

## CV HW3 2D/3D

404410030 資工三 鄭光宇

### Program Execution:

Run "hw3.m" Matlab script

### Method Description:

#### Projection matrix:

先將已知的 2D/3D points 表示成 homogeneous coordinates。

根據 CV\_04 投影片上 39~46 頁的內容，我們需要使用給定的 2D/3D pairs，找到 3D 投影到 2D 的 projection matrix (P)，這可以藉由求解投影片第 39 頁的  $AP=0$  線性系統，找到 projection matrix。

我們已知 2D/3D pairs，可以知道 A 矩陣是什麼（投影片第 39 頁），接下來求解 P 矩陣。

P 矩陣可以藉由求出  $A^T A$  的 eigenvector、eigenvalue 得到，選擇最小的 eigenvalue 對應的那組 eigenvector，就是我們要找的 P 矩陣。

#### Calibration matrix、rotation Matrix、translation:

求出 P 矩陣後，定義一個 M 矩陣，是 P 矩陣前三個 Column 的結果，也就是  $M = P_{1:3,1:3}$ 。

取 M 矩陣的反矩陣，並對它做 QR 分解，可以得到 Q,R 兩個矩陣。

Calibration matrix (K) 就是 R 的反矩陣、rotation matrix 就是 Q 的反矩陣，

translation 就是 K 的反矩陣與  $P_4$ （P 矩陣的第 4 個 column）相乘。

#### Projection Error:

將給定的 3D 座標藉由 projection matrix 投影到 2D 座標。

我們要算出每個投影後得到的點，與其對應的真正 2D 座標點（答案），之間的 Euclidean distance，取平均值，作為 projection error，也就是：

$$Projection\ Error = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \|x_{gt_i} - PX_i\|_2$$

$x_{gt}$ : provided 2D ground-truth coordinate

P: projection matrix

X: 3D coordinate

### Experimental results:

projection matrix =

0.6265	0.0137	-0.3748	-0.0604
-0.0002	-0.6241	-0.2715	-0.0012
0.0000	0.0000	-0.0009	0.0000

Calibration matrix =

-0.6265	-0.0016	-0.3750
0	0.6327	-0.2508
0	0	-0.0009

Rotation matrix =

-1.0000	0.0003	0.0001
-0.0003	-0.9995	-0.0329
0.0001	-0.0329	0.9995

Translation =

0.1060  
-0.0083  
-0.0160

Projection error = 0.4271

### Discussion of results:

從 projection error 來看，投影後的 2D 座標總體來說還算接近正確答案，驗證了 projection matrix 的正確性。

### Problems of difficulties I have encountered:

一開始算 projection error 時，因為對 Matlab 語法沒有很熟悉，在呼叫 sum() 時，設定了錯誤的 axis，直到後來把每個步驟的輸出都印出來後才發現這個問題。之後就修正好了。