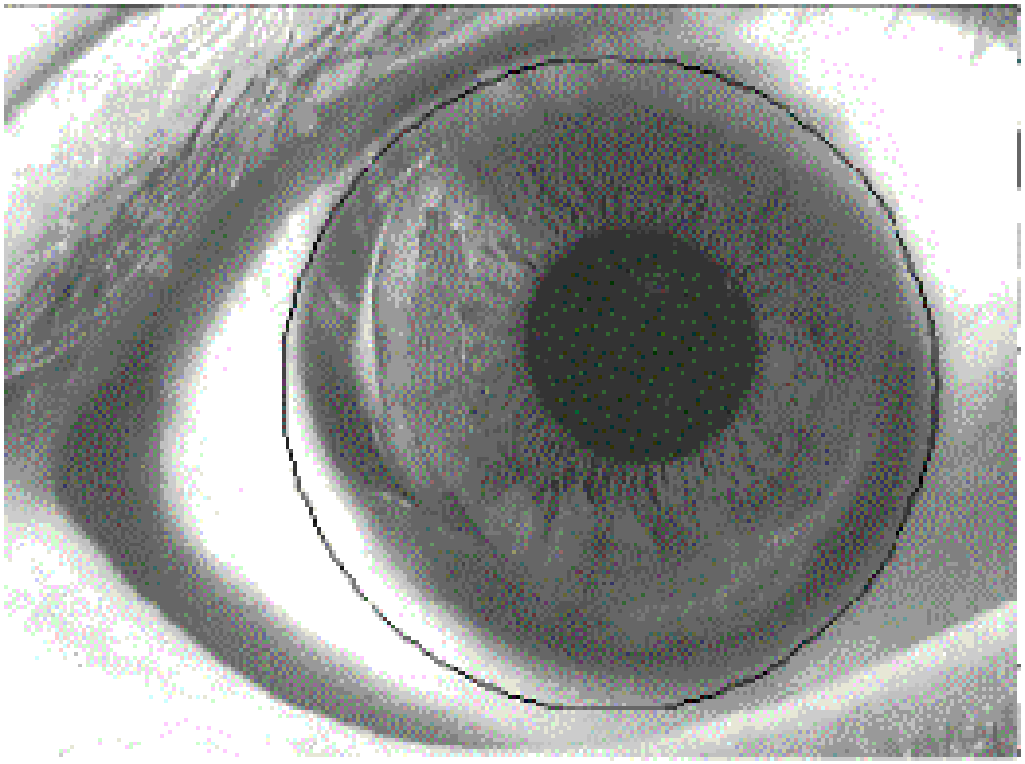
第5章 图像分割

图像分割实例：虹膜定位



主要内容

5.1 间断检测

5.2 边沿连接和边界检测

5.3 门限处理

5.4 基于区域的分割

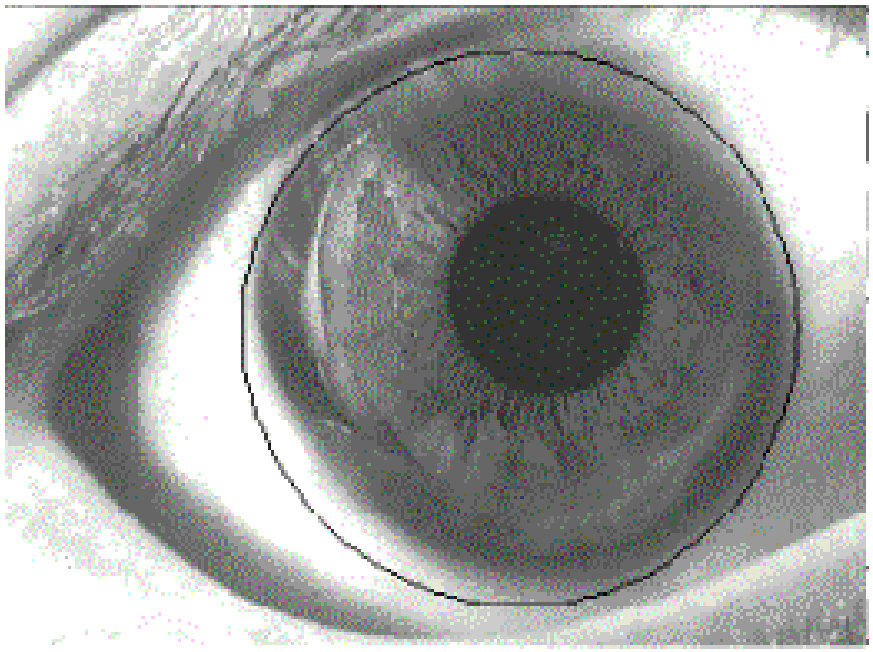
5.5 基于形态学分水岭的分割 （自学）

概念

1、图像分割是指将图像划分为它的子区域或对象的过程。

2、有选择性地定位感爱好对象在图像中的位置和范围。

虹膜定位



原理

1、基于灰度的不连续性。（区域之间）

2、基于灰度的相同性。（区域内部）

3、同步使用灰度不连续性和灰度相同性。

5.1 间断检测

w_1	w_2	w_3
w_4	w_5	w_6
w_7	w_8	w_9

1 点检测

（1）原理

用空域的高通滤波器来检测孤立点。

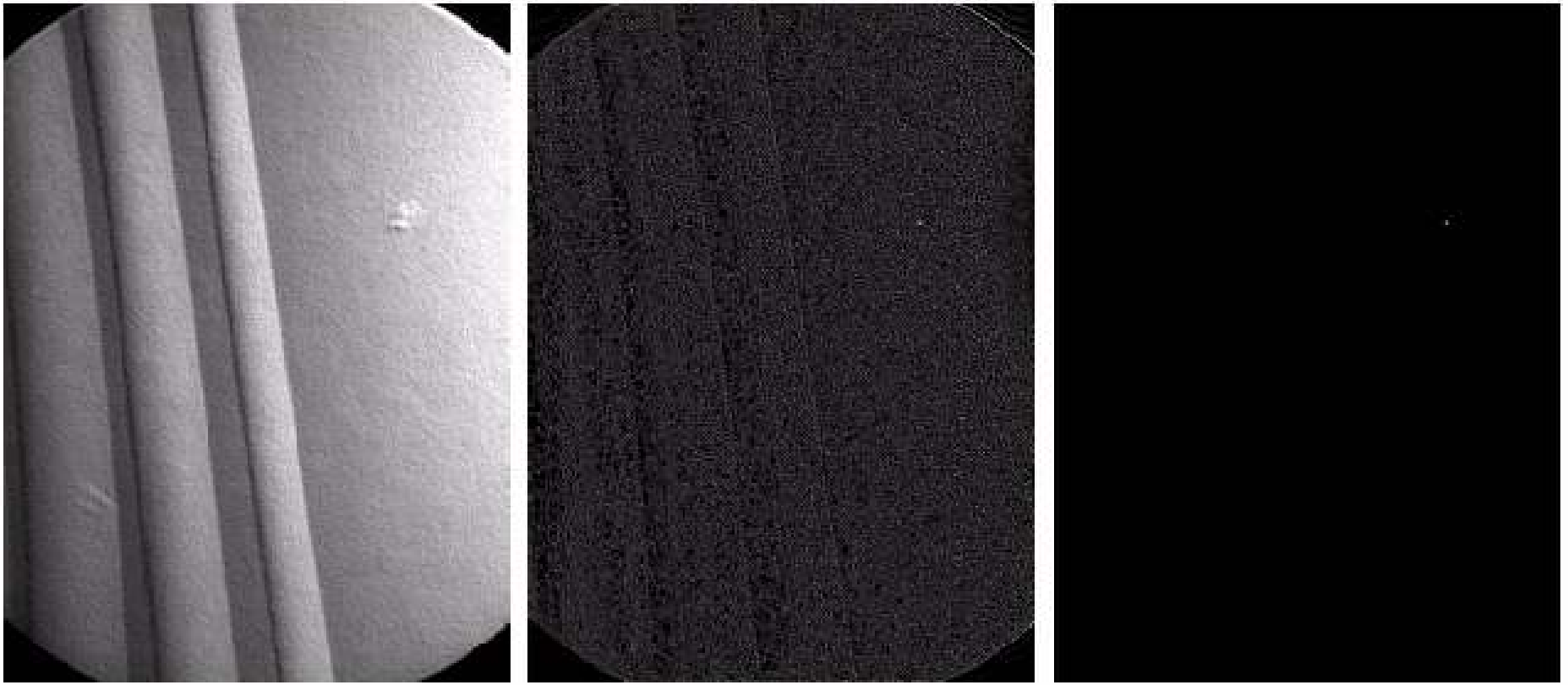
$$R = \sum_{i=1}^{i=9} w_i z_i$$

$$|R| \geq T$$

-1	-1	-2	-1	-1
-1	8	12	-2	-1
-1	-1	-2	-1	-1

与前面学过的滤波器有什么区别？

（2）实例



（3）MATLAB实现

点检测模板w：

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

检测措施：

g=abs(imfilter(double(f), w))>=T

示例

```
f=imread('moon.tif');
w=[-1 -1 -1; -1 8 -1; -1 -1 -1];
g=abs(imfilter(double(f), w));
T=max(g(:));
T=T*0.9;
g=g>=T;
imshow(f); figure, imshow(g);
```

2 线检测

（1）原理

模板检测。

−1	−1	−1
2	2	2
−1	−1	−1

Horizontal

−1	−1	2
1	2	1
2	−1	−1

+45°

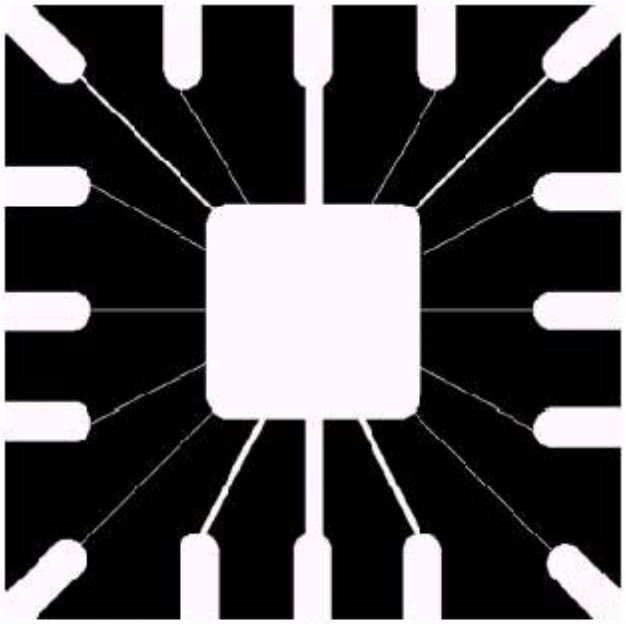
−1	2	−1
1	2	1
−1	2	−1

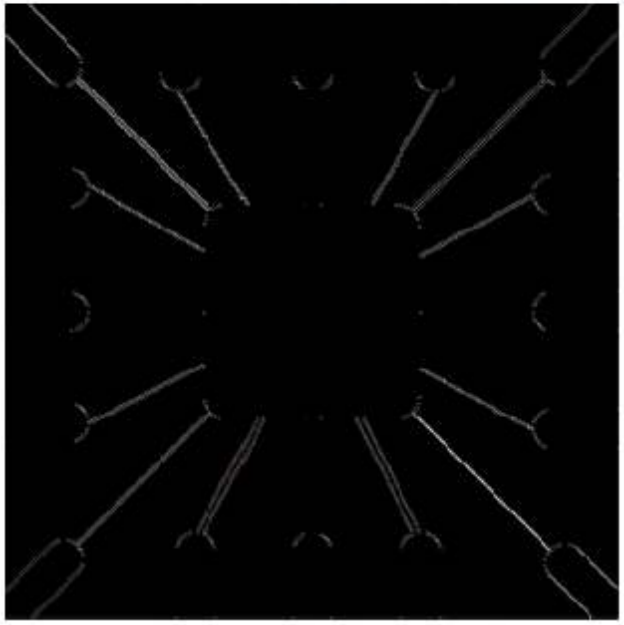
Vertical

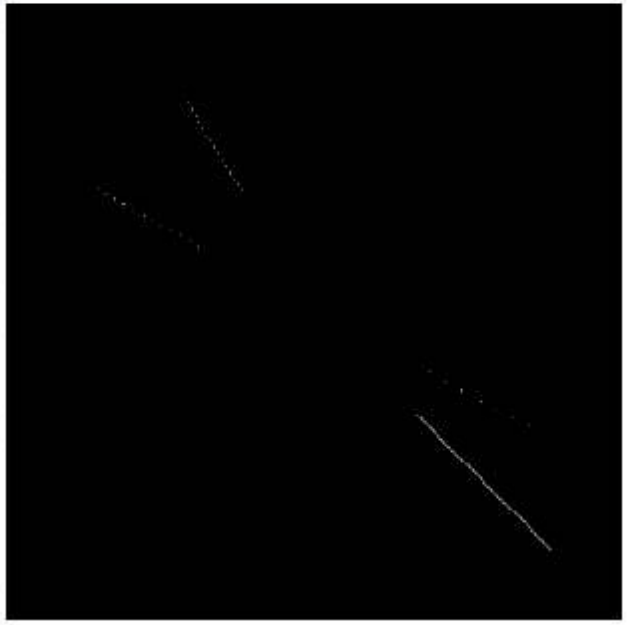
2	−1	−1
1	2	1
−1	−1	2

−45°

（2）实例







a
b c

FIGURE 10.4
Illustration of line detection.
(a) Binary wire-bond mask.
(b) Absolute value of result after processing with −45° line detector.
(c) Result of thresholding image (b).

（3）MATLAB实现

水平模板、+45度模板、垂直模板、-45度模板。

-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

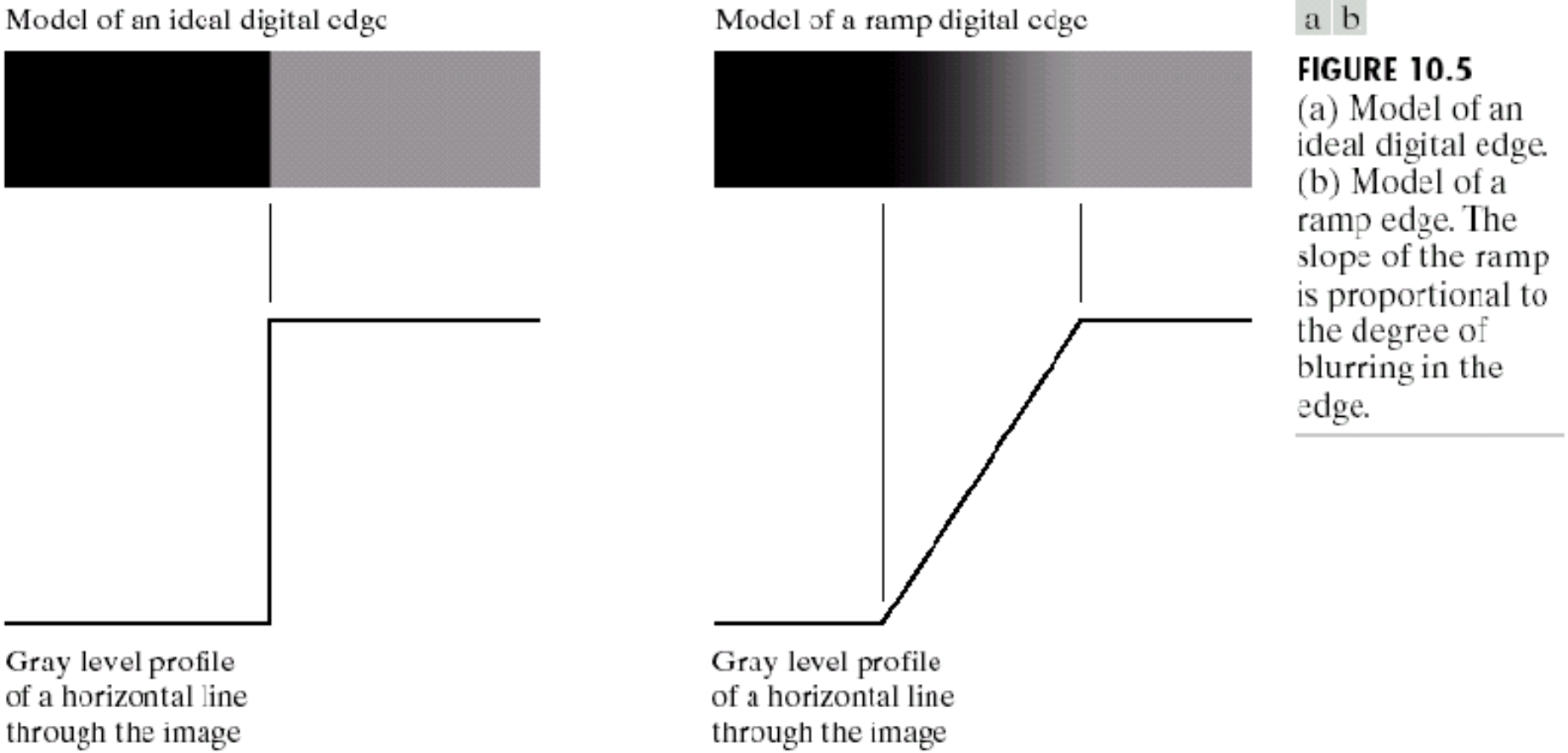
示例

```
f=imread('wirebond_mask.tif');
imshow(f);
w=[2 -1 -1; -1 2 -1; -1 -1 2];
g=abs(imfilter(double(f), w));
figure,imshow(g);
```

3 边沿检测

（1）基础

A、两种边沿模型



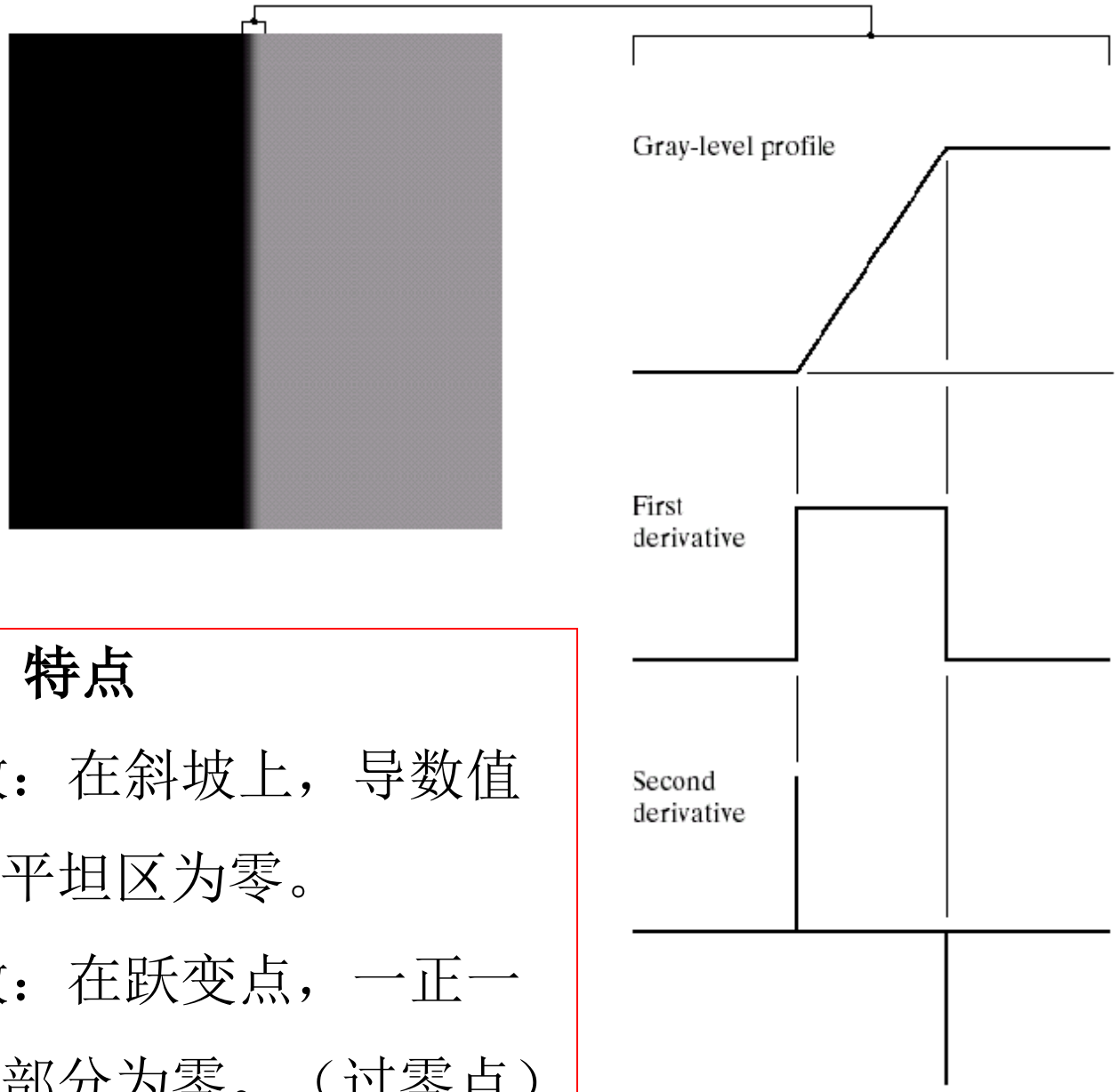
a b

FIGURE 10.5
(a) Model of an ideal digital edge. (b) Model of a ramp edge. The slope of the ramp is proportional to the degree of blurring in the edge.

B、一阶导数和二阶导数

a b

FIGURE 10.6
(a) Two regions separated by a vertical edge. (b) Detail near the edge, showing a gray-level profile, and the first and second derivatives of the profile.

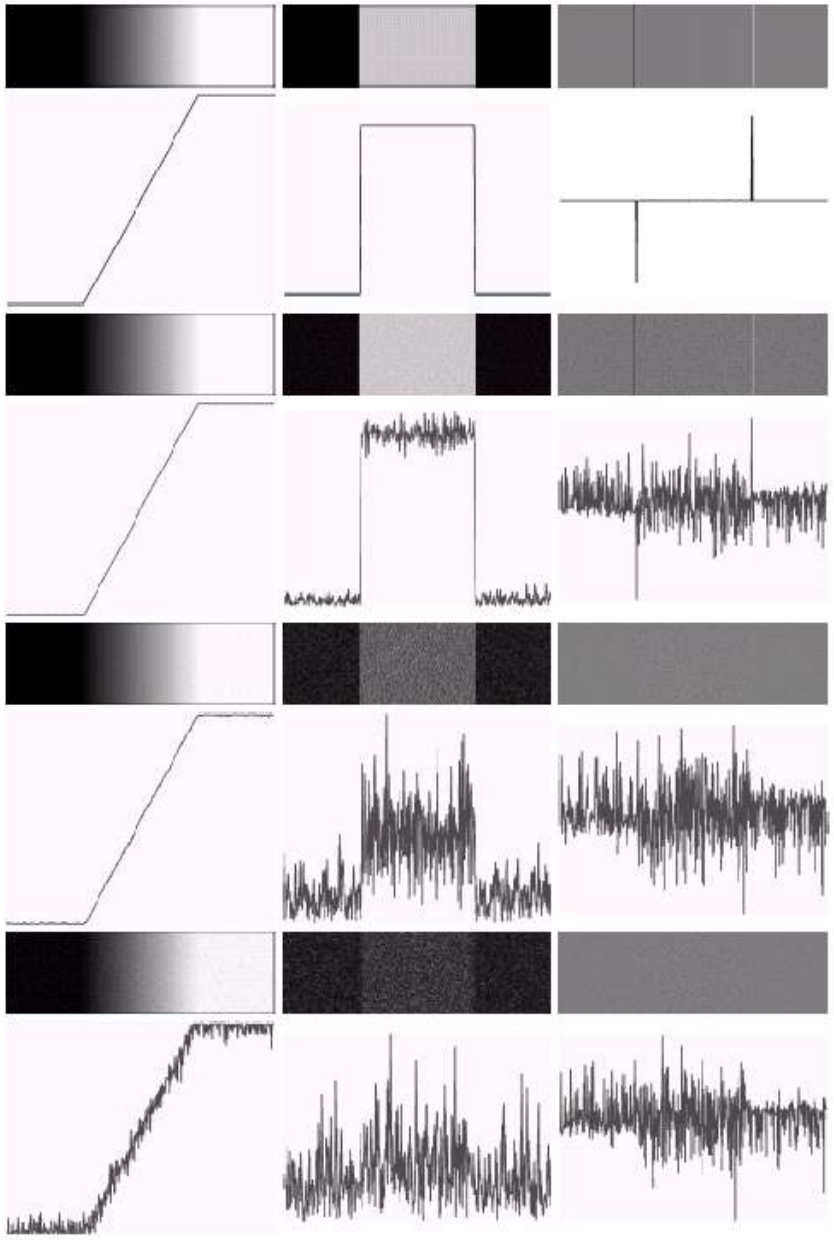


特点

1、一阶导数：在斜坡上，导数值为正，在平坦区为零。

2、二阶导数：在跃变点，一正一负，其他部分为零。（过零点）

C、噪声对一阶导数和二阶导数的影响



噪声对一阶和二阶导数都有影响，尤其对二阶导数影响较大，所以，在检测边沿前应该考虑平滑处理。

（2）梯度算子

A、梯度算子

$$\nabla f = \begin{bmatrix} G_x \\ G_y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dfrac{\partial f}{\partial x} \\ \dfrac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

$$mag(\nabla f) = \left[G_x^2 + G_y^2\right]^{\frac{1}{2}} = \left[(\frac{\partial f}{\partial x})^2 + (\frac{\partial f}{\partial y})^2 \right] G^{\frac{1}{2}}$$

$$\approx |G_x| + |G_y|$$

$$a(x,y) = \arctan(\frac{G_y}{G_x})$$

B、多种梯度模板

−1	0		0	−1	
0	1		1	0	

Roberts

−1	−1	−1		−1	0	1		
0	0	0		−1	0	1		
1	1	1		−1	0	1		

Prewitt

−1	−2	−1		−1	0	1		
0	0	0		−2	0	2		
1	2	1		−1	0	1		

Sobel

0	1	1		−1	−1	0		
−1	0	1		−1	0	1		
−1	−1	0		0	1	1		

Prewitt

0	1	2		−2	−1	0		
−1	0	1		−1	0	1		
−2	−1	0		0	1	2		

Sobel

C、实例

a b
c d

FIGURE 10.10
(a) Original image. (b) $|G_x|$, component of the gradient in the x-direction. (c) $|G_y|$, component in the y-direction. (d) Gradient image, $|G_x| + |G_y|$.

思索题：为何图像的梯度只需要计算x和y方向的梯度？

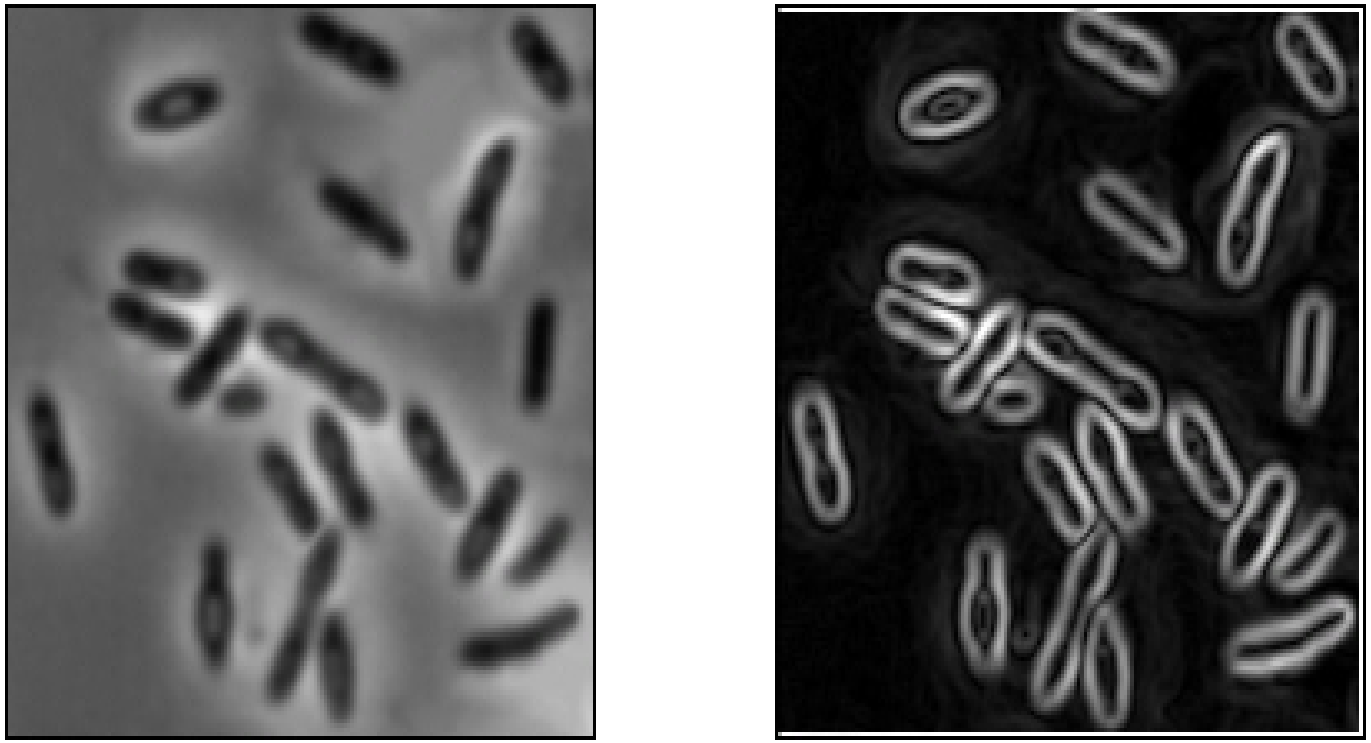


图5-10

用Prewitt算子进行边沿检测的成果

用Sobel算子进行边沿检测旳成果

（3）拉普拉斯算子

A、拉普拉斯算子

$$\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

$$\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial x^2} = f(x+1,y) + f(x-1,y) - 2f(x,y)$$

$$\frac{\partial^2 f(x,y)}{\partial y^2} = f(x,y+1) + f(x,y-1) - 2f(x,y)$$

$$\nabla^2 f = \left[f(x+1,y) + f(x-1,y) + f(x,y+1) + f(x,y-1)\right] - 4f(x,y)$$

0	1	0
1	−4	1
0	1	0

1	1	1
1	−8	1
1	1	1

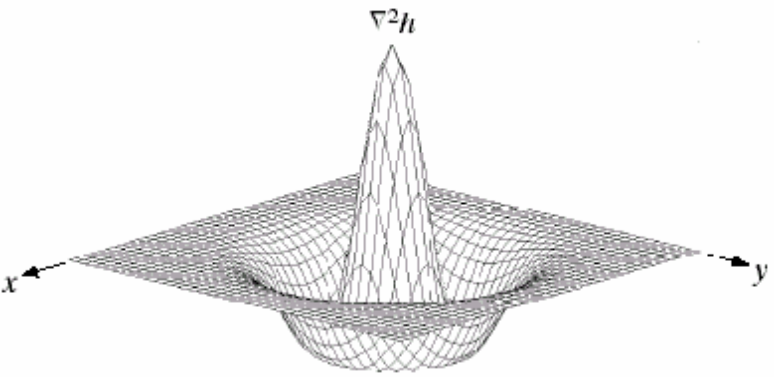
0	−1	0
−1	4	−1
0	−1	0

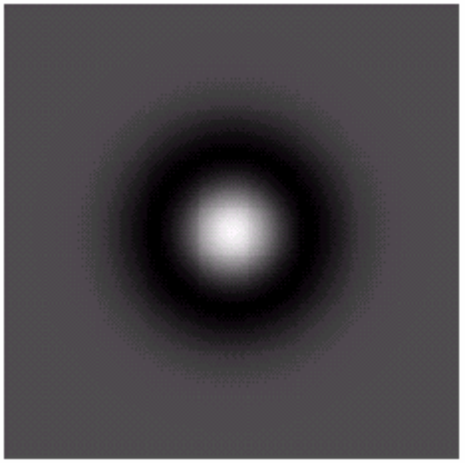
−1	−1	−1
−1	8	−1
−1	−1	−1

B 、LoG算子

$$h(r) = -e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}$$

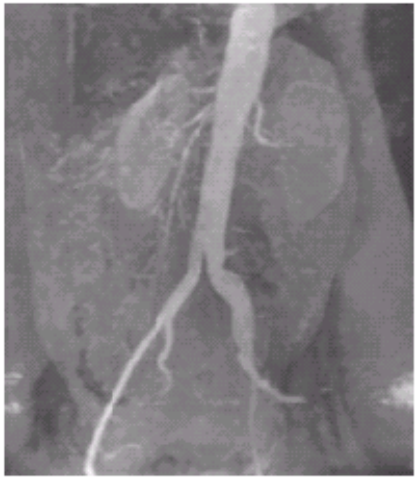
$$\nabla^2 h(r) = -\left[\frac{r^2 - \sigma^2}{\sigma^4}\right] e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}$$



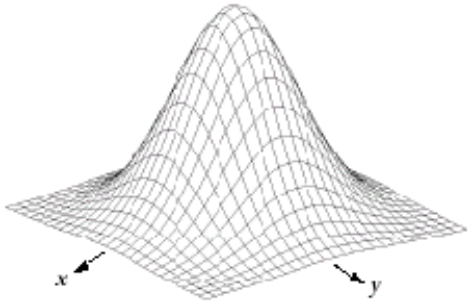


0	0	−1	0	0
0	−1	−2	−1	0
−1	−2	16	−2	−1
0	−1	−2	−1	0
0	0	−1	0	0

为何在Laplacian算子旳基础上引入LoG算子？



零交叉求边沿



−1	−1	−1
−1	8	−1
−1	−1	−1

（4）MATLAB实现

语法：[g,t]=edge(f, ‘method’, parameter)

阐明：g是一种逻辑数组，其值为：在f中检测到边沿的位置为1，其他位置为零；t是edge是用的阈值；method为边沿监测器措施，可选为： ‘sobel’, ‘prewit’, ‘roberts’, ‘log’(LoG), ‘zerocoss’, ‘canny’等；parameter包括两部分：T为指定的阈值，第二部分为dir（检测边沿的首选方向： ‘horizontal’, ‘vertical’, ‘both’），或sigma（原则方差），或H（指定的滤波函数）。

示例：

```
f=imread(‘rice.tif’);
imshow(f);
[gsobel,t]=edge(f, ‘sobel’);
figure, imshow(gsobel);
[glog,t]=edge(f, ‘log’);
figure, imshow(glog);
[gcanny,t]=edge(f, ‘canny’);
figure, imshow(gcanny);
```

5.2 边沿连接和边界检测

1 基于局部处理的边沿点连接

分析图像中每个点(x,y)的小邻域（如3*3或5*5）内像素的特点，将满足相同性准则的点连接起来，形成边沿。

$$\left|\nabla f(x,y)-\nabla f(x_0,y_0)\right|\le E$$

$$\left|a(x,y)-a(x_0,y_0)\right|\le A$$

a b
c d

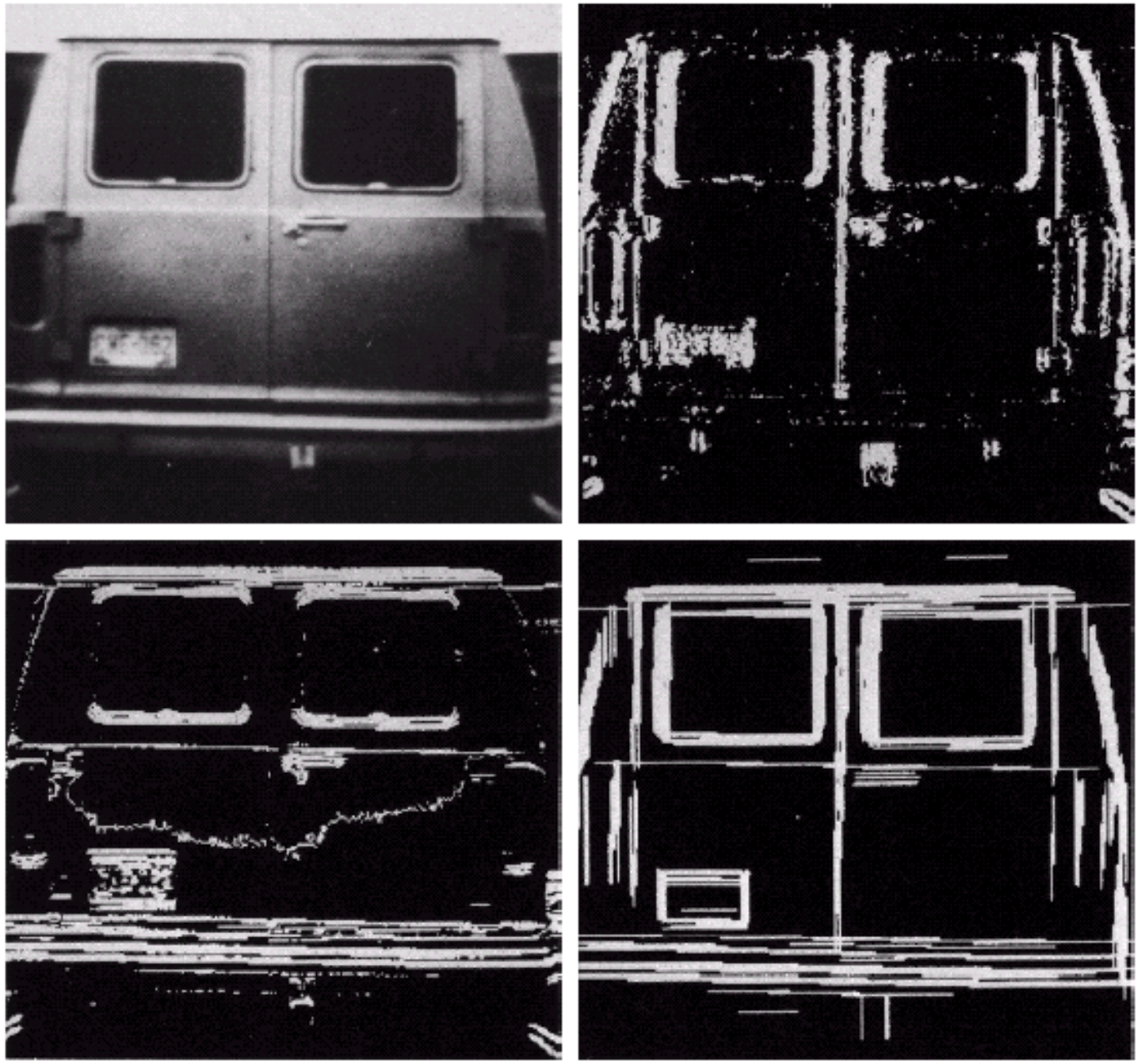
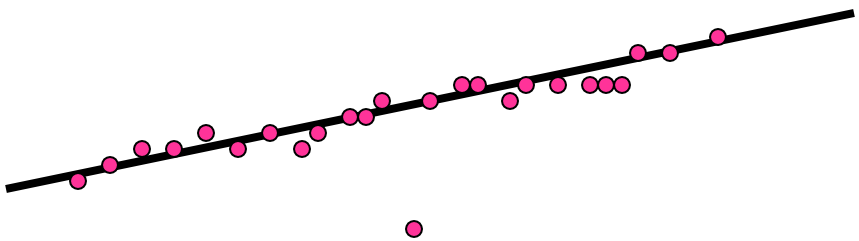


FIGURE 10.16
(a) Input image. (b) G_y component of the gradient. (c) G_x component of the gradient. (d) Result of edge linking. (Courtesy of Perceptics Corporation.)

2 经过Hough变换进行整体处理

（1）问题的提出

在找出边界点集之后，需要连接，形成完整的边界图形描述。

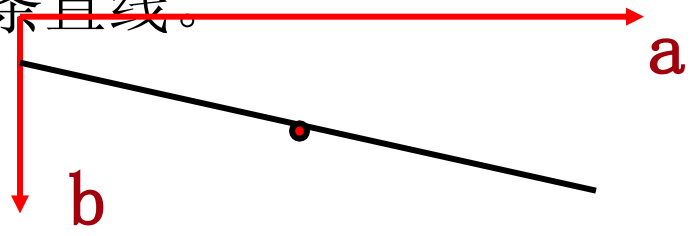


（2）Hough变换检测直线的基本思想

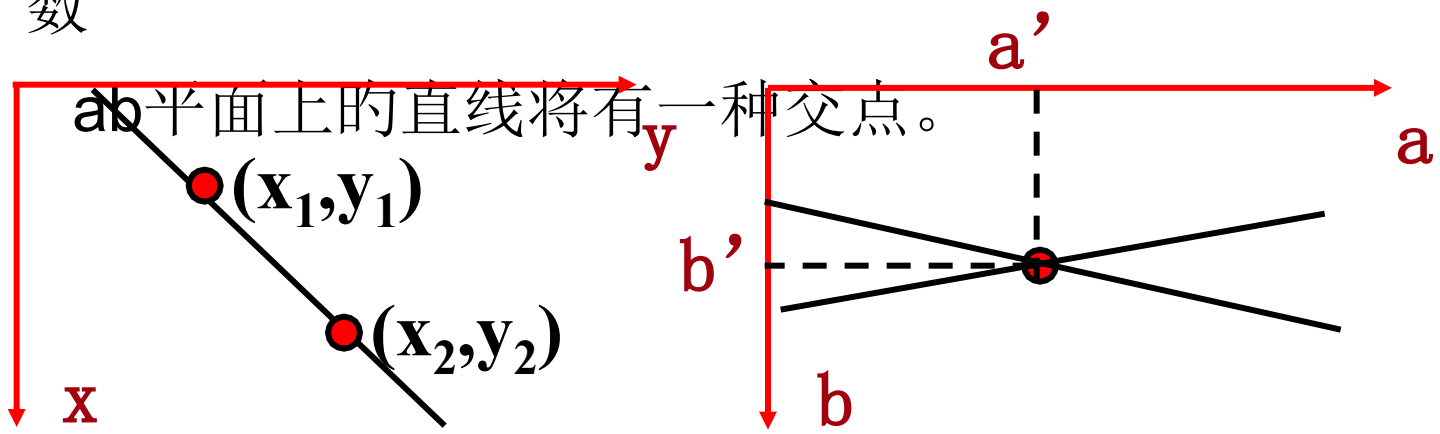
对于边界上的n个点的点集，找出共线的点集和直线方程。设任意两点的直线方程：y = ax + b，构造一种参数a，b的平面。

A、xy平面上的任意一条直线y = ax + b，相应在参数ab平面上都有一种点。

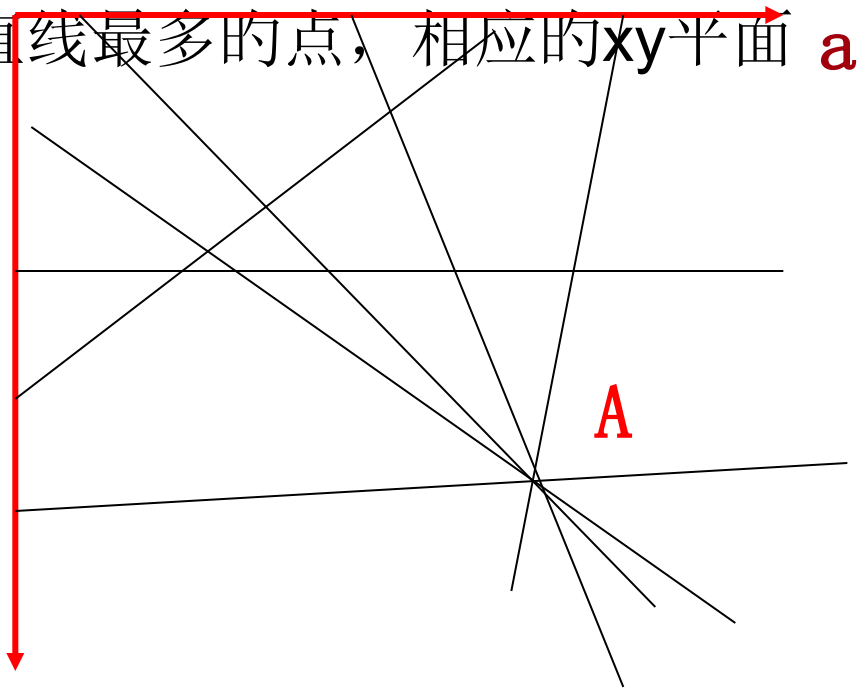
B、过xy平面一种点(x,y)的全部直线，构成参数ab平面上的一条直线。



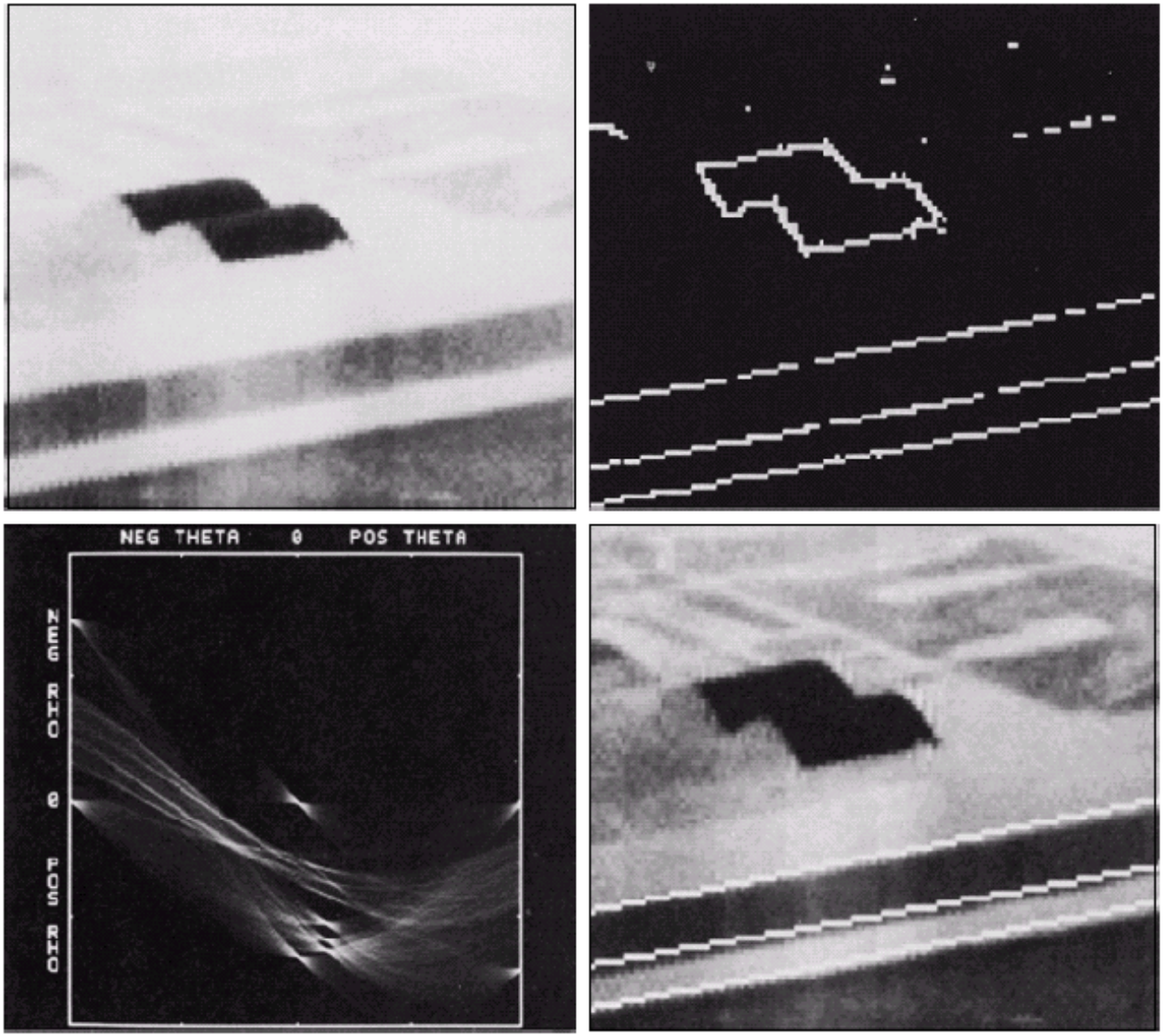
C、假如点(x_1,y_1)与点(x_2,y_2)共线，那么这两点在参数



D、在参数ab平面上相交直线最多的点，相应的xy平面上的直线就是我们的解



（3）实例



a b
c d

FIGURE 10.21
(a) Infrared image.
(b) Thresholded gradient image.
(c) Hough transform.
(d) Linked pixels.
(Courtesy of Mr. D. R. Cate, Texas Instruments, Inc.)