目录

[1. 相机成像原理 1](#_Toc531707749)

[1.1世界坐标系和相机坐标系之间的转换 2](#_Toc531707750)

[1.2相机坐标系和图像坐标系之间的转换 2](#_Toc531707751)

[1.3图像坐标系和像素坐标系之间的转换 2](#_Toc531707752)

[1.4总变换矩阵 3](#_Toc531707753)

[2. 相机畸变模型 3](#_Toc531707754)

[2.1径向畸变 3](#_Toc531707755)

[2.2切向畸变 4](#_Toc531707756)

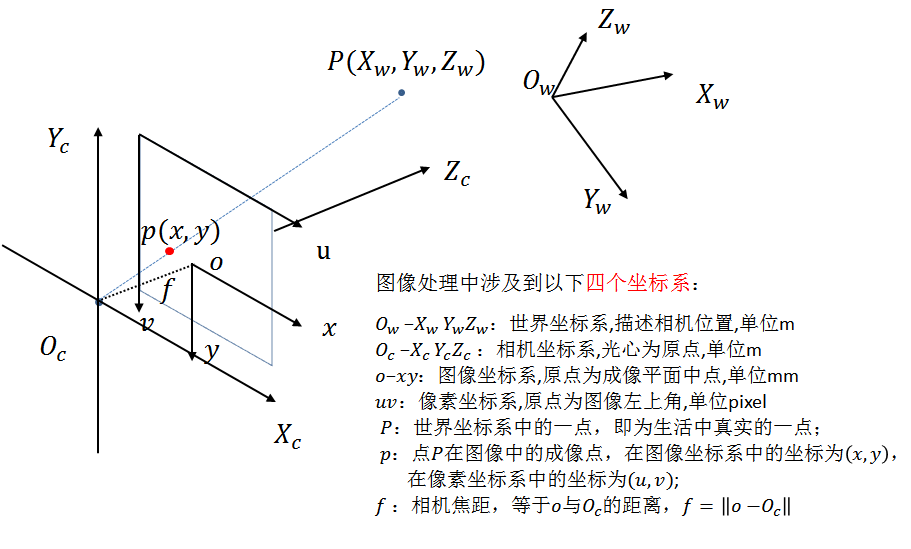
[2.3总畸变 4](#_Toc531707757)

[3. 线结构光平面方程 4](#_Toc531707758)

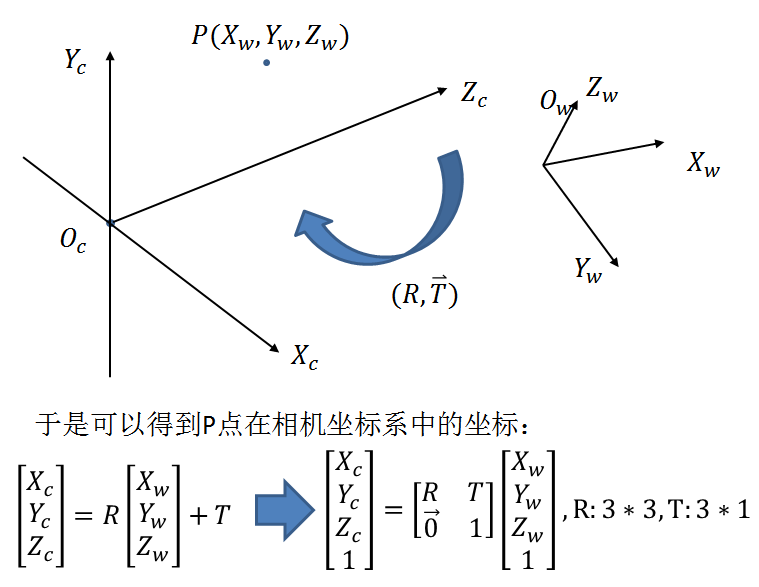
[4. 求解光平面方程参数 5](#_Toc531707759)

## 相机成像原理

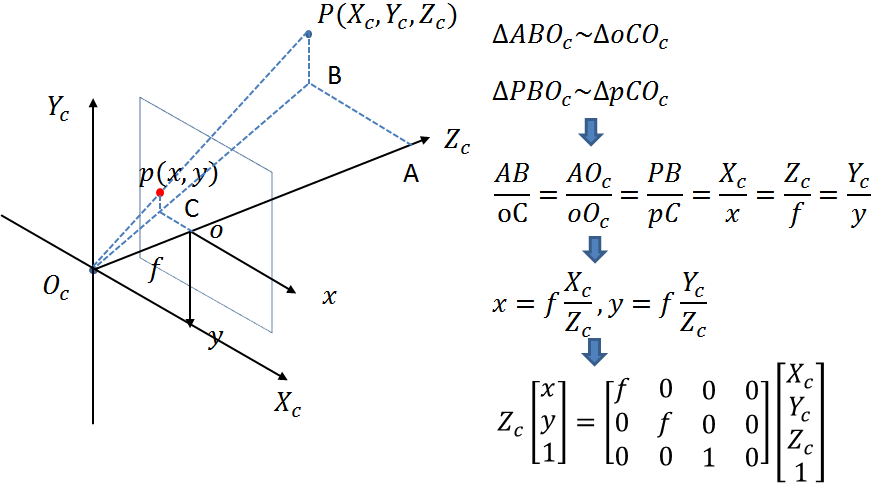
世界坐标系、相机坐标系、图像坐标系、像素坐标系



### 1.1世界坐标系和相机坐标系之间的转换

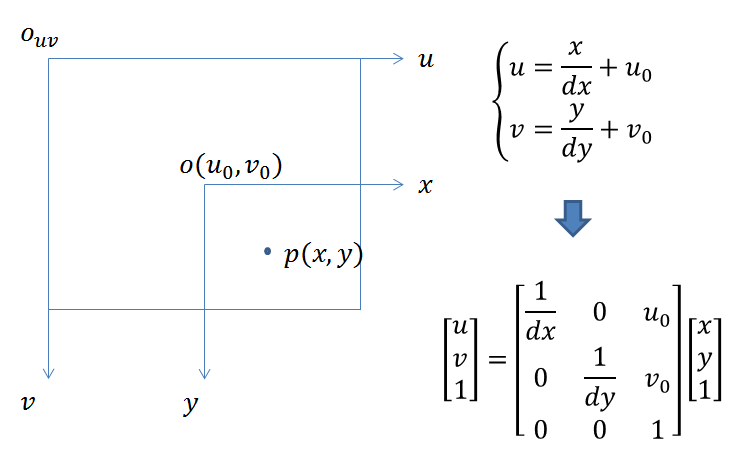


### 1.2相机坐标系和图像坐标系之间的转换

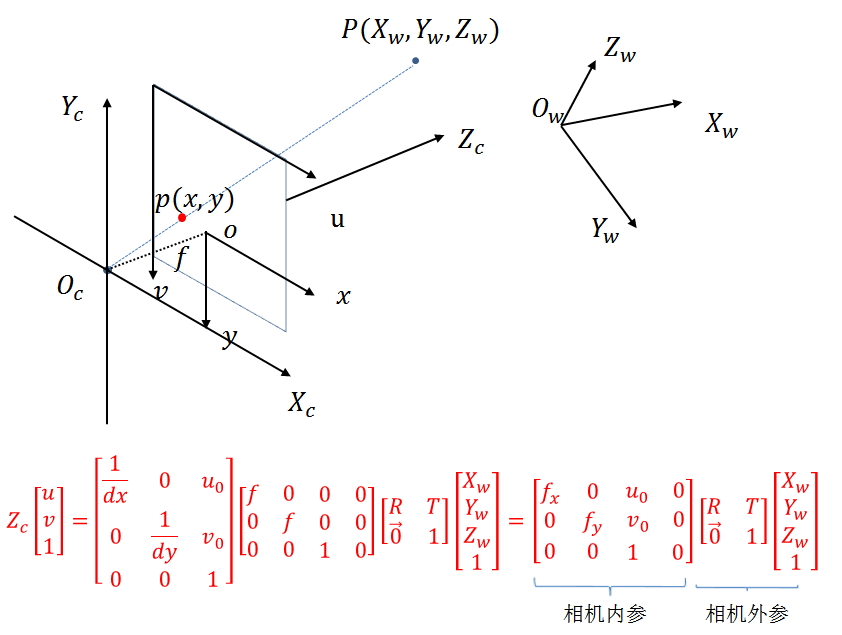


### 1.3图像坐标系和像素坐标系之间的转换

设每个像素的物理尺寸大小为 dx \* dy (mm) ( 由于单个像素点投影在图像平面上是矩形而不是正方形，因此可能dx != dy)，图像平面上某点在成像平面坐标系中的坐标为(x, y)，在像素坐标系中的坐标为(u, v)，则二者满足如下关系：[即(x, y)→(u, v)]

u = x / dx + u0 v = y / dy + v0

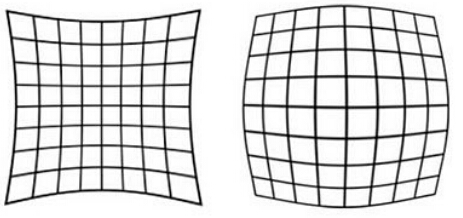
### 1.4总变换矩阵



## 相机畸变模型

### 2.1径向畸变

径向畸变就是**沿着透镜半径方向分布的畸变**，产生原因是光线在远离透镜中心的地方比靠近中心的地方更加弯曲，这种畸变在普通廉价的镜头中表现更加明显，径向畸变主要包括桶形畸变和枕形畸变两种。以下分别是枕形和桶形畸变示意图：



成像仪光轴中心的畸变为0，沿着镜头半径方向向边缘移动，畸变越来越严重。畸变的数学模型可以用主点（principle point）周围的泰勒级数展开式的前几项进行描述，**通常使用前两项，即k1和k2**，对于畸变很大的镜头，如鱼眼镜头，可以增加使用第三项k3来进行描述，成像仪上某点根据其在径向方向上的分布位置，调节公式为：







Xr：矫正后 Xd：矫正前

### 2.2切向畸变

切向畸变是由于透镜本身与相机传感器平面（成像平面）或图像平面不平行而产生的，这种情况多是由于透镜被粘贴到镜头模组上的安装偏差导致。







### 2.3总畸变

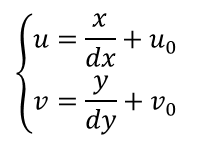
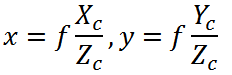




 为畸变系数

## 线结构光平面方程

由前面1.2，1.3得两个公式





两公式合并得到

 (1)

设光平面方程为： (2)

激光光条既在相机坐标系下，也在光平面内，联立(1)(2)（1代入2可得Zc）式可求解出激光点在相机坐标系下的坐标：



## 求解光平面方程参数

相机标定之后可以得到相机内参矩阵、畸变系数、每张图片外参，激光光条起始点和终点在标定板的坐标（世界坐标系）可通过点在标定板的位置求得，光点位置通过每张图片的外参可转换到相机坐标系下，对所有点进行最小二乘法拟合即可得到光平面方程。

 超定方程

记为 

最小二乘法求得

进行摄像机标定的目的：求出相机的内、外参数，以及畸变参数。

标定相机后通常是想做两件事：一个是由于每个镜头的畸变程度各不相同，通过相机标定可以校正这种镜头畸变矫正畸变，生成矫正后的图像；另一个是根据获得的图像重构三维场景。