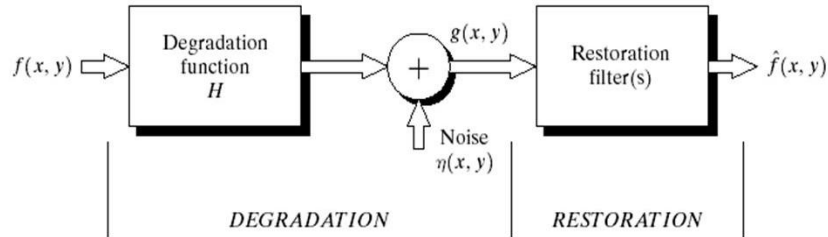


1 Image Restoration

透過觀察 input1 與 input2，可以發現這兩張圖片主要都是因為受到 motion blur(動態模糊)而導致退化。在本次作業中嘗試在 spatial domain 使用 Richardson-Lucy deconvolution 的方法來還原圖片，但是效果欠佳，所以後來選擇在 frequency domain 使用 Wiener filter 來修復圖像。Wiener filtering 這種方法將 degradation function 和 noise 的統計特性結合到 restoration 的 process 中。目標是找到未退化圖像的估計值，使退化圖像與未退化圖像之間的 Mean square error 最小化。這種方法可以同時用來移除額外添加的 blur 與 noise。



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

Figure1: Degradation function

Wiener filter 的數學表示如下：

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

其中， $H(u, v)$ 是 Point Spread Function(PSF)的 Fourier transform。 $G(u, v)$ 是退化圖片的 Fourier transform。 SNR 是 Signal-to-noise ratio，代表真實訊號與雜訊之間的比值。在個值是需要被估測的。

Restoration 演算法如下：

Step1: Estimate point spread function / blur kernel

在這個步驟中原本嘗試使用迭代的方式找出圖像中的 gradient map，來預測 blur kernel，但是因為時間緊迫實作上較為困難，所以後來是採用人為的方式來估測 point spread function。

首先是估計 point spread function 的角度，可以觀察到 input1 的 motion blur 是往大約是往 140° 方向偏移，因此我就假設 point spread function 的主成分在這個方向上。另外，就是估算出 point spread function 的長度，透過人為迭代的方式，以 PSNR 的大小為基準來慢慢逼近。最後就是加上 circular 的 point spread function 來降低 out-of-focus blur 如此一來就可以得到估測出來的 point spread function。

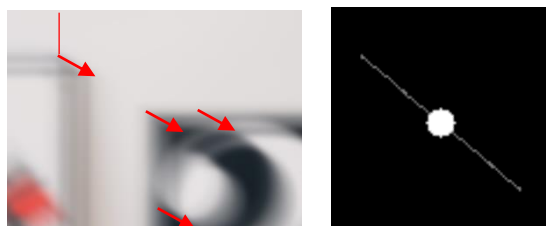


Figure2: Estimate PSF

Step2: Apply Wiener Filter

將圖片、PSF 透過 DFT 轉至 Frequency domain，代入 Wiener filter 的公式即可得到 output image。

Result

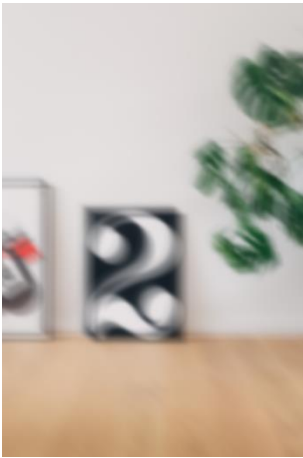



	input	output	PSNR
Image 1			<pre>Image 1 path: image1_ori.bmp Image 2 path: output1.bmp ===== MSE ===== MSE_r = 807.873 MSE_g = 648.535 MSE_b = 689.741 ===== PSNR ===== PSNR = 58.8128 dB</pre>
Image 2			N/A

Table 1: Result of Image Restoration

image1_ori 與 input1 的 PSNR = 58.2844 dB

image1_ori 與 output1 的 PSNR = 58.8128 dB

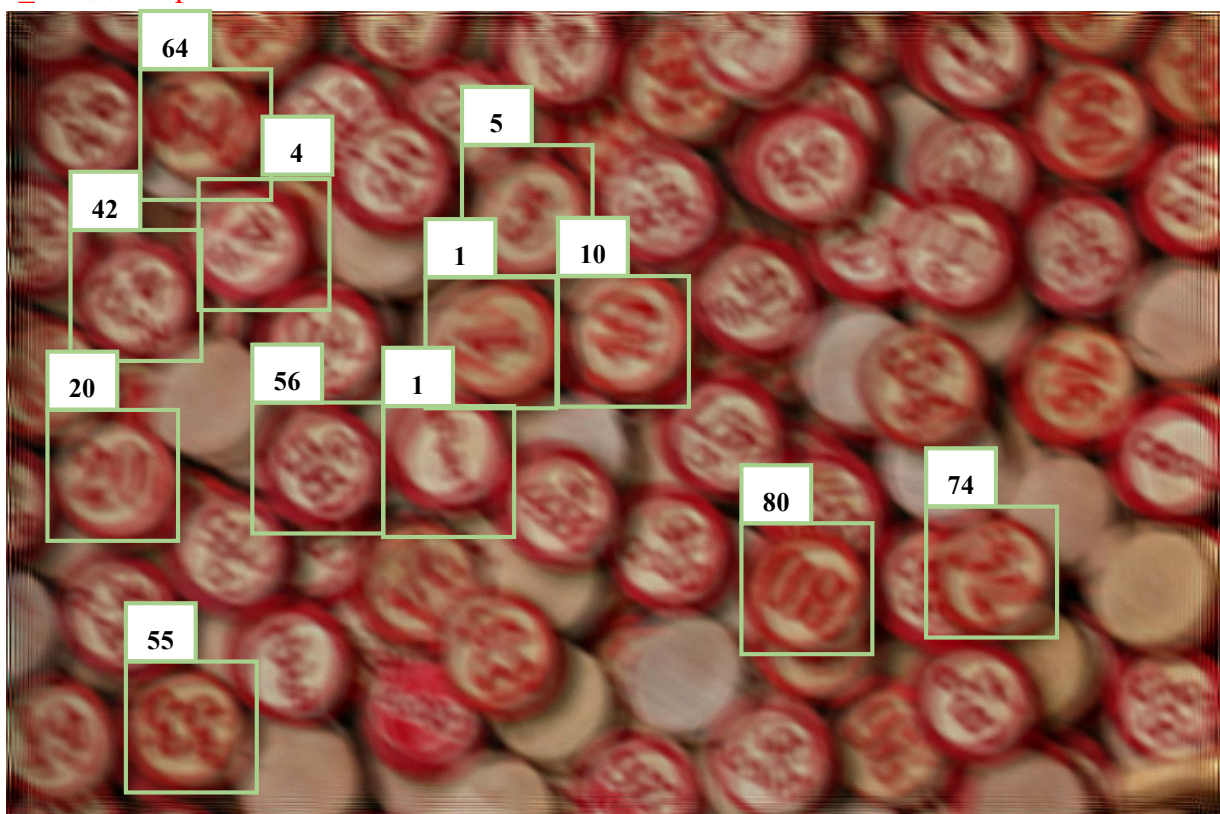


Figure 3: output2 result