相机标定常用Matlab工具箱或OpenCV标定.详细原理如下:

1. 相机成像模型

记世界坐标为, 像素坐标为.

齐次坐标分别为, .

建立小孔成像模型:

## (1)

其中, *s*为任意比例因子, **A**为相机内参, **R**为3x3的旋转矩阵, **t**为3x1的平移矩阵.

*fx, fy*分别为图像在*u*, *v*轴的比例因子. *cx*, *cy*为偏移量, 为径向畸变参数.

1. 标定模型平面与图像单应性关系

准备并拍摄标定板.获取标定板上的人工特征点,本例为棋盘格角点.

设标定板平面上点的世界坐标中**Z**为0.则式1中:



此时,, . 此时可以用3x3的单应矩阵**H**表示:

 (2)

1. 求解单应性矩阵H

**H**[3, 3]=1, 此时:

 (3)

即: 







H11-h32一共8个自由度, 故需4组线性无关点, 使得H有解:



而在实际情况中, 由于噪声与测量误差的存在, 棋盘格角点同行列上点并非线性相关,故对于有m x n组特征点对时, 有如下超定方程组:



记为, 记.

1. 封闭解

即求, 损失函数

导数时, 最小二乘解为.

1. QR
2. SVD
3. 内参的约束条件

由(2)(3)式可知:

, 

又由旋转矩阵特性可知:

**r1, r2**正交, 即: (4)

**|r1|=|r2|**, 即: (5)

1. 相机标定解
2. 封闭解

 (6)

式(6)中B为对称矩阵, 定义向量

记H中第i列向量为, 则由式(6)得:

 (7)

由式(4), (5), (7)得:

 (8)

若观测k张图片(k>=3), 则由式(8)可得方程组:

 (9)

1. 求解内参矩阵**A**
2. 求解外参矩阵
3. 求解畸变参数
4. 非线性优化