

# Computer Vision Homework1 – Image Features

111062543 黃寶萱

## ● Part 1. Harris Corner Detection

- (a) Discuss the results of blurred images and detected edge between different kernel sizes of Gaussian filter.

使用 kernel size 較大的 Gaussian Kernel ( $ksize=10$ ) 對 image 進行 filter 後，得到的 blurred image 會較模糊，因為受到較大範圍的 pixel 影響，edge 周圍的 pixel 也因為 Gaussian smoothing 導致灰度值改變，相鄰 pixel 的灰度值差異變小，因此，影像中的 edge 會比使用 kernel size 小的 kernel 過濾後的 edge 不清楚，後續利用 Sobel edge detection detect 出來的 edge 線條也會較粗。

- (b) Difference between 3x3 and 5x5 window sizes of structure tensor.

使用較大的 window size (5x5) 計算每個 pixel 的 structure tensor，會有較多的 pixel 符合 threshold (與 window size (3x3) 使用相同的 threshold value)，因此畫出來的圖會有較多的白色點。

- (c) The effect of non-maximal suppression.

利用 Non-Maximal Suppression 可以過濾掉部分特徵沒有那麼明顯的點，只保留 response value  $R$  為 local maximum 的點(pixel)，讓顯現出來的 corner 特徵點可以更明確。

- (d) Discuss the result from (B). Is Harris detector rotation-invariant or scale-invariant?

Harris detector 符合 rotation-invariant，但並非 scale-invariant。比較(A)與(B) Harris Corner Detection 的結果，corner detection 並不會受到 rotation 的影響，使用 kernel size 較大的 Gaussian kernel 得到的 blurred image 會較模糊，對較模糊的 image 做 Sobel edge detection 得到的 edge 線條會較粗且無法偵測出部分的 edge，但 scale 改變 image 的大小，會導致 pixel 之間的關係改變，亦即原本用較多的 pixel 來表示一個 corner，但 scale 縮小後只能用較少的 pixel 表示，detect 出來的結果也會不一樣，因此 Harris detector 為 rotation-invariant，但不是 scale-invariant。

## ● Part 2. SIFT interest point detection and matching

- (a) Discuss the cases of mis-matching in the point correspondences.

Nearest-neighbor matching algorithm 單純透過兩個 feature vectors 的最短 distance 進行 matching，即使兩者之間的 distance 很大(即兩者的 feature

vector 差異較大)，此 algorithm 依舊會判定兩者為對應的 matching 關係，因此容易發生 mis-matching 的情況。

- (b) Discuss and implement possible solutions to reduce the mis-matches, and show your results.

Image 1 ("1a\_notredame.jpeg")中的每個 feature vector 皆會各自與 Image 2 ("1b\_notredame.jpeg")的所有 feature vectors 計算彼此的 distance 關係，從中選出兩個 distance 最短的 feature vectors，計算兩者的比例關係(ratio)，只有當 ratio 小於某個 threshold 才可判定 image 1 的 feature vector 與 image 2 中 distance 最小的 feature vector 為 matching 關係。

Example:

p1 為 Image 1 的一個 feature vector，p1 會計算與 Image 2 中所有 feature vectors 的 distance，並選出兩個與 p1 最相近的 feature vectors，與 p1 最近(distance 記為 d1)的 feature vector 為 m1，與 p1 距離第二近(distance 記為 d2)的 feature vector 為 m2，計算 d1 與 d2 的比例關係( $\text{ratio} = d1/d2$ )，當  $\text{ratio} \leq \text{threshold}$  時，即代表 p1 與 m1 為 matching 關係。

通常 threshold 的值會界在 0.3~0.7 之間，但本次作業若 threshold 的值太小，matching pair 會非常少，因此我將 threshold 設為 0.85，並畫出對應的 matching result。