

硬币距离测量

5.2.1 相机标定

- ▶ 在图像测量过程以及机器视觉应用中，为确定空间物体表面某点的三维几何位置与其在图像中对应点之间的相互关系，必须建立相机成像的几何模型，这些几何模型参数就是相机参数。在大多数条件下这些参数必须通过实验与计算才能得到，这个求解参数的过程就称之为相机标定（或摄像机标定）。无论是在图像测量或者机器视觉应用中，相机参数的标定都是非常关键的环节，其标定结果的精度及算法的稳定性直接影响相机工作产生结果的准确性。因此，做好相机标定是做好后续工作的前提。相机标定方法有：传统相机标定法、主动视觉相机标定方法、相机自标定法。

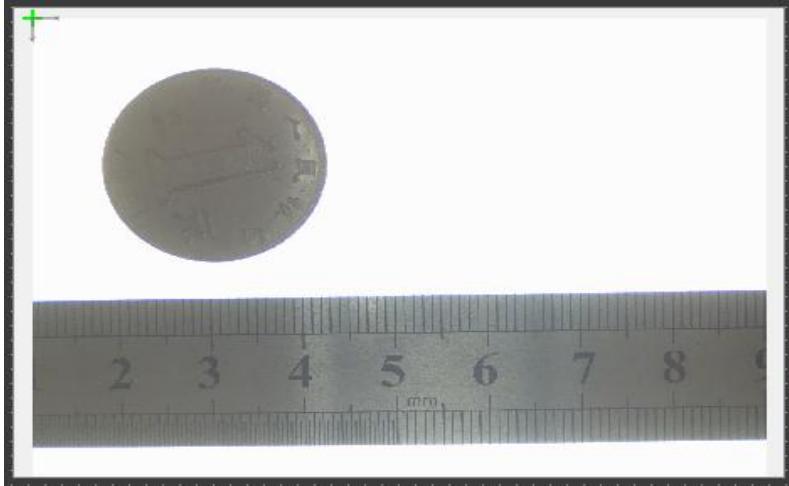
- 传统相机标定法需要使用尺寸已知的标定物，通过建立标定物上坐标已知的点与其图像点之间的对应，利用一定的算法获得相机模型的内外参数。根据标定物的不同可分为三维标定物和平面型标定物。三维标定物可由单幅图像进行标定，标定精度较高，但高精密三维标定物的加工和维护较困难。平面型标定物比三维标定物制作简单，精度易保证，但标定时必须采用两幅或两幅以上的图像。传统相机标定法在标定过程中始终需要标定物，且标定物的制作精度会影响标定结果。同时有些场合不适合放置标定物也限制了传统相机标定法的应用。
- 目前出现的自标定算法中主要是利用相机运动的约束。相机的运动约束条件太强，因此使得其在实际中并不实用。利用场景约束主要是利用场景中的一些平行或者正交的信息。其中空间平行线在相机图像平面上的交点被称为消失点，它是射影几何中一个非常重要的特征，所以很多学者研究了基于消失点的相机自标定方法。自标定方法灵活性强，可对相机进行在线定标。但由于它是基于绝对二次曲线或曲面的方法，其算法鲁棒性差。

- 基于主动视觉的相机标定法是指已知相机的某些运动信息对相机进行标定。该方法不需要标定物，但需要控制相机做某些特殊运动，利用这种运动的特殊性可以计算出相机内部参数。基于主动视觉的相机标定法的优点是算法简单，往往能够获得线性解，故鲁棒性较高，缺点是系统的成本高、实验设备昂贵、实验条件要求高，而且不适合于运动参数未知或无法控制的场合。
- 标定模板在机器视觉、图像测量、摄影测量、三维重建等应用中，为校正镜头畸变；确定物理尺寸和像素间的换算关系；以及确定空间物体表面某点的三维几何位置与其在图像中对应点之间的相互关系，需要建立相机成像的几何模型。通过相机拍摄带有固定间距图案阵列平板、经过标定算法的计算，可以得出相机的几何模型，从而得到高精度的测量和重建结果。而带有固定间距图案阵列的平板就是标定模板。
- 模板种类分为两种：（1）等间距实心圆阵列图案 Ti-times CG-100-D；（2）国际象棋盘图案 Ti-times CG-076-T。

5.2.2 算数运算

- 算数运算包括：
 - (1) 整数绝对值； (2) 浮点数绝对值；
 - (3) 整数相加； (4) 浮点相加；
 - (5) 整数相减； (6) 浮点相减；
 - (7) 整数相乘； (8) 浮点相乘；
 - (9) 整数相除； (10) 浮点相除。

5.2.3 像素距离与实际距离转换



属性栏	
属性	值
名称	
输入值1	0003.outValue
输入值2	0002.out.outCircle.radius
输入值3	1
输入值4	1
输出值	12.5707

由于，相机分辨率为 1440×1088 ，则像素距离与实际半径距离转换系数= $(90-10) / 1440$ ，即每一个像素对应的实际尺寸。

则硬币的实际半径= $(90-10) / 1440 \times 226.33 = 12.57\text{mm}$ ，对比实际一元硬币的半径参数 12.5mm ，误差为 0.07mm 符合需求。

5.2.4 手眼标定

- 所谓手眼标定，就是人眼镜看到一个东西的时候要让手去抓取，就需要大脑知道眼镜和手的坐标关系。如果把大脑比作B，把眼睛比作A，把手比作C，如果A和B的关系知道，B和C的关系知道，那么C和A的关系就知道了，也就是手和眼的坐标关系也就知道了。
- 相机是像素坐标，机械手是空间坐标系，所以手眼标定就是得到像素坐标系和空间机械手坐标系的坐标转化关系。
- 在实际控制中，相机检测到目标在图像中的像素位置后，通过标定好的坐标转换矩阵将相机的像素坐标变换到机械手的空间坐标系中，然后根据机械手坐标系计算出各个电机该如何运动，从而控制机械手到达指定位置。这个过程中涉及到了图像标定，图像处理，运动学正逆解，手眼标定等。