



北京交通大学

图像处理与机器学习

Digital Image Processing and Machine Learning

主讲人：黄琳琳

电子信息工程学院



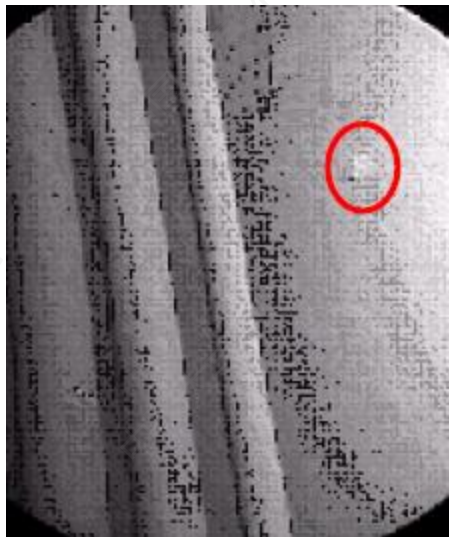
第四章 图像分割

- ◆ 引言
- ◆ 基于阈值的方法
- ◆ 基于边缘的方法
- ◆ 基于区域的方法



图像分割

点检测





图像分割

➤ 点检测

-- 点检测模板

图像中孤立的点对于该模板有**较大响应**

对于图像中的点， $|R| > T$

则该点被认为是孤立点， **T** 为阈值

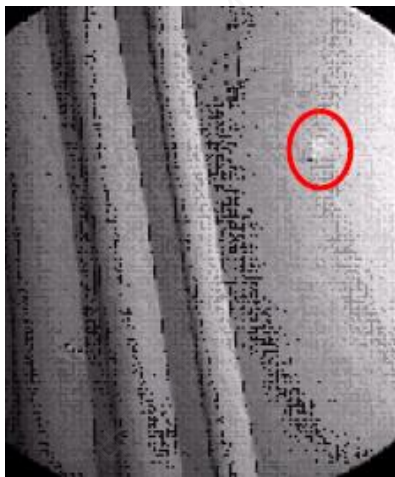
-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

点检测模板 R



图像分割

点检测



原图



点检测结果

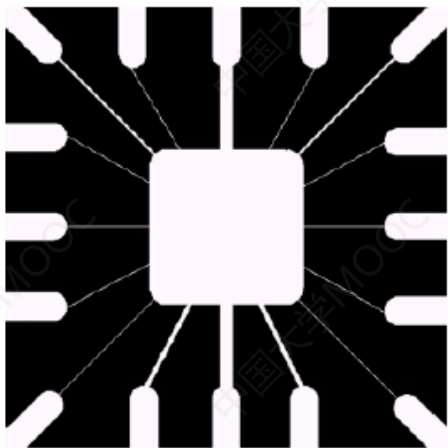


阈值法二值化



图像分割

➤ 线检测





图像分割

➤ 线检测

用 R_1, R_2, R_3, R_4 分别四个方向线检测模板

对于图像中的点, $|R_i| > |R_j|, i \neq j$

则该点被认为与在模板 i 方向上的线更相关

-1	-1	-1
2	2	2
-1	-1	-1

-1	-1	2
-1	2	-1
2	-1	-1

-1	2	-1
-1	2	-1
-1	2	-1

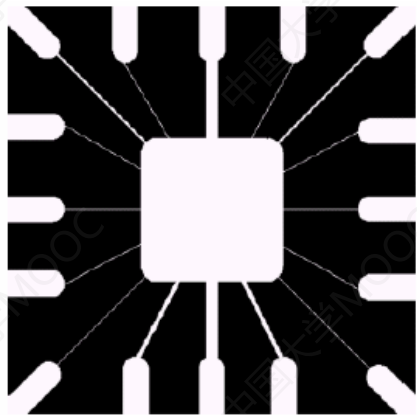
2	-1	-1
-1	2	-1
-1	-1	2

图像中灰度恒定的区域, 对上述4个模板的响应为零



图像分割

➤ 线检测



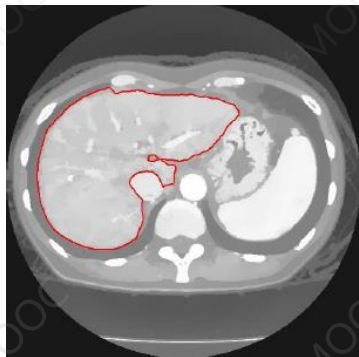
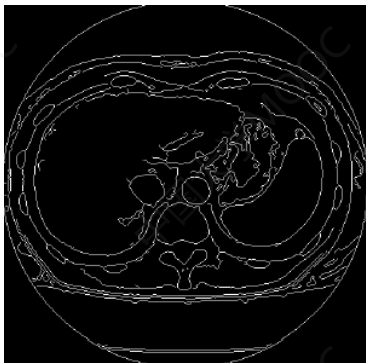
-45度线模板

阈值法二值化





图像分割



边缘信息

边缘检测



图像分割

➤ 图像边缘

- 图像中一组**相连**的像素集合
- 这些像素位于两个**区域边界**



➤ 边缘提取

- 一阶或二阶**导数**
- 图像**高通**滤波器





图像分割

➤ 图像微分运算

-- 计算梯度

图像函数 $f(x,y)$ 在像素 (x,y) 的梯度为一个向量:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x & G_y \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}^T$$

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x+1, y) - f(x, y)$$

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y+1) - f(x, y)$$



图像分割

图像函数 $f(x,y)$ 在像素 (x,y) 的梯度为一个向量:

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x & G_y \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} & \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}^T$$

$$\frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = f(x+1, y) - f(x, y) \quad \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = f(x, y+1) - f(x, y)$$

- ✓ 平坦区（灰度不变区域）差分值为零
- ✓ 边缘（灰度变化区域）差分值为非零



图像分割

➤ 一阶算子

Robert算子

-1	0	0	-1
0	1	1	0

Prewitt 算子

-1	0	1	-1	-1	-1
-1	0	1	0	0	0
-1	0	1	1	1	1

Sobel 算子

-1	0	1	-1	-2	-1
-2	0	2	0	0	0
-1	0	1	1	2	1

➤ 二阶算子

Laplace算子

0	-1	0	-1	-1	-1
-1	4	-1	-1	8	-1
0	-1	0	-1	-1	-1



图像分割

➤ 边缘提取算子

- 检测精度：边缘算子应该只对真正的**边缘有响应**
- 定位精度：检测边缘与真边缘像素**距离**应尽可能小
- 单边响应：在**单边存在**的地方，结果不应出现多边

1986年学者 John F. Canny 提出了一种多级边缘检测方法
简称为 “Canny” 算子



图像分割

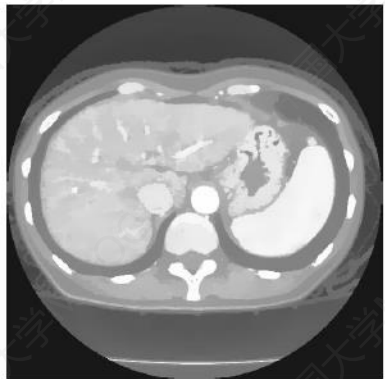
➤ Canny算子

1. 降低噪声： **高斯低通滤波**，平滑图像
2. 计算梯度：采用4个方向检测算子**提取梯度**
3. 非极大值抑制：沿着梯度方向寻找**局部最大值**
4. 边缘跟踪：采用**双阈值**检测和跟踪边缘



图像分割

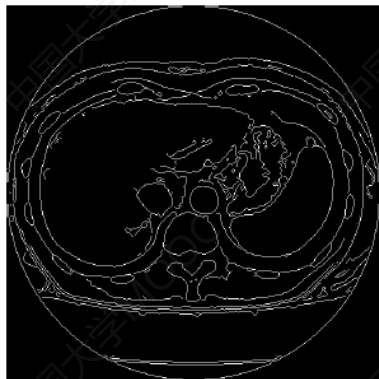
➤ 基于边缘提取的腹部CT图像肝脏区域分割



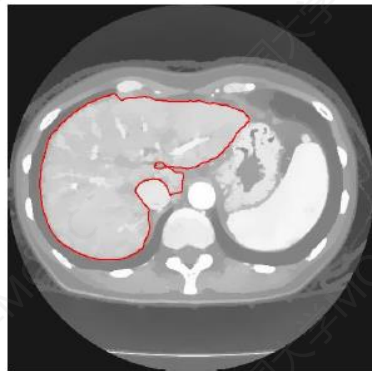
原图



Sobel 算子



Canny 算子



分割结果



谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事和同行的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！