浙江大学

《计算机图像处理与机器视觉》课程

实验报告

项目名称：机器人收获果实时切割点的提取

专　　业：自动化（电气）

参与学生：潘盛琪

指导老师：饶秀勤

提交日期：2019.4.18

浙江大学智能农业装备研究所

二 O 一三年五月

一、实验目的和要求

1. 熟练运用 matlab 进行综合的图像处理任务
2. 常用的阈值分割处理方法

二、实验内容和原理

在草莓、黄瓜、西瓜等果梗细长的果蔬自动收获中，机器人通常切刀等方式切断果梗，实现果实与植株本体的分离。在分离前需要在尽量靠近果实与果梗连接处选择**切割点**。

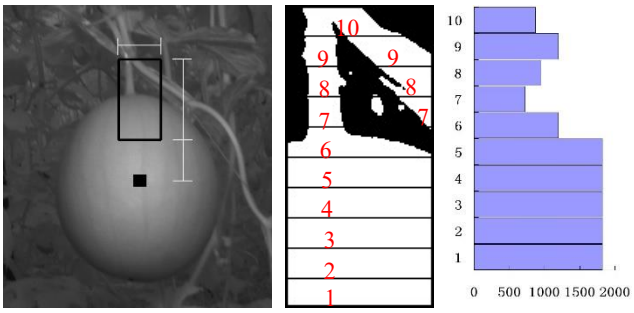
现以温室立体栽培模式下的小型西瓜为研究对象，该西瓜形状较为匀称，果梗长度大于 R/2（R 为西瓜半径），其轴线通常沿垂直方向，通过或接近果实形心。据此特征，通常的方法是将切割点限制在采摘点（果实形心）正上方的矩形兴趣区内，如下图 a 所示，该矩形区域长为 R，宽为 R/2，其对称中心线通过采摘点，下边缘与采摘点相距 R/2。

图 a 是温室立体栽培模式下的小型西瓜的近红外图像（850 nm），将上述矩形区域作为感兴趣的区域，**通常采用分块定位法来计算矩形兴趣区内的切割点坐标**。

问题：

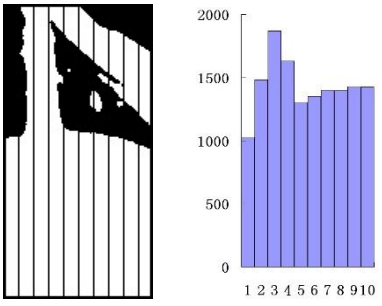
（1）将小型西瓜的近红外图像进行阈值分割，得到二值化图像（0，255），确定西瓜形心以及矩形区域。

（2）进行行坐标计算。将矩形兴趣区按行等分为 10 个分块，自下向上对各分块进行编号（如图 b 所示），计算各分块内白像素点（灰度值为 255）的个数 C_i（i=1、2、3……10），得到其统计直方图（如图 c 所示）。按编号顺序，将首次出现黑白相间（即 $C_i \neq R^2/20$）的分块定义为过渡块（如图 b 所示第 6 分块），将过渡块的下一分块定义为切割点所在块（如图 b 所示第 7 分块），其水平中心线即为采摘点所在目标行。



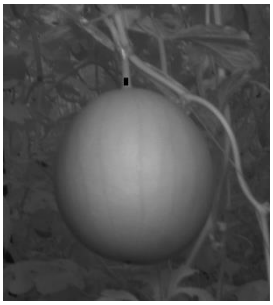
(a) **(b)** **(c)**

（3）进行列坐标计算。仿照行坐标计算方法，将矩形兴趣区按列等分为 10 个分块，统计各分块内白像素点个数（如图 d、e 所示）。将所含白像素最多的分块定义为果梗所在块，其竖直中心线为采摘点所在目标列。



(d) **(e)**

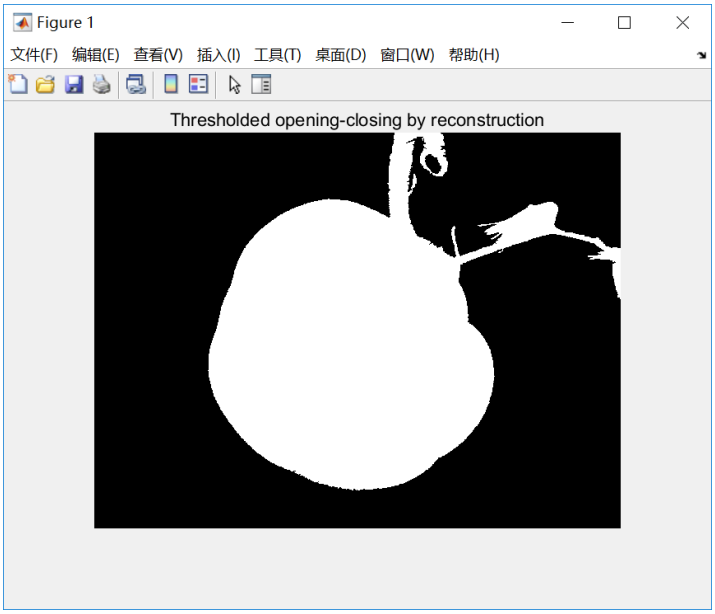
（4）确定切割点. 确定目标行、列的交点为切割点，将求取结果表示在原始图像中。



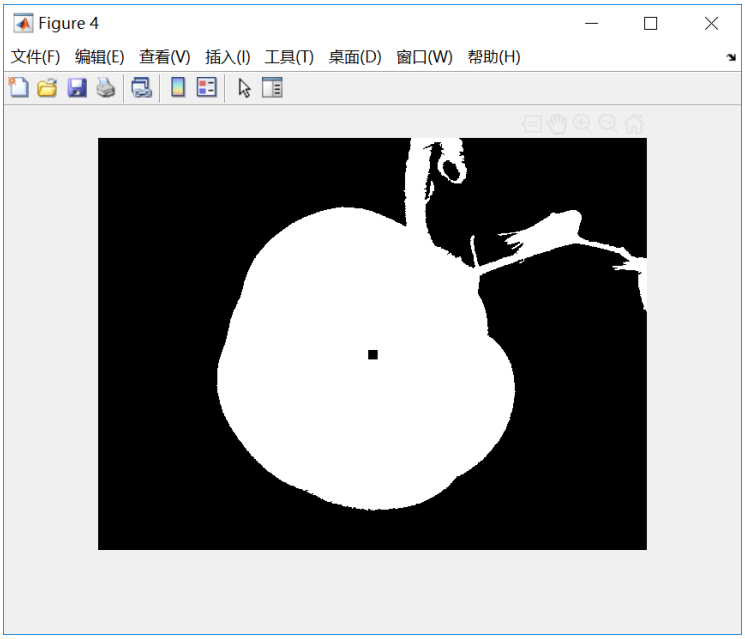
(f)

三、实验结果

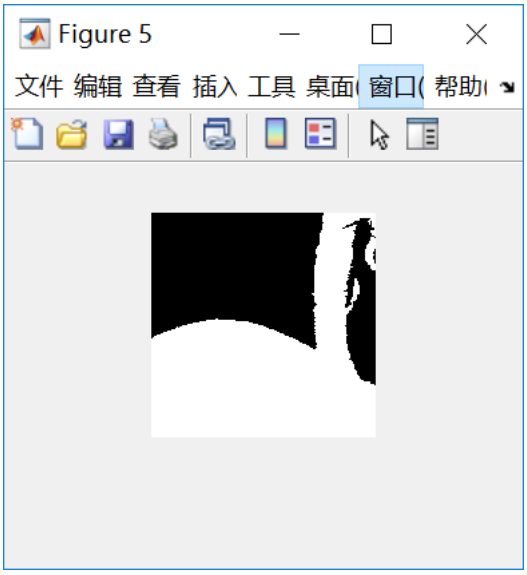
1. 阈值分割



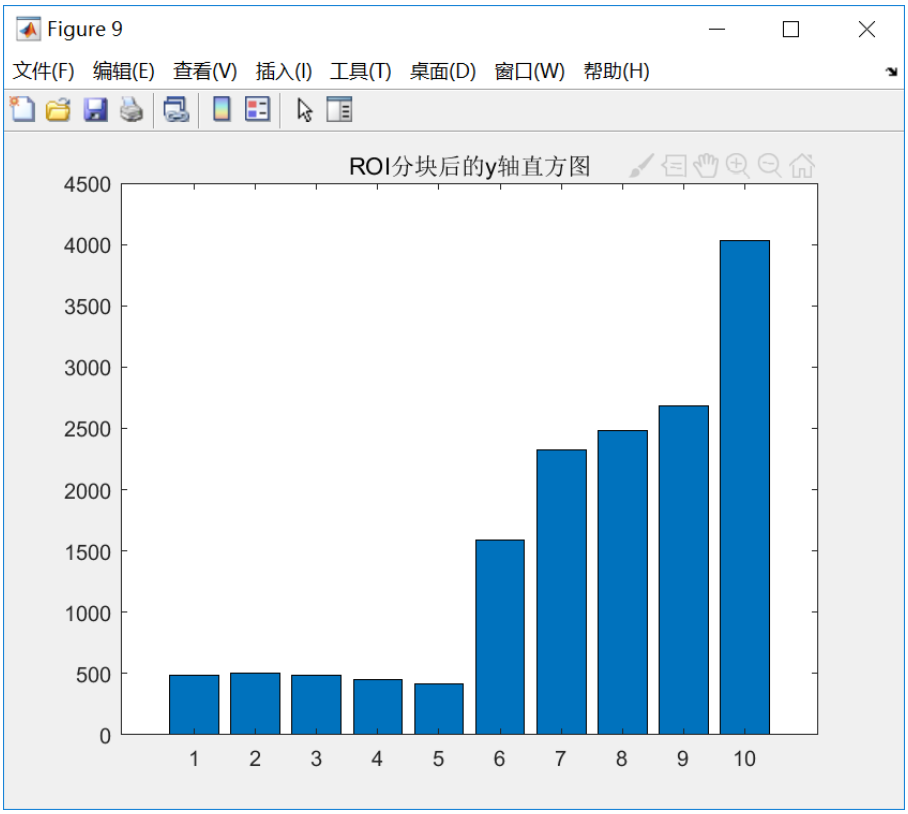
2. 中心点计算



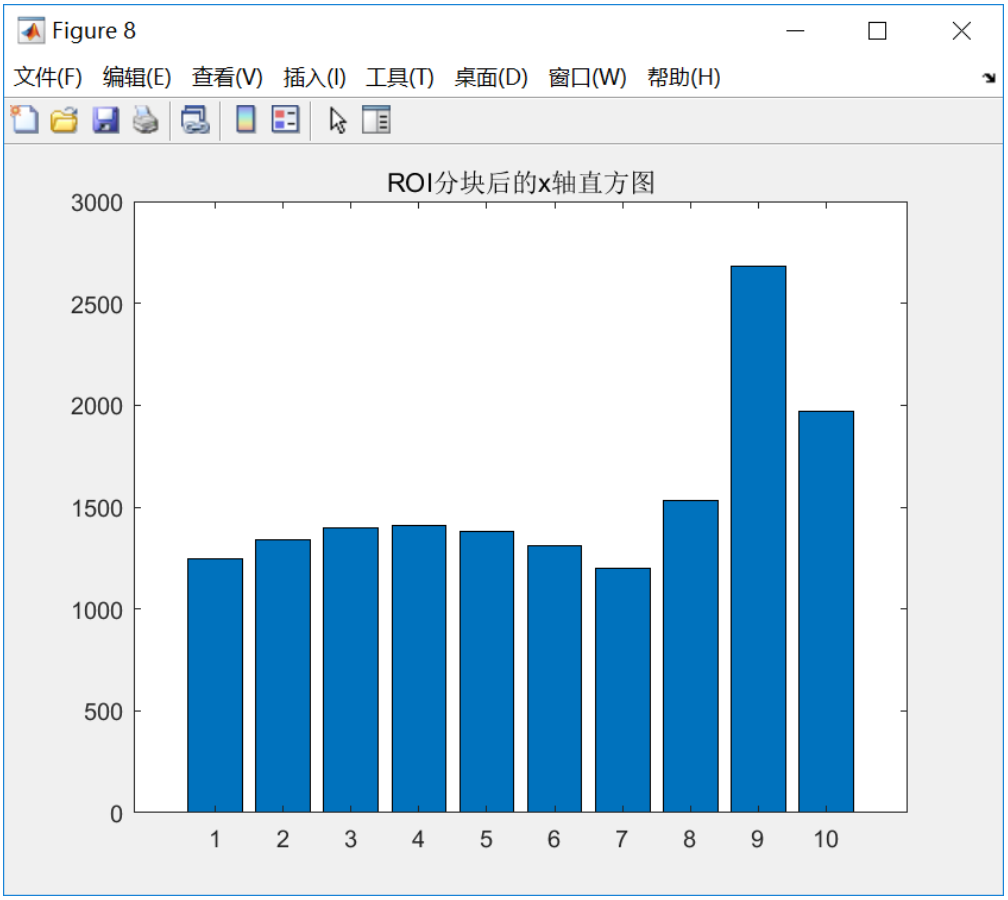
3. ROI 提取



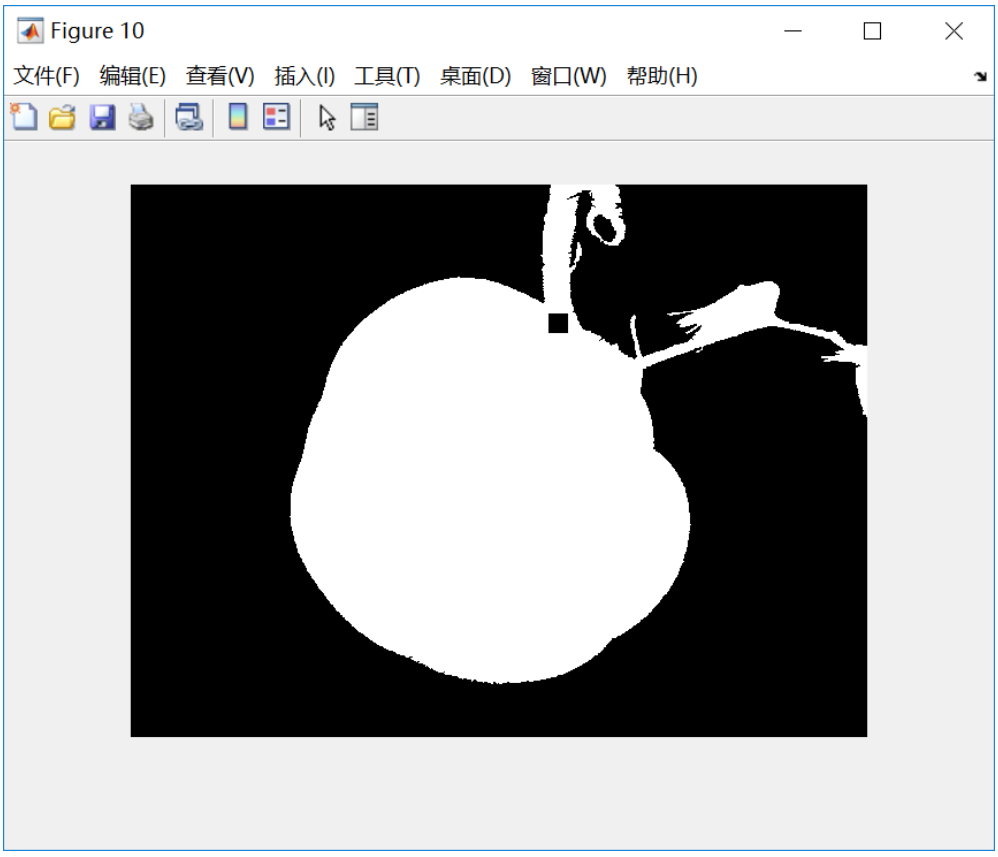
4. 行坐标计算



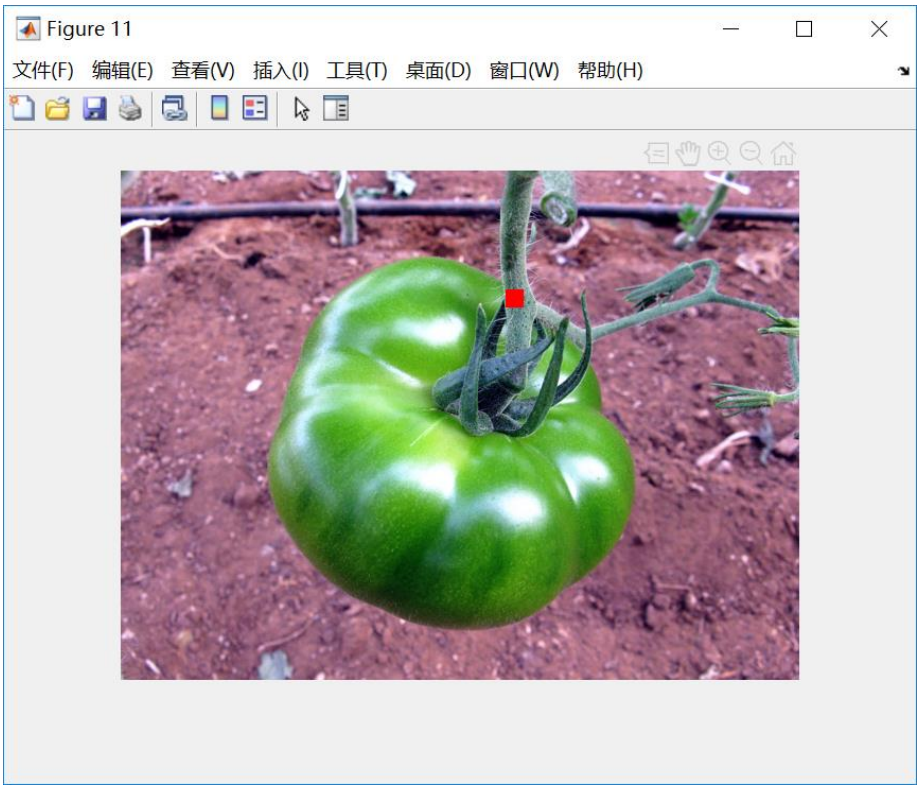
5. 列坐标计算



6. 在二值图上显示切割点



7. 确定切割点



四、讨论

这一实验的重点也是最大的难点在于阈值分割，也就是如何能最好地将图片二值化，把所需要的水果提取出来。由于水果的生长环境导致图片背景较为杂乱，直接利用灰度图像进行阈值分割不太能行得通，效果非常糟糕。而可以看到水果切割这一类待图像有另一个特点，就是水果的颜色往往与背景相差较大。因此将图片转到 HSV 色彩空间进行阈值分割，效果会好很多。

当然，对于一部分水果，比如黄瓜，它的颜色与叶子很相近，对于这类水果就不能采用 HSV 色彩空间进行阈值分割了。

五、心得体会与课程建议

在这门课上学到了一些图像处理的基本算法。其中令我影响很深的有灰度变换、阈值分割、伪彩色变换等。但课程内容毕竟有限，这学期学到的知识需要完整地融合起来，并结合一些其他的处理技术，才能发挥实际的用处。

最开始学的时候我也不是很明白阈值分割究竟有什么意义，似乎阈值分割以后也不知道后续的处理该怎么进行。但是经过这次大作业是实际操作以后，完整地感受到了图像处理的整个过程，我也进一步了解了阈值分割的用处。上完这门课以后，我深深地感受到数字图像处理是一个成体系的完整理论，要说一个单一的算法具体有什么用，可能真的很难说上来。但是将所学的一些基础的算法结合起来，就能写出一些比较有实际应用价值的程序来。

就像这次的大程序，能够自动识别果实切割点，在实际生产中非常实用，但把它拆分开，也不过是阈值分割，ROI 提取，横向和纵向的投影这么几块罢了。

这次课程对我而言还有一大遗憾，刚开始上课的时候没有意识到图像处理算法间的关联性，所有算法实现的程序都是直接用脚本文件写的，没有封装成函数，这也给最后的大作业的完成带来了不少麻烦。

我对于课程也有一些小建议，我记得刚开始老师没有说过建了班群，后来问同学要课件才知道的，可能是因为选这门课的大部分同学都是一个专业的直接建好了群，我是外专业的，完全不知道。建议老师可以在课程开始的时候建一个群把大家拉进去。

附录一：源程序及程序说明
程序说明见注释

```
clc;
clear;
close all;

% 初始化
rgbimg = imread('test.jpg');
% figure;
imshow(rgbimg);
r = rgbimg(:, :, 1);
g = rgbimg(:, :, 2);
b = rgbimg(:, :, 3);

grayimg = rgb2gray(rgbimg);
[row, col] = size(grayimg);%行数和列数

hsvimg = rgb2hsv(rgbimg);
H = hsvimg(:, :, 1);
S = hsvimg(:, :, 2);
V = hsvimg(:, :, 3);
% 初始化

I = H;%提取 H 色彩空间
% hy = fspecial('sobel');%sobel 算子
% hx = hy';
% Iy = imfilter(double(I), hy, 'replicate');%滤波求 y 方向边缘
% Ix = imfilter(double(I), hx, 'replicate');%滤波求 x 方向边缘
% gradmag = sqrt(Ix.^2 + Iy.^2);%求摸

% 阈值分割
% 分别对前景和背景进行标记：使用形态学重建技术对前景对象进行标记，首先使用开操作，开操作之后可以去掉一些很小的目标。
se = strel('disk', 40);%圆形结构元素
% 腐蚀
Io = imopen(I, se);%形态学开操作
Ie = imerode(I, se);%对图像进行腐蚀
Iobr = imreconstruct(Ie, I);%形态学重建
% 膨胀
Ioc = imclose(Io, se);%形态学关操作
Iobrd = imdilate(Iobr, se);%对图像进行膨胀
Iobrcbr = imreconstruct(imcomplement(Iobrd), imcomplement(Iobr));%形态学重建
```

```
Iobrcbr = imcomplement(Iobrcbr);%图像求反
bw = imbinarize(Iobrcbr, graythresh(Iobrcbr));%转化为二值图像
bw = imcomplement(bw);%图像求反
% figure;
imshow(bw) %显示二值图像
title('Thresholded opening-closing by reconstruction')
% 阈值分割

% 求重心
XProject = sum(bw);%二值图在 x 轴的投影
YProject = sum(bw, 2);%二值图在 y 轴的投影
XProjectSum = XProject;
YProjectSum = YProject;
for i = 2 : col
    XProjectSum(i) = XProjectSum(i) + XProjectSum(i-1);
end
for i = 2 : row
    YProjectSum(i) = YProjectSum(i) + YProjectSum(i-1);
end
%画图
XAxis = 1 : col;
YAxis = 1 : row;
figure;
bar(XAxis, XProjectSum);
title('x 轴累积直方图');
figure;
bar(YAxis, YProjectSum);
title('y 轴累积直方图');
% 分别求 x 轴 y 轴重心
XHalf = sum(XProject)/2;%求 x 轴一半
YHalf = sum(YProject)/2;%求 y 轴一半
for i = 2 : col
    if XHalf > XProjectSum(i-1) && XHalf < XProjectSum(i)
        break;
    end
end
XCenter = i;%x 轴中心
for i = 2 : row
    if YHalf > YProjectSum(i-1) && YHalf < YProjectSum(i)
        break;
    end
end
YCenter = i;%y 轴中心
bwCenter = bw;
```

```
bwCenter(YCenter - 5 : YCenter + 5, XCenter - 5 : XCenter + 5) = 0;
figure;
imshow(bwCenter);
% 求重心

% 求半径
for i = XCenter : col
    if bw(YCenter, i) == 0
        break;
    end
end
RXR = i - XCenter;
for i = XCenter : -1 : 1
    if bw(YCenter, i) == 0
        break;
    end
end
RXL = XCenter - i;
R = (RXR + RXL) / 2;
% 求半径

% 根据半径框出 ROI
RecLDown = [floor(YCenter - R / 2), floor(XCenter - R / 2)];%矩形左下角的点为
RecLDown
RecRDown = [floor(YCenter - R / 2), floor(XCenter + R / 2)];%矩形右下角的点为
RecRDown
RecLUp = [floor(YCenter - R / 2 - R), floor(XCenter - R / 2)];%矩形左上角的点为
RECLUp
RecRUp = [floor(YCenter - R / 2 - R), floor(XCenter + R / 2)];%矩形右上角的点为
RecRUp
ROI = bw(RecLUp(1) : RecRDown(1), RecLDown(2) : RecRUp(2));
figure;
imshow(ROI);
% 根据半径框出 ROI

% 对 ROI 进行处理
[ROIrow, ROIcol] = size(ROI);
ROIXProject = sum(ROI);%二值图在 x 轴的投影
ROIYProject = sum(ROI, 2);%二值图在 y 轴的投影
ROIXProjectSum = ROIXProject;
ROIYProjectSum = ROIYProject;
for i = 2 : ROIcol
    ROIXProjectSum(i) = ROIXProjectSum(i) + ROIXProjectSum(i-1);
end
```

```
for i = 2 : ROIrow
    ROIYProjectSum(i) = ROIYProjectSum(i) + ROIYProjectSum(i-1);
end
% 画图
ROIXAxis = 1 : ROIcol;
ROIYAxis = 1 : ROIrow;
figure;
bar(ROIXAxis, ROIXProject);
title('ROI 的 x 轴直方图');
figure;
bar(ROIYAxis, ROIYProject);
title('ROI 的 y 轴直方图');
% 分块
XStep = floor(ROIcol / 10);%x 轴每块的大小
YStep = floor(ROIrow / 10);%y 轴每块的大小
%初始化 xy 轴每一块的值
XBlock = zeros(1, 10);
YBlock = zeros(1, 10);
for i = 1 : 10
    if i == 1
        XBlock(1) = ROIXProjectSum(XStep * i);
        YBlock(1) = ROIYProjectSum(YStep * i);
        continue;
    end
    if i == 10
        XBlock(10) = ROIXProjectSum(ROIcol) - ROIXProjectSum(XStep * 9);
        YBlock(10) = ROIYProjectSum(ROIrow) - ROIYProjectSum(YStep * 9);
        break;
    end
    XBlock(i) = ROIXProjectSum(XStep * i) - ROIXProjectSum(XStep * (i - 1));%计算 x
轴每一块的值
    YBlock(i) = ROIYProjectSum(YStep * i) - ROIYProjectSum(YStep * (i - 1));%计算 y
轴每一块的值
end
% 画图
ROIXAxis = 1 : 10;
ROIYAxis = 1 : 10;
figure;
bar(ROIXAxis, XBlock);
title('ROI 分块后的 x 轴直方图');
figure;
bar(ROIYAxis, YBlock);
title('ROI 分块后的 y 轴直方图');
% 确定最终的切割点
```

```
[ROIXMax, ROIXPlace] = max(XBlock);%确定切割位置的 x 轴坐标
i = 10;%初始化 i
if YBlock(10) == ROIcol * (ROIrow - 9 * YStep)
    for i = 9 : -1 : 1
        if YBlock(i) ~= ROIcol * YStep
            break;
        end
    end
end
ROIYPlace = i - 1;
% 对 ROI 进行处理

% 转换到原坐标下并作图
XPlaceL = (ROIXPlace - 1) * XStep + RecLDown(2) - 1;
XPlaceR = ROIXPlace * XStep + RecLDown(2) - 1;
YPlaceU = (ROIYPlace - 1) * YStep + RecLUp(1) - 1;
YPlaceD = ROIYPlace * YStep + RecLUp(1) - 1;
FinalImg = bw;
FinalImg(YPlaceU : YPlaceD, XPlaceL : XPlaceR) = 0;
figure;
imshow(FinalImg);
figure;
Finalrgbimg = rgbimg;
Finalrgbimg(YPlaceU : YPlaceD, XPlaceL : XPlaceR, 1) = 256;
Finalrgbimg(YPlaceU : YPlaceD, XPlaceL : XPlaceR, 2 : 3) = 1;
imshow(Finalrgbimg);
% 转换到原坐标下并作图

% 显示去除背景后的原图
% bww=im2uint8(bw)/255;
% rgbimg(:, :, 1)=bww.*rgbimg(:, :, 1);
% rgbimg(:, :, 2)=bww.*rgbimg(:, :, 2);
% rgbimg(:, :, 3)=bww.*rgbimg(:, :, 3);
% figure;
% imshow(rgbimg);
```

参考文献：

无