
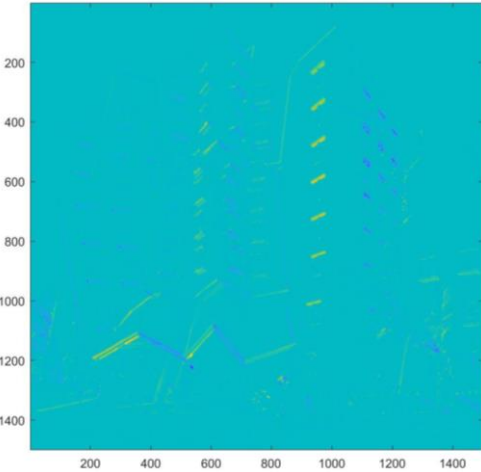
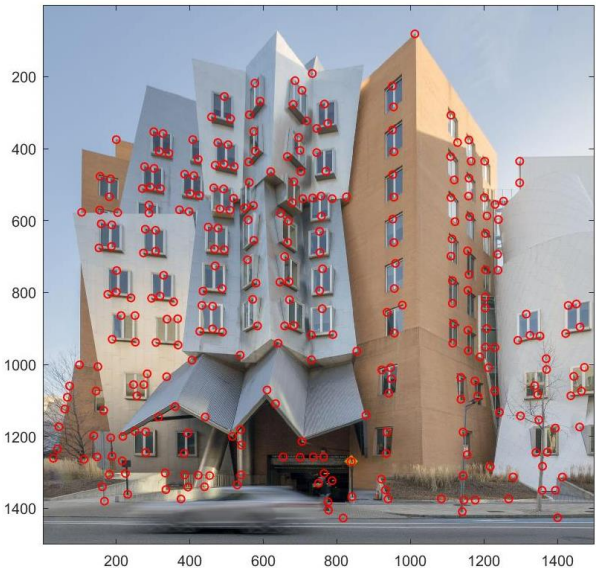


Digital Signal Processing Laboratory

Lab 7 Image Filtering and Corner Detection

1. Show at least two different corner image generation results and each needs to contain the input image, Gaussian smoothed I_{xy} and corner detection result.

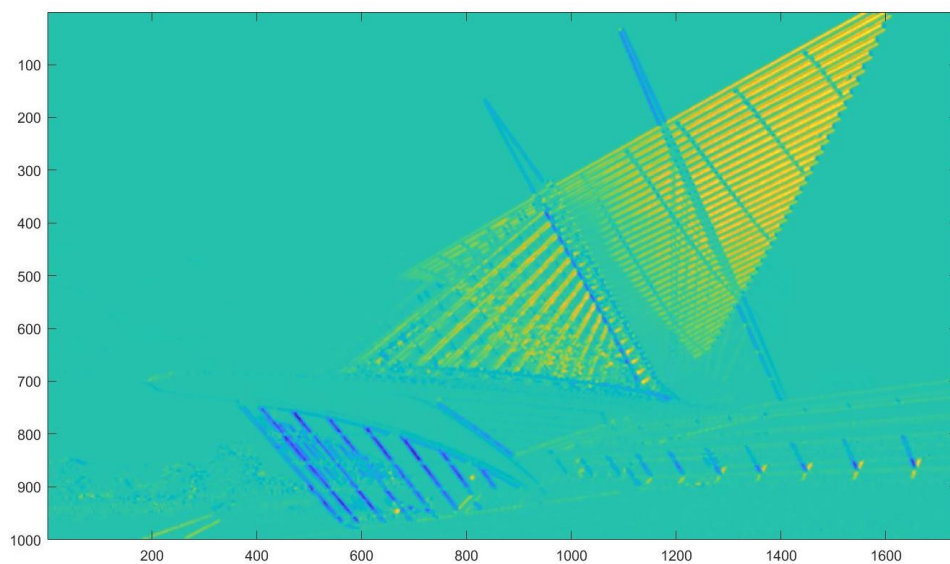
Stata Center	
Input image	
Gaussian smoothed I_{xy}	
Corner detection result	

Milwaukee Art Museum

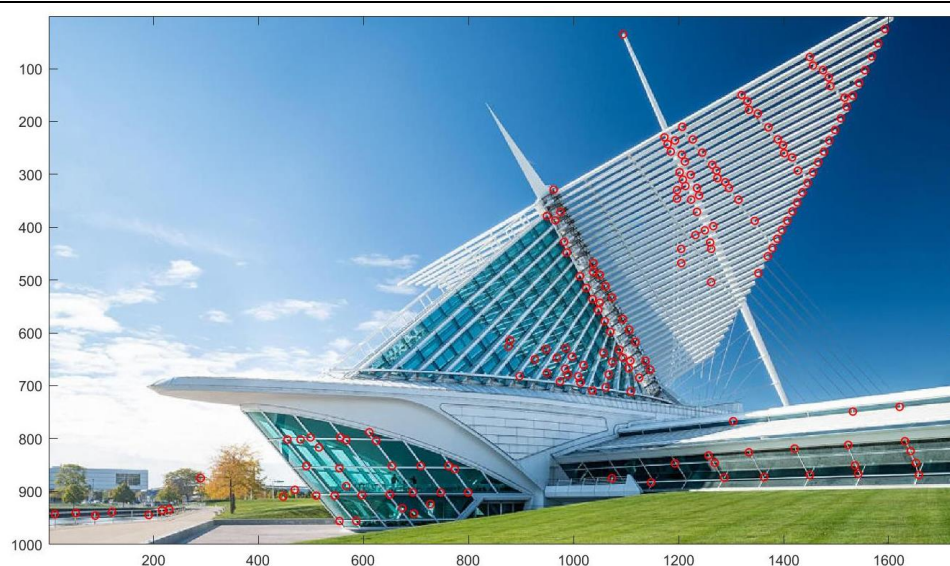
Input
image



Gaussian
smoothed
 I_{xy}

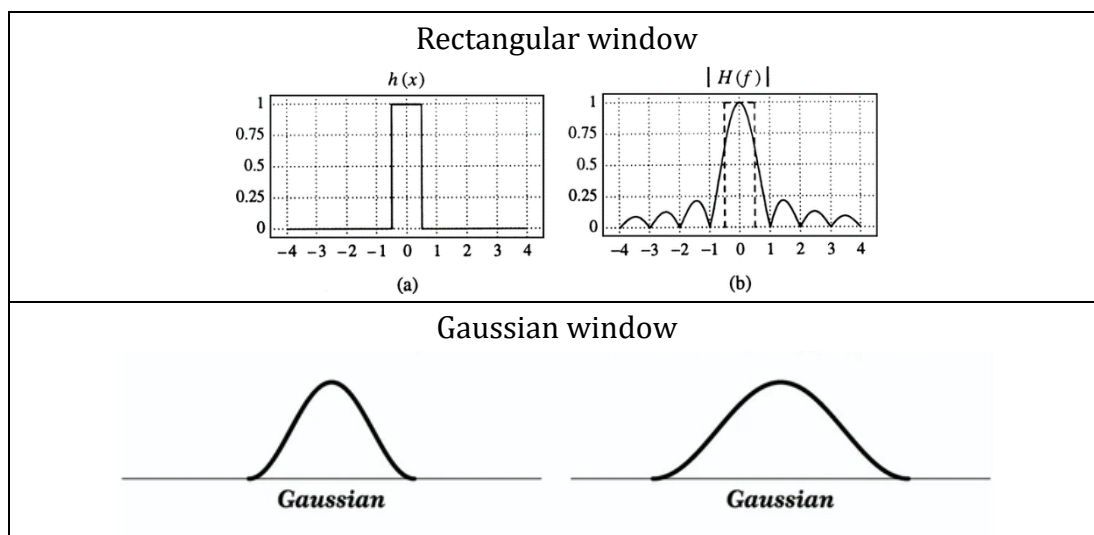


Corner
detection
result



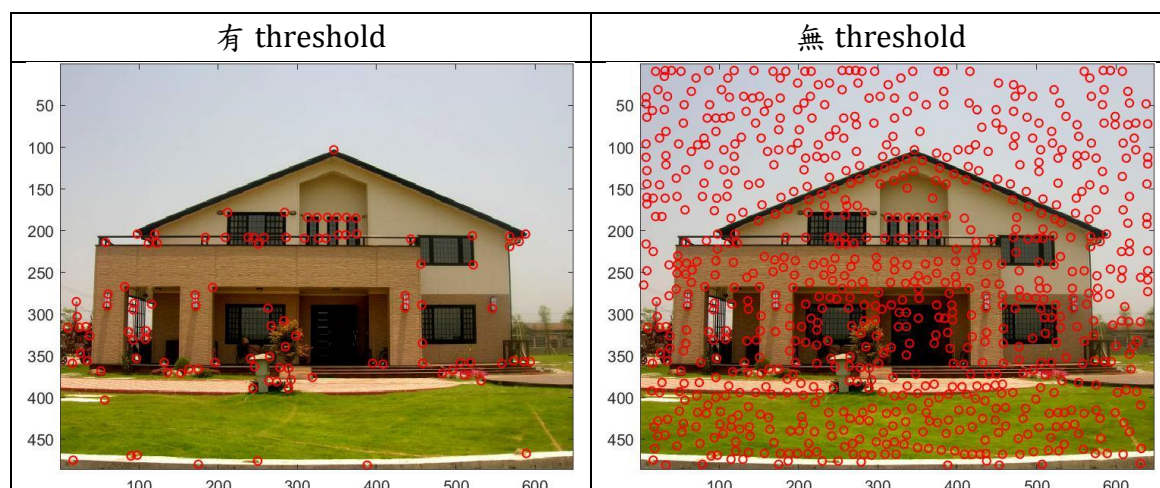
2. Why using Gaussian window to get Gaussian smoothed I_x , I_y , I_{xy} ?

相較於一般的 rectangular window，Gaussian window 所產生出來的影像濾波效果較好，原因在於 rectangular window 在頻率響應時不是理想的低通濾波器，也就是有些高頻的訊號會濾不掉，所以圖形容易留下不必要的高頻訊號；而 Gaussian window 的低通效果較好，因為高斯函數經過傅立葉轉換後仍然是高斯函數。下表為兩者的時域和頻率響應圖。



3. Why do we need the threshold in procedure VI?

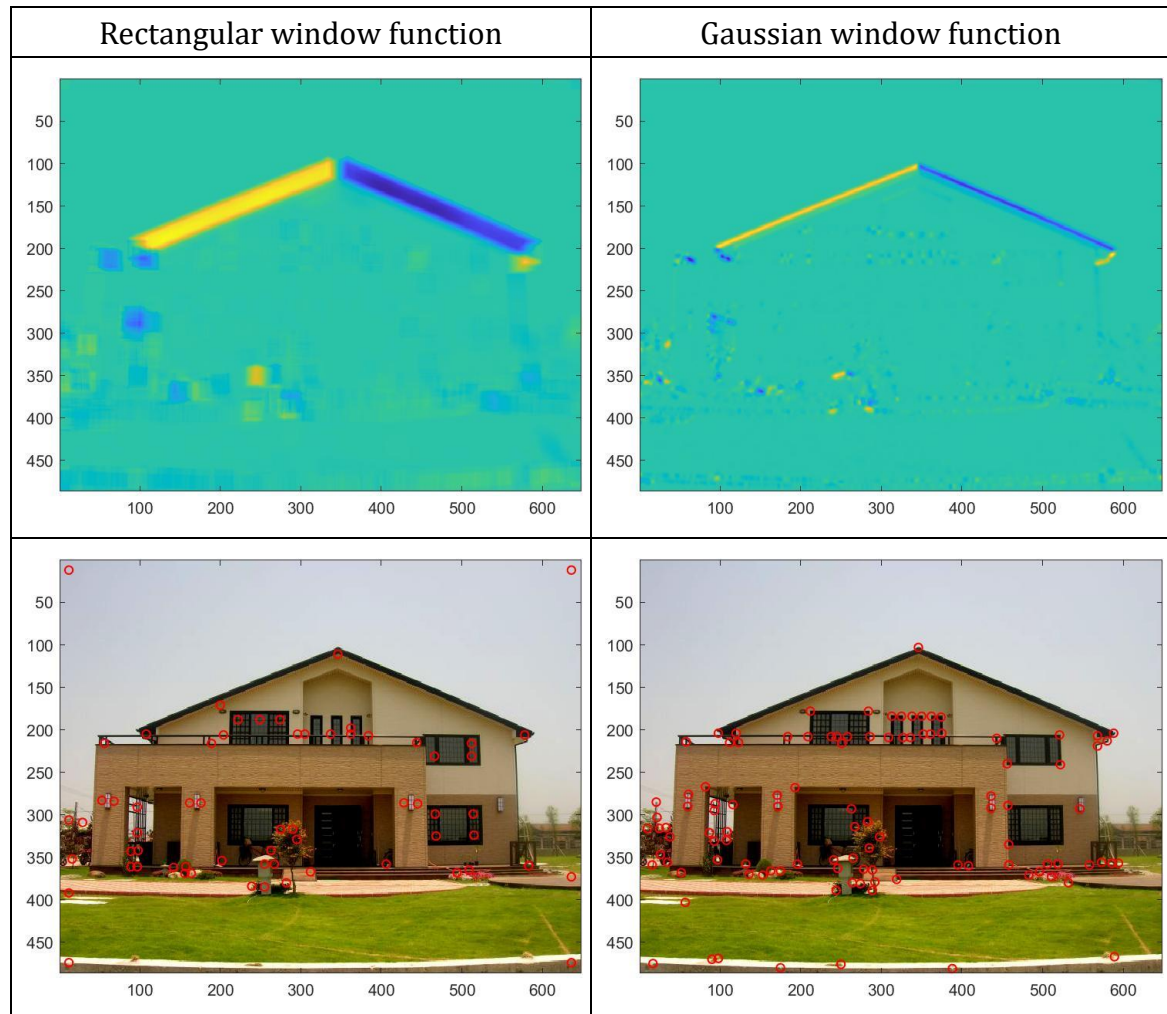
Corner response R 在經過 `ordfilt2` 函式之後，會在 `domain(size*size)` 中找到最大值(也就是影像的 local maximum)，但每個 domain 都有最大值，而它們並不完全代表影像中的 corner，若不設定 threshold，則結果將會讓影像中的每個地方都有結果，因此需要有 threshold，才能分辨出真正的 corner 或僅僅只是某個 local maximum，有無 threshold 的比較如下表所示。



4. Analyze the result of using Rectangular window function and try to discuss the difference between Rectangular window function and Gaussian window function. Besides, please try your own window function and explain the reason why you choose it.

兩種 window function 的結果比較如下表所示。由於 rectangular window function 在頻率響應時並非良好的低通濾波器，容易留下一些不必要的高頻訊號(如問題一的表)，因此從它做完 corner detection 的結果可以觀察到有些地方明明沒有 corner 發生確有偵測到結果(像是圖片的左上與右上角)，或是有些地方有 corner 它卻沒偵測到(如下方路面的石塊)，就是因為高頻訊號的干擾所造成。

而 Gaussian window function 因為在其邊緣平滑，因此在頻率響應上滴通效果較好，因此產生較少雜訊，偵測結果也較為正確。也因此我在做 corner detection 時也是使用 Gaussian window 來實現。

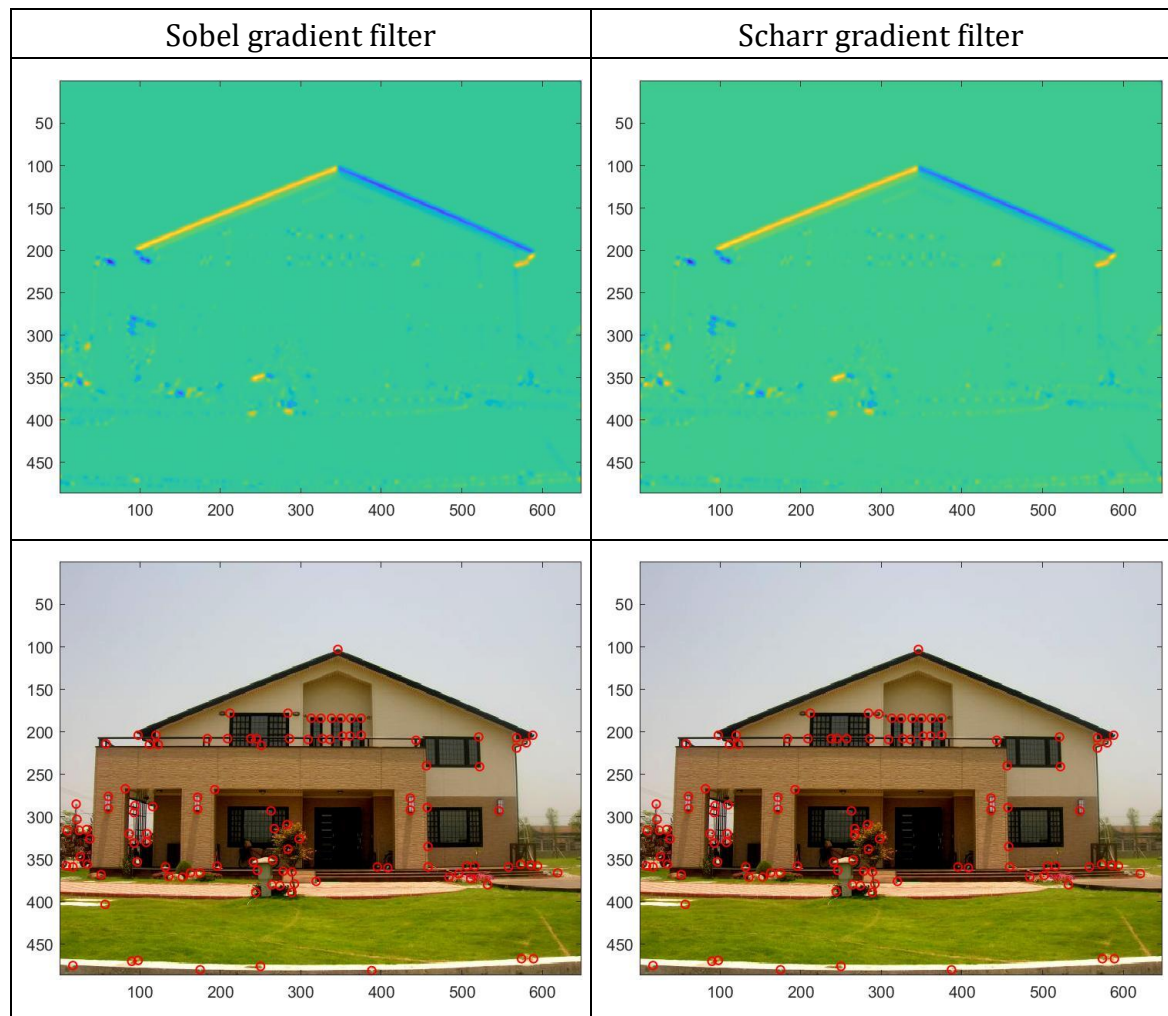


5. Analyze the result of using Sobel and Scharr gradient filter. Besides, please try to discuss the difference between Sobel and Scharr gradient filter.

Sobel gradient 在數學上的本質是微分，對離散訊號是求鄰近點之間的增量。對於影像這類離散訊號，定義 x, y 兩個方向的微分運算元，結果是在 x, y 兩個方向上的邊緣資訊，這樣的微分運算元又稱為核。Sobel 運算元的核大小是 3×3 ，而一般來說，核越大越近似導數（越能消除影像雜訊的影響），但相對的計算速度也越慢；相反，核越小，計算速度越快，但導數誤差也越大。

Scharr gradient filter 的設計用於消除 Sobel 的導數誤差，因為 scharr 算子的核數值相對較大，使得周圍像素對其影響會變大，邊緣會更多，最終效果圖會更明顯。

下表是兩種 gradient filter 的結果比較。不過，由此影像所做出的 corner detection 結果其實看不出什麼差異。



6. Conclusion

這次實驗首先用影像濾波器計算出影像的 gradient，再利用此梯度矩陣和 Gaussian filter 計算出每個 pixel 的 corner response function，最後透過設定 local 的範圍以及 threshold 值找出影像中的 corner 位置。經過這次實驗也讓我更了解 corner detection 的原理與實作步驟，也希望未來我能將這樣的技巧運用在影像的辨識、物件位置追蹤等實際應用。