



智能无人机技术设计实践

--相机标定

于超

联系方式: yc19@mails.tsinghua.edu.cn

时间: 2019.10.26





目 录

- 1 相机标定简介
- 2 图像畸变
- 3 内外参
- 4 标定过程以及代码



1 相机标定简介

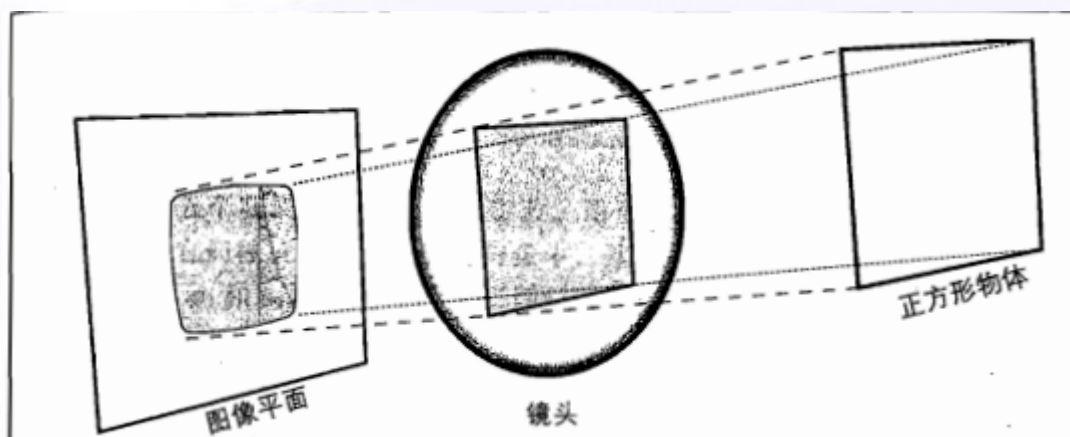
- 在图像测量过程以及机器视觉应用中，为确定空间物体表面某点的三维几何位置与其在图像中对应点之间的相互关系，必须建立相机成像的几何模型，这些几何模型参数就是相机参数。
- 在大多数条件下这些参数必须通过实验与计算才能得到，这个求解参数的过程就称之为相机标定（或摄像机标定）。
- 无论是在图像测量或者机器视觉应用中，相机参数的标定都是非常关键的环节，其标定结果的精度及算法的稳定性直接影响相机工作产生结果的准确性。因此，做好相机标定是做好后续工作的前提，提高标定精度是科研工作的重点所在。
- 常用的相机标定方法有：传统相机标定法、主动视觉相机标定方法、相机自标定法。



2 图像畸变

① 径向畸变（桶形畸变和枕形畸变）：

实际摄像机的透镜总是在成像仪的边缘产生显著的畸变，这种现象来源于“筒形”或“鱼眼”的影响。



对于径向畸变，成像仪中心（光学中心）的畸变为0，随着向边缘移动，畸变越来越严重。

对于径向畸变可以通过下面的泰勒级数展开式进行校正：

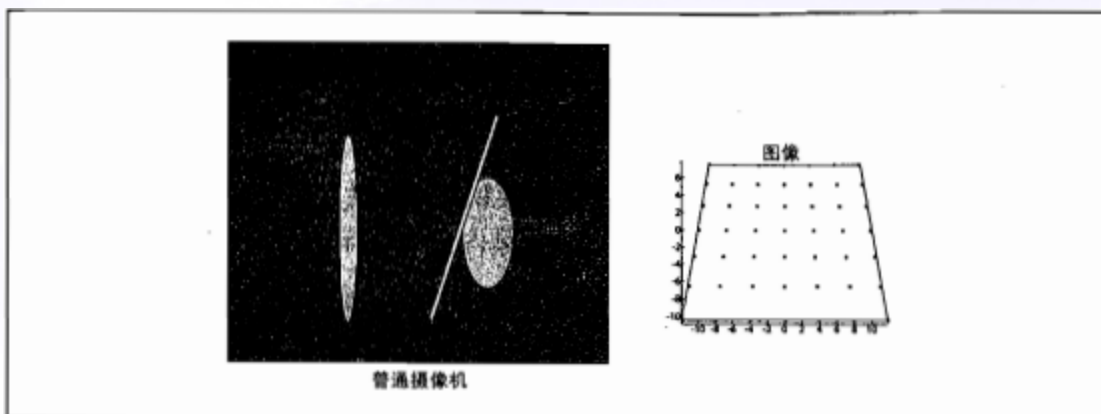
$$\begin{aligned}x_{corrected} &= x(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6) \\y_{corrected} &= y(1 + k_1r^2 + k_2r^4 + k_3r^6)\end{aligned}$$



2 图像畸变

② 切向畸变（薄透镜畸变和离心畸变）：

切向畸变是由于透镜制造上的缺陷使得透镜本身与图像平面不平行而产生的。



切向畸变可以通过如下公式来矫正：

$$\begin{aligned}x_{corrected} &= x + [2p_1y + p_2(r^2 + 2x^2)] \\y_{corrected} &= y + [2p_2x + p_1(r^2 + 2y^2)]\end{aligned}$$



3 内外参

- 我们再回顾相机坐标到像素坐标的转换（按照习惯，把Z挪到左侧）：

$$Z \begin{pmatrix} u \\ v \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} f_x & 0 & c_x \\ 0 & f_y & c_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \end{pmatrix} \triangleq KP$$

- 我们把 K 称为相机的**内参数矩阵**。一般来说，相机内参在相机出厂时就固定，有的相机生产厂商会告诉你相机的内参，而有时需要你自己确定相机的内参，也就是所谓的**标定**。
- 外参**：相机的位姿 R, t

$$ZP_{uv} = Z \begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = K(RP_w + t) = KTP_w$$

P_{uv} 是像素坐标， P_w 是世界坐标

后一个式子隐含了一次齐次坐标到非齐次坐标的转换



4 标定过程以及代码

本次标定的方法主要是基于张正定相机标定的方法。**注意：**依赖python下的opencv库，需要提前安装。

步骤：

- ① 用无人机的前视相机对着标定板，从各个方向对其进行拍摄图片并保存。
 - ✓ 可以用官方SDK的Tello_Video来拍摄图像；
 - ✓ 也可以写成一个ROS node，接收图片的topic，然后存储。推荐使用第一种方法，下面给出第一种方法的详细过程。
- ② 在github下载Tello_Video:https://github.com/zoeyuchao/tello_video，然后安装h264，仿照之前课件中cmake-make即可，然后将libh264decoder.so文件拷贝到tello_video下，运行python main.py，点击snapshot来拍摄标定板的照片。
- ③ 采集20张以上的图像，这些图像会保存到img文件夹下。
- ④ 在此文件夹下运行calibration.py文件即可（提示：python calibration.py），终端可以得到相机内参数和去畸变系数，注意保存数据。
- ⑤ 该程序还可以读入一张待矫正图像，直接输出矫正后的图像。注意修改成自己的路径。



谢谢!