

# 影像處理

## (Image Processing)

真理大學 資訊工程系 吳汶涓老師

### Course 8

#### 影像復原



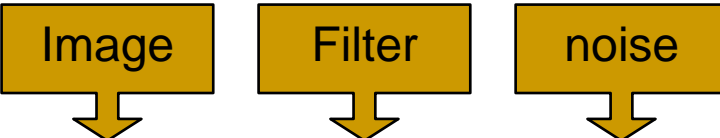
# Outline

- 8.1 前言
- 8.2 雜訊
- 8.3 去除鹽和胡椒雜訊
- 8.4 去除高斯雜訊
- 8.5 去除週期性雜訊
- 8.6 反轉濾波
- 8.7 Wiener濾波



# 8.1 前言

- **影像復原**是去除或減少影像取得過程中發生的劣化現象。這些現象包括了雜訊，也就是像素值的錯誤或光學的錯誤。
- 有些是使用**鄰域運算**便可完成，有些則需要進行**頻率域處理**。



The diagram consists of three yellow rectangular boxes labeled 'Image', 'Filter', and 'noise' arranged horizontally. Below each box is a yellow arrow pointing downwards towards the corresponding terms in the equations below.

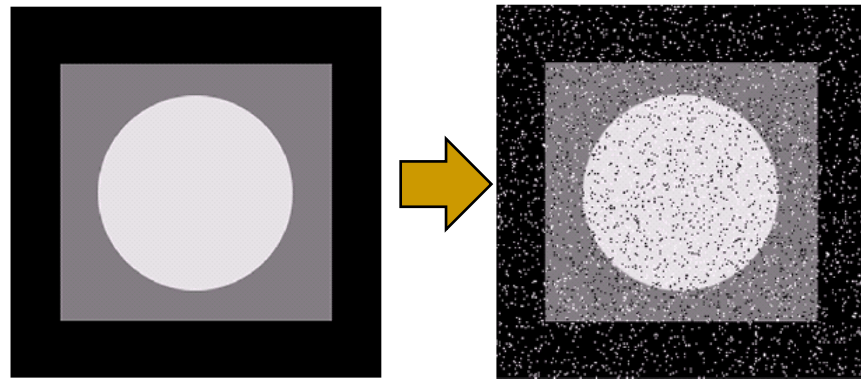
空間域： $g(x,y) = f(x, y) * h(x, y) + n(x, y)$

頻率域： $G(x,y) = F(x, y) H(x, y) + N(x, y)$

In the spatial domain equation, the term  $n(x, y)$  is enclosed in a red rectangular box.

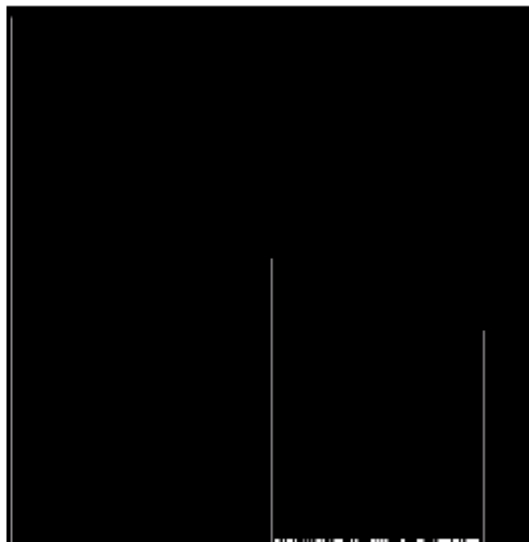
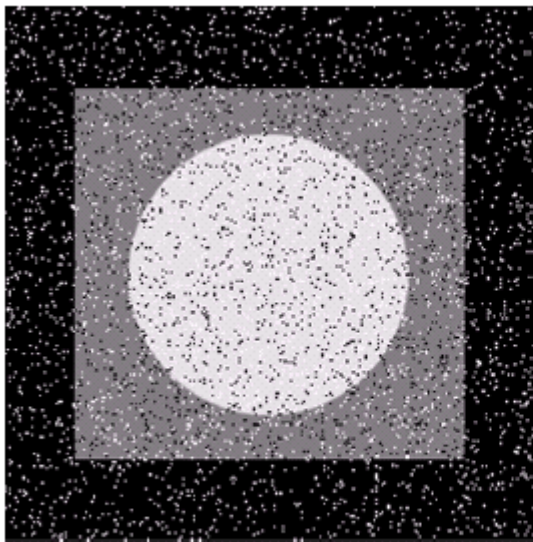
## 8.2 雜訊

- **雜訊**：因為外來干擾而造成任何形式的影像訊號劣化。需選擇最適合方法來去除雜訊。
  - 環境光度
  - 感測器的溫度
  - 影像傳送時通道中的干擾 (ex.: 閃電等)
- 標準雜訊形式：
  - Salt and Pepper Noise (impulse noise、shot noise、binary noise)
  - Gaussian Noise
  - Speckle Noise
  - Periodic Noise

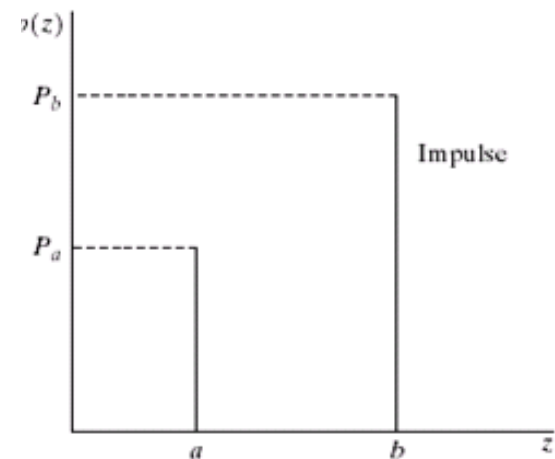


# Salt and Pepper Noise

- 又稱脈衝雜訊(impulse noise) 或是二元雜訊(binary noise)  
，其可能是因為影像訊號受到突如其來的強烈干擾而產生  
，呈現方式是整個影像任意散佈黑色及白色(或兩者皆有)  
的像素。



Salt & Pepper



## ■ Matlab的函數imnoise可產稱雜訊的功能

■ `>>imnoise(A, 'method', k)`

■ A:影像資料

■ k: 雜訊比率  
(通常 $0 \leq k \leq 1$ )

- 
- 'salt & pepper'
  - 'gaussian'
  - 'speckle'

```
>> tw=imread('twins.tif');
```

```
>> t=rgb2gray(tw);
```

```
>> t_sp=imnoise(t, 'salt & pepper');
```

(內定 $k=0.1$ )



```
>> imshow(t)
```



(a)

```
>> figure, imshow(t_sp)
```



(b)

圖 8.1 影像的雜訊 (a) 原始影像 (b) 加上鹽和胡椒雜訊

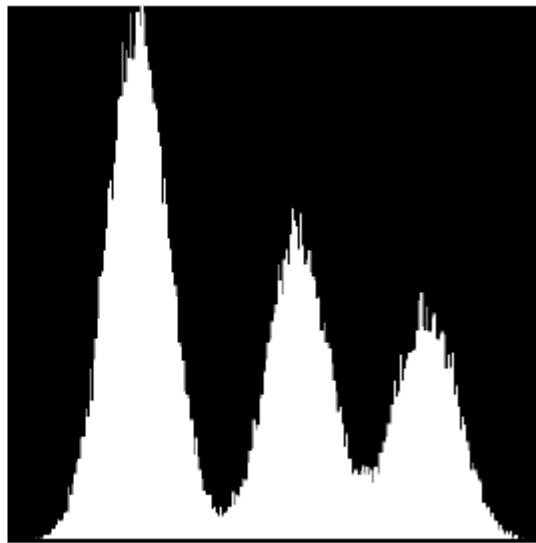
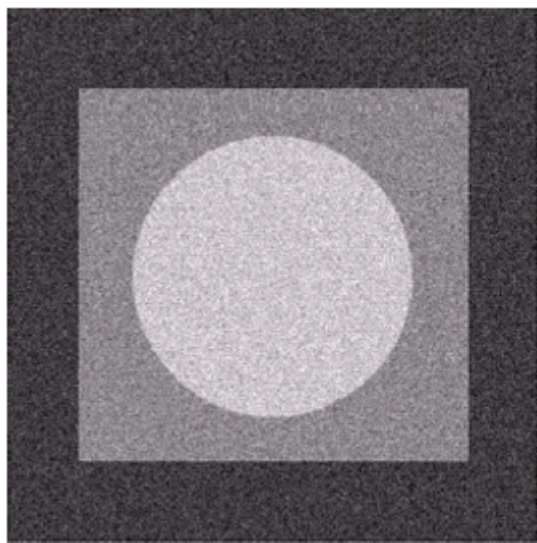
試著改雜訊比率(0.3, 0.6, 0.9)看看結果



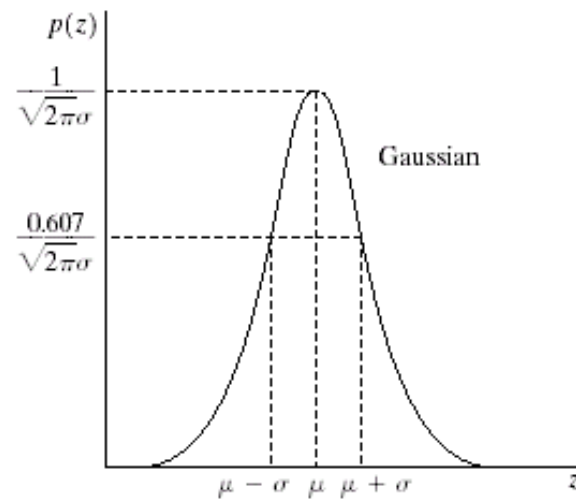
# Gaussian Noise

- 其形成是由訊號隨機的擾動而造成，最常見到於頻道未調好的電視螢幕。高斯雜訊是呈現**常態分佈**的白色雜訊

雜訊影像 = 原始影像 (I) + 高斯雜訊 (N)

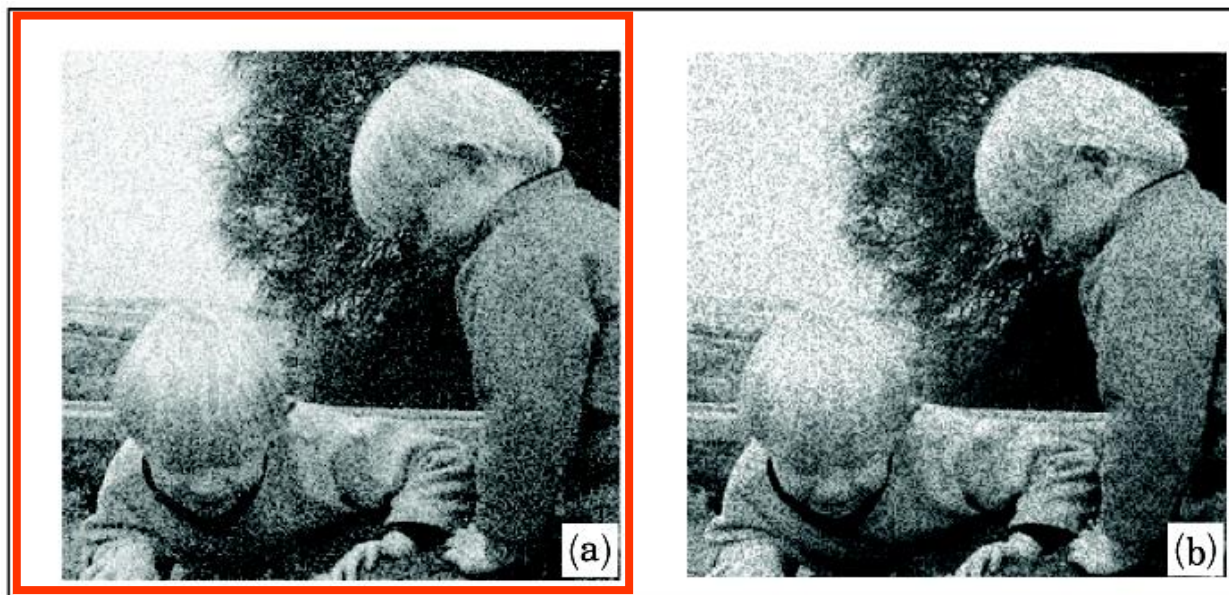


Gaussian





```
>> t_ga=imnoise(t,'gaussian');
```



參數高斯 (gaussian) 也可以附加額外參數數值，設定雜訊的平均值與變異數，內定值為0與0.01。

圖8.2 受到高斯雜訊與斑點雜訊干擾的雙胞胎影像  
(a) 高斯雜訊 (b) 斑點雜訊

# Speckle Noise

- 影像加上亂數數值便可產生**高斯雜訊**，而像素值**乘**上亂數數值，則會產生**斑點雜訊**，又稱之為**乘積雜訊**。特別發生於雷達應用上。 雜訊影像 = 原始影像 (I) \* (1 + 高斯雜訊 (N))



(內定平均值為0,  
變異數為0.04)

圖8.2 受到高斯雜訊與斑點雜訊干擾的雙胞胎影像  
(a) 高斯雜訊 (b) 斑點雜訊

需用不同的方法去除

# Periodic Noise

- 影像訊號受到週期性的干擾，呈現方式是影像上出現條狀效果。此類雜訊得使用**頻率域處理**才能去除，因為它是對整張影像產生全面性影響。

```
>> s=size(t);  
>> [x,y]=meshgrid(1:s(1),1:s(2));  
>> p=sin(x/3+y/5)+1;  
>> t_pn=(im2double(t)+p/2)/2;
```

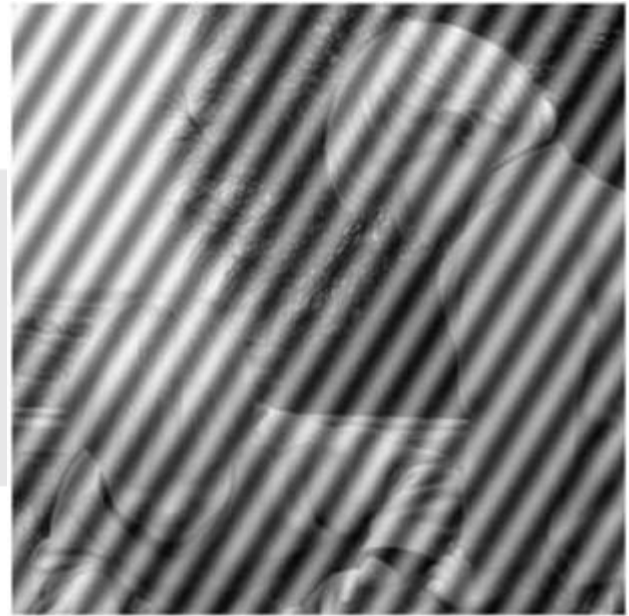


圖 8.3 雙胞胎影像受到週期性雜訊干擾



## 8.3 去除鹽和胡椒雜訊

### ■ 方法1: Low-pass filter (average)

雜訊並非清除而是抹去，且影像會較模糊。

```
>> a3=fspecial('average',[7,7]);  
>> t_sp_a3=filter2(a3,t_sp);
```

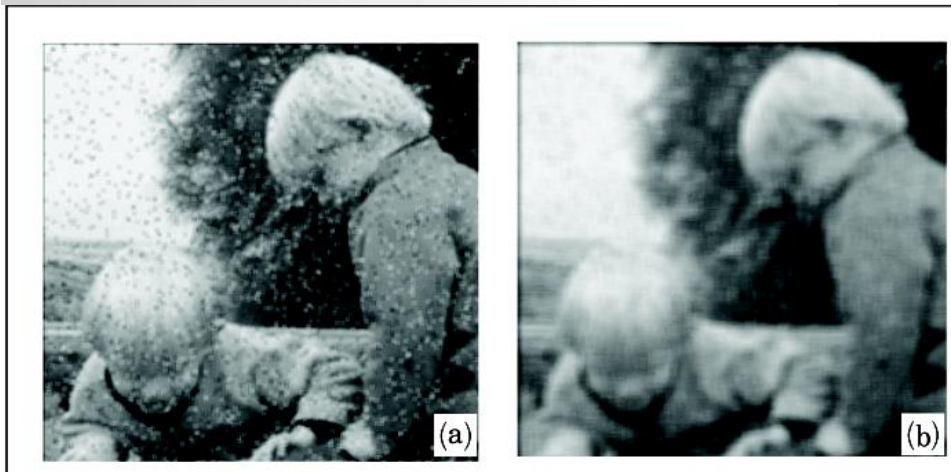
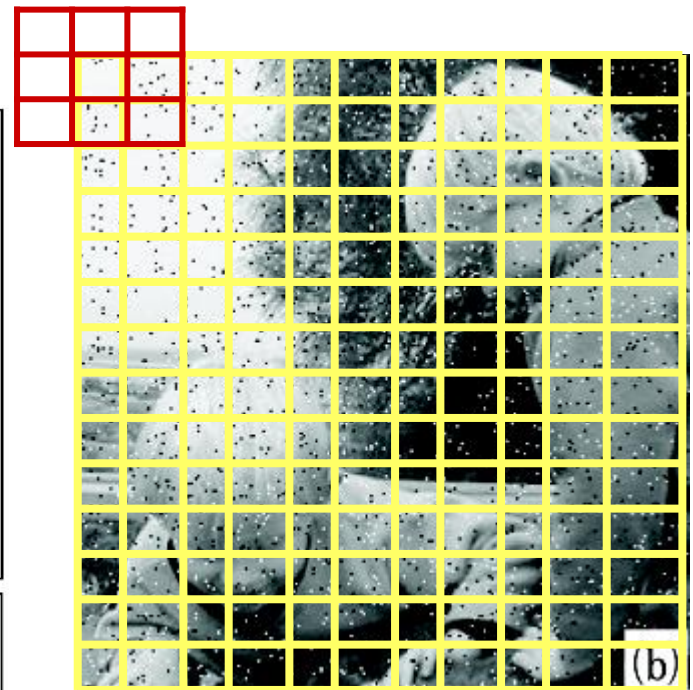


圖8.4 使用平均濾波去除鹽和胡椒雜訊

(a)  $3 \times 3$  平均濾波 (b)  $7 \times 7$  平均濾波



幾乎是為去除  
salt and pepper noise  
量身訂作的。

## ■ 方法2: Median filter

特別有效的一種方法，但需要事先排序。使用 **medfilt2** 進行中位數濾波運算。

50	65	52
63	255	58
61	60	57

→ 50 52 57 58 **60** 61 63 65 255 → **60**

```
>> t_sp2=imnoise(t,'salt & pepper',0.2);  
>> t_sp2_m5=medfilt2(t_sp2,[5,5]);
```

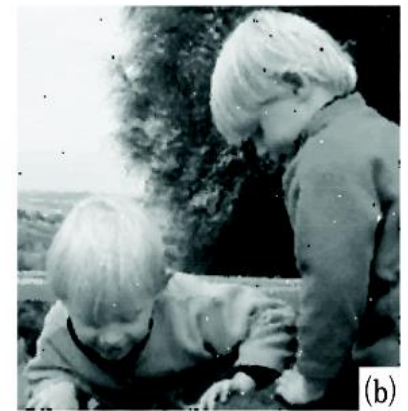


圖 8.6 利用  $3 \times 3$  中位數濾波去除更多雜訊  
(a) 20% 的鹽和胡椒雜訊 (b) 中位數濾波後

### ■ 方法3: Rank-order filter

需事先排序，不一定要取中間的值，有最大、最小、中點濾波器和Alpha微調平均濾波器。在Matlab中，使用 **ordfilt2** 進行排序濾波運算。

$$\hat{f}(x, y) = \max_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}. \quad \hat{f}(x, y) = \min_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}.$$

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{2} \left[ \max_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\} + \min_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\} \right].$$

結合排序和平均，適合處理  
高斯或均勻隨機分佈的雜訊

Alpha微調平均濾波器：

刪除鄰域中最低d/2和最高d/2的灰階值，適合 **胡椒鹽** 與 **高斯雜訊** 的組合

$$\hat{f}(x, y) = \frac{1}{mn - d} \sum_{(s,t) \in S_{xy}} g_r(s, t)$$

3×3 十字型的遮罩

0	1	0
1	1	1
0	1	0

```
>> ordfilt2(t_sp, 3, [0 1 0; 1 1 1; 0 1 0]);
```

取第三項

```
>> ordfilt2(t_sp, 5, [0 0 1 0 0; 0 0 1 0 0; 1 1 1 1 1; 0 0 1 0 0; 0 0 1 0 0]);
```



## ■ 方法4: 歧異點方法

- ❑ 選擇門檻數值  $D$
- ❑ 比較指定像素值  $p$  與周圍8個像素的平均數值  $m$
- ❑ 若  $|p-m| > D$ ，則認為該像素為雜訊，反之則否。
- ❑ 若像素為雜訊，則用  $m$  取代，反之則保留數值。

Question:

- ❑  $D$  如何設定？

(不適合用在  
去除大量雜訊)

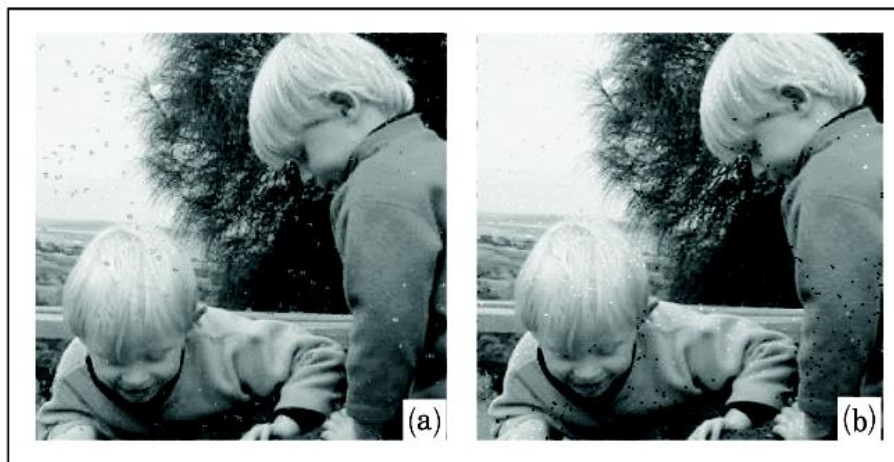


圖 8.9 用歧異點方法去除 10% 的鹽和胡椒雜訊  
(a)  $D=0.2$  (b)  $D=0.4$

```
function res=outlier(im,d)
% OUTLIER(IMAGE,D) removes salt and pepper noise using an outlier method.

f=[0.125 0.125 0.125; 0.125 0 0.125; 0.125 0.125 0.125];
imd=im2double(im);
imf=filter2(f,imd);
r=abs(imd-imf)-d>0;
res=im2uint8(r.*imf+(1-r).*imd);
```

**圖 8.8** 使用歧異點方法去除鹽和胡椒雜訊的 MATLAB 函數

$$\frac{1}{8} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.125 & 0.125 & 0.125 \\ 0.125 & 0 & 0.125 \\ 0.125 & 0.125 & 0.125 \end{bmatrix}$$

(線性濾波器用來計算周圍的平均值)

## 8.4 去除高斯雜訊

### ■ 方法1: 影像平均

```
>> s=size(t);  
>> t_ga10=zeros(s(1),s(2),10);  
>> for i=1:10 t_ga10(:,:,i)=imnoise(t,'gaussian'); end  
  
>> t_ga10_av=mean(t_ga10,3);
```

### ■ 方法2: Low-pass filter (average)

以影像模糊換取雜訊的去除。

```
>> a3=fspecial('average');  
>> a5=fspecial('average',[5,5]);  
>> tg3=filter2(a3,t_ga);  
>> tg5=filter2(a5,t_ga);
```

(但影像會模糊，  
不令人滿意)



(a) (a) 10 個影像



(b) (b) 100 個影像

## ■ 方法3: Adaptive filter

會隨著遮罩下的灰階值改變其特性的濾波器。

- 最小均方誤差濾波器 (minimum mean-square error filter)

$$\hat{f} = m_f + \frac{\sigma_f^2}{\sigma_f^2 + \sigma_g^2} (g - m_f).$$

$m_f$ : 遮罩下的平均值

$\sigma_f^2$ : 遮罩下的變異數

$g$ : 影像的像素數值

$\sigma_g^2$ : 影像的變異數

- Wiener濾波器 (Wiener filter)

此濾波器常使用於頻率域，使用函數wiener2來執行。

➡ 可適性濾波器是一種低通濾波，會模糊邊緣及影像的高頻率部分。

```
>> t1=wiener2(t_ga);  
>> t2=wiener2(t_ga,[5,5]);  
>> t3=wiener2(t_ga,[7,7]);  
>> t4=wiener2(t_ga,[9,9]);
```



(d) 9×9 濾波



(a) 3×3 濾波



(b) 5×5 濾波



(c) 7×7 濾波

```
>> t2=imnoise(t,'gaussian',0,0.005);  
>> imshow(t2)  
>> t2w=wiener2(t2,[7,7]);  
>> figure,imshow(t2w)
```



**圖 8.13** 使用可適性濾波去除變異數低的高斯雜訊

# 練習

- 已知彩色影像 flowers.tif，產生其灰階子影像：

```
>> f=imread('flowers.tif');  
>> fg=rgb2gray(f);  
>> f=im2uint8(fg(30:285, 60:315));
```

加上10%、20%的鹽和胡椒雜訊，並使用平均濾波、中位數濾波、歧異點方法，請問哪一種方法的效果最佳？

