

## Computer Vision HW2 Report

這次的作業是要求我們實作 Camera Calibration 和 Homography transformation。

第一題要我們實作 Camera Calibration。用助教給的 3D Scene point 位置 and 我們自己點出來的 2D point 位置來做 2D point 和 3D point 的轉換。

1-A 要我們算出這個轉換的 Projection Matrix，我照著講義實作了 DLT(Direct Linear Transform)的算法，藉由去解一個  $x' = Px$  的線性系統(其中  $x'$  是 2D 點的集合， $x$  是 3D 點的集合)來算出 Projection matrix。不過基本上不可能找到完全 match 的 matrix 完全符合這個線性系統，所以我們是把  $x' = Px$  化成  $AP = 0$  的形式(其中  $A$  為  $126 \times 12$  的矩陣，裡面的數值同講義所寫)，並且計算  $A^T A$  對應於最小特徵值的特徵向量來近似我們所希望求得的向量。求出之後再把它 reshape 成  $3 \times 4$  的 matrix 就完成了。

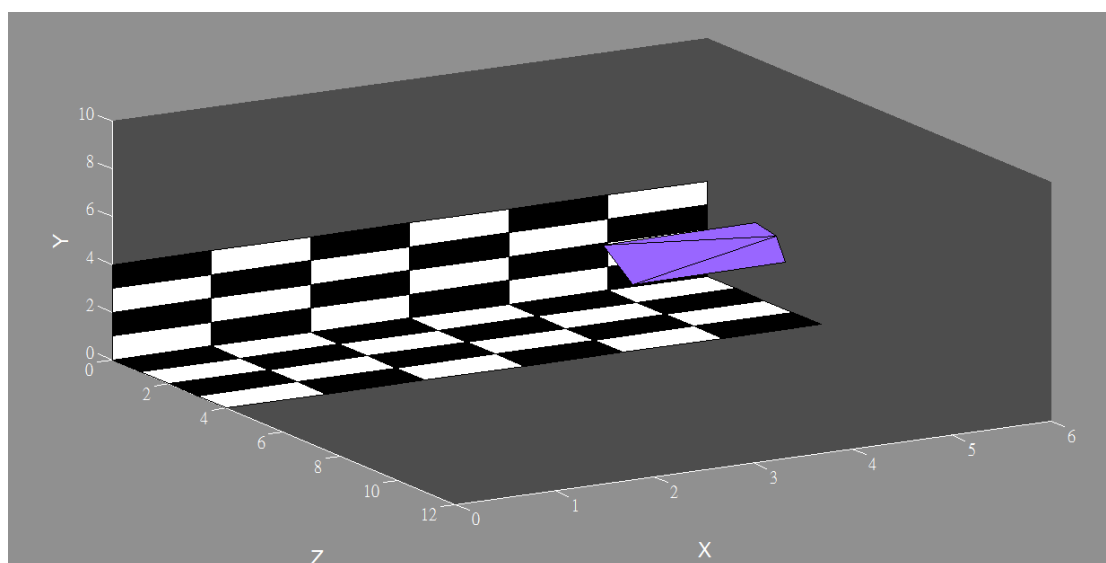
1-B 則要我們把求出的 Projection matrix decompose 成  $K$ 、 $R$ 、 $T$  三個部分，分別對應到 Intrinsic matrix、rotation matrix 跟 translation vector，而後兩者組成 extrinsic matrix。我的做法是使用 RQ 分解，而非 QR，先把矩陣拆成一個上三角矩陣和一個正交矩陣，分別對應到  $K$  和  $R$ ，再用  $T = K^{-1} * (P_{14}, P_{24}, P_{34})^T$  的方式把 translation vector 也求出來。我在 code 中重新把  $P$  設為  $K * [R, t]$ ，以驗證我的 decomposition 是正確的。

1-C 叫我們把原本助教給的 3D points 用我們求出來的  $P$  Re-project 到 2d 平面上並計算 root mean square error。我的做法是把 re-project 到的點在原圖上用紅點坐上標記。(有點不清楚請助教仔細看 XD)



而這樣子算出來的 RMS Error 大約是 2 左右。以這張圖的大小來說，其實是很難觀察到的誤差，因此我覺得已經是可以接受的結果了。

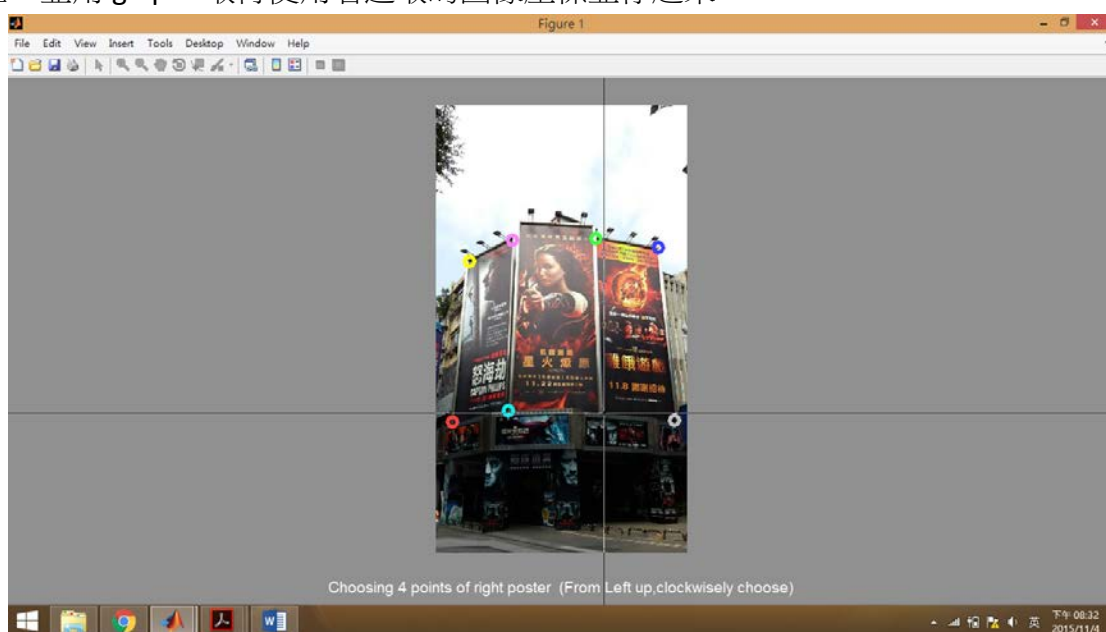
1-D 的部分則叫我們使用助教給的 `visualizecamera.m`，丟入我們 `decompose` 出來的 `extrinsic parameter`，然後把 `camera` 的位置還原出來。並畫出：



(畫出的結果)。

第二題則是要我們把西門街的街景中的電影海報的位置互換。

2-A 的部分是叫我們算出對應這樣子的轉換的 `Homography matrix`。我的做法是先讓使用者選取畫面中的八個點，先選取其中一張海報的四個點，而後再接著用相同的順序(相對於海報的矩形而言)選取另一張海報的四個點。並用 `ginput` 取得使用者選取的圖像座標並存起來。



(選取點的操作介面)

計算 `Homography Matrix` 的方法跟第一題很像，只是 `homography` 假定場景中的參考點都落在同一平面上(並假設這個平面為  $z=0$ )，化簡後 `HOMOGRAPHY` 會是一個自由度剩下 8 的  $3 \times 3$  矩陣。而解這樣子的線性系統

其實只需要四組對應點(兩張海報四個分別對應的位置)就可以完成了，詳細計算的方式跟計算 1-A 的 Projection matrix 大同小異，都是找出  $AH=0$  中， $A'A$  特徵值最小的特徵向量。

2-B 的部分則要我們使用算出來的 Homography matrix 把兩張海報換過來。我的做法是先用助教提供的替代 InPolygon 的方式算出一個 Polygon mask 來儲存哪些像素是落在我們劃定的矩形內。Warping 的步驟我是分別對左右海報進行，去確認所有落在矩形內的像素，用  $H$ (或者  $H^{-1}$ ，端看在 A 部分你是把右邊的海報當場景點還是把左邊的海報當場景點)把像素位置轉換到另一張海報的空間上，並且用 Bilinear Interpolation 的方式依權重從另一張海報算出最後要取代原本像素的像素值。



(最後做出來的結果)

以下我再用一張我家鄉的火車站的圖來做比較：





此為原圖。



把“車”跟“鶯”的位置交換了~(因為在原圖中“車”很難選取(眼睛會脫窗)，所以換過之後有一點點歪掉 otz)