数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

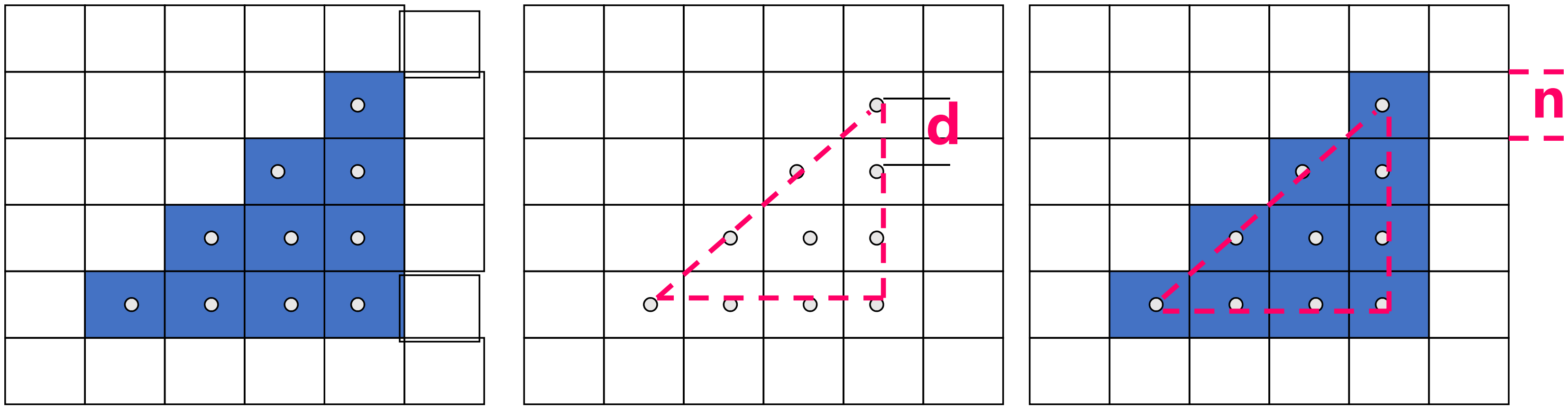
School of Information Engineering

10.4　区域描述

黄朝兵　主讲

10.4.1 简单的区域描述（Some Simple Region Descriptors）

1. 区域面积 - 描述区域的大小，对属于区域的象素计数，设正方形象素的边长为单位长，则其面积A的计算式为：$A=\sum_{(x,y)\in R}1$



A=#of pixels=10

A=d*d/2=4.5

A=n*n/2=8

第1种方法简单，是对原始模拟区域面积的无偏和一致的最好估计

后面2种方法直观，但误差较大

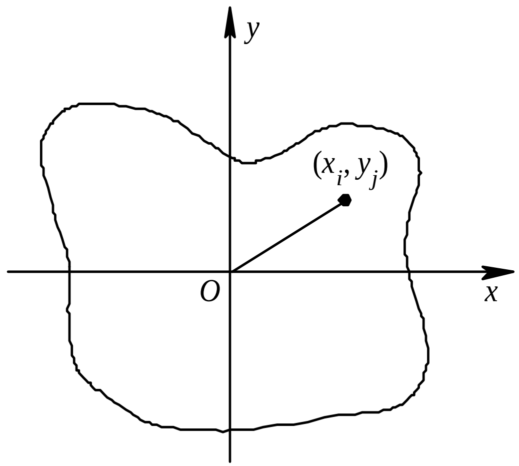
10.4.1 简单的区域描述（Some Simple Region Descriptors）

2. 位置与方向

（1）位置

- 用物体的面积的中心点作为物体的位置。
- 面积中心就是单位面积质量恒定的相同形状图形的质心O

$$\begin{cases} \bar{x} = \dfrac{1}{NM} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} x_i \\ \bar{y} = \dfrac{1}{NM} \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{M-1} y_i \end{cases}$$



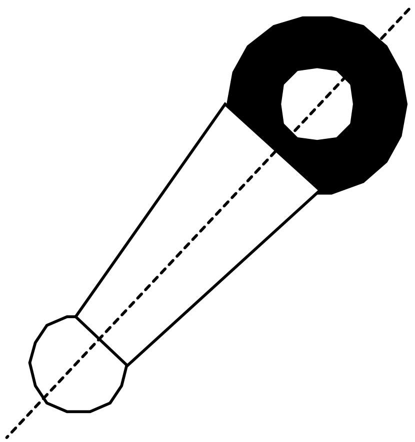
10.4.1 简单的区域描述（Some Simple Region Descriptors）

（2）方向

- 如果物体是细长的，则可以将**较长方向的轴**定义物体的方向。
- 将**最小二阶矩轴**定义为较长物体的方向。

即：要找出一条直线，使物体具有最小惯量

$$E=\int\int r^2 f(x,y)dxdy$$



式中r是点（x，y）到直线的垂直距离

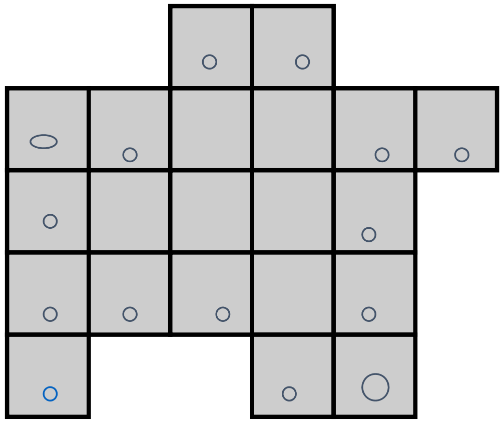
10.4.1 简单的区域描述
（Some Simple Region Descriptors）

3. 周长

计算周长的方法比较多，下面介绍其中一种方法

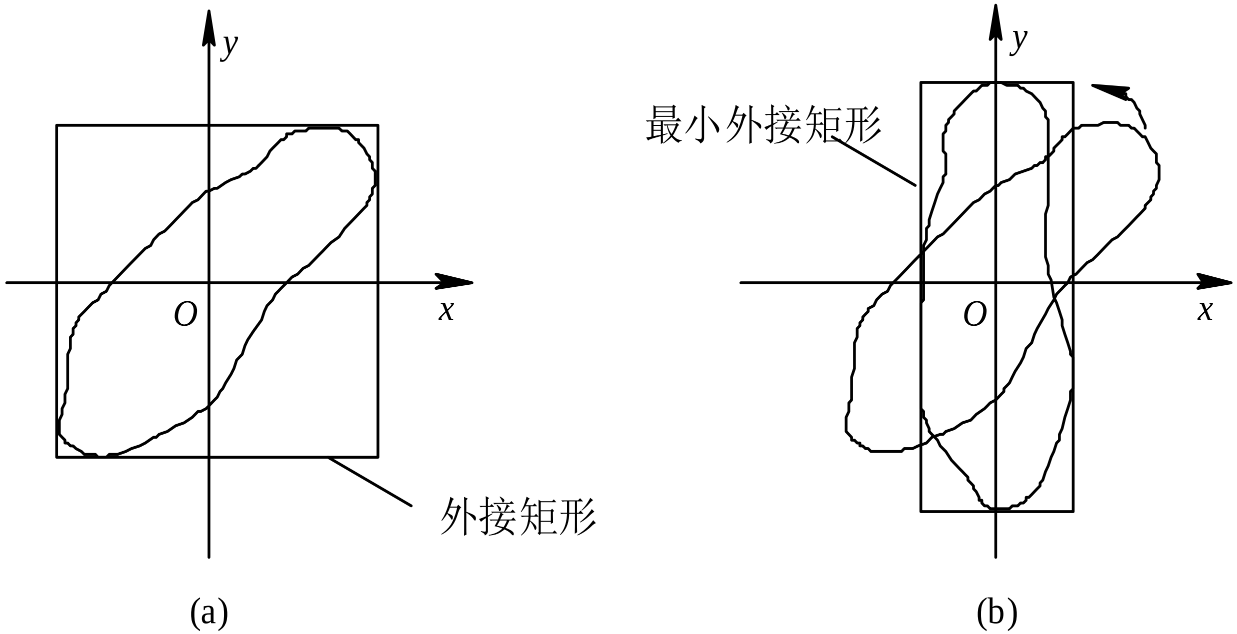
- **周长用边界所占面积表示**
- **即边界点数之和**
- **每个点占面积为1的一个小方块**

周长为15



10.4.1 简单的区域描述（Some Simple Region Descriptors）

4. 长轴和短轴



用最小外接矩形MER法求物体的长轴和短轴

（a）坐标系方向上的外接矩形；（b）旋转物体使外接矩形最小

10.4.2 拓扑描述（Topological Descriptors）

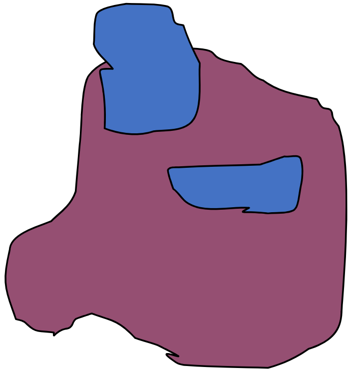
- 拓扑学是研究图形不受畸变变形影响的性质，区域的拓扑性质是对区域的一种全局描述
- 这些性质既不依赖距离，也不依赖基于距离测量的其它特性

对1个给定平面区域而言，区域内的常用的拓扑性质：

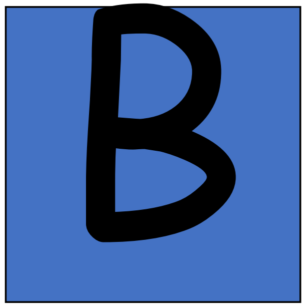
- 孔数H
- 连通成分C
- 欧拉数E

$$E=C-H$$

10.4.2 拓扑描述（Topological Descriptors）



2个孔，1个连通成分，欧拉数为-1



2个孔，1个连通成分，欧拉数为-1

1个孔，1个连通成分，欧拉数为0

10.4.3 形状描述
（Shape Descriptors）

1. 形状参数

根据区域的周长B和区域的面积A计算的：

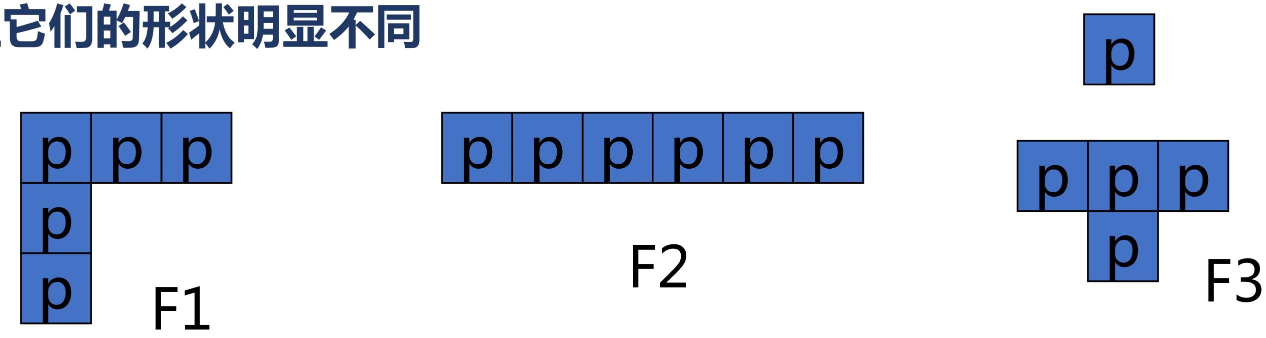
$$F = \frac{\|B\|^2}{4\pi A}$$

- 区域为圆形时F为1，其它形状时，F>1
- 当区域为圆时，F为最小

10.4.3 形状描述（Shape Descriptors）

形状参数在一定程度上描述了区域的紧凑性，无量纲，对尺度变化不敏感

- 仅仅靠形状参数F有时并不能把不同形状的区域分开
- 如图所示，3个区域的周长和面积都相同，因而具有相同的形状参数，但它们的形状明显不同



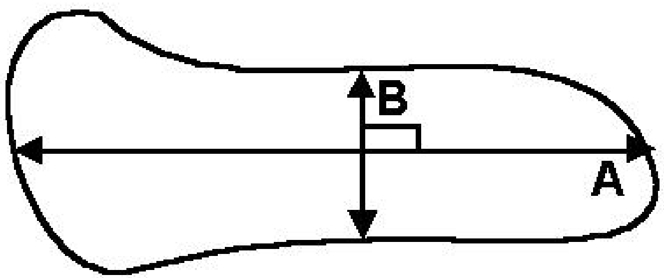
A=5　　|B|=12　　F1=F2=F3

10.4.3 形状描述（Shape Descriptors）

2. 偏心度

区域的偏心度是区域形状的重要描述，

- 度量偏心度常用的一种方法是采用区域主轴和辅轴的比。
- 即为A/B。图中，主轴与辅轴相互垂直，且是两方向上的最长值。



- 另外一种方法是计算惯性主轴比
- 它基于边界线点或整个区域来计算质量

10.4.3 形状描述（Shape Descriptors）

•Tenenbaum提出了计算任意点集R偏心度的近似公式

计算平均向量

$$x_0 = \frac{1}{n}\sum_{x\in R} x \qquad y_0 = \frac{1}{n}\sum_{y\in R} y$$

计算ij矩

$$m_{ij} = \sum_{(x,y)\in R} (x - x_0)^i (y - y_0)^i$$

计算方向角

$$\theta = \frac{1}{2}\arctan\left(\frac{2m_{11}}{m_{20} - m_{02}}\right) + n\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

计算偏心度的近似值

$$e = \frac{(m_{20} - m_{02})^2 + 4m_{11}}{\text{面积}}$$

10.4.4 矩（Moment）

- 当一个区域R只是以其内部点的形式给出时，可以用矩特征描述，它**对大小、旋转和平移的变化都是不变**。
- 对数字图像f(x,y)，如果它分段连续且只在XY平面上的有限个点不为0，则可证明它的**各阶矩存在**
- 区域的矩是用所有属于区域内的点计算出来的，因而不太受噪声等的影响。

10.4.4 矩（Moment）

f(x,y)的**p+q阶矩定义**：

$$m_{pq}=\sum_{x}\sum_{y}x^{p}y^{q}f(x,y)$$

f(x,y)的**p+q阶中心矩定义**：

$$u_{pq}=\sum_{x}\sum_{y}(x-\bar{x})^{p}(y-\bar{y})^{q}f(x,y)$$

$$\bar{x}=\frac{m_{10}}{m_{00}},\ \bar{y}=\frac{m_{01}}{m_{00}}$$

重心坐标

f(x,y)的**归一化中心矩**表示：

$$\eta_{pq}=\frac{u_{pq}}{u_{00}^{r}} \qquad r=\frac{p+q}{2}+1,\ p+q=2,3,\cdots$$

10.4.4 矩（Moment）

中心矩是反映区域R中的灰度相对于灰度重心是如何分布的度量。

例如，μ_{20}和μ_{02}分别表示R围绕通过灰度重心的垂直和水平轴线的惯性矩，若$\mu_{20} > \mu_{02}$，那么这可能是一个水平方向拉长的物体。

μ_{30}和μ_{03}的幅值可以度量物体对于垂直和水平轴线的不对称性。如果是完全对称的形状，其值应为零。

10.4.4 矩（Moment）

7个平移、旋转和尺度变换不变矩（Hu，1962）

可由归一化的2阶矩和3阶中心矩得到：

$$\phi 1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$\phi 2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2$$

$$\phi 3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2$$

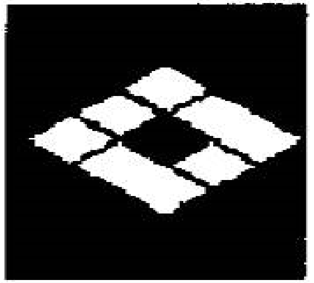
$$\phi 4 = (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{03} + \eta_{21})^2$$

$$\phi 5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{03} + \eta_{21})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{03} + \eta_{21})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{03} + \eta_{21})^2]$$

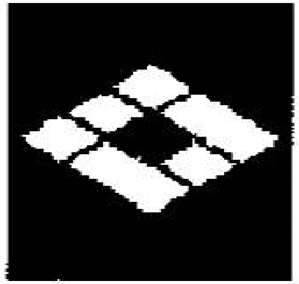
$$\phi 6 = (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{03} + \eta_{21})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{03} + \eta_{21})$$

$$\phi 7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{03} + \eta_{21})^2] + (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{03} + \eta_{21})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{03} + \eta_{21})^2]$$

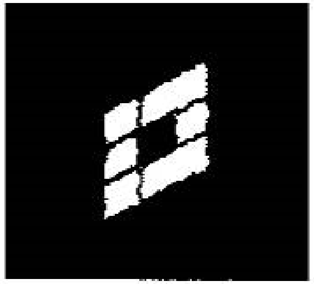
10.4.4 矩
（Moment）



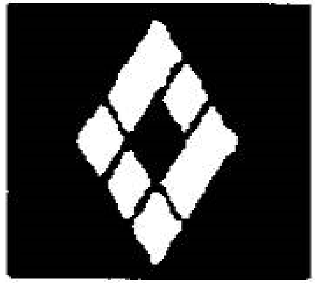
(a)
原始图像



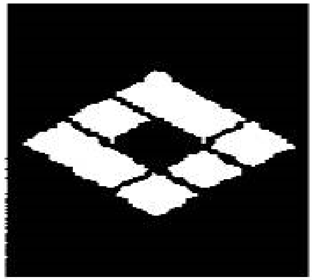
(b)
水平右平移4个象素



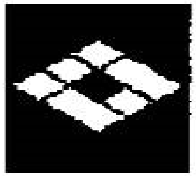
(c)
绕质心逆时针旋转60



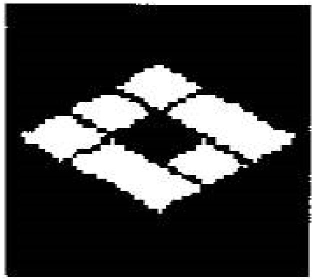
(d)
绕质心逆时针旋转90



(e)
绕质心逆时针旋转180



(f)
尺度压缩一半



(g)
(f)的归一化

表 1　不变矩计算结果

Tab.1 Computing results of moment invariants

不变矩	原图像	平移图像	旋转图像 60°	旋转图像 90°	旋转图像 180°	压缩图像 0.5	归一化图像
φ_1	909.10	909.10	906.67	909.10	909.10	227.30	909.70
φ_2	196 150	196 150	194 010	196 150	196 150	12 499	199 980
φ_3	122.89	122.89	115.75	152.87	122.89	7.83	125.28
φ_4	83.23	83.23	71.51	83.23	83.23	3.93	62.87
φ_5	5 606.9	5 606.9	4 531.50	5 606.93	5 606.93	12.22	3 129.10
φ_6	18 310	18 310	14 954	18 310	18 310	156.53	10 018
φ_7	5 470	5 470	4 581.2	-5 469.5	5 469.5	15.72	4 025.20

从表看出：在离散情况下，

- **不变矩仍保持平移不变性，没有任何误差**
- **旋转变换在旋转90，180(90的整数倍)时保持了不变性，而在旋转角60时产生较大的误差**
- **尺度变换下不变矩的误差很大，而对图像进行归一化处理可大大降低误差**


谢 谢
THANK YOU