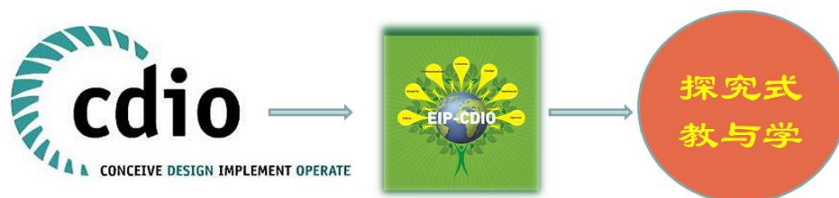


CDIO 课程报告



课程名称： 数 字 图 像 处 理

课程论文题目(中文)： 基于 Matlab 的裂缝检测

课程论文题目(英文)： Crack Detection Based On Matlab

指导教师： 范 衡

系 别： 电子工程系 专 业： 14 通信工程

姓 名： 陈李锋 学 号： 2014081025

完成时间： 2016 年 6 月 4 日 至 6 月 15 日

成绩：

评阅人：范衡

摘要

裂缝是混凝土结构的安全性，耐久性和可用性的主要关注点，实际的结构做出了很多努力以最小化裂缝的负面影响。裂缝检测是结构健康监测中的必要步骤。

近年来，由于数字图像处理学科的发展，使结构裂缝自动检测技术已得到了广泛应用，而由于裂缝图像的复杂性，检测算法直接影响着检测结果的精确度。因此，本文将重点放在裂缝检测上，为了提高检测的精度，分别从裂缝图像的去噪、图像的增强修正等方面进行研究。

在拍摄得到的结构裂缝图片上，程序进行全局二值化处理来校正不均匀亮度后，使用了多次的中值滤波从而去除大部分噪声。然后在得到的图像上进行局部的二值化处理，这里主要使用了 OTSU（大津算法）。然后基于局部二值化分割后可能产生的图像断裂，进行了基于形态学中的闭运算和开运算来进行边缘连接。最后从识别图片中提取裂缝边缘，查看裂缝大小形状和是否断裂。

关键词： 裂缝检测，图像去噪，二值化，边缘连接

Abstract

Crack has a harmful and important influence for the building, therefore, for the safety, durability and usability of concrete structures, the designer has made a lot of effort to minimize the negative effects of cracks. Crack detection is a necessary step in structural health monitoring.

In recent years, due to the development of digital image processing disciplines, structural crack detection technology has been widely used, and because of the complexity of the fracture image, the detection algorithm directly affects the accuracy of the test results. Therefore, this paper will focus on the accuracy of crack detection, from the crack image denoising, image enhancement and other aspects of the study.

In this paper, the global binarization process is used to correct the uneven brightness, and several median filters are used to remove most of the noise. And then in the resulting image on the local binarization processing, where the main use of the OTSU (maximum interclass variance method). Then, based on the possible image breakage after binarization segmentation, the edge connection is performed based on the closed operation and the open operation in morphology. Finally, extract the edge of the crack from the recognition image to see if the crack size is shaped and broken.

Key words: crack detection, image denoising, image binarization, edge connection

目录

第一章 项目背景	5
第二章 项目流程	5
第三章 结果分析	6
第四章 项目总结	12
参考文献	14
附录	15
程序代码	15

一、 项目背景:

裂缝是混凝土结构的安全性，耐久性和可用性的主要关注点，实际的结构做出了很多努力以最小化裂缝的负面影响。裂缝检测是结构健康监测中的必要步骤。

数字图像处理作为新型的一门学科，主要作用是为了提高人们的视觉效果。后来随着计算机硬件的飞速发展，使得数字图像处理的应用进入了一个崭新的阶段，包括可以使用计算机对拍摄获取的图像进行结构的裂缝处理，获取人们感兴趣的目标。该技术克服了传统人工检测的缺陷，节省人力物力，避免了人的主观因素的影响，使得对于路面裂缝快速准确的识别成为了可能。所以，基于数字图像处理的裂缝识别算法研究很有发展前途，也有很大的实用价值。

二、 项目流程

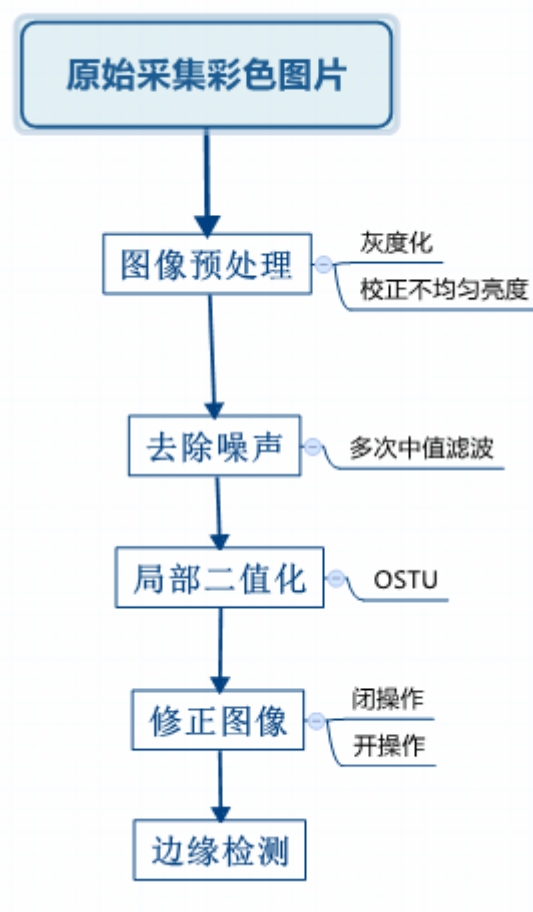


Figure 1 识别算法流程图

三、 结果分析

1、 预处理

a) 灰度化:

图像的灰度化就是将原来采集到的彩色图像转换为灰度图像，将图像中的色彩信息去掉。一般裂缝的识别算法都是根据图像的灰度特征来进行的，所以图像中的色彩信息对于识别过程没有实际的意义，去掉图像中的色彩信息，可以减少计算量。

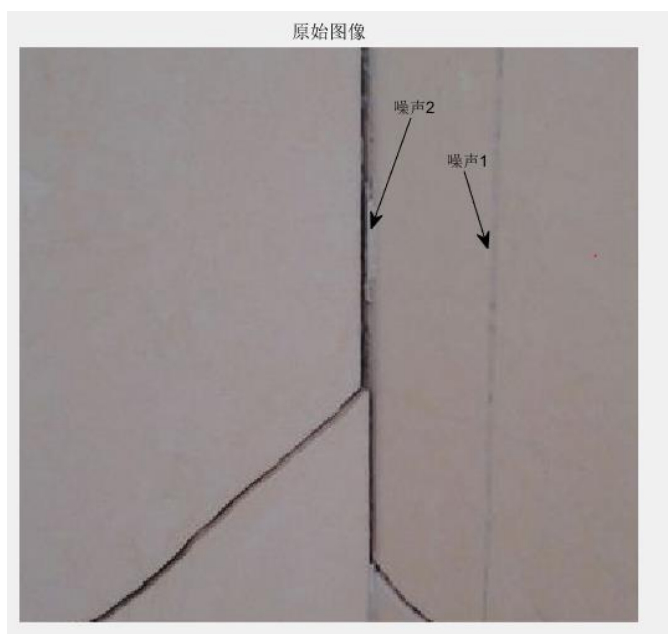


Figure 2 原始图像

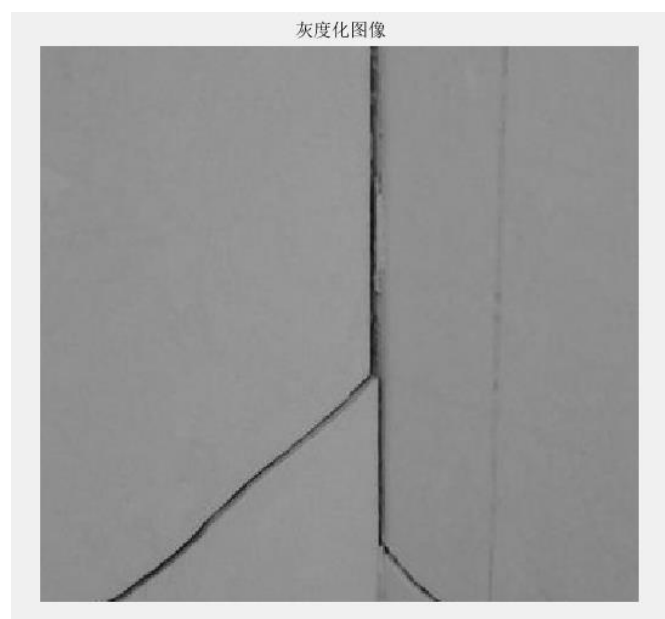


Figure 3 灰度化图像

b) 灰度校正

采集到得裂缝图像的亮度是不均匀的，图像中裂缝部分和背景部分的灰度值有较大的差异，这种比较大的差异会给后续处理带来一定的困难，比如图像分割中阈值的选取等。

对于一幅没有经过处理的原始裂缝图像，我们可以把它看成由背景、裂缝和噪声三部分组成的。其中裂缝部分的灰度值是局部最小值，图像中的背景部分的灰度值比裂缝部分高，而且在图像中分布最多。图像中某些噪声的灰度值比背景的灰度值高。

这里使用了 **matlab** 函数：

imadjust (f, [low_in high_in],[low_out high_out],gamma)

其中 **gamma** 为是否线性拉伸参数，当 **gamma** 大于 1 时，为线性拉伸；当 **gamma** 小于 1 时，为向上凸形拉伸；当 **gamma** 大于 1 时，为向下凹形拉伸。

灰度校正得到的如下：

由下图可以看出，把 $[0.30, 0.5]$ 区间的像素点扩展为 $[0, 1]$ ；这一步像素空间的确定由于拍摄照片亮度的不同只能人工确定。

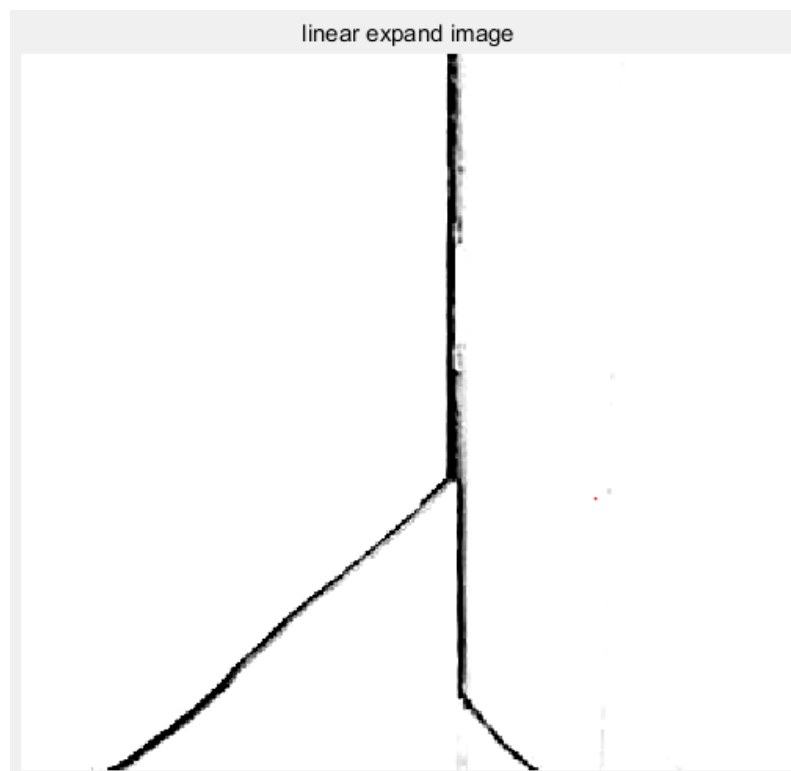


Figure 4 灰度化后图像

2、 去除噪声

由 Figure 2 可以看出，噪声主要是来自墙体的污渍（噪声 1）和裂缝周围的不规则噪声（噪声 2）。

a) 中值滤波

中值滤波是一种基于排序统计理论的有效抑制噪声的非线性平滑滤波的信号处理技术。中值滤波的特点是首先确定一个以某个像素为中心的邻域，然后将邻域中各像素的灰度值进行排序，取其中间值作为该邻域中心像素新的灰度值。这里的邻域被称之为窗口，当窗口移动时，利用中值滤波可以对图像进行平滑处理，其算法原理简单，时间复杂度低。

但是这种算法不适合用于点、线和尖顶多的图像，因为一些细节可能被当成噪声平滑掉。同时中值滤波可以多次使用，更好达到滤波效果。本文就使用了多次中值滤波。

多次中值滤波后得到的图像如下：由下图可以看出，经过多次中值滤波后，许多噪声已经消去。



Figure 5 去噪后的图片

3、局部二值化

二值化一方面能够去除冗余信息，另一方面也会使有效信息丢失。二值化算法包括全局二值化和局部二值化，全局二值化具有速度快但效果相对差的特点，局部二值化算法具有速度慢效果好的特点。

局部二值化最常用的方法也有几种，包括 **ernsen** 算法, **otus** 算法等。而 **otsu**（大津算法），其适用于原图片(细节丰富)的阈值计算。但因为这里的图片已经经过二值化去噪等处理，所以进行的 **otsu** 和 **otus** 的区别不大，最终求得的阈值为：0.567

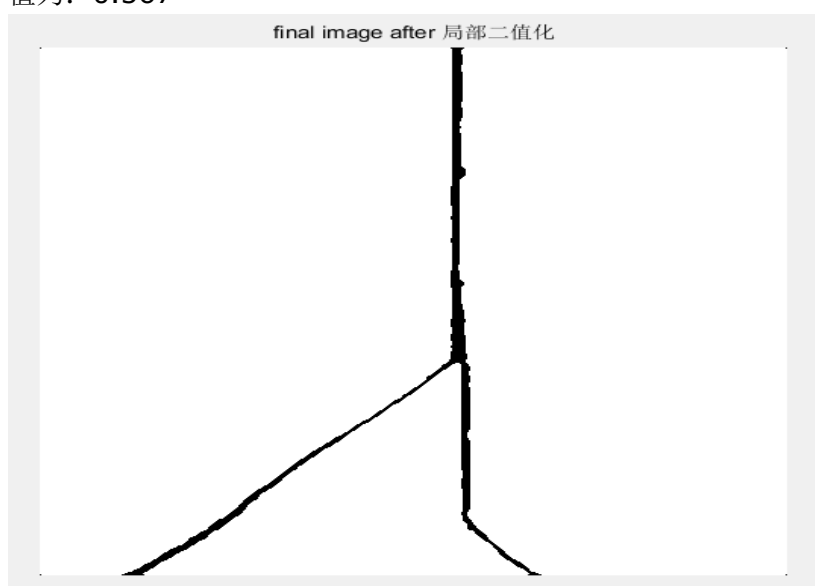


Figure 6 otsu 处理后图片

由上图可以看出，对于裂缝类型是比较典型的线性裂缝或者是裂缝图像中的噪声比较少时，用 OTSU 分割的方法基本可以把裂缝分割出来的同时也把图像中剩下的噪声几乎全部去除了。

4、边缘连接

边缘连接主要是使用形态学处理，形态学的基本思想是对一幅图像首先用某种结构元素去探测，这样就可以提取到和这种结构元素相对应的形状，当某种结构元素可以比较好的在图像内部填放的时候，也就说明了这种结构元素的有效性。

a) 闭运算

形态学中的闭运算就是用结构元素对原图像先进行膨胀，再对膨胀后的图像用同样的结构元素进行腐蚀的操作。在闭操作后，会将图像中的细的毛刺去除掉。

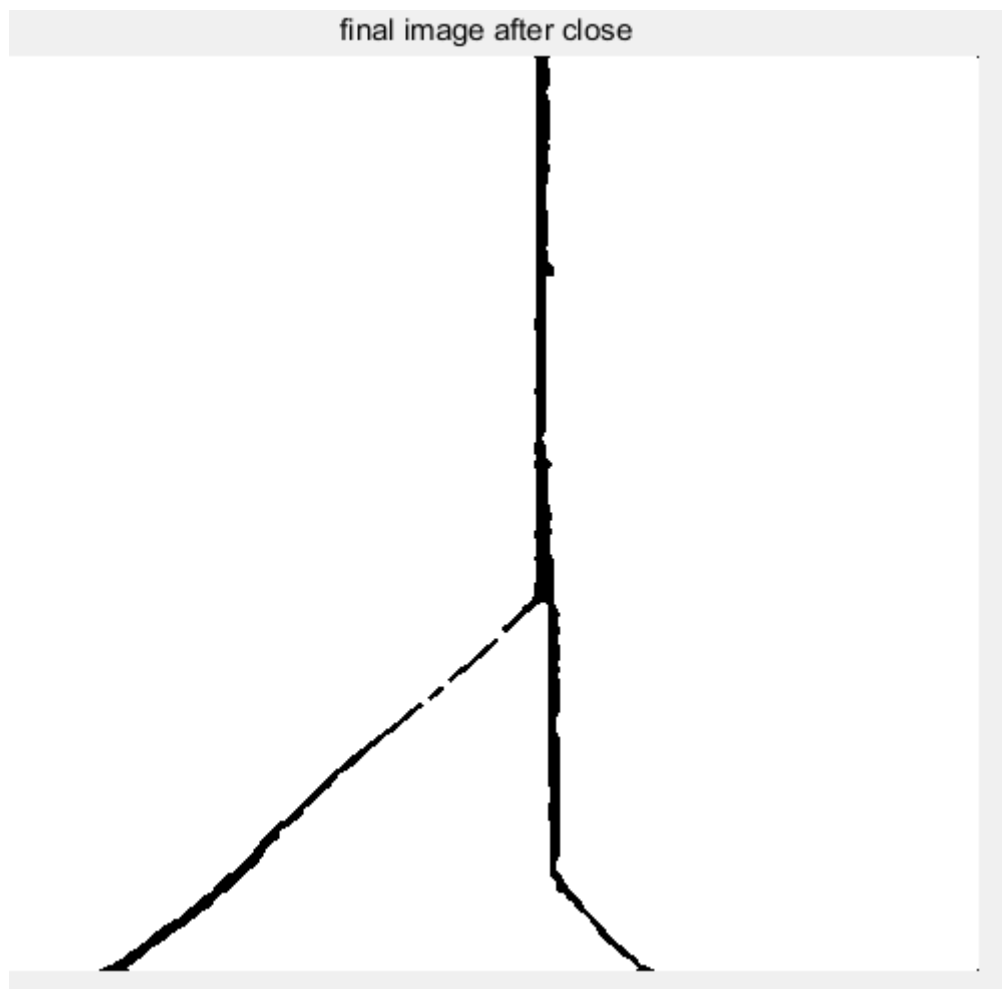


Figure 7 闭运算后得到的图片

b) 开运算操作

从开运算的定义我们可以知道，形态学中的的开运算就是用结构元素对原图像先进行腐蚀，再对腐蚀后的图像用同样的结构元素进行膨胀操作。可以知道通过开运算可以将图像中不光滑的凸起边缘消除掉，可以去掉小的突起，将一些细长的连接切断，起到了一个分离的作用。

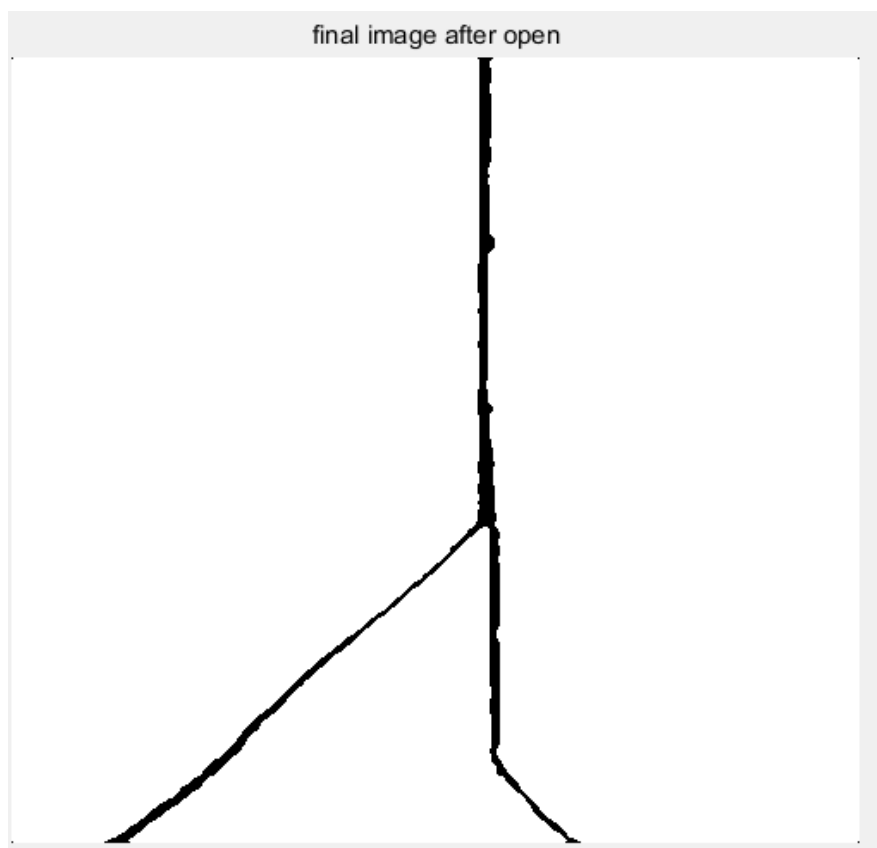


Figure 8 开运算得到的图像

为了同时达到既可以去除毛刺又能够使裂缝不断开，采用的是先对裂缝图像进行闭操作，再对裂缝图像进行开操作。在闭操作后，会将图像中的细的毛刺去除掉，但是也会使得裂缝产生了新的断开现象。

5、边缘检测

上面闭开操作后得到的图片，我们已经可以很清晰地看出除去噪声后的裂缝的图片。但为了查看裂缝时候是连续的，我们还需要进行边缘检测，查看裂缝的大小形状和是否连续。

得到的图片如下：

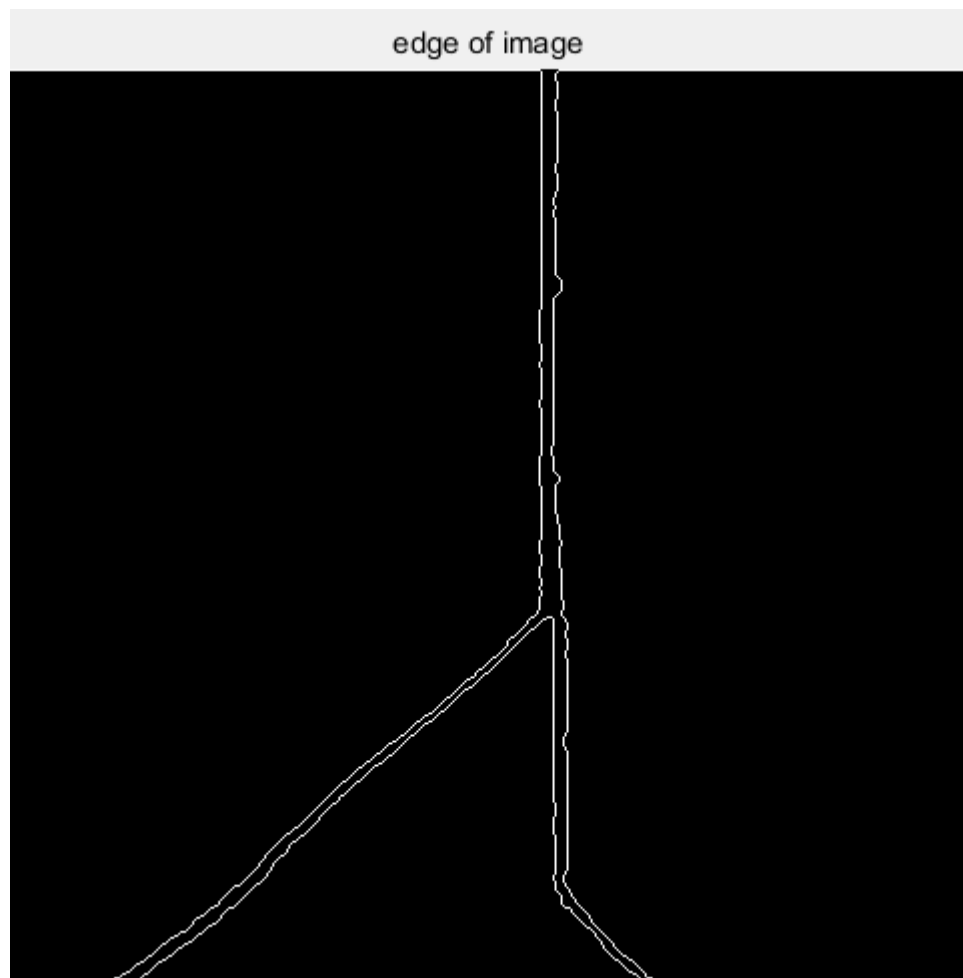


Figure 9 裂缝边缘

由上图可以看出，该程序算法已经可以很好地把裂缝给检测出来。

四、 项目总结

裂缝检测是结构健康监测中的必要步骤。本文首先简单介绍了图像自动检测系统及算法的使用和重要性，对基于数字图像处理的裂缝检测算法进行了研究，在图像的去噪，图像增强，图像分割及分割之后裂缝的去噪连接及特征提取进行了一定的研究，最终可以比较有效的将裂缝识别出来。

该项目主要工作包括以下几点：

1. 研究了裂缝图像的去噪处理。在去噪之前首先将路面裂缝图像进行灰度化及灰度校正，减少图像中亮度的不均匀性对后续图像处理的影响。
2. 对图像去噪，使用了多次中值滤波去除大部分不规则的噪声。
3. 使用局部二值化操作，使用 OTSU 法将更多的噪声去除
4. 对于裂缝的检测后处理，经过图像分割后得到的路面裂缝图像中会有噪声及裂缝断裂的情况出现。采用的是形态学中的闭运算和开运算进行处理。
5. 最后对检测得到的图像进行边缘检测，查看检测的裂缝是否连续。

最后，这次项目虽然能否很好的识别出裂缝，但也存在许多不足的地方。例如对不同质量的裂缝图片得到的处理效果不相同，算法智能度不够高。另外，算法基于 Windows 下面的 matlab，平台移植性也比较低。

Conclusion

Crack detection is a necessary step in structural health monitoring. This paper first introduces the use and importance of image automatic detection system and algorithm, and studies the crack detection algorithm based on digital image processing. After denoising, image enhancement, image segmentation and segmentation of image, Feature extraction of a certain study, the final can be more effective to identify the cracks.

The main work of the project includes the following:

1. The denoising of crack image is studied. Prior to denoising, the pavement crack image is grayed out and the gray scale is corrected to reduce the influence of the brightness of the image on the subsequent image processing.

2. Image denoising, using several times of median filters to remove most of the irregular noise.

3. Use the local binarization operation, to specially, use the OTSU method to remove more noise.

4. For the post-processing of cracks, after the image segmentation obtained in the road surface cracks in the image there will be noise and fracture situation. Using the morphology of the closed operation and open operation for processing.

5. Finally, the detection of the image edge detection, check the detection of cracks is continuous.

Finally, although the project can detect cracks well, but there are many deficiencies. For example, the different quality of the crack image processing can lead different results, the algorithm intelligence is not high enough. In addition, the algorithm based Matlab in Windows only, so the portability is relatively low.

参考文献

- [1] 冈萨雷斯. 数字图像处理(第三版). 电子工业出版社. 2011
- [2] Zhenhua Zhu. Visual retrieval of concrete crack properties for automated post-earthquake structural safety evaluation[J]. Automation in Construction. 2011,5
- [3] 任炳兰. 基于 Matlab 的路面裂缝识别算法研究[D]. 长安大学. 2014,6

附录

程序代码:

```
% 裂缝检测 crack detect
% 陈李锋 14 通信 2014081025
close all; clear all;
%% 输入图像
imageOrinal = imread('crackTodo2.PNG'); % 读取原始图像
imageGrey = rgb2gray(imageOrinal); % 将原始图像灰度化
figure(1);
imshow(imageOrinal);
title('原始图像');
%% 校正不均匀亮度
imageExpand = imadjust(imageGrey,[0.30,0.5],[0,1]);
% 将 0.25 到 0.5 之间（根据不同图片的亮度）来确定的灰度级扩展到范围
[0 1].
figure(2);
imshow(imageExpand);title('linear expand image')
%% 噪声去除
% step 1 多次中值滤波
imageFliter1 = medfilt2(imageExpand);
imageFliter2 = medfilt2(imageFliter1);
imageFliter3 = medfilt2(imageFliter2);
figure(3)
imshow(imageFliter1);title('image first after remove noise ')
figure(4)
imshow(imageFliter3);title('final image after remove noise')
%% 局部二值化 OTSU
level = graythresh(imageFliter3);
imageOstu = im2bw(imageFliter3,level);
figure(4)
imshow(imageOstu);title('final image after 局部二值化')
%% 修正图像 图像开闭操作
se=strel('square',1); % 产生一个正方形结构来进行开闭操作
imageClose = imclose(imageOstu, se); % 先进行闭操作去除毛刺
figure(5)
imshow(imageClose);title('final image after close')
imageOpen = imopen(imageClose, se); % 进行开操作
figure(6)
```

```
imshow(imageOpen);title('final image after open')

imageEdge = bwmorph(imageOpen,'remove'); % 边缘目标提取, 查看边缘是
否连接
figure(7)
imshow(imageEdge);title('edge of image ')
```