



# 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





- ◆ 基本概念
- ◆ 像素集合的区域增长
- ◆ 区域分裂与合并

## ◆ 基本概念

目标：将区域 $R$ 划分为若干个子区域 $R_1, R_2, \dots, R_n$ ，这些子区域满足5个条件：

1) 完备性：
$$\bigcup_{i=1}^n R_i = R$$

2) 连通性：每个 $R_i$ 都是一个连通区域

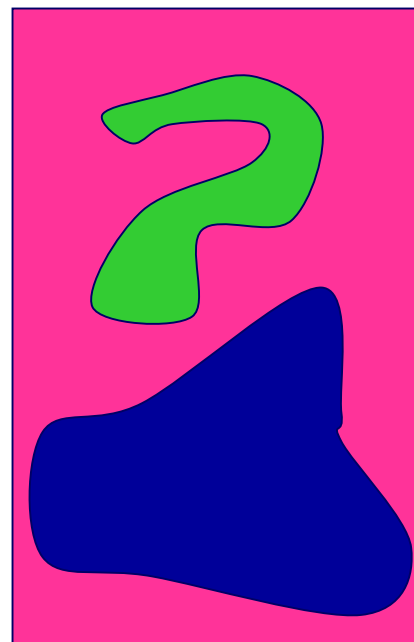
3) 独立性：对于任意 $i \neq j$ ， $R_i \cap R_j = \Phi$

4) 单一性：每个区域内的灰度级相等，

$$P(R_i) = \text{TRUE}, i = 1, 2, \dots, n$$

5) 互斥性：任两个区域的灰度级不等，

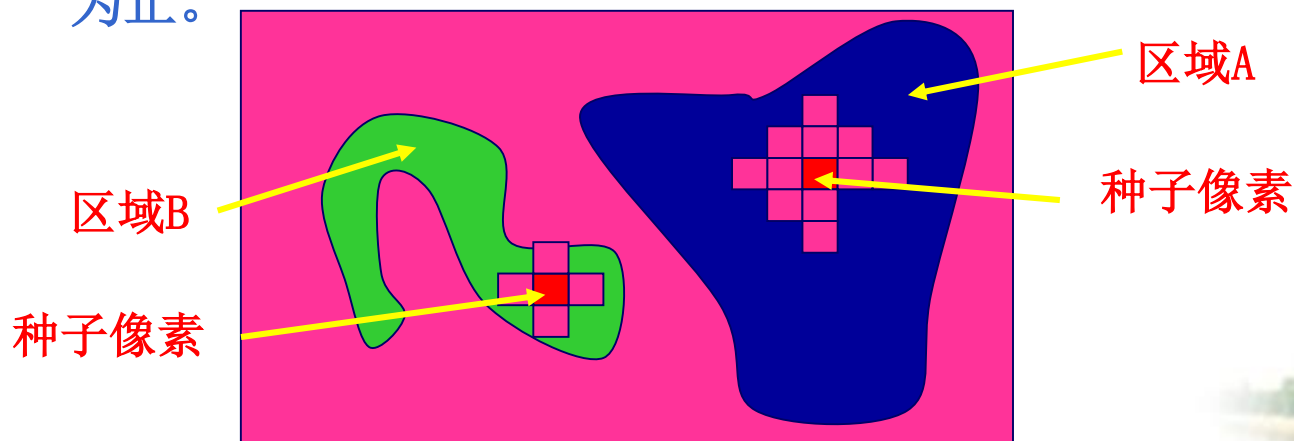
$$P(R_i \cup R_j) = \text{FALSE}, i \neq j$$





## ◆ 像素集合的区域增长

1. 根据图像的不同应用选择一个或一组种子，它或者是最亮或最暗的点，或者是位于点簇中心的点；
2. 选择一个描述符（条件）；
3. 从该种子开始向外扩张，首先把种子像素加入结果集合，然后不断将与集合中各个像素连通、且满足描述符的像素加入集合；
4. 上一过程进行到不再有满足条件的新结点加入集合为止。





## ◆ 区域生长的实例

- 从满足检测准则的点开始(或者已知点)在各个方向上生长出区域。
- 例如：每一步所接受的邻近点的灰度级与当前像素的灰度级相差小于2。

第一步

5	5	8	6
4	8	9	7
2	2	8	3
3	3	3	3

第二步

5	5	8	6
4	8	9	7
2	2	8	3
3	3	3	3

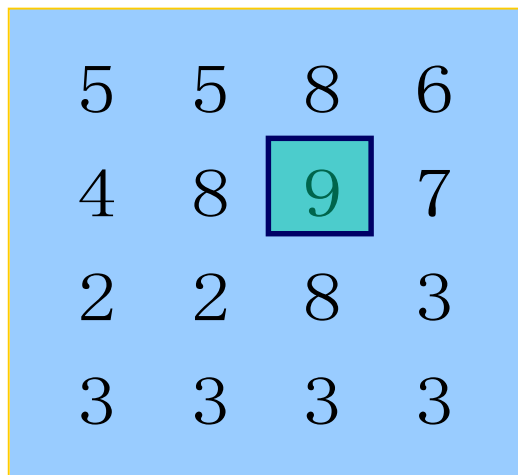




## ◆ 区域生长的实例

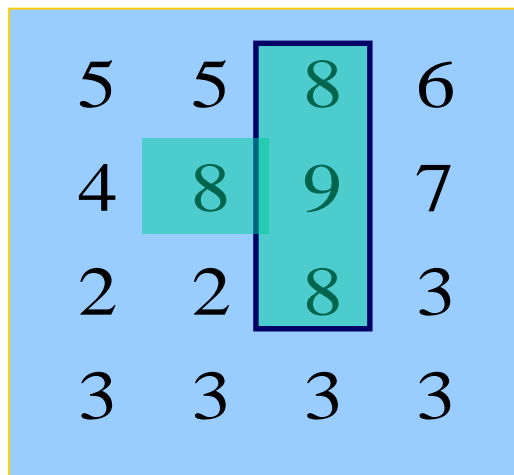
- 从满足检测准则的点开始(或者已知点)在各个方向上生长出区域。
- 例如：每一步所接受的邻近点的灰度级与**先前物体的平均灰度级**相差小于2。

第一步



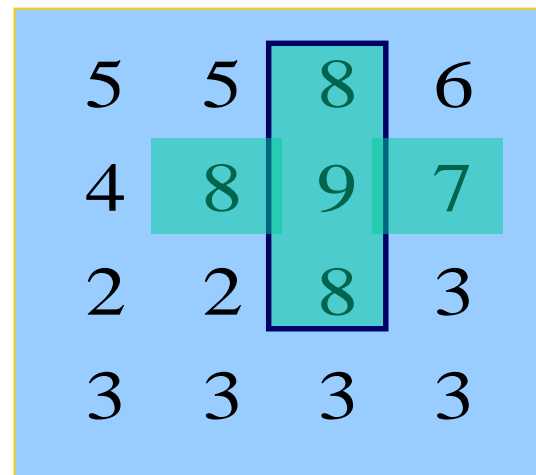
均值9

第二步



均值为：  
 $(9+8+8+8)/4=8.25$

第三步



均值为：  
 $(9+8+8+8+7)/5=8$



## ◆ 平均灰度相似性检测准则算法：

- 算法实现步骤与单连接区域增长相似。设某一图像区域 $O$ ，其中像素数为 $N$ ，则均值为：

$$m = \frac{1}{N} \sum_{(x,y) \in O} f(x,y)$$

- 设检测阈值为 $K$ ，于是，区域 $O$ 的均匀测度度量可写为

$$\max_{(x,y) \in O} |f(x,y) - m| < K$$

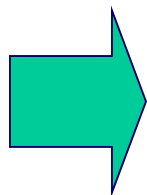
- 在图像区域 $O$ 中，各像素灰度值与均匀值的差不超过阈值 $K$ ，则其均匀测度度量为真。



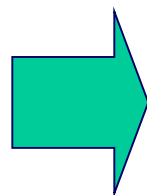


**例：**设有一数字图像，如图所示。检测灰度为9，平均灰度均匀测度度量的阈值为2，采用区域增长技术对图像进行分割。

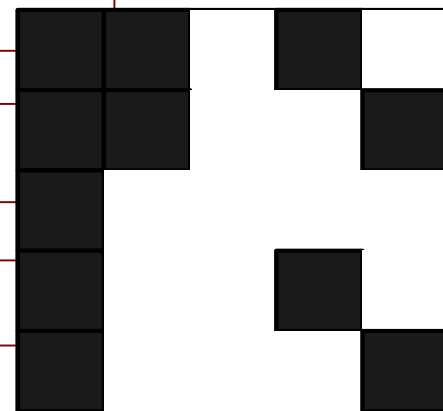
1	2	6	4	6
1	5	6	8	5
5	8	9	7	6
5	7	8	5	8
5	6	7	8	3



1	2	6	4	6
1	5	6	8	5
5	8	9	7	6
5	7	8	5	8
5	6	7	8	3



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



$$(8+9+8+8)/4=8.25$$

$$(8+8+9+7+7+8+7+8)/8=7.75$$

$$(6+6+6+8+8+9+7+6+7+8+8+6+7+8)/14=7.14$$

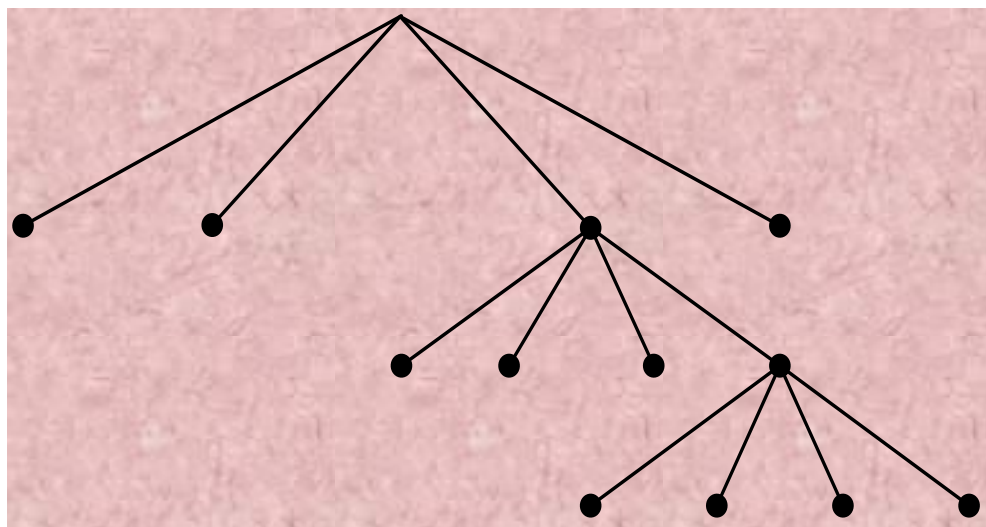




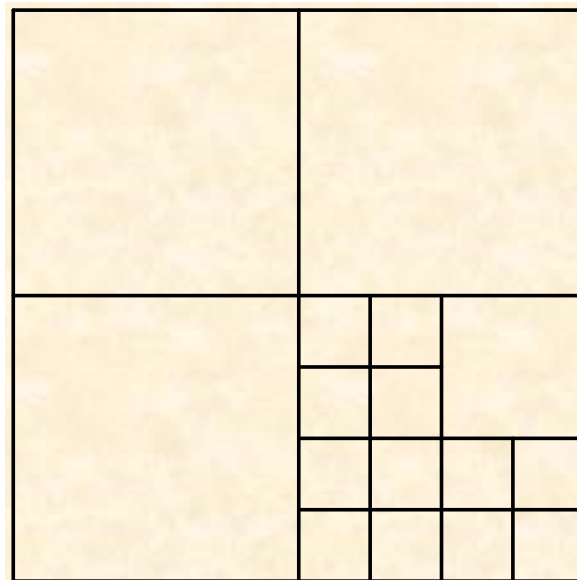


## ◆ 区域分裂与合并

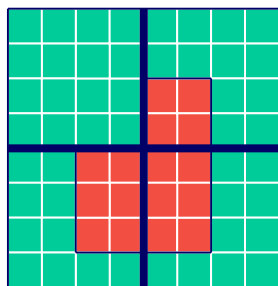
分裂-合并的区域分割方法，利用图象数据塔式的层次结构，将图像划分成不相交的区域，以某一检测准则从四叉树数据结构的任一层开始，对区域进行分裂或合并。并逐步改善区域划分的性能，直到最后将图象分成数量最少的均匀区域为止。



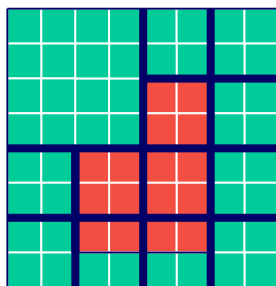
四叉树



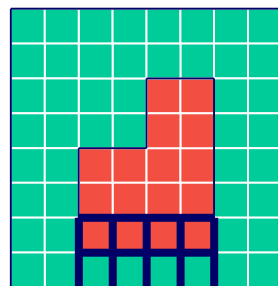
塔形分解



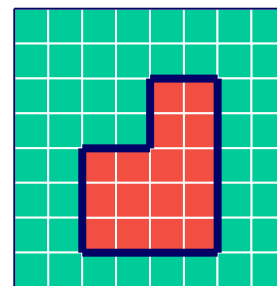
(a)



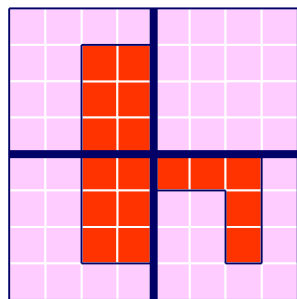
(b)



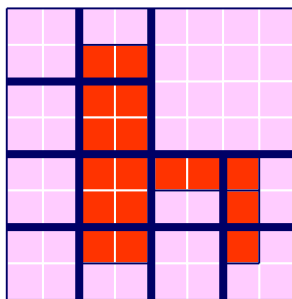
(c)



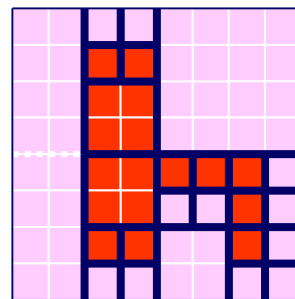
(d)



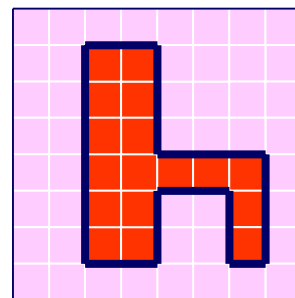
(a) 第一次操作



(b) 第二次操作



(c) 第三次操作



(d) 最后结果



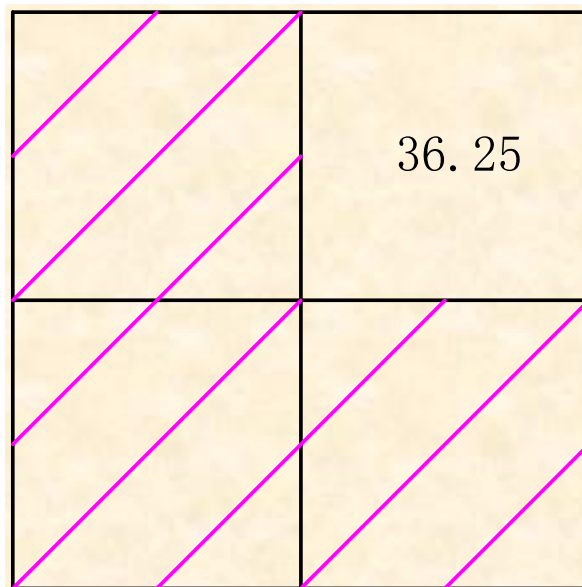
例：有一  $8 \times 8$  图像，以小区平均灰度值与该区内的四个值中任一之差小于等于 6 作为合并准则，来完成对图像分割。

11	12	31	32	32	31	33	34
16	17	33	34	36	37	39	38
91	92	92	36	35	38	37	38
94	95	51	37	38	37	38	39
96	58	52	38	39	38	36	36
97	57	53	73	76	79	35	37
98	99	54	71	96	95	94	92
100	97	98	97	97	96	99	99





11	12	31	32	32	31	33	34
16	17	33	34	36	37	39	38
91	92	92	36	35	38	37	38
94	95	51	37	38	37	38	39
96	58	52	38	39	38	36	36
97	57	53	73	76	79	35	37
98	99	54	71	96	95	94	92
100	97	98	97	97	96	99	99



14	33	34	36
94		37	38
			36
98.5		96	96

14		33		36. 25			
94		92	36				
		51	37				
96	58	52	38	39	38	36	
97	57	53	73	76	79		
98. 5		54	71	96		96	
		98	97				

14	33	36.25			
94	92	36			
	51	37			
96	58	52	38	39	38
97	57	53	73	76	79
98.5	54	71	96		96
	98	97			





$2 \times 2$



$4 \times 4$

