

注：本程序来源于复旦大学物理教学实验中心网站：
<http://phylab.fudan.edu.cn/doku.php?id=exp:common:tjxc>
包括图形处理部分（radius 函数）和部分 GUI 组件的摆放。

GRF 修改于 2019.11.2~2019.11.4

修改内容：1、取消了程序运行目录下必须存在“1.bmp”文件的限制，取消了每次需要手动输入文件名的限制，改为扫描目录下全部 bmp 文件；

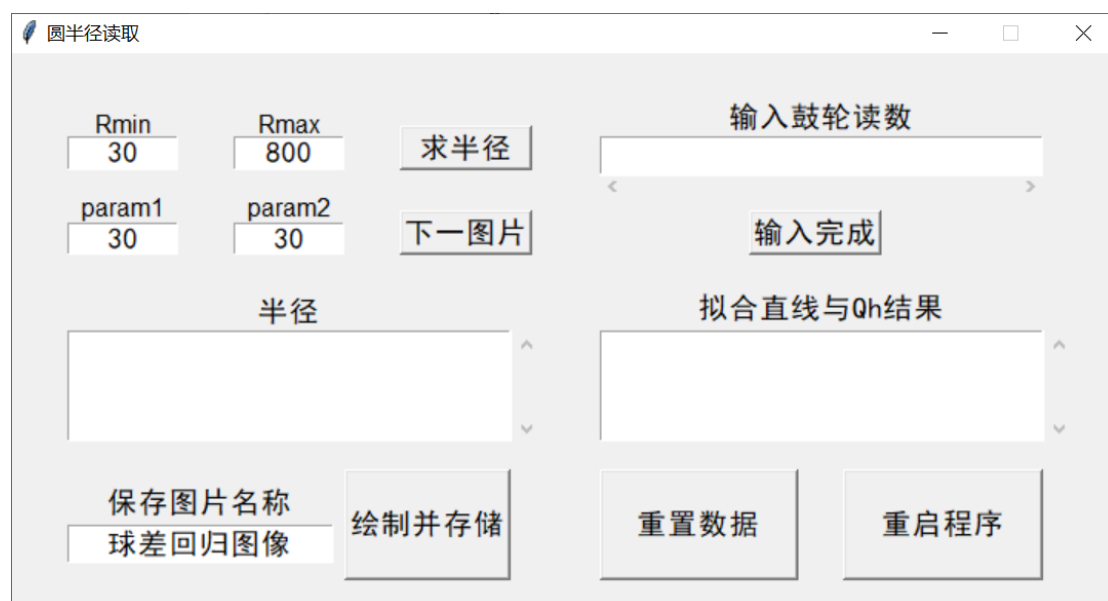
- 2、取消了主界面右侧的预览图形，改为其它 GUI 组件；
- 3、增加了逐次测量全部半径并记录全部数值的功能；
- 4、增加了若存在多个拟合圆则不再记录数据的功能；
- 5、增加了重置程序至初始状态的功能；
- 6、增加了输入鼓轮示数直接计算拟合函数、 Q_h 大小和不确定度的功能；
- 7、增加了绘制拟合函数图像并存储的功能。

本使用说明改编并沿用实验中心网站中的说明。

1、双击打开 exe 版本，程序启动比较慢。这是因为将所有用到的模块和开发环境全部塞到了一个 exe 文件里导致的。启动时间经测试在 15s-4min 不等，但总是可以打开的……启动之后运行速度均正常。python 版本启动很快，安装第三方模块的命令见本文件最下方；

2、请将所有的图片（.bmp）复制到程序（.py/.exe）所在的文件夹内；

3、打开程序后如图：



4、界面说明：

界面左上方有 4 个输入框和 2 个按钮，左下方为半径结果输出框、保存图片名称输入框和执行绘图的按钮。右上方输入框为鼓轮读数输入框和输入完成按钮，右下方为拟合直线方程、 Q_h 位置和不确定度结果输出框、重置数据和重启程序按钮。

- ①Rmin：圆的半径下限，单位是像素。默认值 30 像素；
- ②Rmax：圆的半径上限，单位是像素。默认值 800 像素；

③param1: 识别圆时, 程序寻找图片中有亮度梯度的点, 并根据取出的点进行圆的拟合, 从而得到半径。该参数衡量亮度梯度的大小, 参数越大, 对梯度的要求越大。参数范围为 1-100。默认值 30;

④param2: 取点的数量。参数越大取点越多, 参数范围 1-100。默认值 30;

⑤半径: 输出程序拟合的圆半径结果;

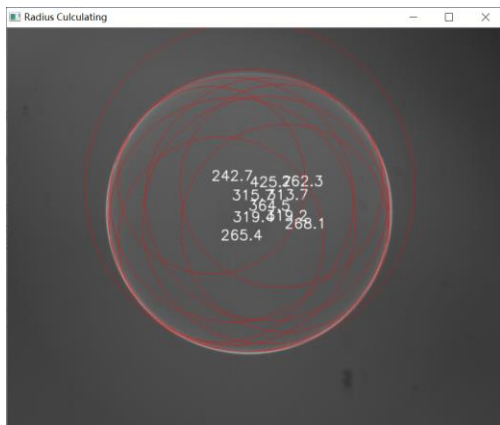
⑥输入鼓轮读数: 半径输出框显示全部半径后, 在这里输入各个图片对应的鼓轮读数。顺序无关。

⑦拟合直线与 Q_h 结果: 点击输入完成后会在这里显示拟合直线方程、 Q_h 位置 and 不确定度;

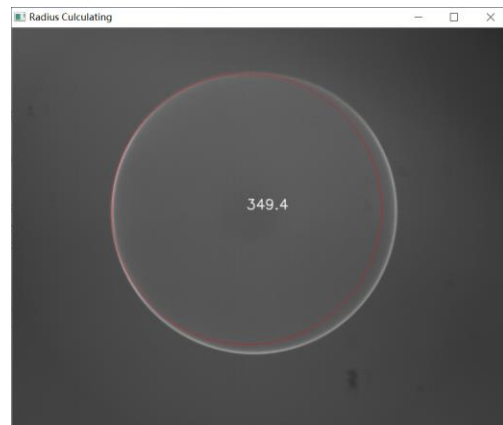
⑧保存图片名称: 计算拟合直线结果后, 点击绘制并存储可绘制出拟合函数图像, 并在当前文件夹下保存该图像。图像名称为“保存图片名称.png”。默认名称为“球差回归图像.png”。也可自行修改后缀名。

5、首先确保程序所在文件夹下包括.bmp 格式的全部实验图片, 且不能有.bmp 格式的其它无关图片;

6、单击“求半径”按钮。若可以看到很多拟合圆或看到的拟合圆不合适, 则关闭图窗, 缩小 Rmin 和 Rmax 范围使范围中包括最合适的拟合圆。再次点击“求半径”按钮。直到弹出的图窗中仅包含一个合适的拟合圆。



多个拟合圆



不合适的拟合圆



合适的拟合圆

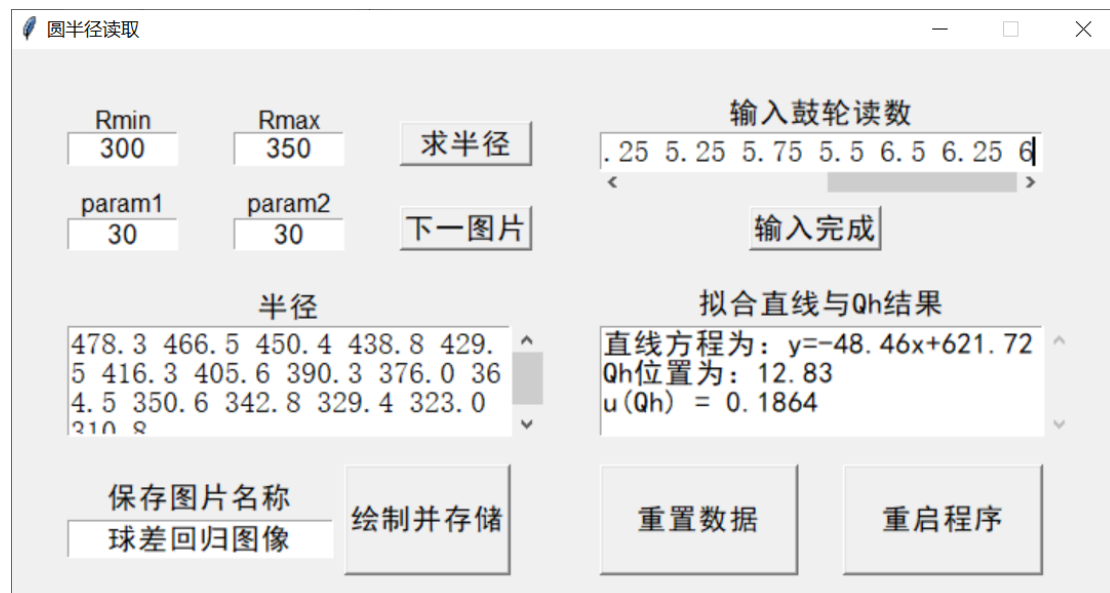
若弹出如下报错图窗, 说明程序找不到拟合圆。请先检测是否 Rmin 和 Rmax 包含的半径范围太小导致无法包含合适的拟合圆。若不是, 可适当调整 param1 和 param2 参数, 或利用 PS 调整图片对比度。



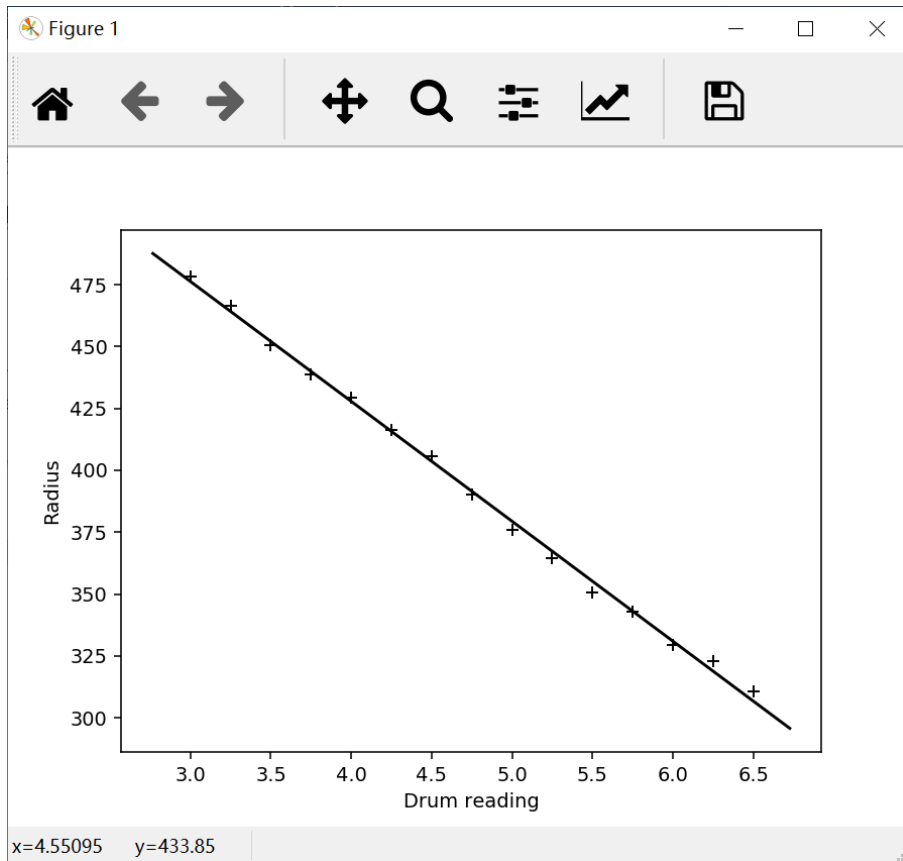
7、当点击“求半径”按钮出现合适的拟合圆时，点击“下一图片”按钮，程序会记录并显示合适半径至“半径”输出框内，此时再次点击“求半径”按钮，会过度至下一张图片。注意：每次看到合适的拟合圆后都要点击“下一图片”按钮，包括最后一次。若上一次点击“求半径”后显示多个拟合圆或显示报错，“下一图片”按钮无效。已经计算全部图片后，“下一图片”按钮也会失效；

8、记录全部图片的半径后，可以将实验中的鼓轮读数输入至“输入鼓轮读数”输入框内。数据间用一个空格间隔。输入小数点时注意使用英文输入法。顺序不需要和半径对应，全部输入即可；

9、输入完毕后，单击“输入完成”，即可在下方输出拟合直线方程、 Q_h 位置和不确定度。若上述鼓轮读数输入不合法，“输入完成”按钮无效。此时请检验鼓轮读数输入框内数值数量是否和左侧半径输出框内数量相等，是否使用一个空格间隔数据，是否使用英文小数点等；



10、计算出拟合直线方程等结果后，可以单击“绘制并存储”按钮。程序会绘制回归直线图像并将图像存储至当前文件夹下。名称为“球差回归图像.png”。可以自行修改名称。若需要修改扩展名，例如生成“球差回归图像.jpg”，直接在“保存图片名称”输入框内输入即可。不支持导出.bmp 格式；



11、单击绘制并存储后原图窗会缩小，猜测是不同模块发生冲突导致。不影响使用。若需要恢复，可单击“重启程序”按钮，程序会重新启动；

12、若执行过程中出现问题或错误，请点击“重置数据”按钮。点击后程序会初始化所有参数。若不涉及恢复原图窗的问题，点击“重置数据”即可。点击“重启程序”后程序将重新启动。

python 版程序使用和一些说明：

1、可使用 python3 运行 python 版本，需要安装 PIL、numpy、cv2、matplotlib 四个第三方库。PIL 可使用命令 `pip install Pillow` 安装，numpy 可使用命令 `pip install numpy` 安装，cv2 可使用命令 `pip install opencv-python` 安装，matplotlib 可使用命令 `pip install matplotlib` 安装。Anaconda3 中包含了 PIL、numpy 和 matplotlib，只需额外安装 cv2；

2、已经尽力排除了大多数异常输入的情况。但可能还有一些异常没有排除。遇到异常可重置数据或重启程序。

3、点击“绘制并存储”后原始图窗会发生缩小。猜测 tkinter 模块和 matplotlib 模块发生冲突导致。暂不知如何修复，但不影响使用。可点击“重启程序”使图窗恢复，但程序会被全部初始化。如不涉及图窗问题，推荐点击“重置数据”初始化程序。

欢迎大家报告 bug 或提出修改建议、增加功能等。可发送邮件至 18307110108@fudan.edu.cn，我会酌情修改。