmp原圖與global histogram equalization 與local histogram equalization後之影像



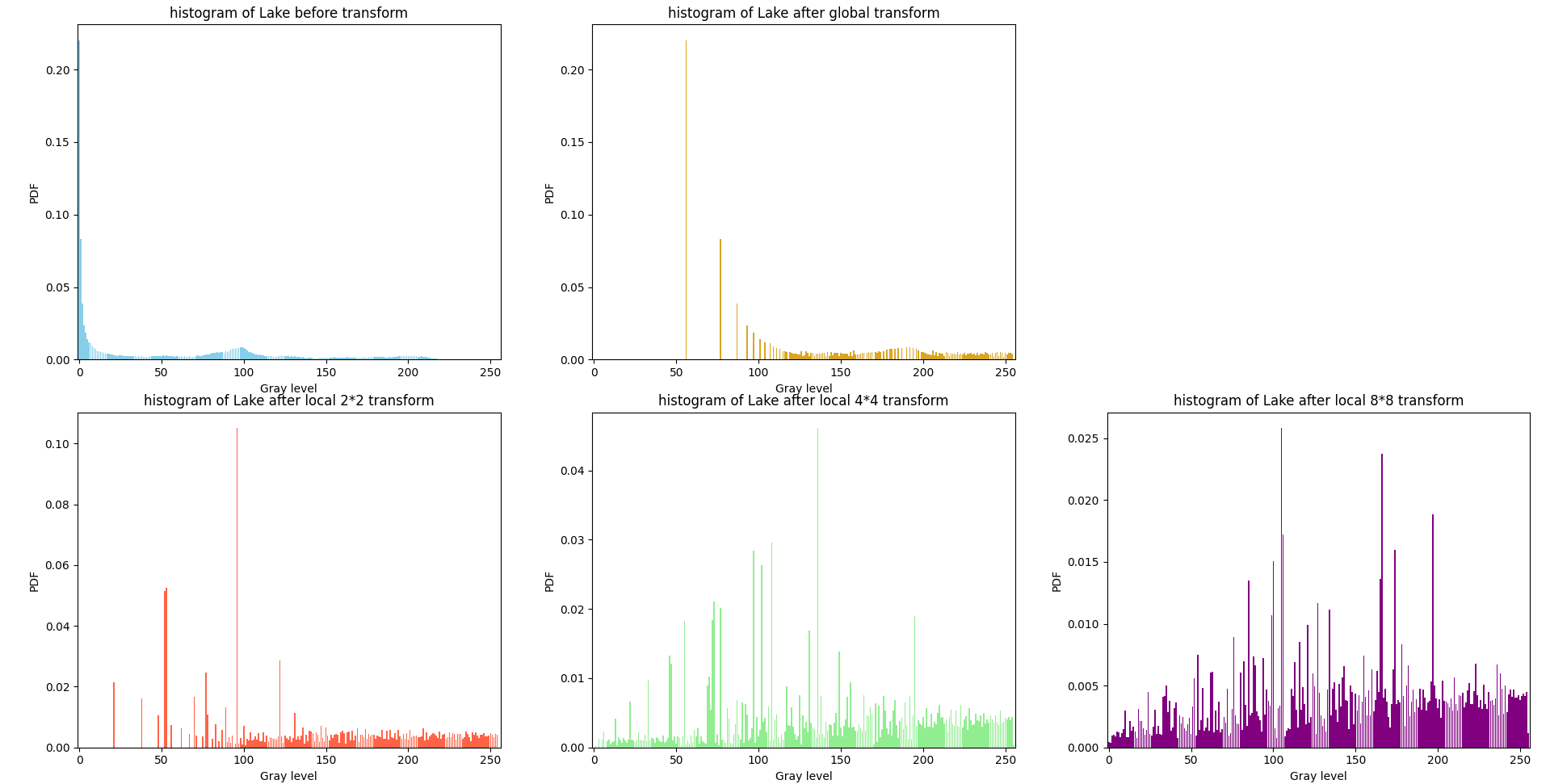
圖(15) 原圖與global histogram equalization與local histogram equalization後之histogram

 圖(16) Jetplane.bmp原圖與global histogram equalization 與local histogram equalization後之影像



圖(17) 原圖與global histogram equalization與local histogram equalization後之histogram

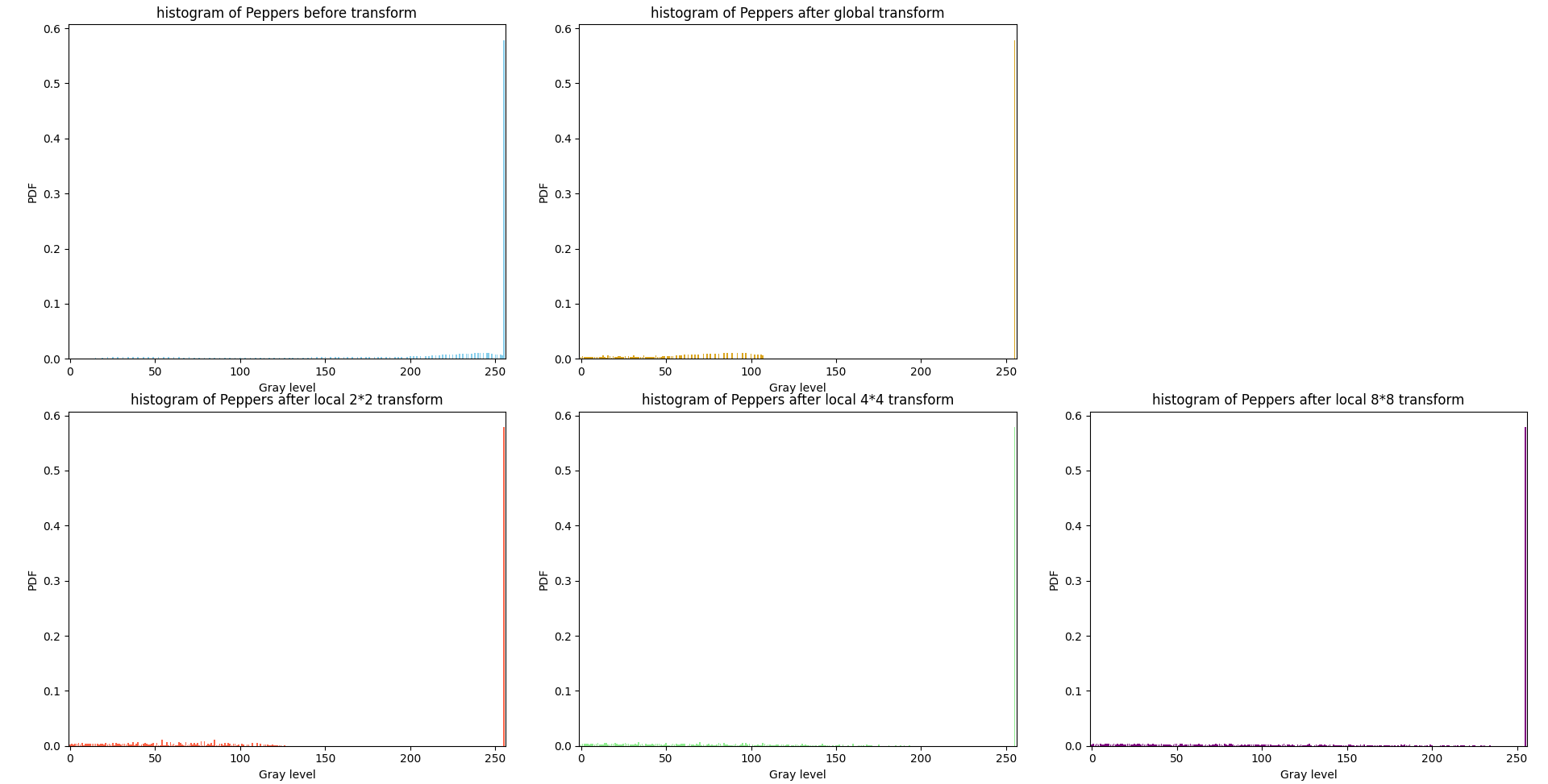
圖(18) Lake.bmp原圖與global histogram equalization 與local histogram equalization後之影像



圖(19) 原圖與global histogram equalization與local histogram equalization後之histogram



圖(20) Peppers.bmp原圖與global histogram equalization 與local histogram equalization後之影像



圖(21) 原圖與global histogram equalization與local histogram equalization後之histogram

可以發現在經過處理後，集中在某處的話會被分散掉，使之較為平均，如圖(15)、圖(17)、圖(19)與圖(21)中紅框處可以清楚看到這個現象。

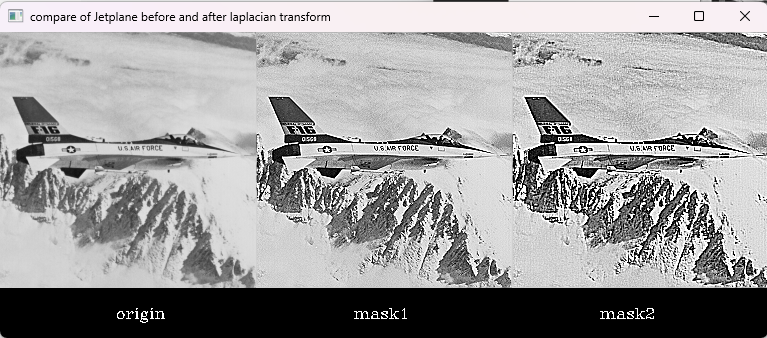
其中Global整張圖處理與Local分段處理的概念不同，但原理是一樣的，不過分成部分來剖析的話，我個人覺得Local在單一小格內來看灰階的漸層感會比Global 還要優秀一些，但很明顯地，從肉眼的理解來看，圖的邊界看起來很不連續且非常礙眼，反而更難辨識了。

比較特別的是Peppers.bmp這張，這張很明顯大部分 都是亮的，在經過處理後看到圖(21)只有最高亮度以外的地方mapping到亮度低的位置，最高亮度依然占比很大，強化出來的影像和原始影像相比，亮度低的地方有所增加，但整體亮度依然很亮。這顯示了當原始影像當中有若有某個值相較於其他值高出很多很多時，經過histogram equalization後，所得到的強化效果是有限的。

1. Image sharpening using the Laplacian operator:

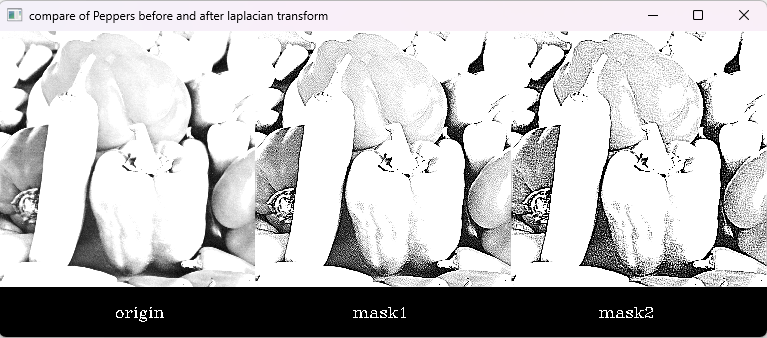


圖(22) Cameraman.bmp原圖與Image sharpening using the Laplacian operator後之影像



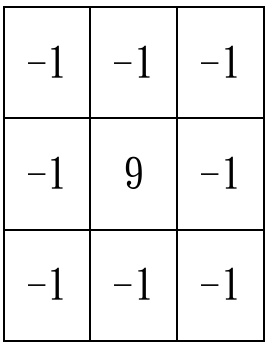
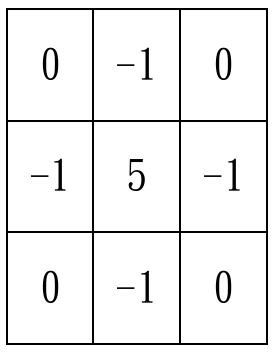
圖(23) Jetplane.bmp原圖與Image sharpening using the Laplacian operator後之影像

圖(24) Lake.bmp原圖與Image sharpening using the Laplacian operator後之影像



圖(25) Peppers.bmp原圖與Image sharpening using the Laplacian operator後之影像

其中mask1與mask2為:



圖(26) 左邊為mask1，右邊為mask2

這裡可以看出使用的是合成型Laplacian operator，直接對影像做銳利化，並且因為未padding，故不會對影像最外圍的邊界做Laplacian operator。從上面的output可以看出，如同上面的論述，在經過Laplacian operator進行銳利化後，原始影像當中本來沒那麼明顯的細節將會顯示出來。

# Discussions

大致總結一下這三種強化方法:

* 1. gamma transform主要是把影像做整體亮度調整，簡單但無法做更進一步的強化。
  2. Histogram equalization是對整體進行平均化，避免較集中於某些值，如此可以讓大致的輪廓顯現，但遇到像Peppers.bmp這種某個值的出現頻率過於壓制其他值時，histogram的效果仍會不佳。
  3. Sharpening using the Laplacian operator是針對影像當中細節去做銳利化使之顯現出來，但跟前兩種方法相比，它不會顯著地影響影像整體的亮度和輪廓。

每個方法都有它的特色，有優點也有缺點，因此不是所有的影像都適合某某影像增強的方法，找出適合的方法並應用之，才是最好的!

# References and Appendix

histogram equalization

<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E7%9B%B4%E6%96%B9%E5%9B%BE%E5%9D%87%E8%A1%A1%E5%8C%96>

histogram equalization

<https://jason-chen-1992.weebly.com/home/-histogram-equalization>

gamma correction

<https://jason-chen-1992.weebly.com/home/-gamma-correction>

Laplacian Operator

<https://medium.com/%E9%9B%BB%E8%85%A6%E8%A6%96%E8%A6%BA/%E9%82%8A%E7%B7%A3%E5%81%B5%E6%B8%AC-%E6%8B%89%E6%99%AE%E6%8B%89%E6%96%AF%E7%AE%97%E5%AD%90-laplacian-operator-ea877f1945a0>

Laplacian Operator

<https://docs.opencv.org/3.4/d5/db5/tutorial_laplace_operator.html>

Laplacian Operator

<https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/log.htm>

subplot

<https://steam.oxxostudio.tw/category/python/example/matplotlib-subplot.html>

puttext()

<https://steam.oxxostudio.tw/category/python/ai/opencv-text.html>

puttext()

<https://blog.csdn.net/weixin_41010198/article/details/89155899>