

影像處理 LAB4

105060016 謝承儒

5-3 Periodic Noise Reduction Using a Notch Filter

做法說明

1. addSinNoise

(1) 按照提供的公式，做出 noise matrix，利用兩層 for 迴圈去一個一個做出來。

$$\text{noise} = \eta(x, y) = A \sin\left(2\pi\left(\frac{u_0x}{M} + \frac{v_0y}{N}\right)\right)$$

(2) `output_s = input_s + noise`

2. notchFiltering

(1) 按照提供的公式，做出 Notch filter，利用兩層 for 迴圈去一個一個做出來。

rectangular).
The transfer function of an ideal notch reject filter of radius D_0 , with centers (u_0, v_0) and, by symmetry, at $(-u_0, -v_0)$, is

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & \text{if } D_1(u, v) \leq D_0 \text{ or } D_2(u, v) \leq D_0 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5.4.5)$$

$$D_1(u, v) = [(u - M/2 - u_0)^2 + (v - N/2 - v_0)^2]^{1/2}$$

and

$$D_2(u, v) = [(u - M/2 + u_0)^2 + (v - N/2 + v_0)^2]^{1/2}.$$

(2) `output_f = input_f.* Notch`

3. computePSNR

- (1) 對 `input1_s` 用兩次 `max`，找出原圖 pixel 中的最大值(f_{peak})。
- (2) 利用兩層 for 迴圈，將 `input1_s` 和 `input2_s` 每一個 pixel 的差做平方和。
- (3) 迴圈結束後得到的值，取名為 `down`。
- (4) $\text{PSNR} = 10 * \log_{10}(M*N*(f_{\text{peak}}^2)/\text{down})$ ， M 、 N 分別為原圖的 row 和 column。

結果圖片


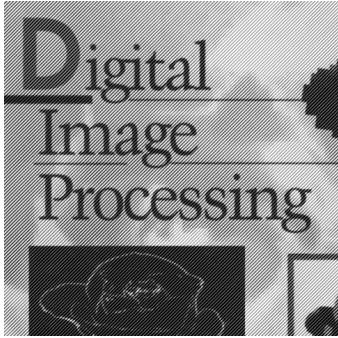
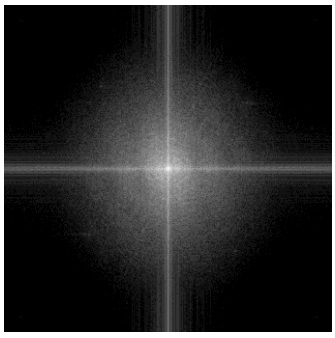
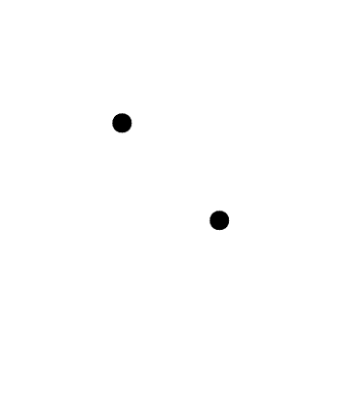
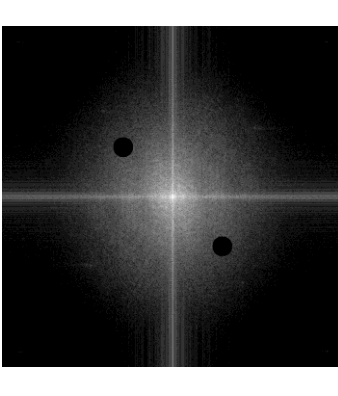
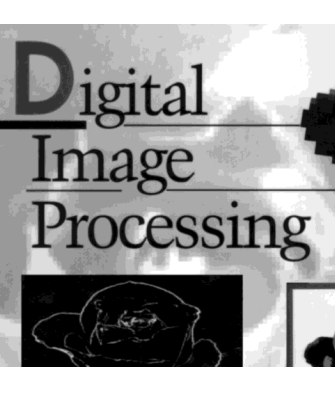
		
<p>圖(a) 原圖</p>	<p>圖(b) 加上 noise 後 ($A = 0.5$, $u_0=100$, $v_0=100$)</p>	<p>圖(c) 圖(b)轉成 frequency domain</p>
		
<p>圖(d) Notch filter ($D_0=20$)</p>	<p>圖(e) 經過 Notch filter 的圖(c)</p>	<p>圖(f) 圖(e)轉回 spatial domain</p>

圖 1 Proj05-03

分析以及討論

1. PSNR = 52.9534
2. A, u_0 , v_0 對於 noise 的影響

(1) A

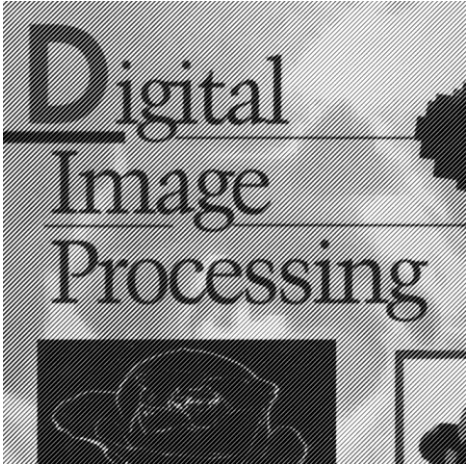
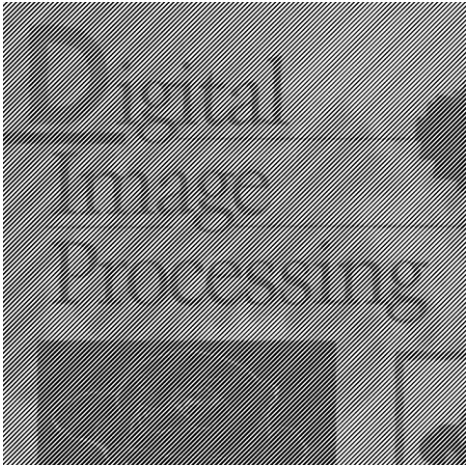
	
A=0.5	A=1.5

圖 2 A 對於 noise 的影響

因為 A 控制了 noise 值的大小。

A 的值越大，條紋越明顯；反之，A 的值越小，條紋越淡。

(2) u_0, v_0 值的大小

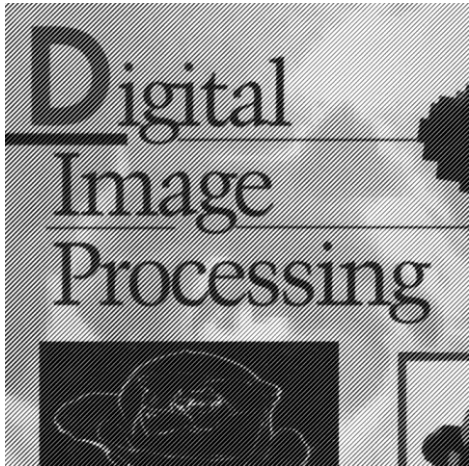

	
$u0=100,v0=100$	$u0=10,v0=10$

圖 3 ($u0,v0$)對於 noise 的影響

$u0$ 、 $v0$ 控制 sin 的週期。

$u0$ 、 $v0$ 越大，週期越小，條紋越細；反之，週期越大，條紋越粗。

(3) $u0,v0$ 的相對關係


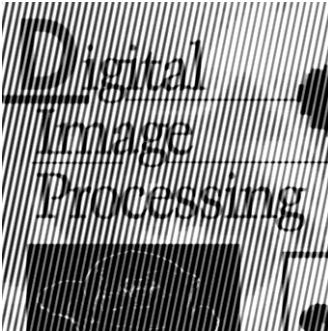
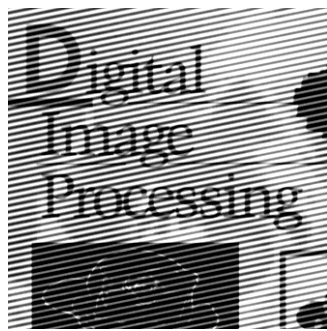
		
$u0=30,v0=30$	$u0=10,v0=50$	$u0=50,v0=10$

圖 4 ($u0,v0$)相對關係對於 noise 的影響

$u0 = v0$ ，會產生出斜紋。

$u0 < v0$ ，會產生出偏向直紋。

$u0 > v0$ ，會產生出偏向橫紋。

(4) D0 對於 filter 效果的影響

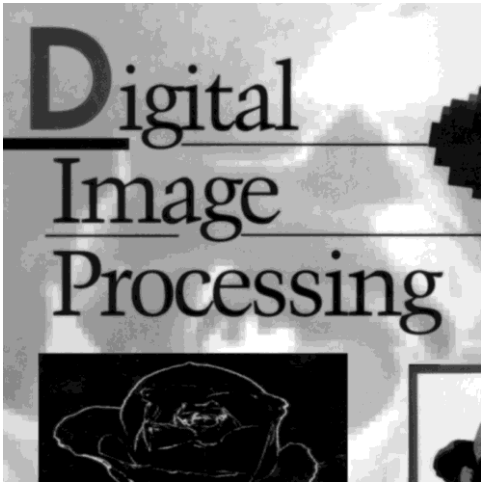
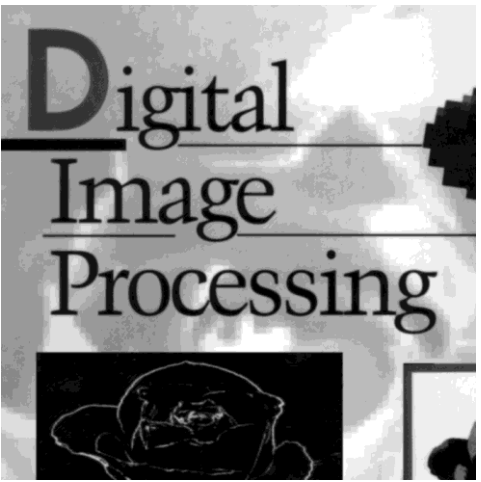
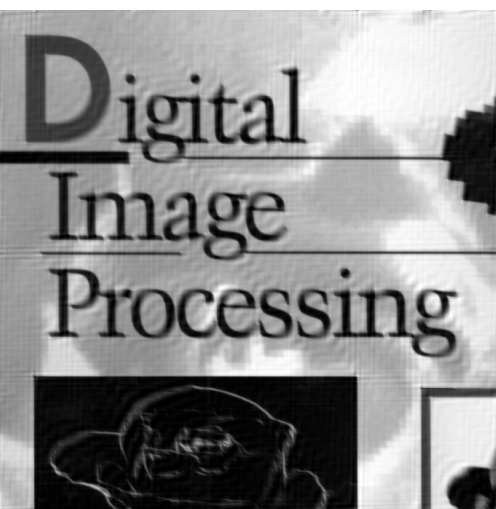
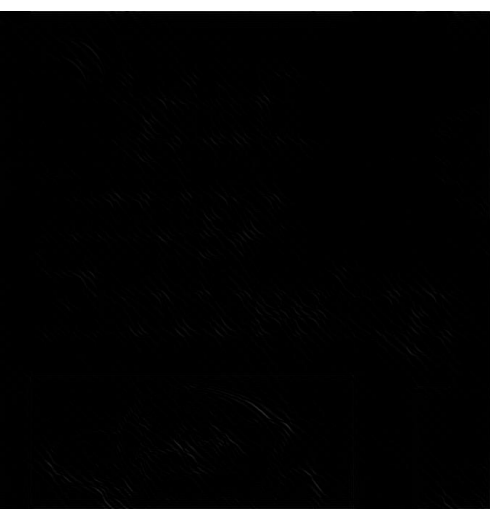
	
<p>D0=0.1</p> <p>PSNR=81.0626</p>	<p>D0=20</p> <p>PSNR = 52.9534</p>
	
<p>D0=100</p> <p>PSNR=29.2907</p>	<p>D0=150</p> <p>PSNR=3.9814</p>

圖 5 D0 對於 filter 效果的影響

如圖 5 所示，當 D0 越小，效果越好。

因為 noise 在 frequency domain 只是單純兩個點，所以做出來的 filter 圓越小，

越不會吃到 noise 以外的點。

如果 D0 設置得太大，就可能會把正中央濾掉，圖片就會大幅失真，該情況的 frequency domain 如下圖 6。

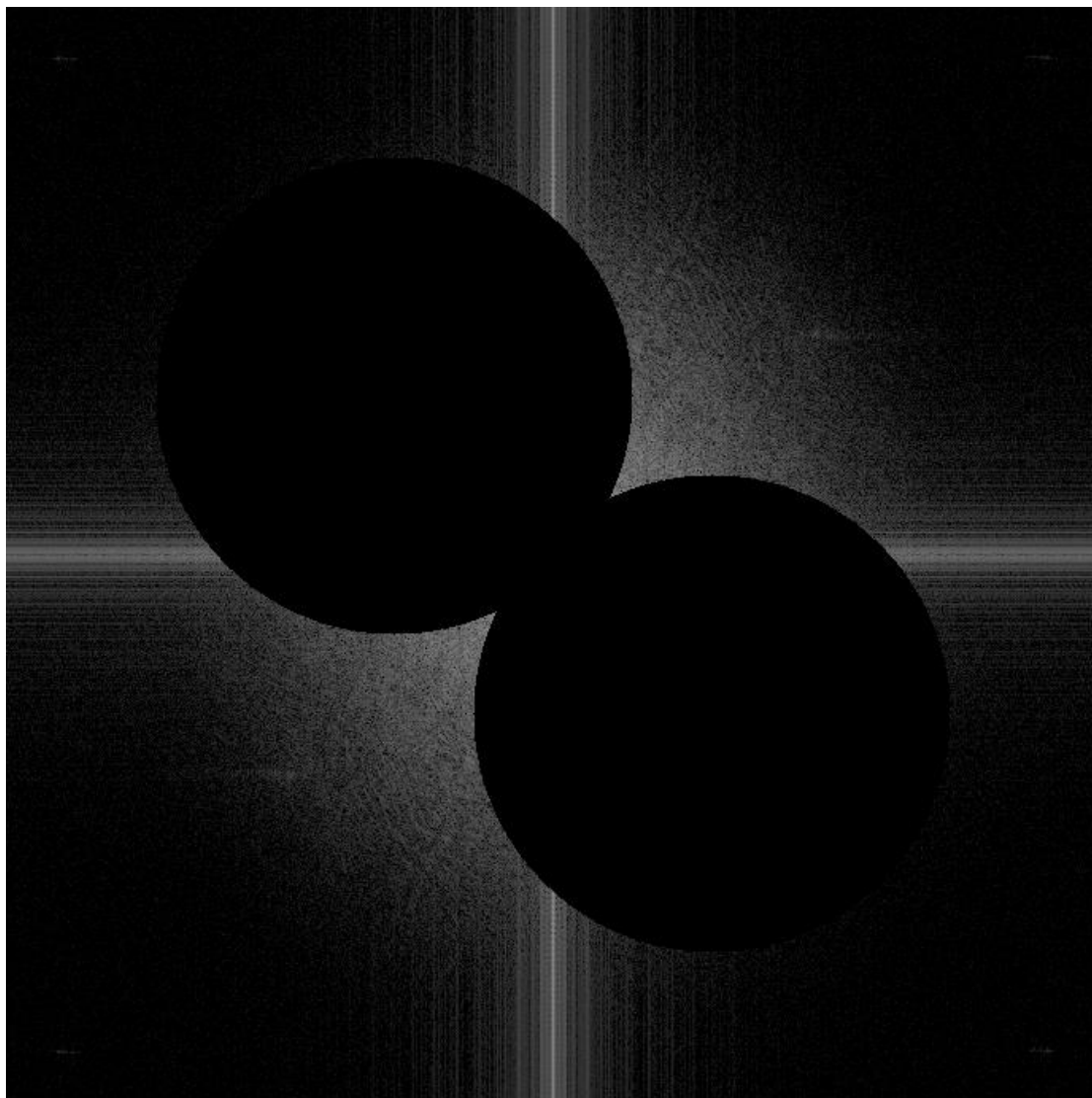


圖 6 D0 太大的情形

5-4 Parametric Wiener Filter

做法說明

1. addMotionBlur

基本上參照講義上的公式(如下)，但需要做幾處修改:

$$H(u, v) = \int_0^T e^{-\frac{j2\pi(au+bv)t}{T}} dt = \frac{T}{\pi(au+bv)} \sin[\pi(au+bv)] e^{-j\pi(au+bv)}$$

(1) 增加 offset

避免在 Blur mask 在原點發生分母為 0 的情況，以及 $\sin(0) = 0$ 導致原點的資料消失。

$$au + bv \Rightarrow a(u + \text{offset}) + b(v + \text{offset})$$

(2) Blur mask 原點移至正中央

因為丟進來的 input 是已經 shift 過的，其原點在正中央，所以要將 blur mask 的中心也移至正中央

$$a(u+\text{offset})+b(v+\text{offset}) \Rightarrow a(u+\text{offset}-M/2)+b(v+\text{offset}-N/2)$$

2. wienerFiltering

(1) 用 for 迴圈，一個個 pixel 根據講義上公式做出 Wiener Filter

$$W(u, v) = \frac{1}{H(u, v) |H(u, v)|^2 + S_{\eta}(u, v)/S_f(u, v)} \approx \frac{1}{H(u, v) |H(u, v)|^2 + K}$$

(2) `output_f = input_f.* W`

結果圖片

		
圖(a) 原圖	圖(b) 經過 blur 後 $T = 1, a = 0.1, b = 0.1$	圖(c) 圖(b)加上 noise 後 $A = 0.5, u_0 = 100, v_0 = 100$
		
圖(d) 圖(c)經過 Wiener Filter $K = 0.1$	圖(e) 圖(c)經過 Wiener Filter $K = 10^{-6}$	圖(f) 圖(c)經過 Wiener Filter $K = 10^{-12}$

圖 7 Proj05-04

分析以及討論

1. PSNR

$K = 0.1 \Rightarrow \text{PSNR} = 15.661168$

$K = 10^{-6} \Rightarrow \text{PSNR} = 25.950134$

$K = 10^{-12} \Rightarrow \text{PSNR} = -89.098953$

2. K 對於 Wiener Filter 的影響

由圖 7 可以明顯看出， K 越大時，對於 noise 處理得較多； K 越小時，對於 Degradation 處理得越多。