第12章　目标表达与描述

（Object Representation & Description）

计算机科学系

主要内容

12.1 概述
12.2 边界表达
12.3 区域表达
12.4 边界描述
12.5 区域描述

12.1 概述

一、背景

- 图像分割技术的目的是把一幅给定图像分成有意义的区域或部分。
- 图像分割之后，为了进一步对图像作分析和识别，就必须通过对图像中的物体(目标)作定性或定量的分析来作出正确的结论

12.1 概述

二、图像分析

- 通过图像分割把图像空间分成一些有意义的区域，然后采用不同于原始图像的适当形式将目标表示出来，并对目标特征进行描述，再对图像进行分析和理解处理
- 图像分割的结果
  - »区域内的像素的集合，
  - »位于区域边界上的像素的集合
- 对图像中目标的表达方法分为区域表达和边界表达
- 对目标的描述一般也分为对边界的描述和对区域的描述

12.1 概述

三、表达：对目标的表示方法

- 内部表达：反射性质（灰度、颜色、纹理)
- 外部表达：形状

四、描述：抽象的表示目标

- 用一组数量或符号(描述子)来表征图像中被描述物体的某些特征，可以是对图像中各组成部分的性质的描述，也可以是各部分彼此间的关系的描述。
- 边界描述和区域描述

五、关系

- 表达对描述起重要作用，限定了描述的精确性
- 只有目标的描述，表达方法才有意义
- 表达侧重于数据结构，描述侧重于区域特征及区域间的关系

主要内容

12.1 概述
12.2 边界表达
12.3 区域表达
12.4 边界描述
12.5 区域描述

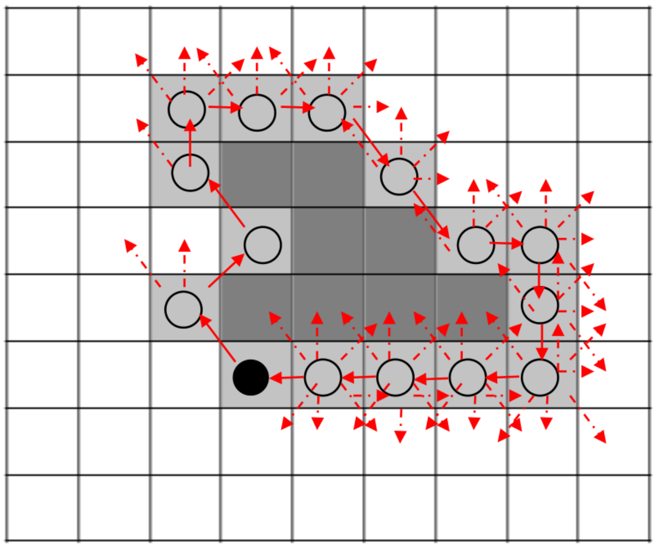
12.2 边界表达

边界表达

通过边界追踪算法来获得一个区域边界上的点以顺（逆）时针方向排序。

是后续表示和描述的基础

算法：



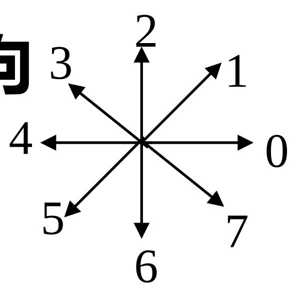
12.2 边界表达

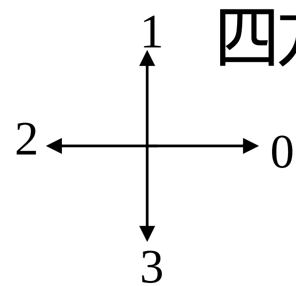
二、链码：对边界的一种重编码表示方法

1. 链码是一种用若干条具有特定长度和方向的线段连接起来表示目标边界的方法。

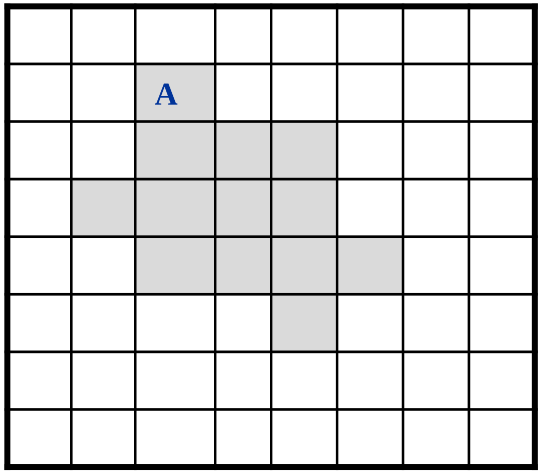
2. 例如:方向数

八方向





四方向

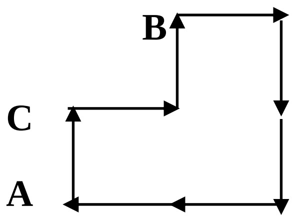


A:6570713243

选边界上一点(用坐标表示)作为起点，其它点用方向数来表示：

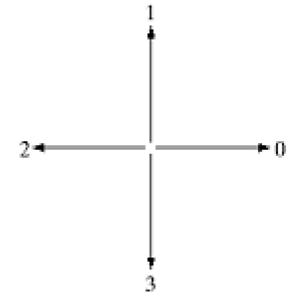
3. 起点问题

对同一边界，如果用不同的边界点作为链码起点，得到的链码是不同的。 例如：



以A为起点，链码为：A: 10103322

以B为起点，链码为： B: 03322101



链码归一化

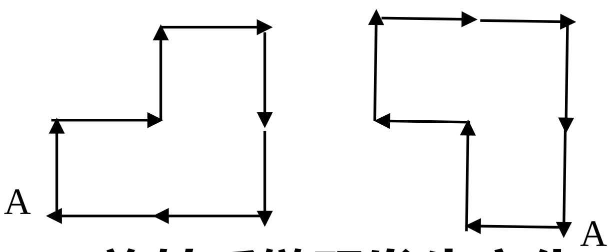
把链码看成由方向数构成的自然数，找最小的一个。

依一个方向循环移动

C:01033221

4. 旋转问题

对同一边界，旋转前后的链码是不同的。 例如：



旋转后链码发生变化

左： 1 0 1 0 3 3 2 2 右： 2 1 2 1 0 0 3 3

归一化 左：0 1 0 3 3 2 2 1 右：0 0 3 3 2 1 2 1

差分：把链码看成由方向数构成的自然数，找最小的一个，再用后位减前位。

差分 3 3 1 3 3 0 3 0 (31330303) 3 3 1 3 3 0 3 0(30303313)

差分码归一 0 3 0 3 3 1 3 3 0 3 0 3 3 1 3 3

形状数：值最小(归一化)的差分码

主要内容

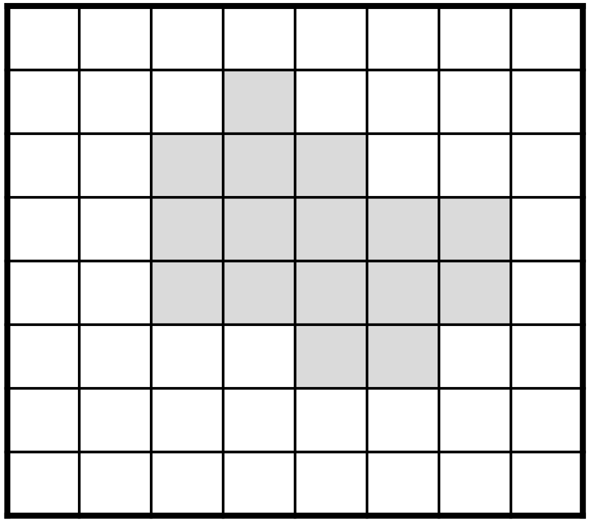
12.1 概述
12.2 边界表达
12.3 区域表达
12.4 边界描述
12.5 区域描述

12.3 区域表达

一、空间占有数组

对图像 $f(x, y)$中任一点(x, y)：如果它在给定的区域内，就取 $f(x, y)$为1，否则就取 $f(x, y)$为0

所有$f(x, y)$为1的点组成的集合就代表了所要表示的区域

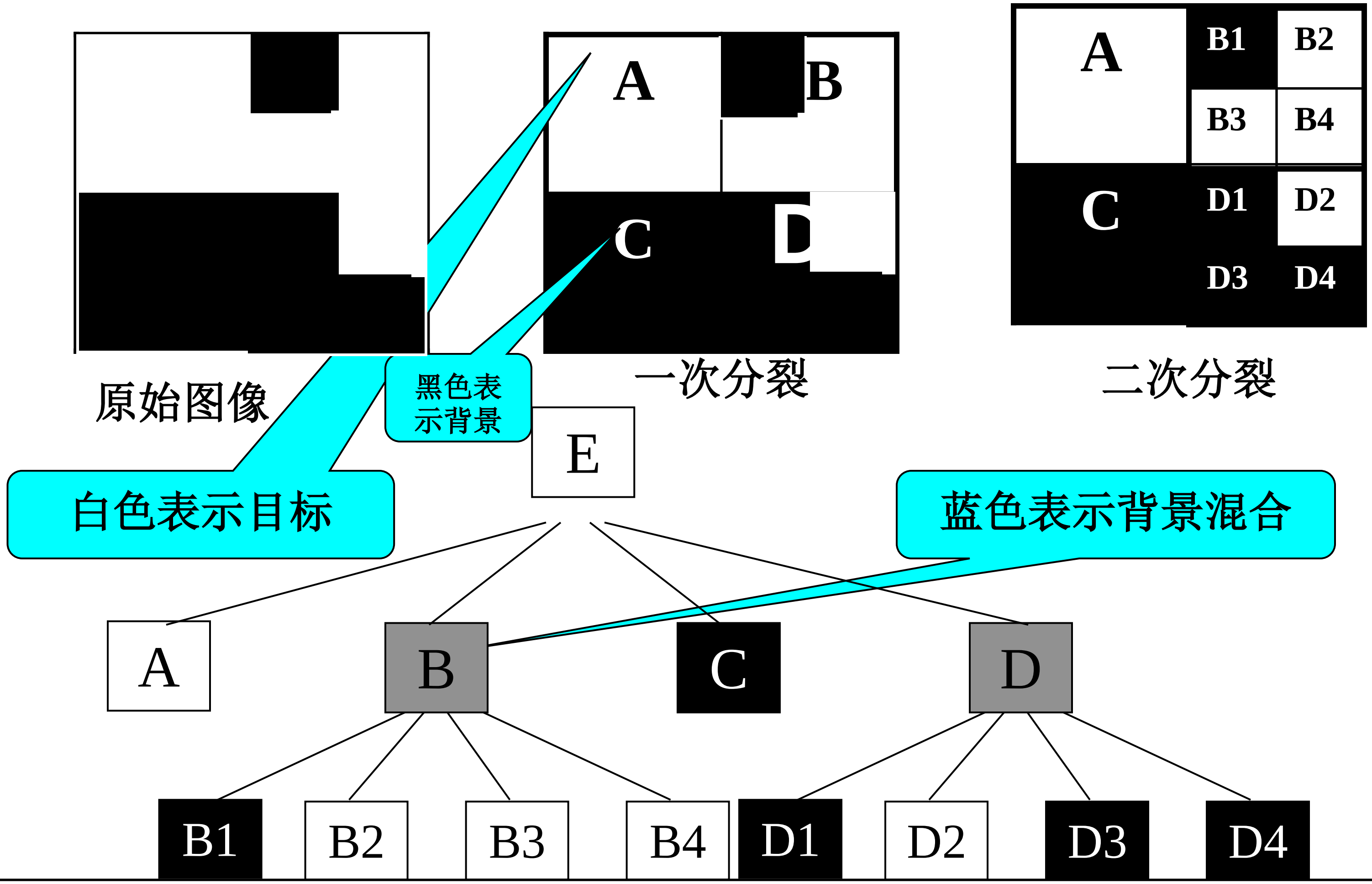


0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	1	1	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

方法简单；空间使用大

12.3 区域表达

二、四叉树：适用于对方形图像采用分裂与合并方法进行分割的情况



主要内容

12.1 概述
12.2 边界表达
12.3 区域表达
12.4 边界描述
12.5 区域描述

12.4 边界描述

一、简单边界描述符

1. 边界的长度：边界所包围区域的轮廓的周长。

2. 边界的直径：边界上相隔最远的两个点之间的距离。任意两点p、q（坐标分别为(x, y)和(s, t)）之间的距离可以采用不同的度量方法：

$$D_E(p,q)=\sqrt{(x-s)^2+(y-t)^2}$$

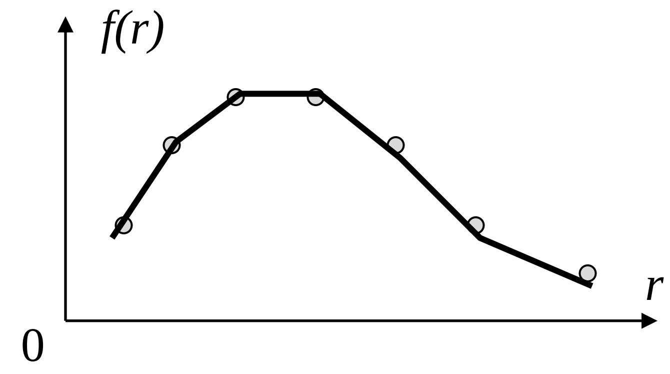
$$D_4(p,q)=|x-s|+|y-t|$$

$$D_8(p,q)=\max(|x-s|,|y-t|)$$

3. 曲率：边界上的点对应斜率的改变率，它反映了边界上的点沿边界方向的变化情况。

二、矩

目标的边界可看成一系列线段组成：



看成一个一维函数 *f(r)*：

***f(r)*的均值：**

$$m = \sum r_i f(r_i)$$

***f(r)*对均值的n阶矩为：**

$$\mu_n(r) = \sum (r_i - m)^n f(r_i)$$

***f(r)*对均值的*n*阶矩与*f(r)*的形状有直接关系，如2阶矩描述了曲线对均值的分布，3阶矩描述了曲线对均值的对称性。**

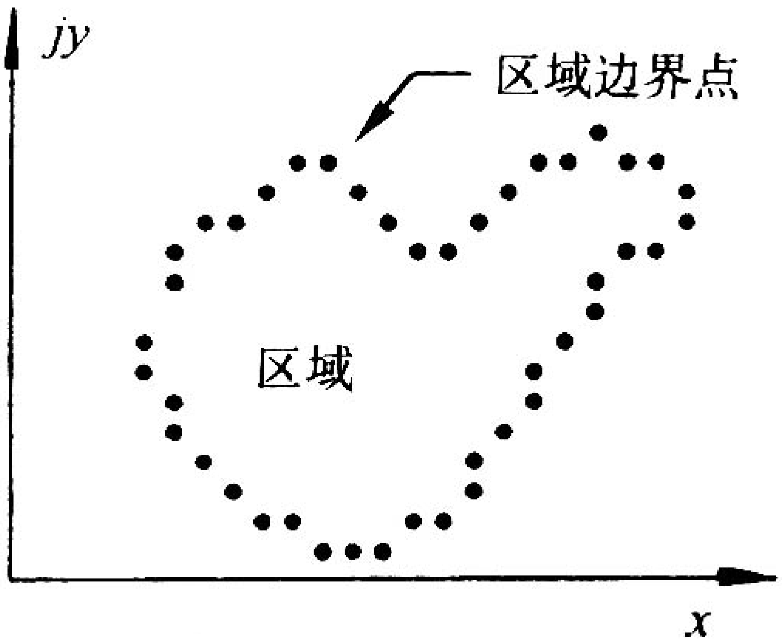
12.4 边界描述

三、傅立叶形状描述子:

描述**闭合边界**的一种方法，且仅适用于单闭合曲线，而不能描述复闭合曲线。

具体的做法：假定某目标物的区域边界由Q个像素组成，把这个区域看成是在复平面内，每个点可定义一个复数。从边界上任一点开始，按逆时针方向沿线逐点写出一个复数序列$f(i)$，对此序列进行离散傅立叶变换，可得该边界在频域的表示$F(w)$。这些傅立叶系数称为**边界的傅立叶描述子**。从这些傅立叶系数中可知边界变化的剧烈程度。在目标描述和识别中通常只使用$F(w)$的幅值。

12.4 边界描述



复平面上区域边界的表示

$$f(x,y) \Rightarrow f(i) = x + jy$$

$$i = 0,1,\ldots,N-1$$

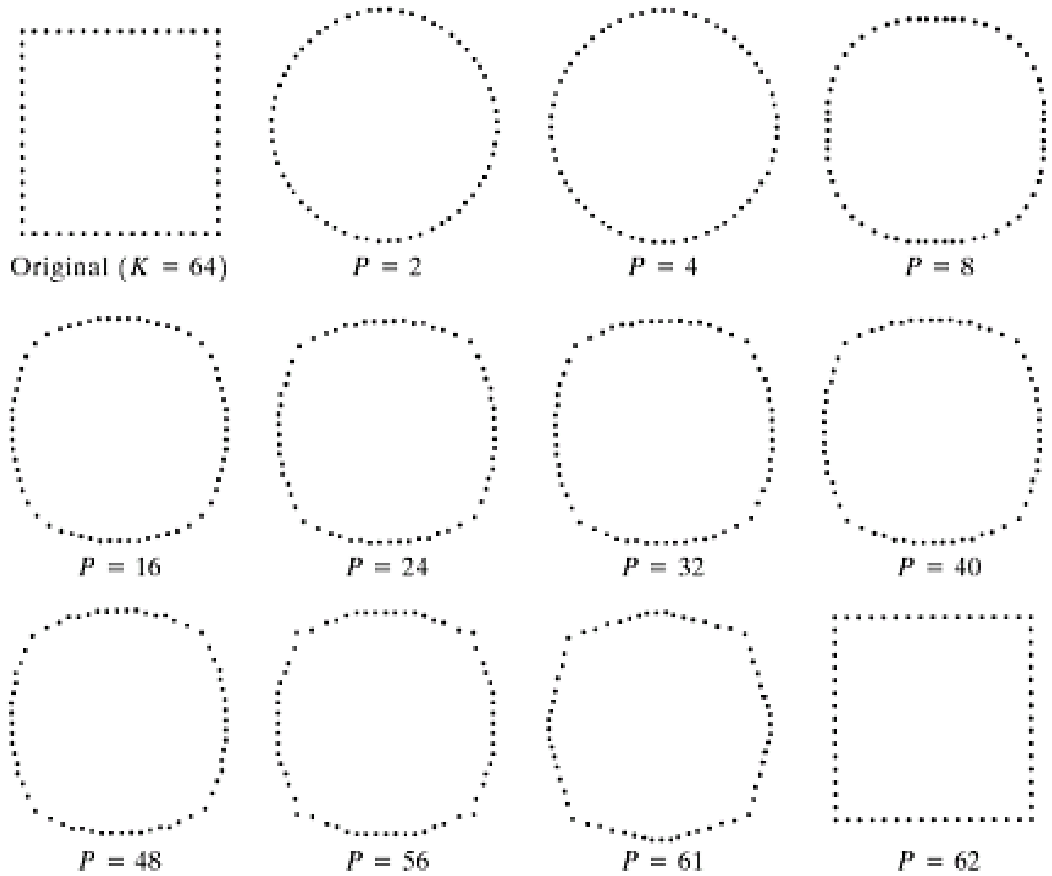
$$F(w) = \frac{1}{N}\sum_{i=0}^{N-1} f(i)e^{-j2\pi iw/N}$$

$$w = 0,1,\ldots,N-1$$

12.4 边界描述

高频分量对应一些细节，低频分量对应总体形状
用一些对应低频分量的傅立叶系数来近似描述边界形状

Examples of reconstruction from Fourier descriptors. P is the number of Fourier coefficients used in the reconstruction of the boundary.



主要内容

12.1 概述
12.2 边界表达
12.3 区域表达
12.4 边界描述
12.5 区域描述

12.5 区域描述

一、简单区域描述符:

1. 区域面积：说明区域的大小，设每个像素边长为1，则区域R的面积为:

即区域内像素个数

$$A=\sum_{(x,y)\in R}1$$

2. 区域重心:

$$\bar{x}=\frac{1}{A}\sum_{(x,y)\in R}x$$

$$\bar{y}=\frac{1}{A}\sum_{(x,y)\in R}y$$

3. 区域灰度：灰度的最大值、最小值、均值、中值等

12.5 区域描述

二、拓扑描述符

它们是一个不受变形影响的性质，描述的是全局属性。例如：

区域内孔数H 区域内连通组元的个数C 欧拉数$E=C-H$

B	i	r	d
H=2 C=1 E=−1	H=0 C=2 E=2	H=0 C=1 E=1	H=1 C=1 E=0

三、形状描述符：

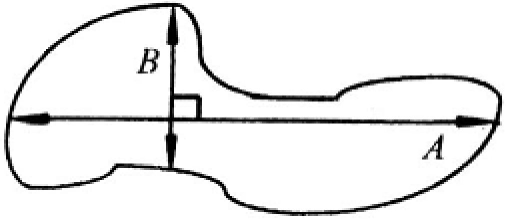
1.形状参数：$F=\dfrac{\|B\|^2}{4\pi A}$ $\|B\|$ 为边界周长 A为区域面积

若连续区域为圆形时F为1，其他区域F大于1，描述区域的紧凑性(compactness)

12.5 区域描述

2. 偏心率：常用边界长轴(直径)长度与短轴长度得比值来表示。

描述区域的紧凑性



3. 圆形性： $C=\dfrac{\mu_R}{\sigma_R}$

当区域为圆时，C趋于无穷大，不受平移、旋转、尺度变换影响

从区域重心到边界点的平均距离为 μ_R
从区域重心到边界点的距离的均方差为 σ_R

$$\mu_R=\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}\left\|(x_k,y_k)-(\bar{x},\bar{y})\right\|$$

$$\sigma_R=\frac{1}{N}\sum_{k=0}^{N-1}\left[\left\|(x_k,y_k)-(\bar{x},\bar{y})\right\|-\mu_R\right]^2$$

12.5 区域描述

四、矩不变量

矩特征对于图像的旋转、比例和平移具有不变性，因此可以用来描述图像中的区域特性。

对于二维连续函数$f(x, y)$，其$(p+q)$阶矩定义如下：

$$m_{pq} = \int\int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dxdy$$

$$\text{其中}: (p, q) = 0, 1, 2, \ldots$$

只要$f(x, y)$是分段连续的，则所有各阶矩都存在。通常对我们实际处理的图像，认为各阶矩都存在。对矩特征进行归一化，得图像的中心矩：

$$\mu_{pq} = \int\int_{-\infty}^{\infty} (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q f(x, y) dxdy$$

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

12.5 区域描述

对于数字图像$f(i, j)$： $$m_{pq}=\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} i^p j^q f(i,j)$$

对于二值图像，目标处的$f(i, j)$的值为1：

$$m_{pq}=\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N} i^p j^q$$

$$\mu_{pq}=\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{N}(i-\bar{i})^p(j-\bar{j})^q$$

$$\bar{i}=\frac{m_{10}}{m_{00}},\ \bar{j}=\frac{m_{01}}{m_{00}}$$ **即为目标物区域的重心。**

$$\eta_{pq}=\frac{\mu_{pq}}{\mu_{00}^{r}}$$ **即归一化中心矩。**

$$r=(p+q)/2$$

12.5 区域描述

例子：

$$I_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$= \frac{\mu_{20}}{\mu_{00}} + \frac{\mu_{02}}{\mu_{00}} = \frac{\mu_{20} + \mu_{02}}{\mu_{00}}$$

其中： $\mu_{00} = m_{00}$

令： $g(x, y)=kf(x, y)$， $k>0$

$$\mu_{00} = \int\int_{-\infty}^{\infty} kf(x,y)dxdy = k\mu_{00}^{f}$$

$$\mu_{20} = \int\int_{-\infty}^{\infty} k(x-\bar{x})^2 f(x,y)dxdy = k\mu_{20}^{f}$$

$$\mu_{02} = \int\int_{-\infty}^{\infty} k(y-\bar{y})^2 f(x,y)dxdy = k\mu_{02}^{f}$$

矩特征有着明确的物理含义。目标的零阶矩反映了目标的面积，一阶矩反映了目标的质心位置，二阶矩又称惯性矩，三阶以上矩主要描述物体的细节。

所以：

$$I_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$= \frac{\mu_{20}}{\mu_{00}} + \frac{\mu_{02}}{\mu_{00}} = \frac{\mu_{20} + \mu_{02}}{\mu_{00}} = \frac{k\mu_{20}^{f} + k\mu_{20}^{f}}{k\mu_{00}^{f}} = \frac{\mu_{20}^{f} + \mu_{20}^{f}}{\mu_{00}^{f}} = I_1^{f}$$

小 结

- 目标表达和描述的区别和联系
- 边界的表达方法
  - 链码；多边形逼近
- 区域的表达方法
  - 空间占用数组；四叉树和骨架等
- 边界的描述方法
  - 简单边界描述符；矩和傅立叶形状描述子等
- 区域的描述方法
  - 简单、形状、拓扑区域描述符；矩；纹理描述符

作业

12.1 求出链码11076765543322的形状数

12.2

(1)讨论下图中细化算法第1步在p点的操作

(2)第2步在p点的操作

1	1	0
1	p	0
1	1	0

0	0	0
1	p	0
0	0	0

0	1	0
1	p	1
0	1	0

1	1	0
0	p	1
0	0	0

12.3

设1幅5x5的棋盘图像的左上角像素值为0，分别定义位置操作算子W为向右1个像素和向右2个像素，求2种情况下的共生矩阵。

讨论&实践

END