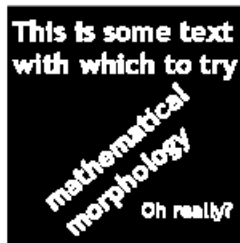
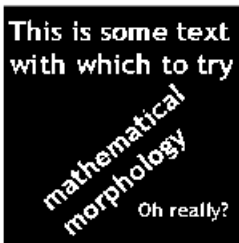


## Morphology (形態學)

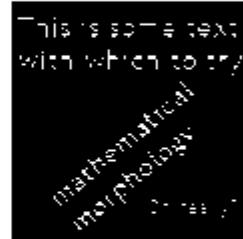
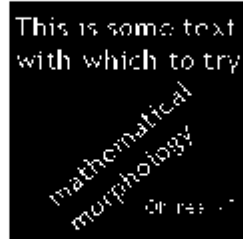
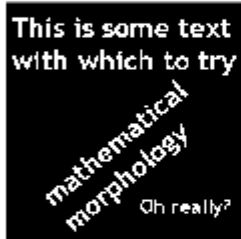
### Dilation (膨脹)

```
img = imread("Image\morph_text.png");  
SE1 = ones(3, 3); % 以 3x3 的方陣進行膨脹  
SE2 = strel("rectangle", [15, 1]); % 以 15x1 的長方形進行膨脹  
imgn1 = imdilate(img, SE1);  
imgn2 = imdilate(img, SE2);  
figure;  
subplot(131); imshow(img);  
subplot(132); imshow(imgn1);  
subplot(133); imshow(imgn2);
```



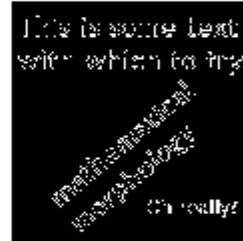
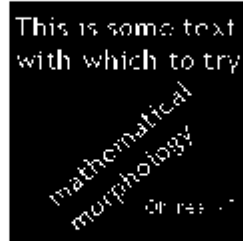
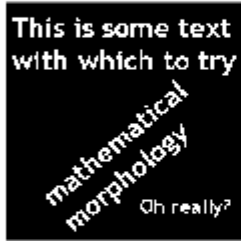
### Erosion (侵蝕)

```
SE1 = ones(3, 3); % 以 3x3 的方陣進行侵蝕  
SE2 = strel("rectangle", [1, 5]); % 以 1x5 的長方形進行侵蝕  
imgn1 = imerode(img, SE1);  
imgn2 = imerode(img, SE2);  
figure;  
subplot(131); imshow(img);  
subplot(132); imshow(imgn1);  
subplot(133); imshow(imgn2);
```



## 運用 Erosion 尋找內部邊界

```
SE1 = ones(3, 3); % 以 3x3 的方陣進行侵蝕
imgn1 = imerode(img, SE1);
imgn2 = img - imgn1;
figure;
subplot(131); imshow(img);
subplot(132); imshow(imgn1);
subplot(133); imshow(imgn2);
```



## 運用 Dilation 尋找外部邊界

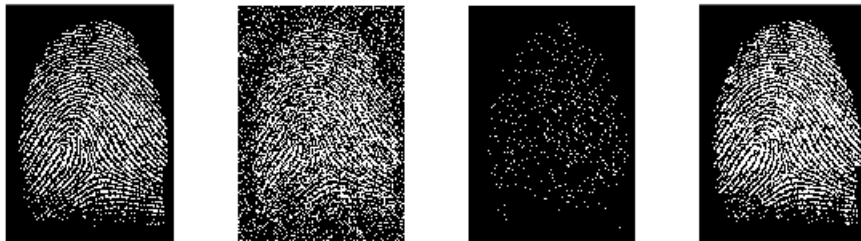
```
SE1 = ones(3, 3); % 以 3x3 的方陣進行膨脹  
imgn1 = imdilate(img, SE1);  
imgn2 = imgn1 - img;  
figure;  
subplot(131); imshow(img);  
subplot(132); imshow(imgn1);  
subplot(133); imshow(imgn2);
```



## Opening (開啟)

即是先做 erosion 再做 dilation，可以用來過濾噪點或把小的突出、連接平滑化

```
img = rgb2gray(imread("Image\fingerprint.jpg"));
T = graythresh(img);
b = imbinarize(img, T);
b = (b == 0);
imgb = mat2gray(b);
img_noise = imnoise(imgb, "salt & pepper", 0.3);
SE = ones(3, 3);
imge = imerode(img_noise, SE);
imgd = imdilate(imdilate(imdilate(imge, SE), SE), SE);
figure;
subplot(141); imshow(imgb);
subplot(142); imshow(img_noise);
subplot(143); imshow(imge);
subplot(144); imshow(imgd);
```

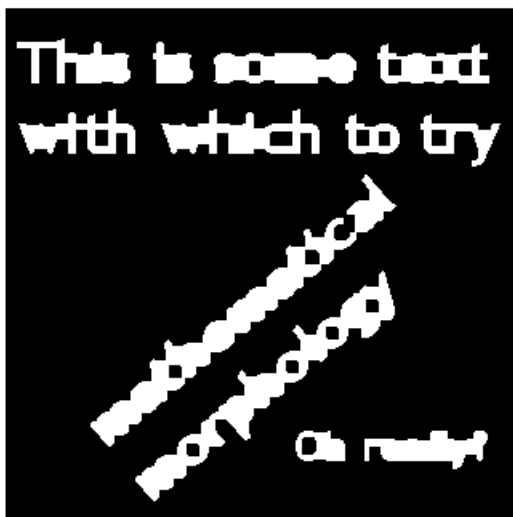


由左到右分別為原圖、撒上噪點的圖、erode 完的圖、dilate 完的圖。可以看到在 erosion 的時候可以消掉 noise，但這會使得圖一起被 erode，這個時候再做 dilate 便可以將圖變回原來的樣貌。

## Closing (關閉)

即是先做 dilation 再做 erosion，可以用來把小洞補起來同時維持比較大的 object 的形狀

```
img = imread("Image\morph_text.png");  
SE = ones(4, 4);  
imgd = imdilate(imgdilate(img, SE), SE);  
imge = imerode(imerode(imgd, SE), SE);  
figure; imshow(imge);
```



## 灰階形態學

前面僅將 morphology 定義在 binary image 上，但在 grayscale image 上也可以使用 morphology。erosion 跟 dilation 的定義分別為

$$(A \ominus B)(x, y) = \min\{A(x + s, y + t) - B(s, t), (s, t) \in D_B\},$$

$$(A \oplus B)(x, y) = \max\{A(x + s, y + t) + B(s, t), (s, t) \in D_B\}.$$

假設灰階影像為

	1	2	3	4	5
1	10	20	20	20	30
2	20	30	30	40	50
3	20	30	30	50	60
4	20	40	50	50	60
5	30	50	60	60	70

而 structural element 為

	-1	0	1
-1	1	2	3
0	4	5	6
1	7	8	9

則 erosion 的結果為

5	6	14	15	16
8	9	17	18	19
12	13	25	26	39
15	16	28	29	46
18	19	39	48	49

dilation 的結果為

39	39	49	59	58
39	39	59	69	68
49	59	59	69	68
59	69	69	79	78
56	66	66	76	75