

1. canny提取粗像素 x
2. 插值得到精确亚像素 x
3. 计算总轮廓数、总长度 x
4. 单个轮廓长度、像素点数、点坐标 x

```
clc;clear all
I=imread('pic2_a_2.bmp');
figure;imshow(I);
I=rgb2gray(I);
[L,num] = bwlabel(I,8);
STATS = regionprops(L,'perimeter')
```

5. 点阵校准分析 (参考论文)

问题 2: 在拍摄测量图像时, 有一个点阵校准板放置在目标物体的同一水平高度。校准板上的点直径为 1 mm, 两个点之间的中心距离为 2 mm, 附件 2 包含三张不同角度拍摄的校准板图像和一张产品图像(Pic2_4.bmp)。请建立数学模型, 利用校准板图像信息对产品图像进行图像矫正分析, 并考虑如何尽可能准确地计算产品图像上边缘分割拟合曲线段的实际物理尺寸。请计算每个边缘轮廓的长度(毫米), 最后计算总边缘轮廓长度(毫米)。根据图 4 所示的等高线数据标注, 输出附件 2 中 EdgeContoursLengthOutput.xls 等表格格式文件的数据结果。

到底是畸变分析还是旋转分析?

6. 像素当量标度模型 (像素/mm) x

```
out_result=regionprops(fill_hole,'Extent','Centroid','boundingbox'); %Extent:各连通区域像素点与最小边界像素点
centroids = cat(1, out_result.Centroid); %各连通区域质心
draw_rect=cat(1,out_result.BoundingBox); %各连通区域最小边界矩形
```

板上的点直径为 1 mm, 两个点之间的中心距离为 2 mm,

5.1 像素当量标定模型

由于像素当量是根据圆心距的物理尺寸和像素尺寸的比值求得,而圆心距又不受光源强度的影响,因此光源强度对像素当量没有影响,只需分析标定板的位姿对像素当量标定结果的影响。在一定物距下,获取的同一光源强度下不同位姿的标定板图像如图 3 所示,分别求取的像素当量如表 1 所示。



图 3 不同位姿的标定板图像

Fig. 3 Calibration plate images with different poses

表 1 不同位姿标定板像素当量标定结果

Table 1 Calibration results of pixel equivalent by plate with different poses

Order number	Center distance /pixel	Pixel equivalent / μm
1	205.4211	19.4722
2	205.4221	19.4721
3	205.4221	19.4721
4	205.4232	19.4720
5	205.4211	19.4722
6	205.4253	19.4718
7	205.4253	19.4718
8	205.4232	19.4720
9	205.4242	19.4719

从表 1 分析可知,在物距和光源强度一定的情况下,标定板位姿的变化对像素当量标定结果的影响可以忽略不计,最大值与最小值仅相差 $0.004 \mu\text{m}$,平均值为 $19.4720 \mu\text{m}$ 。

7. 计算轮廓边缘长度 (mm) (根据像素点长度求)

8. 图形的分割拟合

EdgeContour2.xls), 形状如图 5 所示。请建立数学模型, 分析边缘轮廓曲线数据自动分割拟合为直线段、圆弧段(含圆)或椭圆弧段(含椭圆)的情况, 讨论边缘轮廓自动分割拟合的模型方法或策略。蓝色曲线从蓝色数字 1 标签开始, 沿箭头方向输出模型计

问题2

这一问也可以当做摄像机标定和畸变校正, 处理上大概有两种方法

一种是利用Matlab和OpenCV,标定板使用提供的图片即可

参考: <https://www.cnblogs.com/czaoth/p/6708653.html>

另外也可以利用Halcon软件进行畸变矫正

参考: <https://blog.csdn.net/ab1271173712/article/details/78134277>

<https://blog.csdn.net/yue1453544229/article/details/106867955>

进行矫正后，由于校准板和目标产品在同一水平高度，已知校准板的真实大小数据、照片上目标产品边缘分割拟合曲线段的长度，即可计算图像的实际边缘距离。

关于曲线段的长度，还是利用问题一的边缘提取模型计算。

这一部分看起来有点绕，找到合适的工具软件比较有帮助。

问题三

这一问其实是曲线自动分割并拟合成直线、圆的方法（而不是分割图像），属于图像和几何学的范畴，同样也可以利用Halcon库。

可以先实现算法，毕竟这道题目算出精确结果是最重要的，之后可以再补充结果。如Halcon库中轮廓分割使用了Ramer-Douglas-Peucker算法。该算法的思想为，给定一条由若干线段组成的曲线，找出包含的点数少且外观相近的曲线。通过这个算法，可以寻找近似的算法，再加以使用改进。

$$u_2 = \omega_0 \times u_0 + \omega_1 \times u_1$$

$$g = \omega_0(u_0 - \mu_2)^2 + \omega_1(\mu_1 - \mu_2)^2$$