

任务要求（共 20 分）

一、经典相机标定方法（共 18 分）

借助打印的棋盘格图案，使用传统的相机标定方法，计算出相机的内外参数与畸变参数，编程语言不限（推荐使用 Python+OpenCV）。该任务包含如下 4 个部分：

1. 熟悉针孔相机成像模型，实现经典的相机标定方法，使用附件 `chessboard_example.zip` 中的 20 组黑白棋盘格数据进行测试。简要步骤如下：（6 分）
 - 读取所有测试图像，对每一张图像，使用 `cv2.findChessboardCorners()` 函数来找到棋盘格的角点；
 - 对找到角点的图像，使用 `cv2.drawChessboardCorners()` 函数在图像中画出棋盘格角点；
 - 在得到棋盘格三维点和二维点坐标的对应后，使用 `cv2.calibrateCamera()` 函数对相机进行标定，得到相机的内参数矩阵、畸变系数、平移向量和旋转向量（将旋转向量输入 `cv2.Rodrigues()` 函数得到旋转矩阵）；
 - 在测试数据中选择一张畸变较为明显的图像，使用 `cv2.undistort()` 函数对图像进行去畸变，与原图进行对比，观察去畸变前后的变化。
2. 打印黑白棋盘格 `chessboard.jpg` 并贴于平面上，使用相机/手机拍摄 20 张左右的棋盘格图像，使用摄得的图像对相机/手机进行标定（步骤与任务 1 相同，不要求去畸变）；（3 分）
3. 使用第 2 部分得到的相机参数，通过 `cv2.projectPoints()` 函数进行反投影，将三维点的世界坐标投影到二维图像坐标上，得到相应的二维点。计算反投影得到的坐标点与图像中检测到的相应坐标点之间的误差，如图1所示，展示重投影误差的分布，评估相机标定结果的质量。在此基础上，讨论标定使用的图像数量对于相机标定质量的影响；（3 分）
4. 从第 2 部分拍摄的棋盘格图像中选择 3 张，使用对应的相机参数，如图2所示，将附件中的素材图像 `ar_pic.jpg`（亦可使用自己喜欢的其

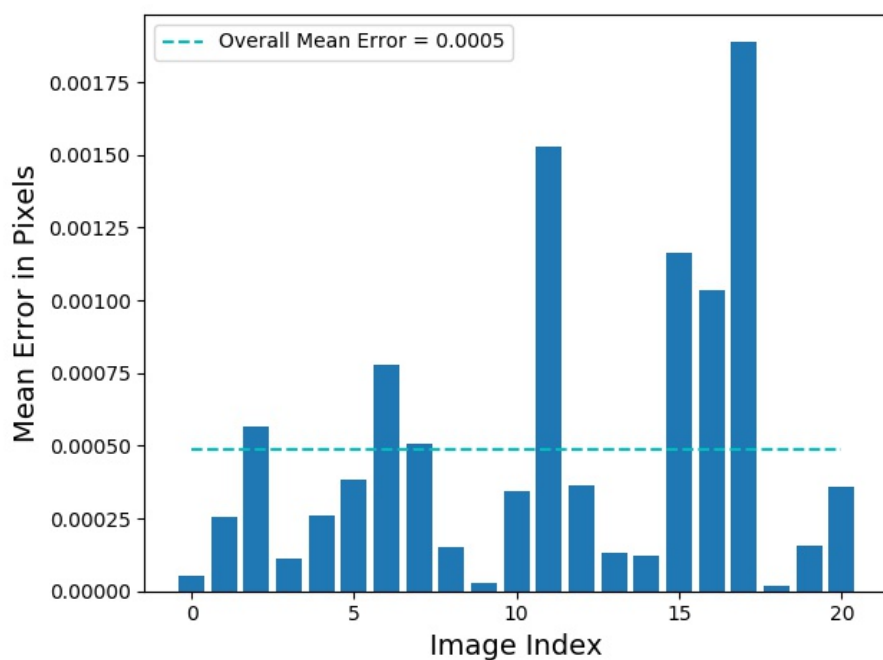


图 1: 重投影误差分布。



图 2: 增强现实效果示例。

它图像作为素材) 分别投影至棋盘格上, 实现简单的增强现实效果。需要自己编程实现, 不可以使用 `cv2.findHomography()` 与 `cv2.warpPerspective()` 函数。(6 分)

二、基于深度学习的相机标定 (共 2 分)

从以下两篇论文任选其一:

1. DeepCalib[1]¹

任务要求：阅读论文，保持任务一中相机/手机的设定不变，拍摄 5 组数据，使用官方代码中 `./prediction/Classification/Single_net/predict_classifier_dist_focal.py` 文件进行测试，利用网络输出的焦距计算 FOV，并使用任务一中的相机标定结果计算 FOV，对比二者的性能差异。

任务提示：按照附件中 `requirement_d.txt` 中的要求配置环境。

2. GlassCalib[2]²

任务要求：阅读论文，从官方代码提供的 WILD 数据集中挑选 5 组数据进行测试，将网络输出结果与数据集提供的真值进行比较和分析。

任务提示：按照附件中 `requirement_g.txt` 中的要求配置环境。

三、附件说明

请在链接³中下载附件CP_assignment_3.zip，附件中共有如下 5 个文件：

`chessboard_example.zip`: Matlab 相机标定工具箱提供的 20 组棋盘格数据；

`chessboard.jpg`: 黑白棋盘格图像，打印后用于相机标定；

`ar_pic.jpg`: 素材图像，用于实现增强现实效果，可替换为其它素材图像；

`requirement_d.txt`: 运行 DeepCalib 方法需要的环境配置；

`requirement_g.txt`: 运行 GlassCalib 方法需要的环境配置。

¹官方实现: <https://github.com/alexvbogdan/DeepCalib>

²官方实现: <https://github.com/q-zh/GlassCalibration>

³附件: https://github.com/PKU-CameraLab/TextBook/releases/download/assignment-3/CP_assignment_3.zip

作业提交

1. PDF 格式的实验报告，应包含以下内容：

- (a) 任务一第 1 部分：一张标出角点的棋盘格图像，计算得到的相机内外参数和畸变参数以及一张去畸变的图像（若参考了网上的代码，请给出链接）；
- (b) 任务一第 2 部分：一张标出角点的棋盘格图像以及计算得到的相机内外参数和畸变参数；
- (c) 任务一第 3 部分：分别使用 5 张、10 张、20 张棋盘格图像进行标定，计算重投影误差，绘制重投影误差的分布图，分析使用棋盘格图像的数量对于标定效果的影响；
- (d) 任务一第 4 部分：简述实现增强现实效果的思路，展示挑选的 3 组数据的原图和实现增强现实后的效果；
- (e) 任务二：按任务要求进行网络测试结果与相机标定结果/数据真值的比较，并简要分析得出结果的合理性或缺陷。

2. 任务一的完整代码。

参考文献

- [1] Manuel Lopez, Roger Mari, Pau Gargallo, Yubin Kuang, Javier González Jiménez, and Gloria Haro. Deep single image camera calibration with radial distortion. In *Proc. IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Long Beach, CA, USA, 2019. IEEE.
- [2] Qian Zheng, Jinnan Chen, Zhan Lu, Boxin Shi, Xudong Jiang, Kim-Hui Yap, Ling-Yu Duan, and Alex C. Kot. What does plate glass reveal about camera calibration? In *Proc. IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Seattle, WA, USA, 2020. IEEE.