



# 数字图像处理 Digital Image Processing

## 灰度图像分割及处理 Gray Image Segmentation and Processing





# 灰度图像分割及处理

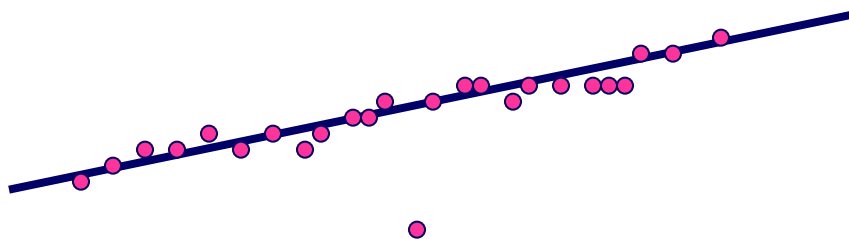
1. 边缘检测
2. Hough变换
3. 边界特征表达及描述
4. 阈值图像分割
5. 基于区域的分割
6. 数学形态学
7. 灰度图像分割应用





## ◆ 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。



## ◆ 基本原理

利用点与线的对偶性，将图像空间的线条变为参数空间的点，从而检测图像中是否存在给定性质的线条。

### 直线的检测

设原始图像空间为 $(x, y)$ ，则直线的方程可表为：

$$y = u x + v$$

其中  $u$  为斜率， $v$  为截距

考虑变换的参数空间 $(u, v)$ ，直线上任意点 $P_i(x_i, y_i)$ ，

在参数空间内满足  $y_i = u x_i + v$

即：

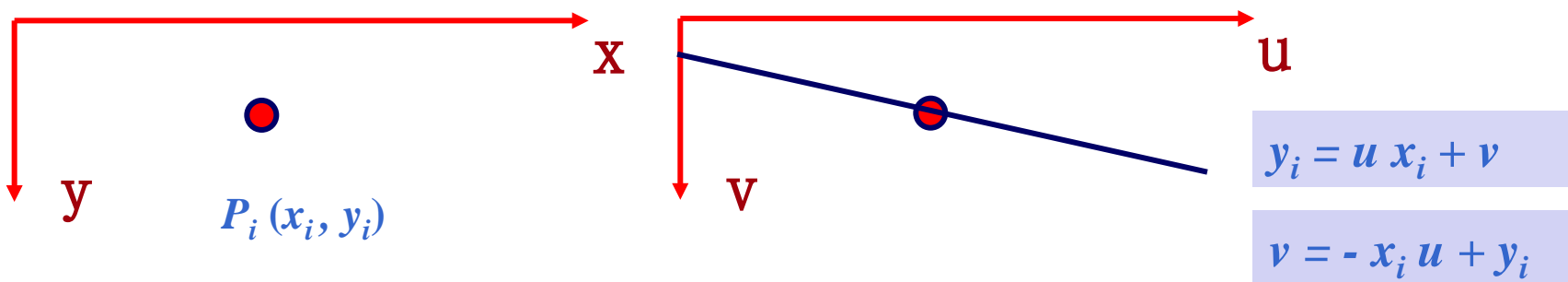
$$v = -x_i u + y_i$$

因此点  $P_i$  对应了参数空间内的一条直线。

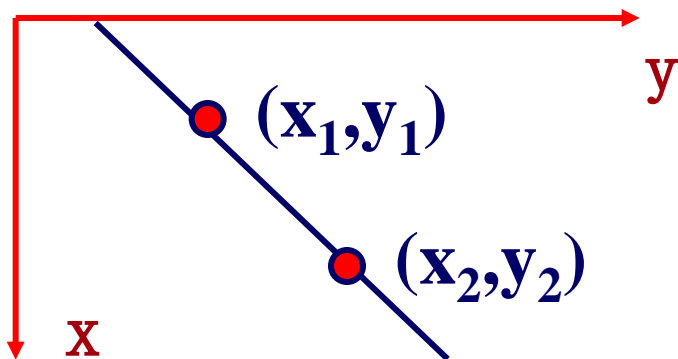




图像空间内的一点  $P_i(x_i, y_i)$ ，对应参数空间内的一条直线。

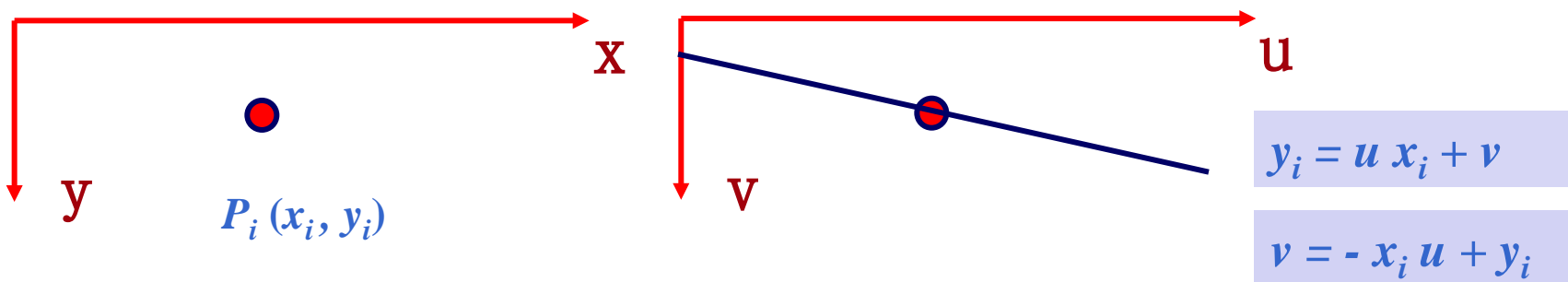


如果点  $(x_1, y_1)$  与点  $(x_2, y_2)$  共线，那么这两点在参数  $uv$  平面上的直线将……

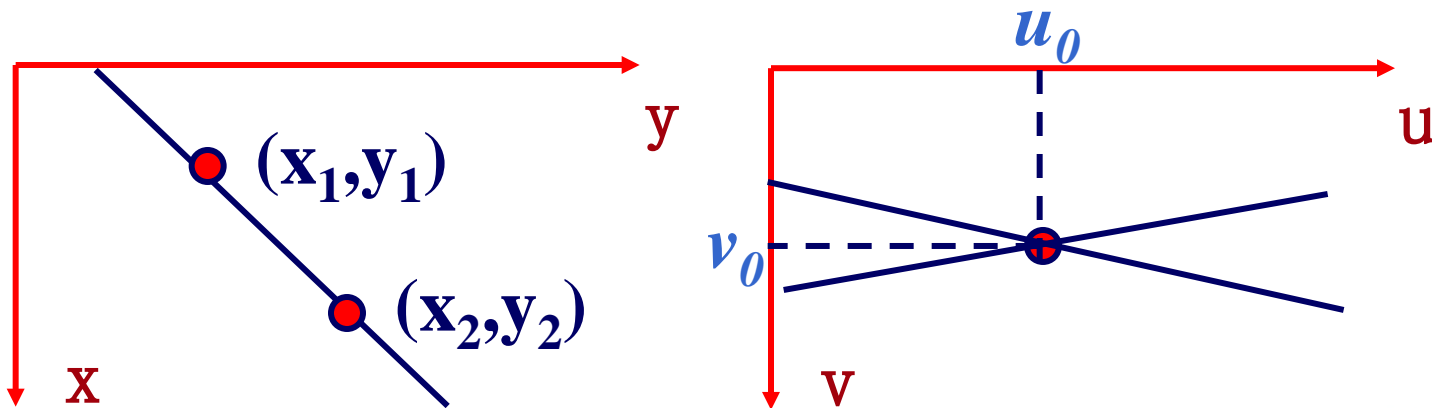




图像空间内的一点  $P_i(x_i, y_i)$ ，对应参数空间内的一条直线。



如果点  $(x_1, y_1)$  与点  $(x_2, y_2)$  共线，那么这两点在参数  $uv$  平面上的直线将有一个交点  $(u_0, v_0)$

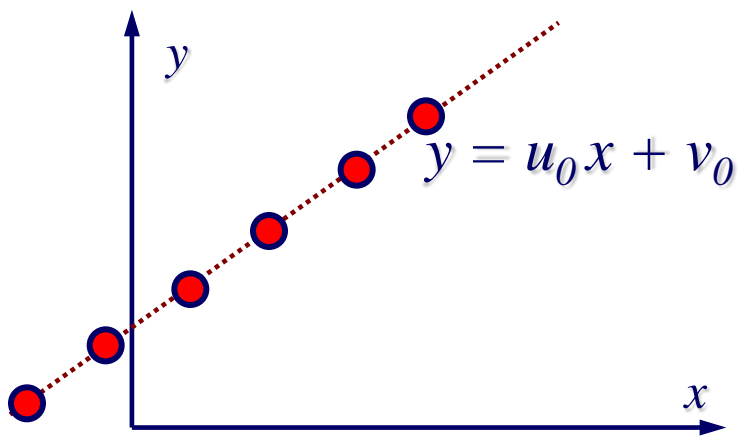




于是，图像空间内共直线的一系列点

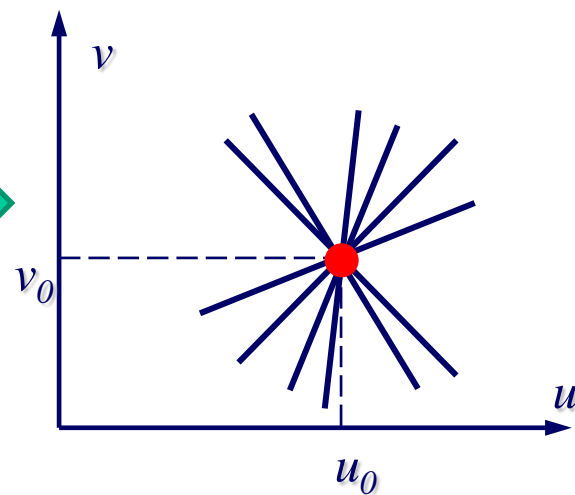
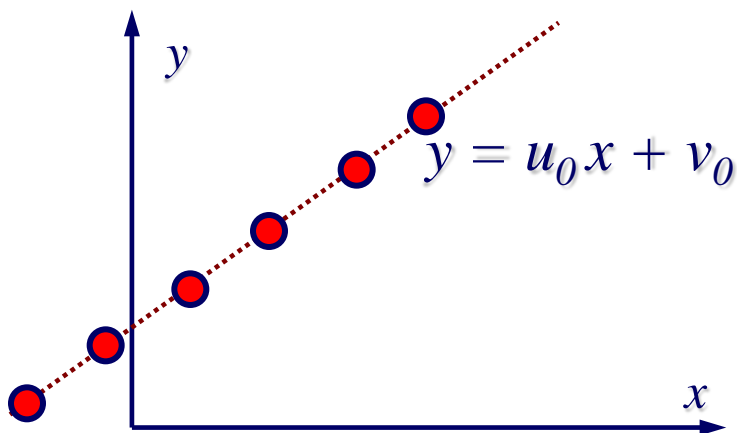


对应参数空间内一族直线



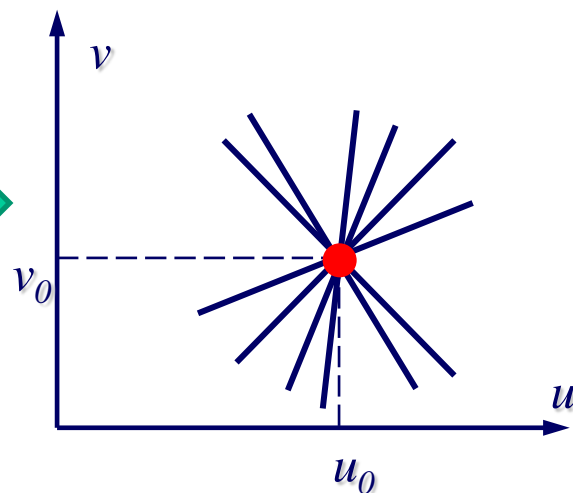
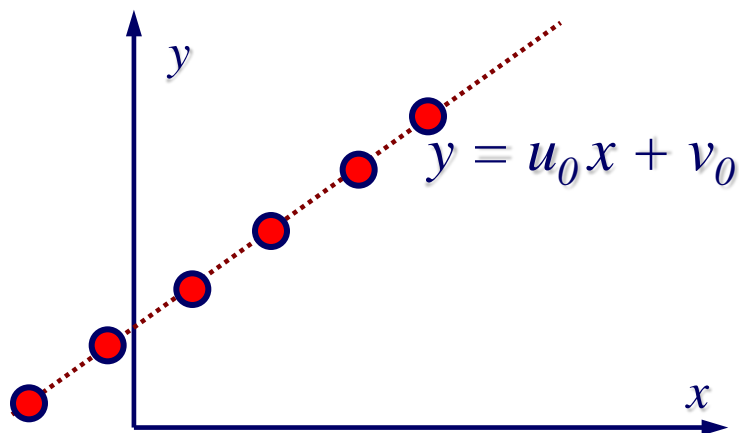


于是，图像空间内共直线的一系列点  对应参数空间内一族直线

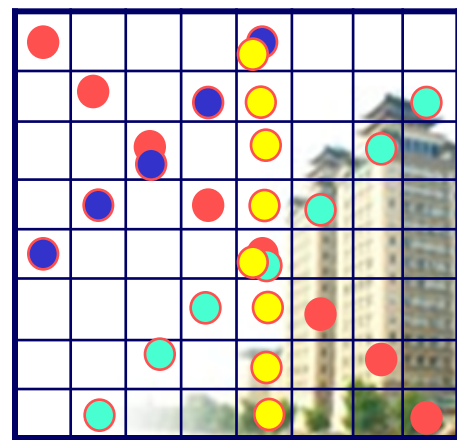




于是，图像空间内共直线的一系列的点  对应参数空间内一族直线



因此，在参数空间内所有过同一点的直线，对应图像空间内共线的点。若图像空间内有共线的点（实线或虚线），必然在参数空间内形成过同一点的直线族，通过累加，检测峰点，即可以知道是否有所检测的线条。





## ◆ 算法描述：

1. 在参数空间 $(u, v)$ 内建立二维数组  $A(u, v)$ ;
2. 在开始时将数组置零
3. 对图像空间的每一个待检测点 $(x_i, y_i)$ ，令  $u$  取遍所有可能的取值，并计算对应的  $v$ 。

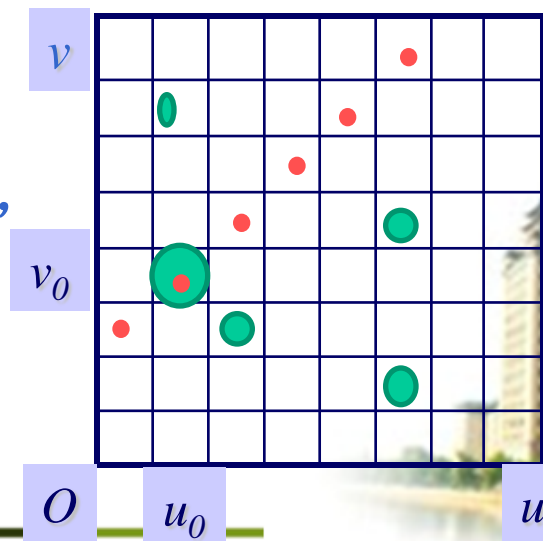
$$v = -x_i u + y_i$$

4. 对计算得到的 $(u, v)$ ，对 $A(u, v)$ 中相应单元进行累加：

$$A(u, v) = A(u, v) + 1$$

5. 根据  $A(u, v)$  的值，确定有多少点是共线的，同时可以知道线条的参数  $(u, v)$ 。

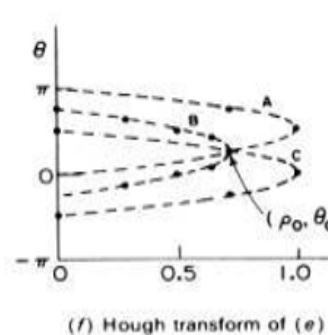
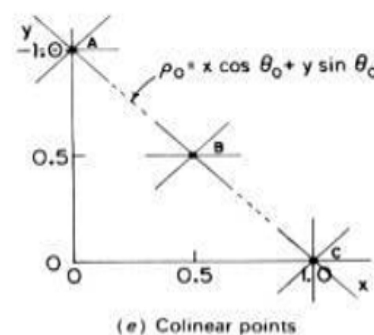
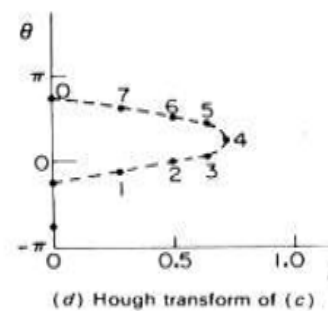
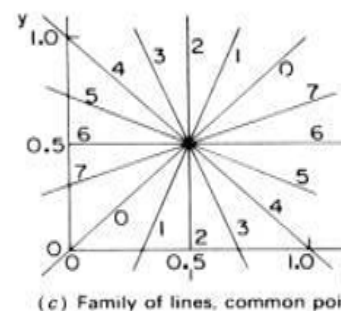
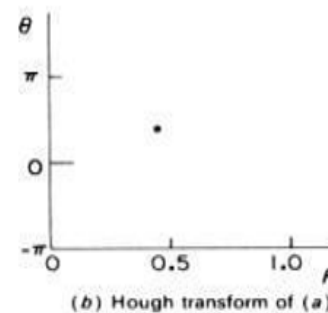
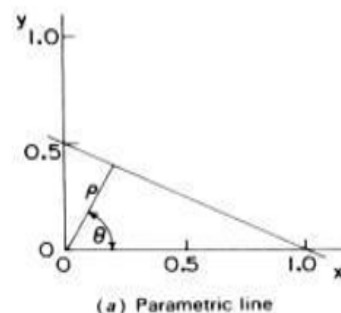
$$y = u x + v$$





## ◆ 算法实现（采用极坐标）：

- 由于垂直直线 $a$ 为无穷大，改用极坐标形式：  
 $x \cos \theta + y \sin \theta = \rho$
- 参数平面为 $\theta, \rho$ ，对应不是直线而是正弦曲线
- 使用交点累加器，或交点统计直方图，找出相交线段最多的参数空间的点
- 然后找出该点对应的 $xy$ 平面的直线线段





## ◆ Hough变换的扩展讨论：

1. Hough变化之后的处理，如何确定直线（不连续）

2. 圆的检测：

$$(x-a)^2+(y-b)^2 = r^2 \text{ 参数为 } a, b, r$$

需要三个参数的参数空间，建立数组  $A(a, b, r)$  来检测

3. 广义 Hough 变换： 检测特定的可描述形状（如椭圆等）



