

相机标定

1. 常用术语

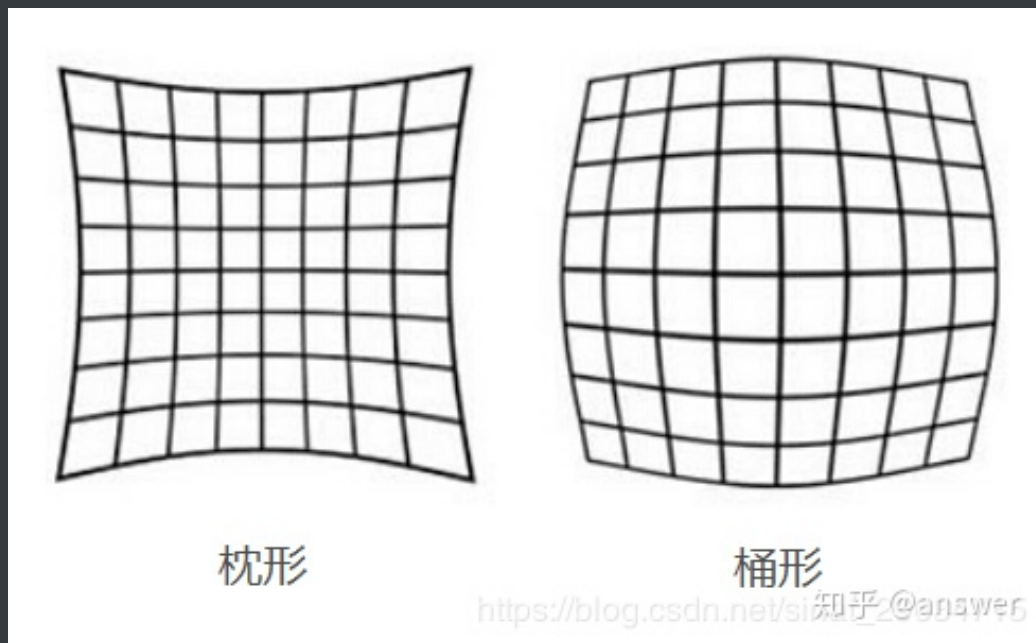
- 内参矩阵：将3D坐标变为2D坐标。

$$K = \begin{bmatrix} f_x & s & x_0 \\ 0 & f_y & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

1. f_x, f_y 表示焦距即焦点到图像平面的距离（实际含义为对应的x方向和y方向上的缩放程度）。很多情况下，二者会出现不同，因为数码相机的传感器缺陷，非均匀缩放，校准误差等等。
2. x_0, y_0 表示主点的偏移，主点就是对应的投影的照片的中点的偏移量。
3. 可将内参矩阵变换为：2D平移、2D缩放、2D切变的乘积

$$K = \begin{bmatrix} f_x & s & x_0 \\ 0 & f_y & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & x_0 \\ 0 & 1 & y_0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f_x & 0 & 0 \\ 0 & f_y & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{s}{f_x} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

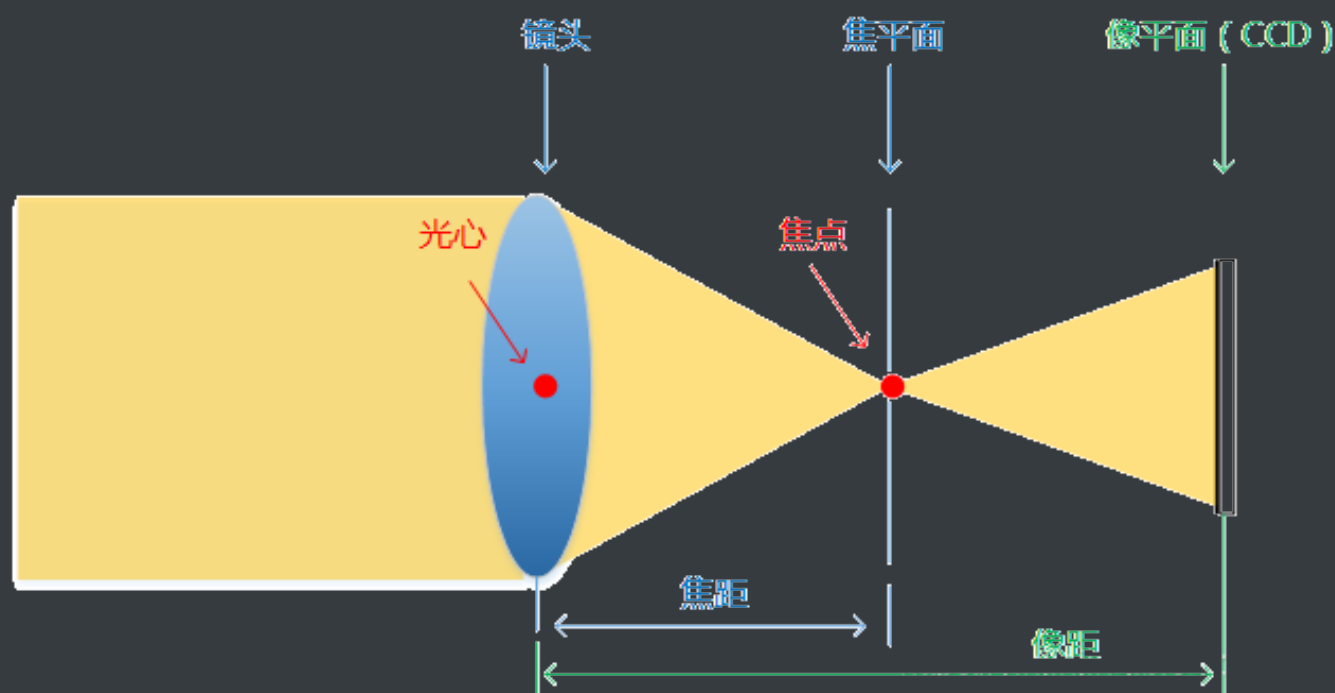
- 径向畸变（枕形或是桶形）：光线在远离透镜中心的地方更加弯曲。



- 切向畸变：由于透镜不完全平行于图像平面（传感器装备的时候与镜头间的角度没有对准）。
- 旋转矩阵：原本的图像发生了切向旋转，需要加以修正。

- 平移向量：即对应上述的 x_0, y_0
- 重投影误差：首次对三维空间的位置进行照相（首次投影），而后经过三角定位法和重建的三维坐标进行二次投影，二者之间的误差为重投影误差。[重投影误差讲解](#)
- 三角定位法：使用两台或者是两台以上的相机对空间中的一个位置进行定位。

2. 坐标系转换



- 三维坐标系均需要满足右手法则
- 世界坐标系（三维直角坐标系）：测量坐标系，为以真实世界为中心建立的坐标系，可以定位相机和待测物体的位置。
- 相机坐标系（三维直角坐标系）：原点位于镜头的光心处， x 、 y 轴分别与相面的两边平行， z 轴为镜头的光轴，与相平面平行。
 - 光轴（主光轴）：光轴就是垂直于凸透镜与凸透镜切面垂直的假想的轴
 - 光心：光轴与镜头的交界处。
- 图像像素坐标系（二维直角坐标系）：表示图像中三维点在二维平面中的投影，原点在CCD图像[^]利用光学传感器得到的图像平面的左上角
- 世界坐标系和相机坐标系之间是可以相互转换的：（低表 w 表示世界坐标系，低标 c 表示相机坐标系）

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R & t \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_w \\ y_w \\ z_w \\ 1 \end{bmatrix}$$