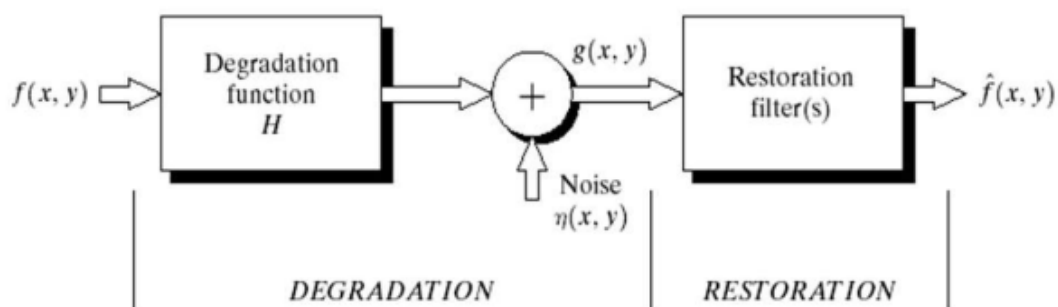


## 2023 NYCU Digital Image Processing -Homework 4 Report

電子研究所 呂紹愷 311510187

### Image Restoration

圖像修復是一個很常見的問題，目標是從損壞的影像中處理成接近原始影像，像是去模糊、去霧、去躁...等。如下圖所示，希望藉由 restoration 來使  $\hat{f}(x, y) \approx f(x, y)$ ，而本次作業需要處理 motion blur 的問題。



$$\begin{cases} g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) + \eta(x, y) - \text{Spatial domain} \\ G(u, v) = F(u, v)H(u, v) + N(u, v) - \text{Frequency domain} \end{cases}$$

motion blur 為時間域的能量分散，模糊的影像可視為潛像 (Latent image) 與模糊核 (Blur kernel) 又稱作 PSF 做 convolution。

$$Y = I * P$$

其中 Y 為模糊影像，I 為潛像 (也就是理想上的影像)，P 為 point spread function，因此我們若要把 P 的影響移除，可以進行反捲積 (deconvolution)，常見的作法有兩種，一種是在空間域去做處理，代表的演算法有 Richardson-Lucy；一種是在頻域去處理，代表的演算法有 Wiener filter，這兩種方法都屬於簡單又有效，不過會出現 ringing artifact，因此也有學者提出其他演算法，不過這也導致了計算量上升。在本次作業中，專注於上述的兩種方法，不過在 Richardson-Lucy 演算法中，始終沒有處理出理想的影像出來，而在 Wiener filter 則有處理出不錯的結果。

#### ● Wiener filter

Wiener deconvolution 是在頻域處理的演算法，如下式

$$F(u, v) = \frac{P(u, v)^*}{|P(u, v)|^2 + 1/SNR} Y(u, v)$$

P(u,v) 為 PSF 的 Fourier transform；Y(u,v) 為模糊影像的 Fourier transform，而在本次實作中，PSF 為手動去猜。本次實作透過 opencv 的 DFT/IDFT 去做時域頻域的轉換。

PSF 則是猜長度 28，角度 45 度的偏移

	Input	Output
Image1		
Image2		

➔ Input1 所計算出來的 PSNR 為 69.7185dB







➔ Input2 所有車牌皆可看見

- **Richardson-Lucy**

Richardson-Lucy 反卷積演算法是在空間域中做處理，如下式。

$$I^{(t+1)} = I^{(t)} \left( \frac{Y}{I^{(t)} \otimes P} \otimes \bar{P} \right)$$

I 為潛像，Y 為模糊影像，P 為 PSF， $\bar{P}$  為翻轉過的 PSF， $\otimes$  為捲積。不斷地去迭代 I，理想上會逼近原始訊號。比較可惜的是在本次實作中，不太確定是否為 code 有誤還是演算法的限制，RL deconvolution 出來的結果欠佳。

	Input	Output
Image1		
Image2		

結果如上表所示，與 Wiener 相比模糊很多，Image2 能辨識出來的車牌不多，因此最後採用 Wiener filter 作為本次的 output image。