

105061254 林士平 數位訊號處理實驗報告 Lab11

1. Introduction, goals of this lab, method (algorithm), results

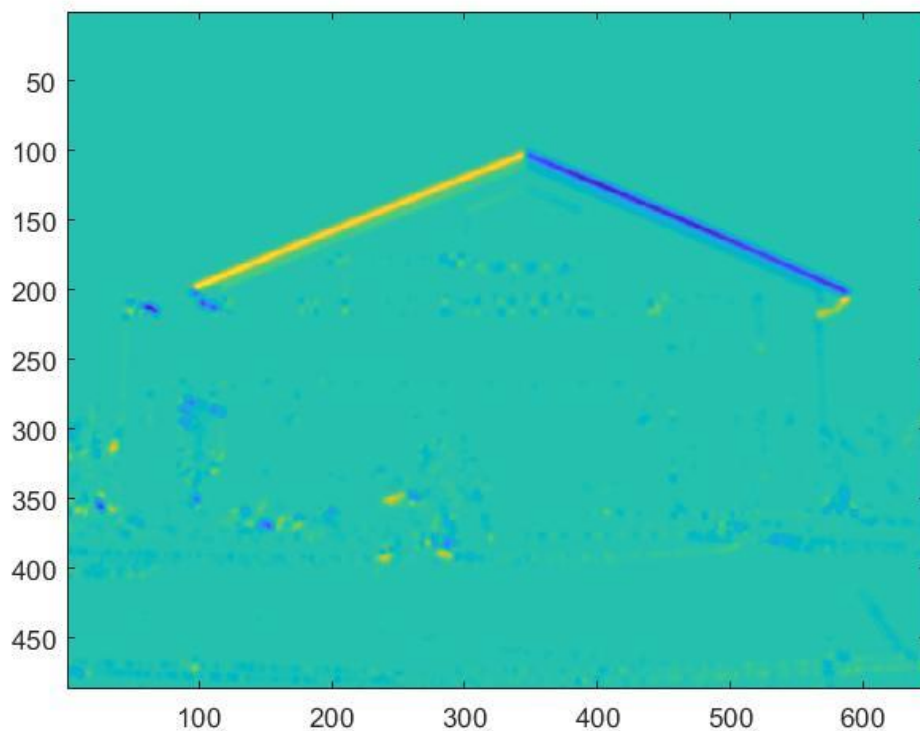
Corner detection 是一個使用於計算機視覺(**computer vision**)來擷取圖片特徵的一種方法，是 interest point(feature point)的一種，常使用於 motion detection、video tracking、3D modelling、object recognition.....等領域，是計算機視覺中 preprocessing 取得特徵的重要手法。

本實驗的最終目的為使用 **corner detection** 演算法找出圖片的 **corner** 並顯示在原始圖片上。整個實驗流程如下：首先使用 **gradient filter** 來找出圖片的 **gradient**，然後將他們通過 **Gaussian filter**，接著計算 **corner response function**，最後使用 **threshold** 和 **maximum suppression** 來得到 **corner** 的位置。

結果如 2.所示：

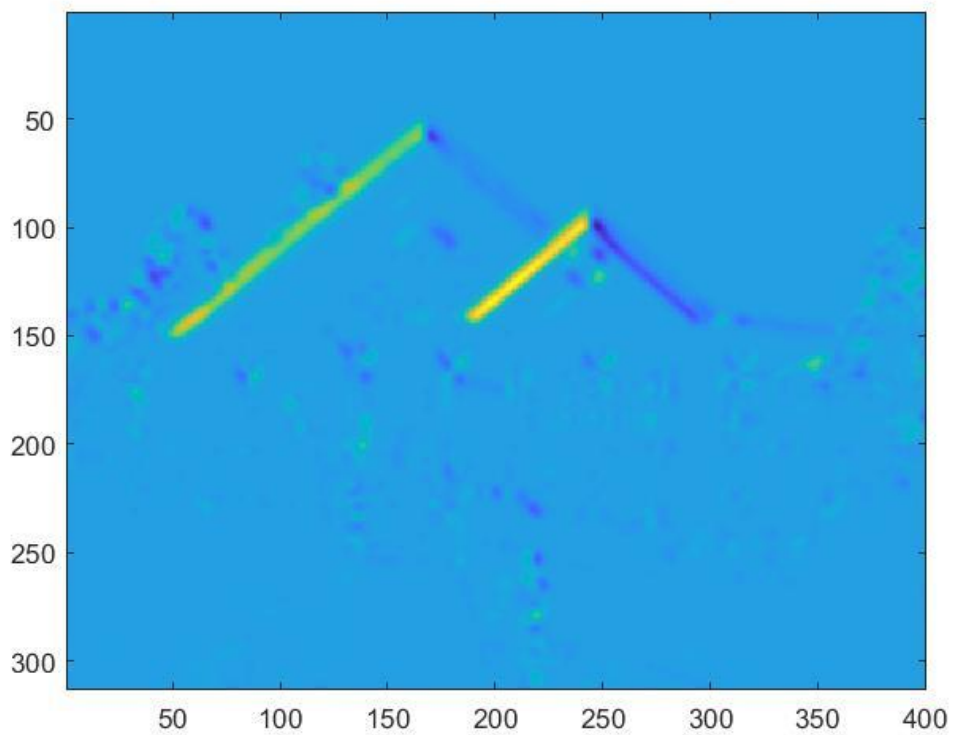
2. Write up with several examples of images.

(1) Im.jpg



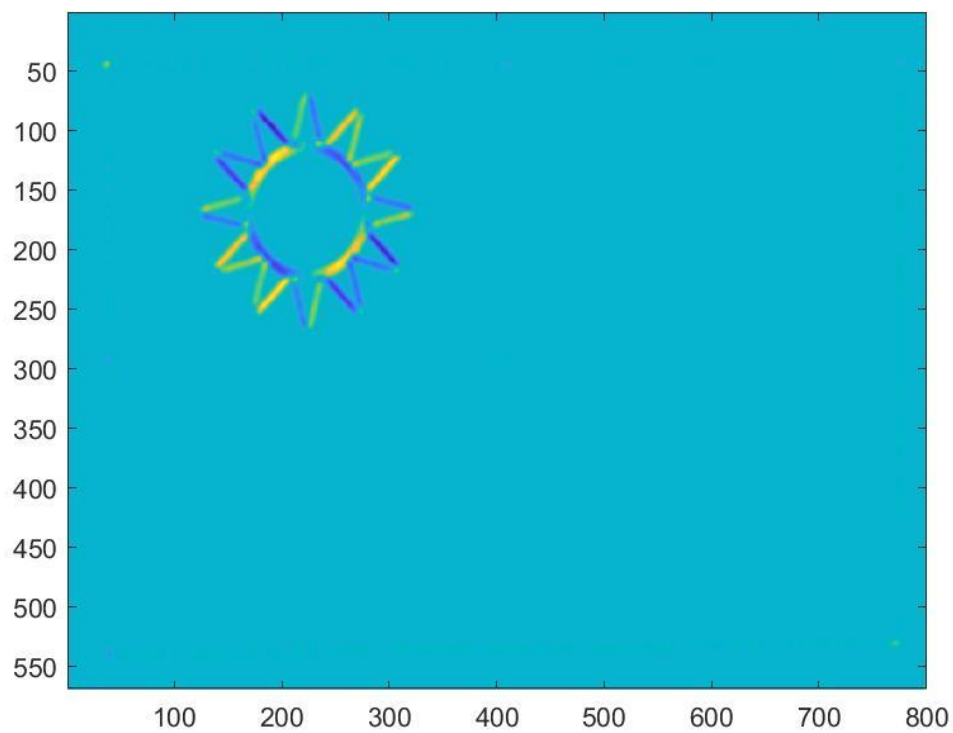


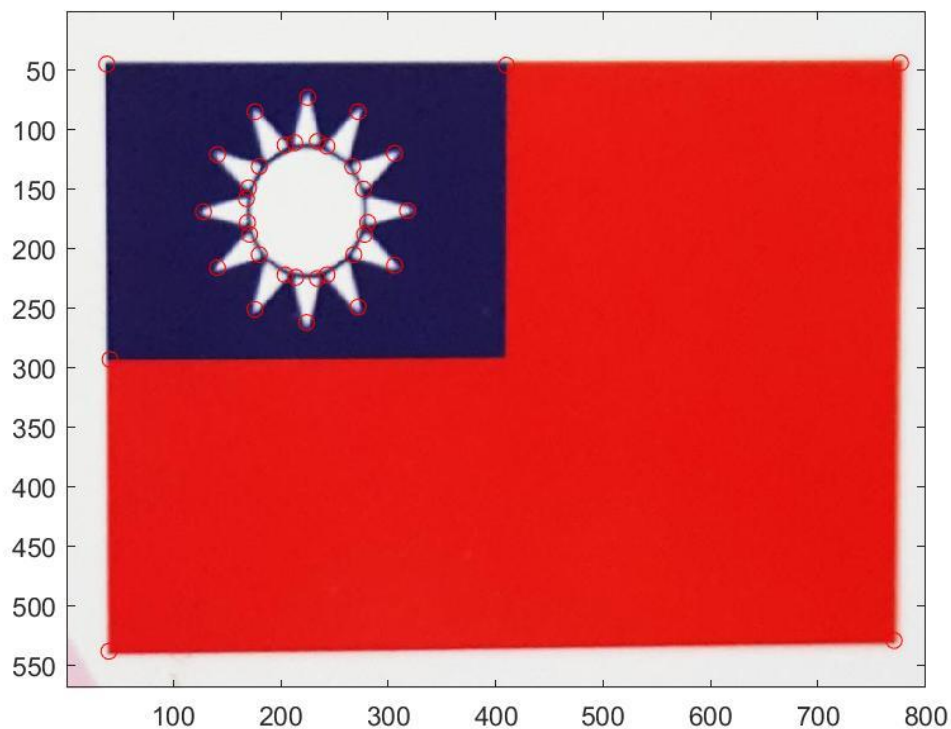
(2) Im2.jpg





(3) Im3.jpg





3. Why using Gaussian window to get Gaussian smoothed I_x , I_y , I_{xy} ?

Gaussian window 可以濾除高頻的雜訊來達到平滑化的效果。為什麼不使用比較簡單的 moving average filter？從頻譜(sinc function)可以看出來它只能降低但不能完全剔除高頻的影響，但 Gaussian filter 的頻譜只在低頻的時候有明顯大於 0 的值，而在高頻的值幾乎為 0，因此 Gaussian filter 濾除高頻的效果會比 moving average filter 好。也因為是 low pass filter 的關係，gradient matrix 經過 Gaussian filter 會變得較平滑。

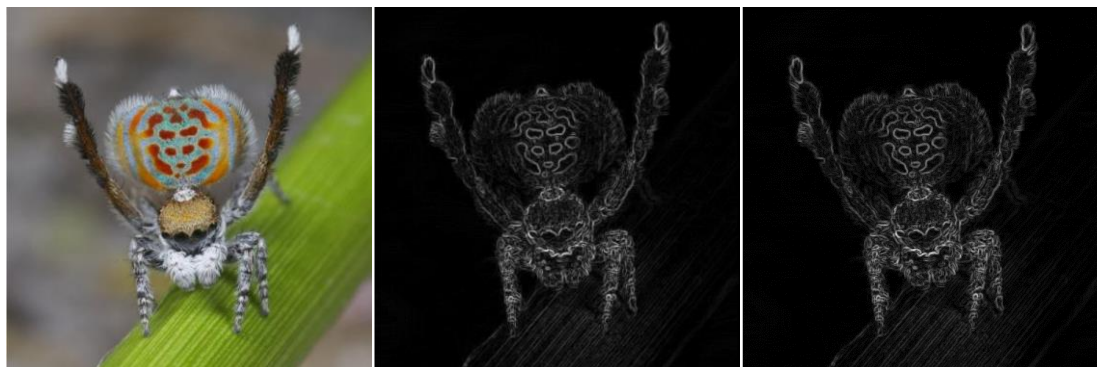
4. Why we need threshold in procedure5?

設置 threshold 的目的是只顯示出 **corner 變化量 > threshold** 的點。如果不設置 threshold 的話，只要變化量不為 0，都會被判定為 corner，但是實際上那些被判定為 corner 的點人眼看來可能並非 corner，這就代表此 corner detection 太敏感了，需要升高 threshold 來剔除掉一些人眼覺得不是 corner 的點；相對的如果圖看起來 corner 有點少（人眼看起來是 corner 的點卻沒有被抓出來），表示 threshold 設太高了，調低 threshold 有助於解決這個問題。

簡單來說，threshold 的調整是為了讓設計更符合人的感覺，然而每個人的感覺都不同，這就會造成問題，像老師上課舉 Uber 自駕車撞死人的意外就和 threshold 的設定有關，或許這也是個有趣的研究方向。

5. Difference of gradient filters and window functions.

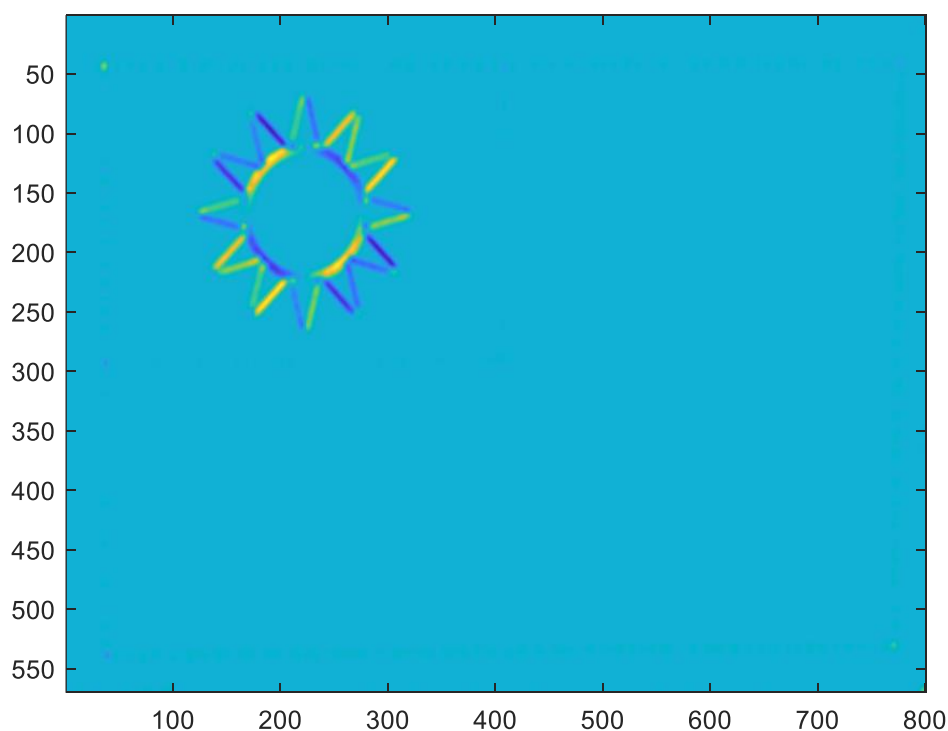
Perwitt filter 和 Sobel filter 其實非常類似，差別在於 **Sobel filter** 會強調靠近 mask 中間的 pixel，這讓 Sobel filter 相較於 horizontal 和 vertical edge 對 **diagonal edge** 比較敏感；Perwitt filter 和 Sobel filter 相比會比較容易實現，但是會對 noise 比較敏感。下面三張圖是原圖和利用 Perwitt filter 以及 Sobel filter 做 edge detection 得到的影像：

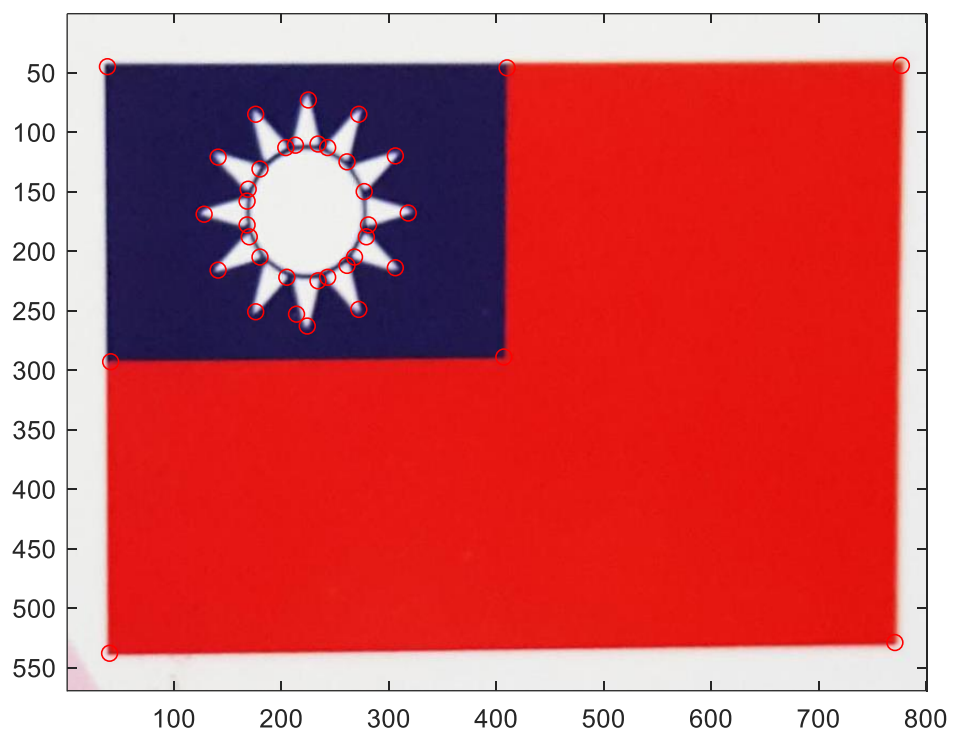


↑ 左圖為原圖，中圖為 Sobel filter，右圖為 Perwitt filter。

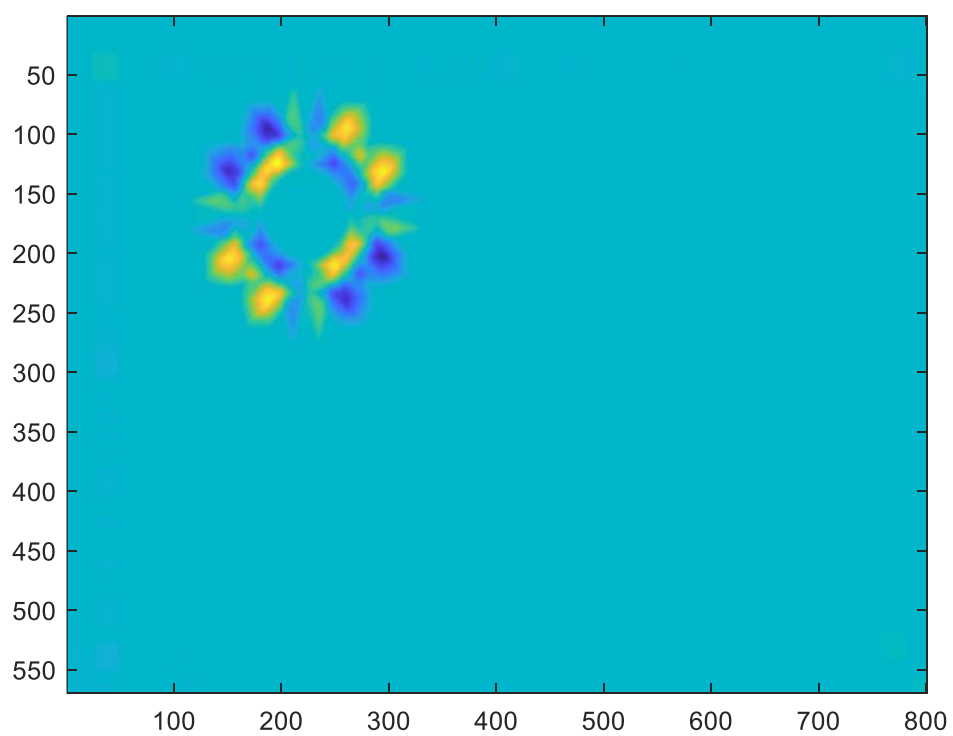
Gaussian Window 和 Rectangular Window 的差別在 3.有討論過了：Rectangular Window 最大的缺點是會殘留高頻，用訊號處理的方式來說明就是因為 pulse 的 Fourier Transform 是 sinc，sinc 並不能完全濾除高頻的成分。

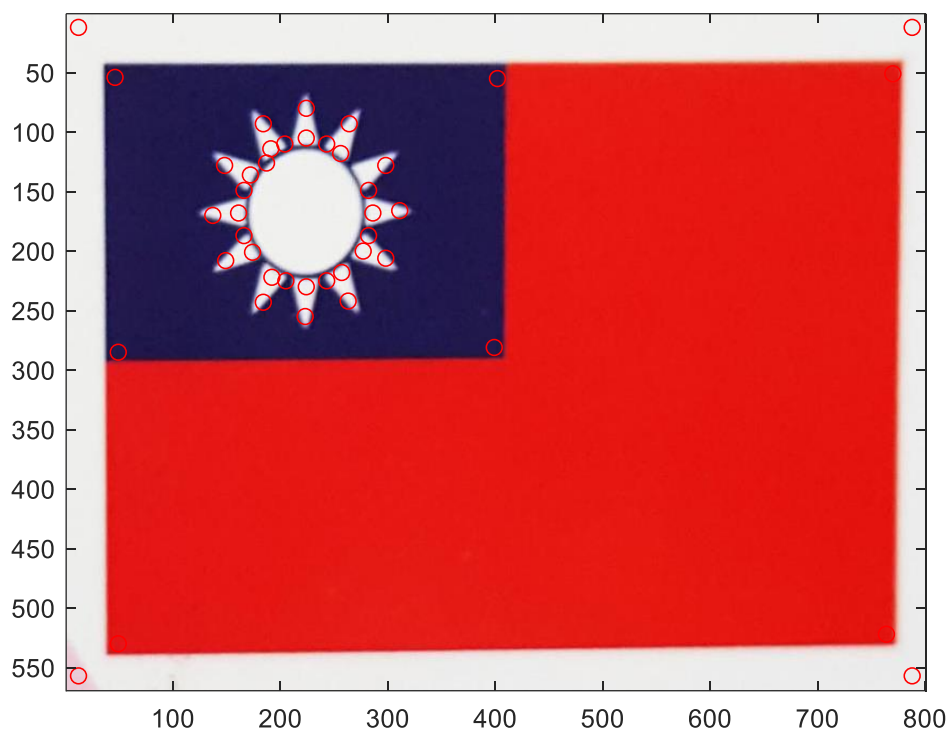
(1) Sobel filter + Gaussian window



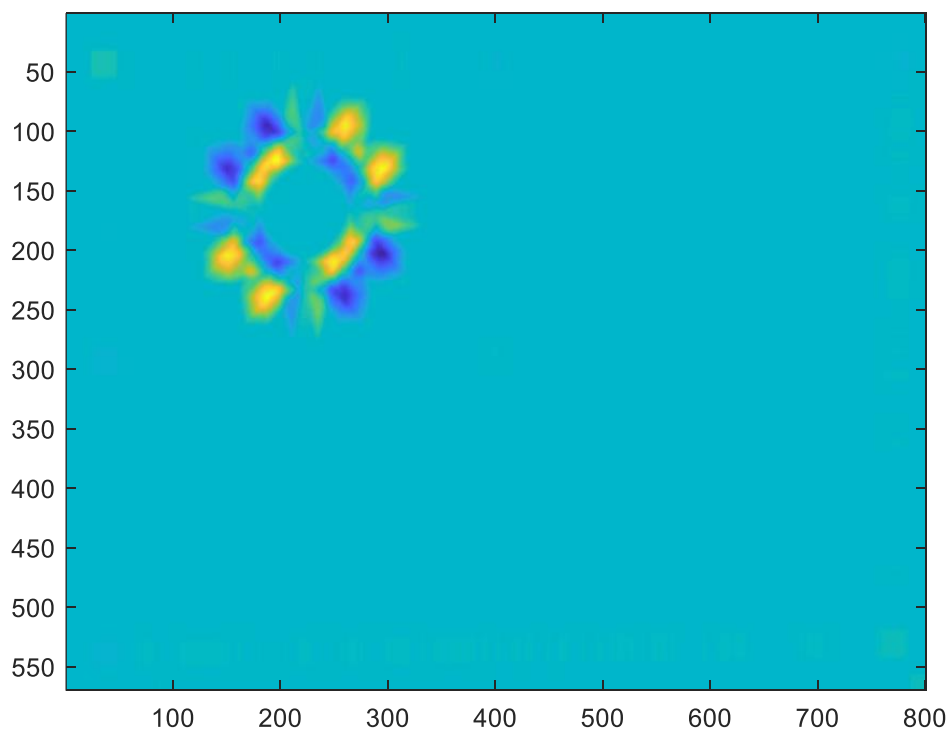


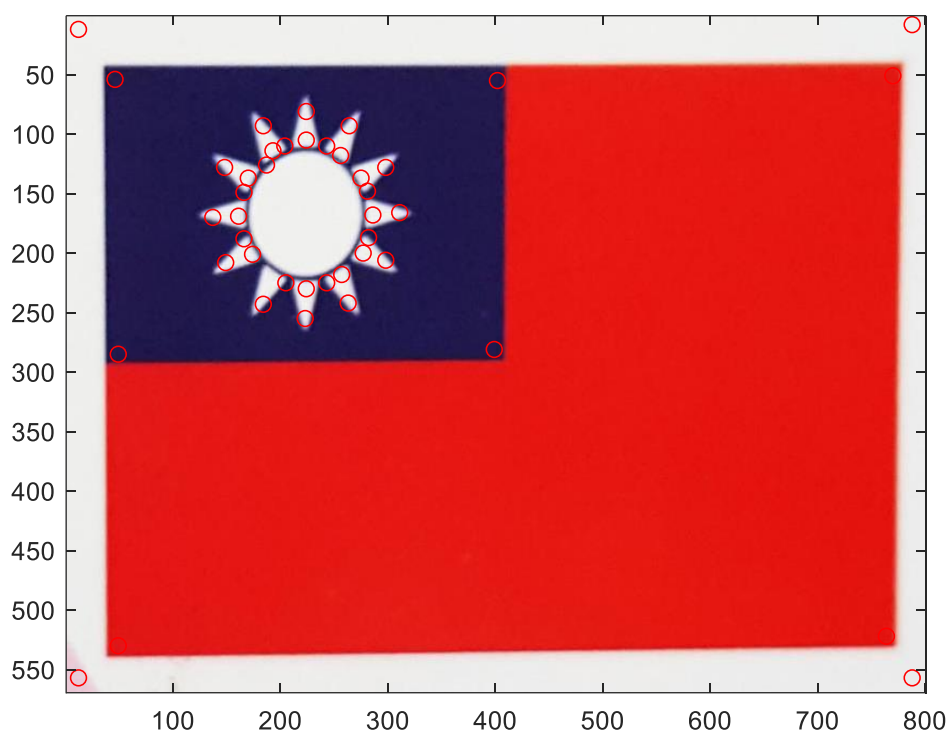
(2) Prewitt filter + rectangular window





(3) Sobel filter + rectangular window





由上面的結果，使用 Sobel filter 或 Prewitt filter 其實沒有太大的差異，不過 Rectangular window 很明顯效果較 Gaussian window 差，因為從 Ixy 的圖可以看到使用 Rectangular window 後圖是非常模糊的，很難分清楚邊和角，相較之下使用 Gaussian window 後的圖邊角分明。

6. Reference :

(1) 高斯模糊：維基百科

(2) Perwitt filter 和 Sobel filter 比較：

<https://medium.com/@nikatsanka/comparing-edge-detection-methods-638a2919476e>

(3) Perwitt filter 和 Sobel filter 比較：

[https://www.researchgate.net/post/What are the differences in first order derivative edge detection algorithms and second order edge detection algorithms](https://www.researchgate.net/post/What+are+the+differences+in+first+order+derivative+edge+detection+algorithms+and+second+order+edge+detection+algorithms)