

图像特征

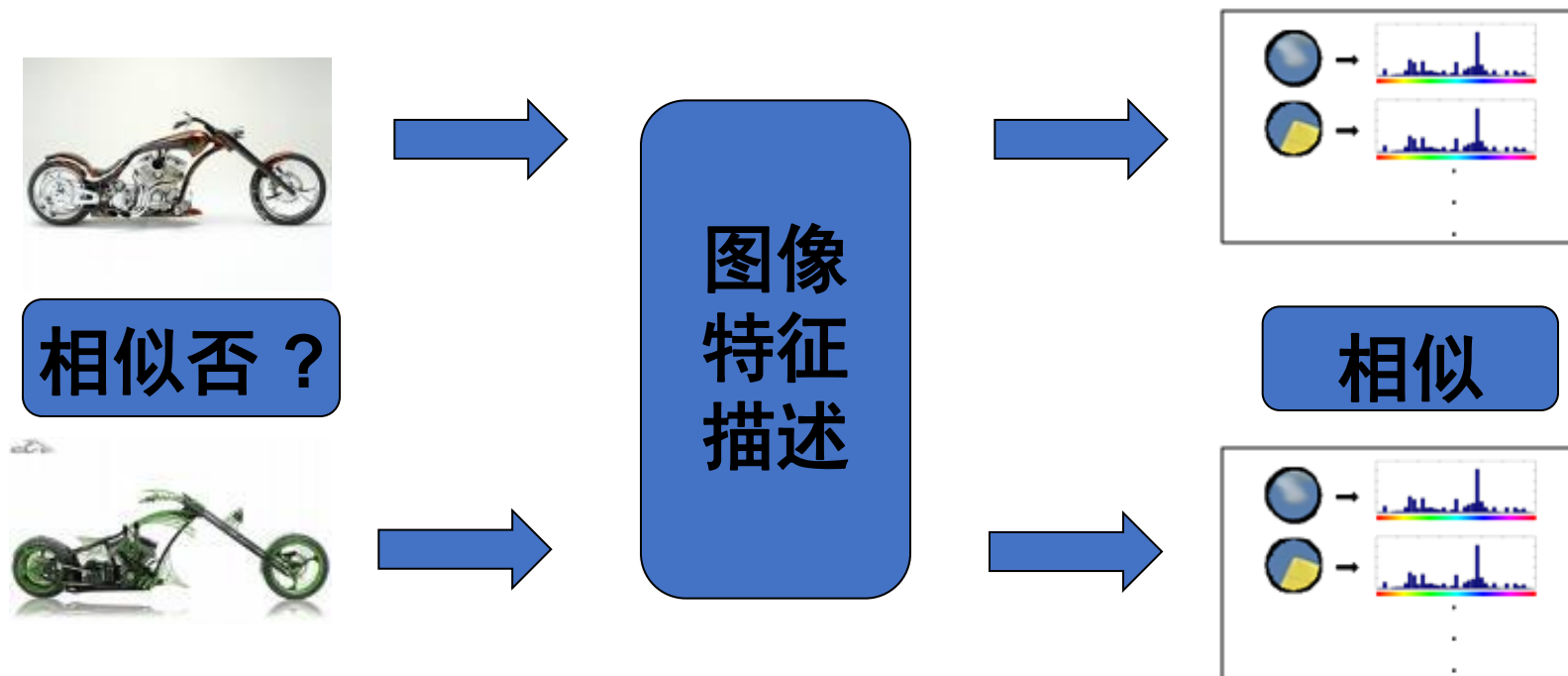
数字图像处理 第9讲

内容

- 图像特征概述
- 形状特征
- 灰度/颜色特征
- 纹理特征

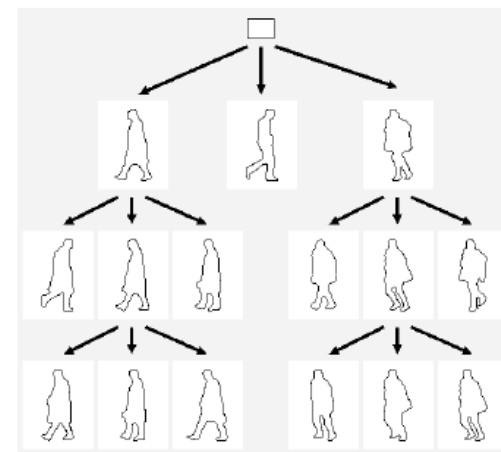
图像特征提取

- 目的：对图像进行紧凑和有效地描述
 - 从图像到一个数值或向量的变换
 - 加入主观认识、抓住目标本质
 - 效率提高，处理速度更快



图像特征类型

- 颜色：直方图
- 形状：边缘、轮廓
- 频域：傅里叶变换
- 特征点：角点、SIFT

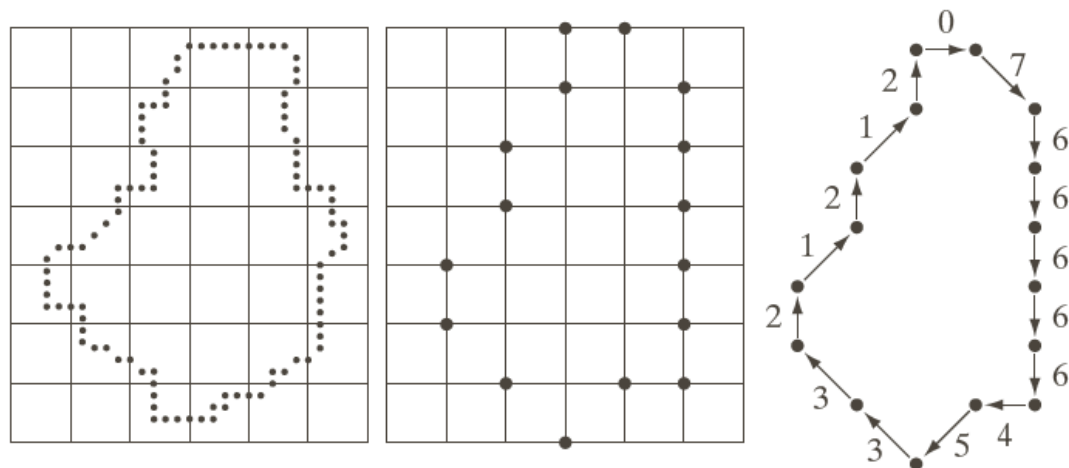
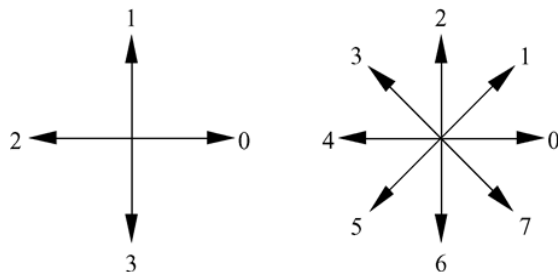
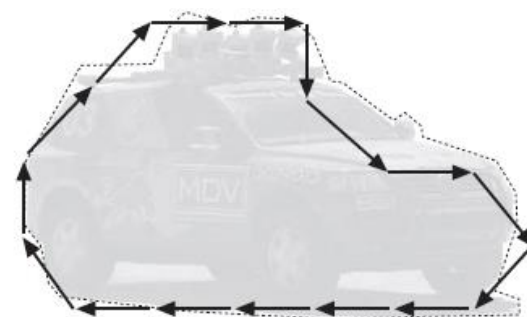


内容

- 图像特征概述
- 形状特征
- 灰度/颜色特征
- 纹理特征

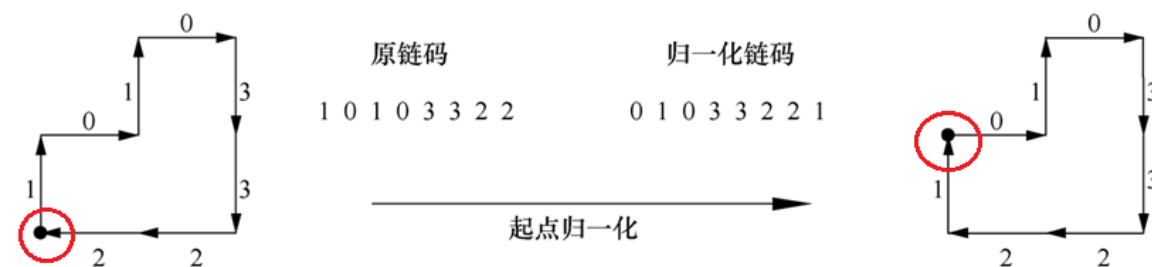
形状描述 - 链码

- 用方向线段来近似边界并用数字串表示
- 较大网格对图像重采样
 - 避免链码太长
 - 避免噪声和
- 沿边界对方向依次编码
 - 基于4连通或8连通
 - 用方向序数表示



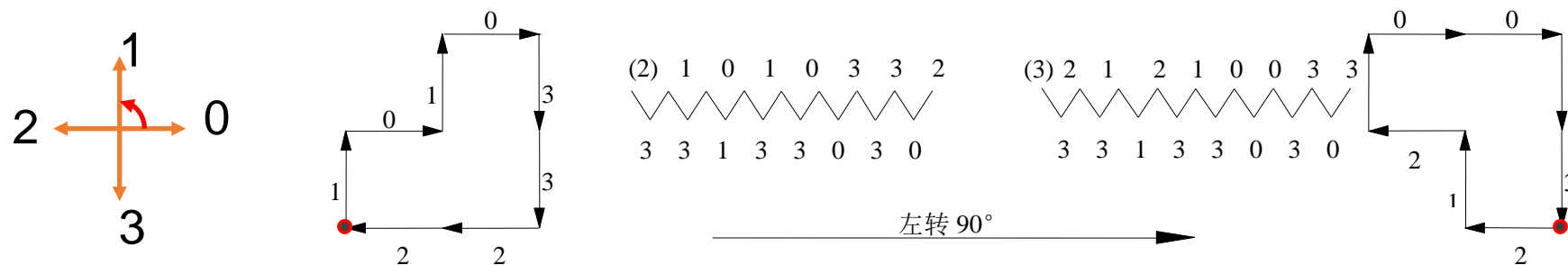
链码的不变性

- 起始点选择的问题 - 编号序列的整数值为最小值

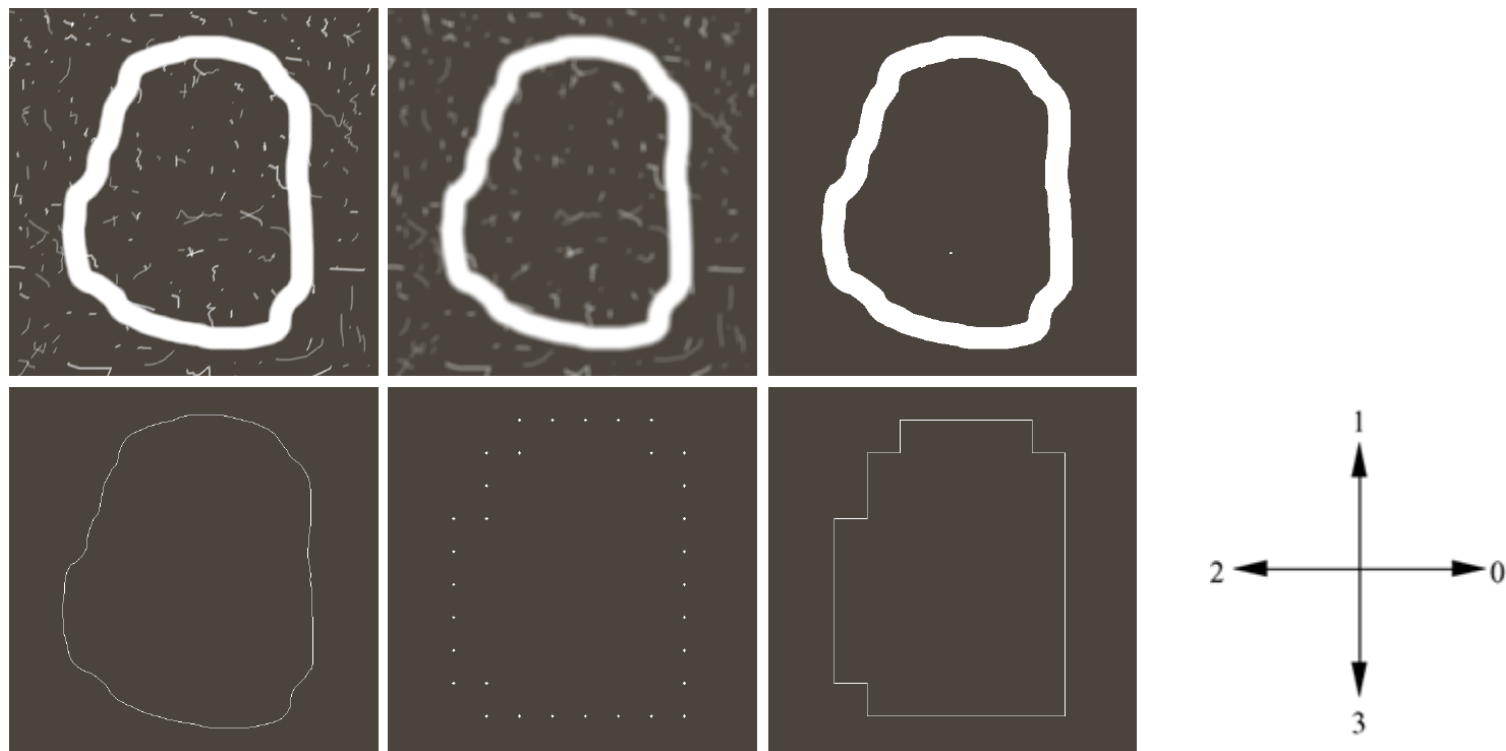


- 旋转不变性 - 一次差分

- 相邻两个的角度差表示 (逆时针转动次数)



链码举例



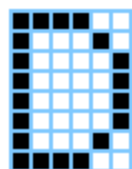
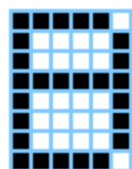
(a) 带噪声图像 (b) 均值滤波后的图像 (c) 阈值化分割
(d) 外部边界 (e) 边界重采样 (f) 直线连接

边界的4方向Freeman链码: 00003033333333222222121111101101

链码的应用

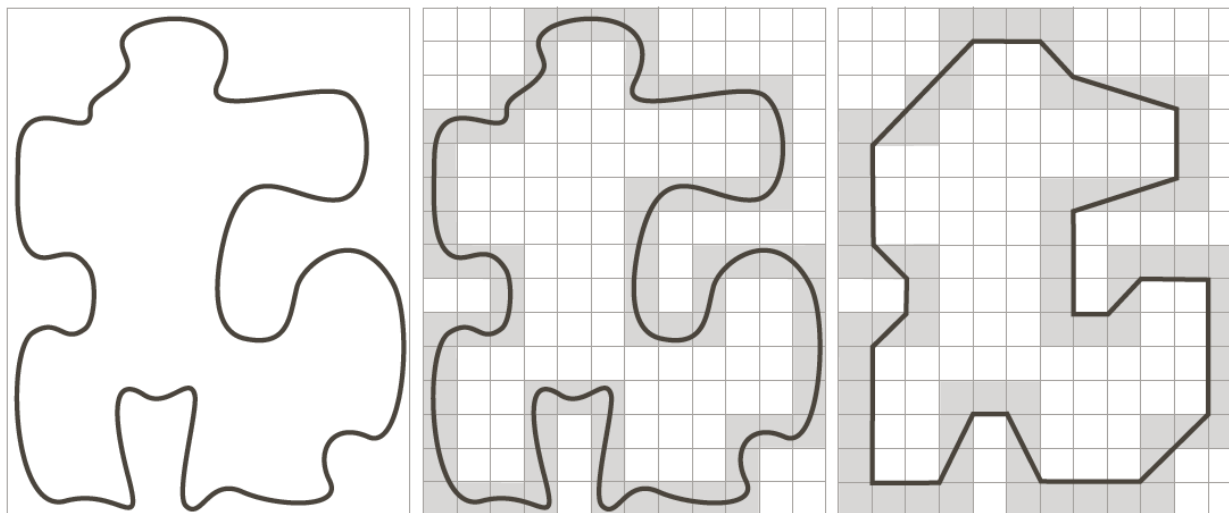


8BD8



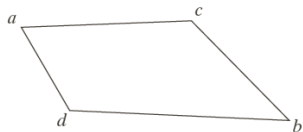
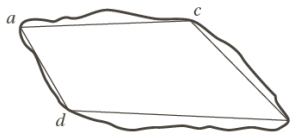
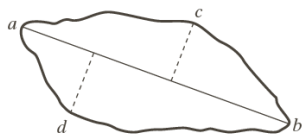
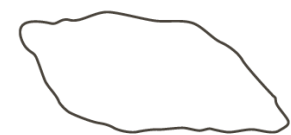
最小周长多边形近似

- 数字边界可以用多边形以任意精度来近似
- 更大的减少顶点数，简化表示形式
- 最小周长多边形近似
 - 可以想象成内外墙约束下的橡皮筋形状



多边形近似

- 基于聚合的方法
 - 沿边界拟合一条直线，拟合误差超阈值，就截断
- 基于分裂的方法
 - 边界的点到边界两端连线的距离超过阈值
 - 最大值对应分裂点



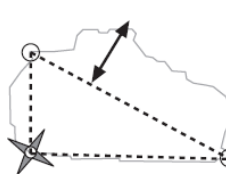
(a)



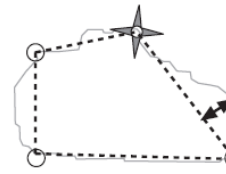
(b)



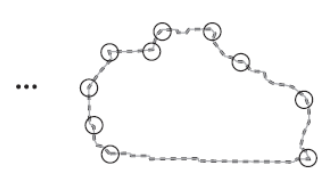
(c)



(d)



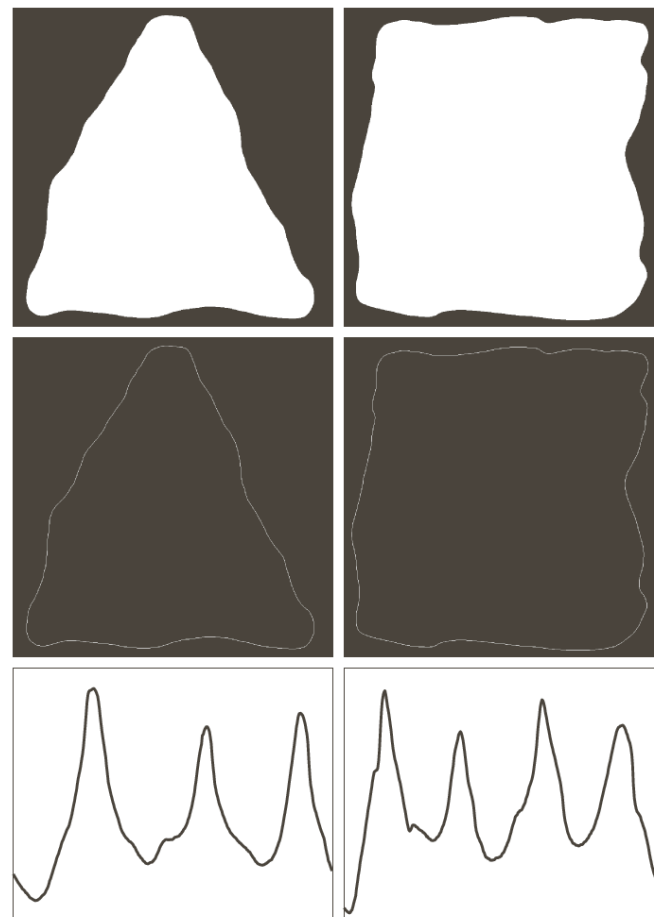
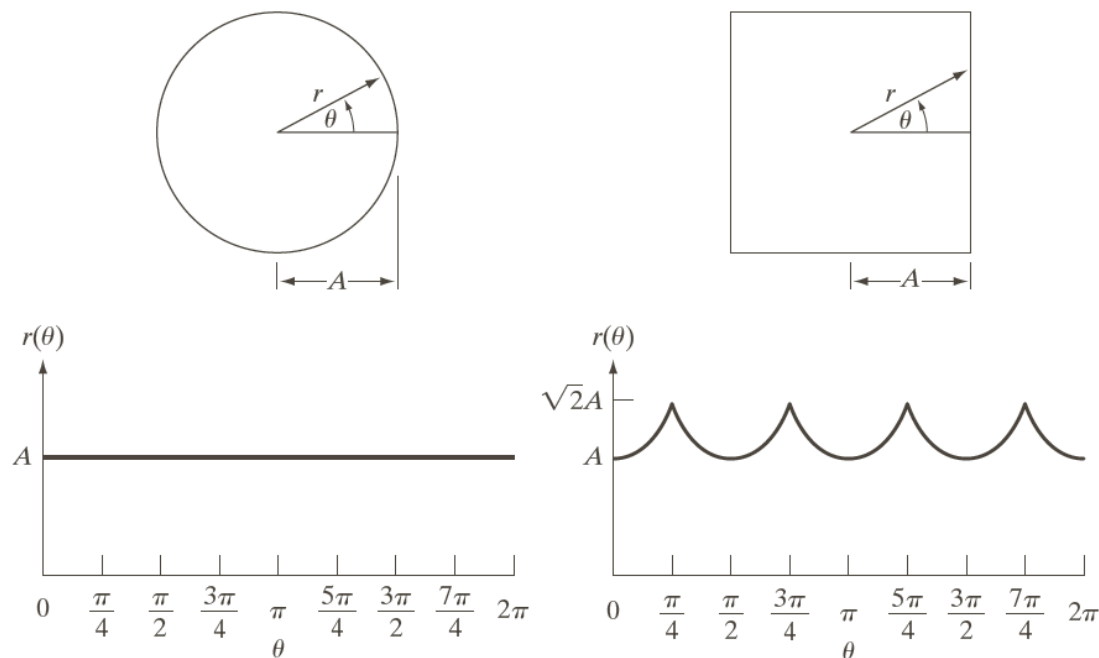
(e)



(f)

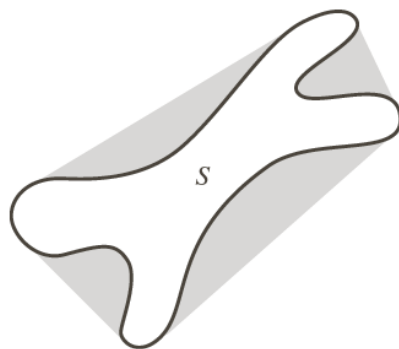
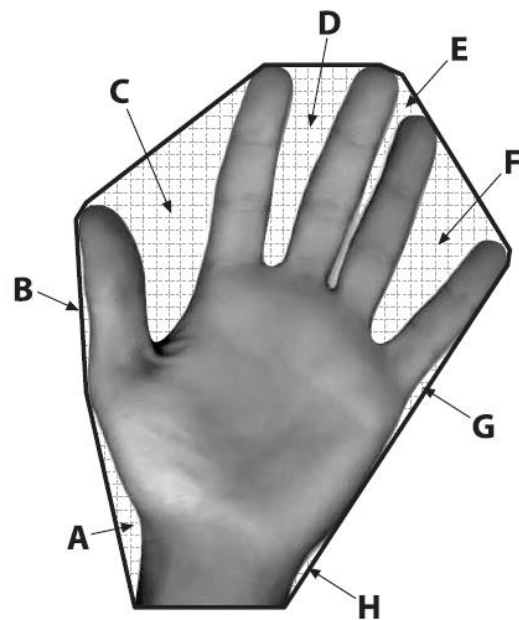
边界标记

- 将2维边界投影到1维的简单函数来表示
- 距离-角度函数
 - 边界上的点到质心的距离 r ，作为夹角 θ 的函数 $r(\theta)$



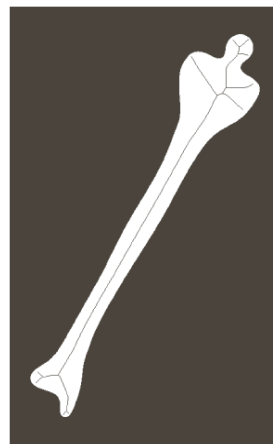
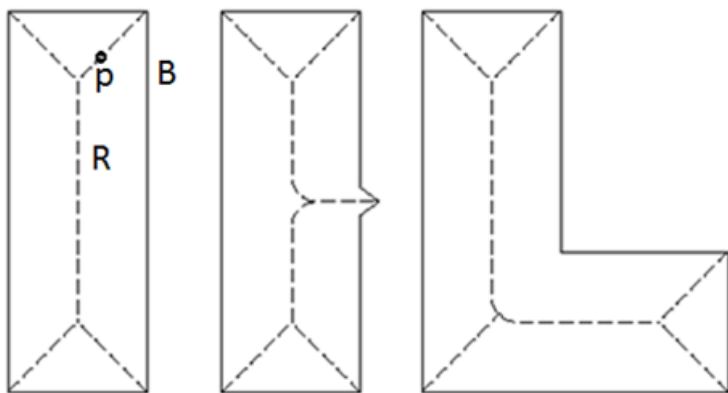
凸壳和凸缺

- 凸壳
 - 包含原始图像的最小凸边集
- 凸缺
 - 凸壳和原始图像的差值
- 当边界包含明显的凸度时有价值
 - 可用来做边界分解
 - 也可用作特征



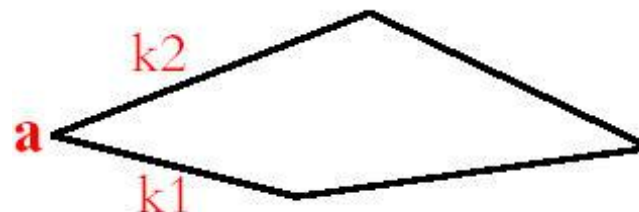
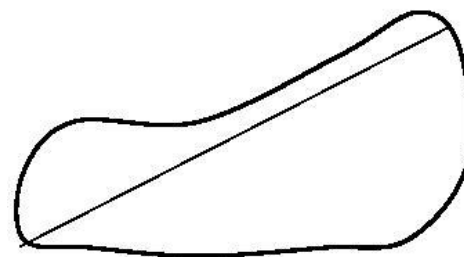
骨架

- 表示一个区域的结构形状
- 通过细化算法获取区域的骨架
- 中轴变换方法
 - 设 R 是一个区域， B 为 R 的边界，对于 R 中的点 p ，找 p 在 B 上“最近”的邻居。如果 p 在 B 上有多于一个同样距离的邻居，则称它属于 R 的中轴(骨架)



简单边界描绘子

- 边界的周长
 - 沿轮廓线计算像素的个数，给出一个近似估计
- 边界的直径
 - 边界上两点之间的最远距离定义了直径
 - 直径的两个端点称为长轴
 - 长轴的方向是描述子之一
- 边界的曲率
 - 斜率的变化率
 - 相邻边界线段斜率差
 - 作为交点处的曲率描述子



形状数

- 定义

- 值最小的循环差分链码

- 例如：4链码： 10103322

- 循环差分链码： 33133030

- (33133|030)

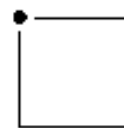
- 形状数： 03033133

- 形状数的阶数 n

- 形状数序列的长度

- 周长

Order 4



Chain code: 0 3 2 1

Difference: 3 3 3 3

Shape no.: 3 3 3 3

Order 6

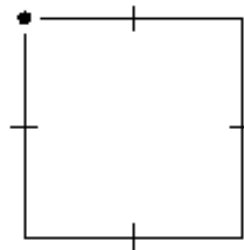


Chain code: 0 0 3 2 2 1

Difference: 3 0 3 3 0 3

Shape no.: 0 3 3 0 3 3

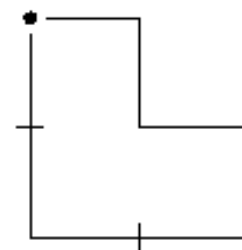
Order 8



Chain code: 0 0 3 3 2 2 1 1

Difference: 3 0 3 0 3 0 3 0

Shape no.: 0 3 0 3 0 3 0 3



Chain code: 0 3 0 3 2 2 1 1

Difference: 3 3 1 3 3 0 3 0

Shape no.: 0 3 0 3 3 1 3 3



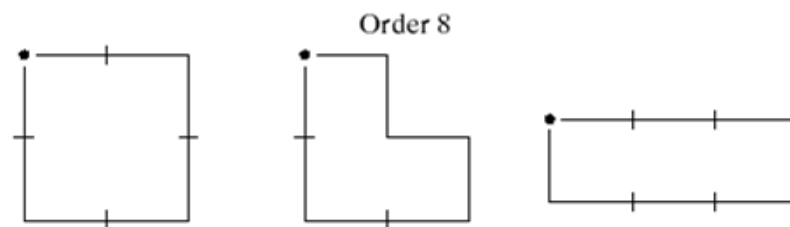
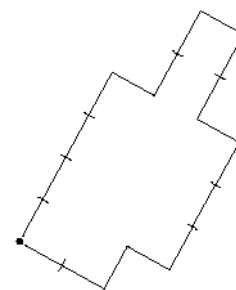
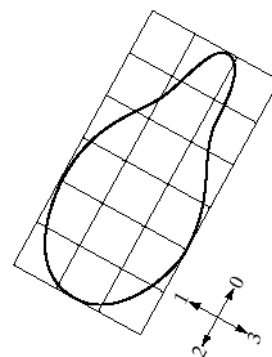
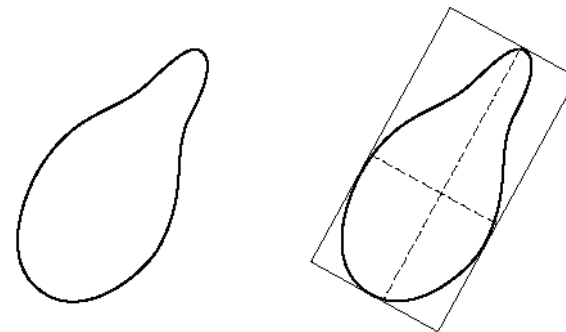
Chain code: 0 0 0 3 2 2 2 1

Difference: 3 0 0 3 3 0 0 3

Shape no.: 0 0 3 3 0 0 3 3

形状数

- 对任意形状计算形状数
 - 给定阶数，给出所有矩形
 - 周长 $n=12$, 2×4 , 3×3 , 1×5
 - 找到和基本矩形偏心率最接近的网格
 - 以此网格来网格化边界
 - 50%以上包在边界内的正方形保留
 - 从某起点计算得到链码
 - 计算差分码，最小化得到形状数



Chain code: 0 0 3 3 2 2 1 1 0 3 0 3 2 2 1 1 0 0 0 3 2 2 2 1

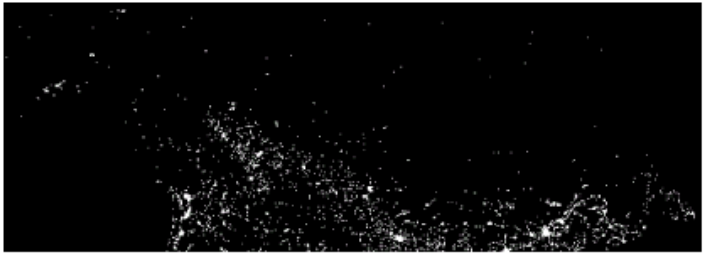
Difference: 3 0 3 0 3 0 3 0 3 3 1 3 3 0 3 0 3 0 0 3 3 0 0 3

Shape no.: 0 3 0 3 0 3 0 3 0 3 0 3 3 1 3 3 0 0 3 3 0 0 3 3

简单区域描述子

- 区域的周长
- 区域的面积
 - 白色（灯光）区域中占总面积

Region no.	% of white pixels compared to the total white pixels
1	20.4%
2	64.0%
3	4.9%
4	10.7%



Region no. (from top)	Ratio of lights per region to total lights
1	0.204
2	0.640
3	0.049
4	0.107



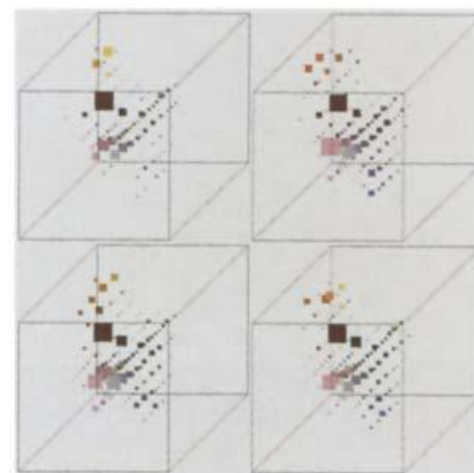
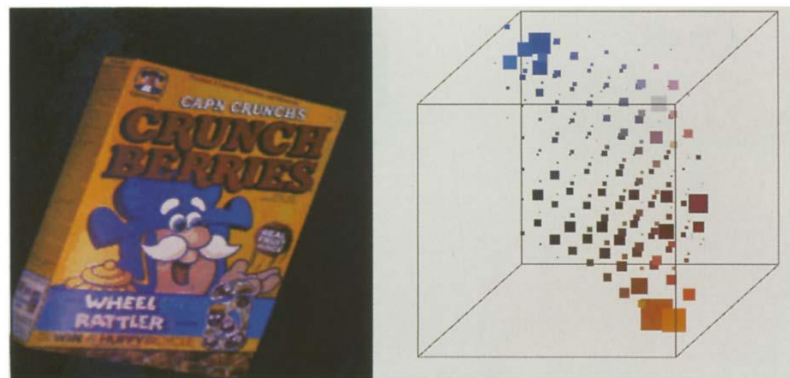
美洲的卫星图像来
估计电能消耗，人
口分布等，通过亮
度区域的面积比例

内容

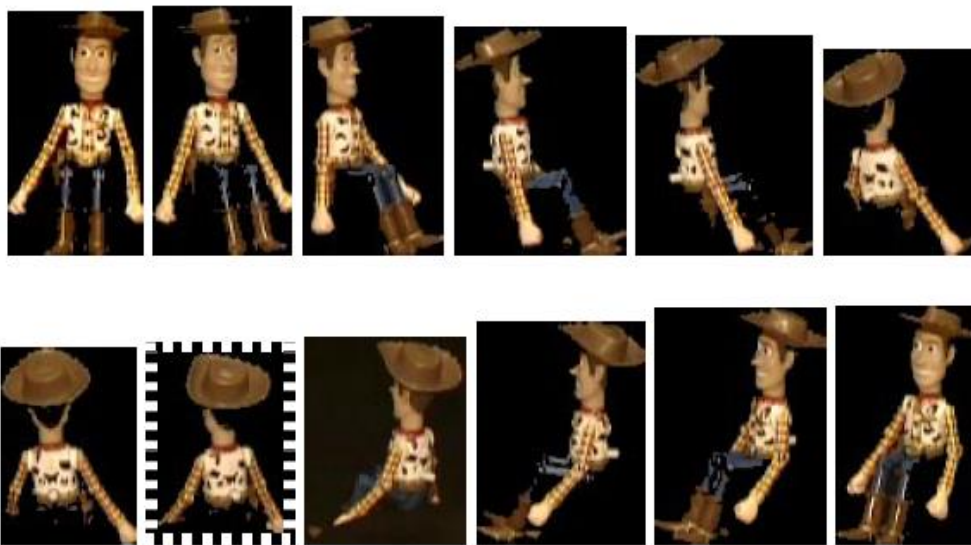
- 图像特征概述
- 形状特征
- 灰度/颜色特征
- 纹理特征

灰度/颜色特征

- 直方图



颜色特征用于目标检测



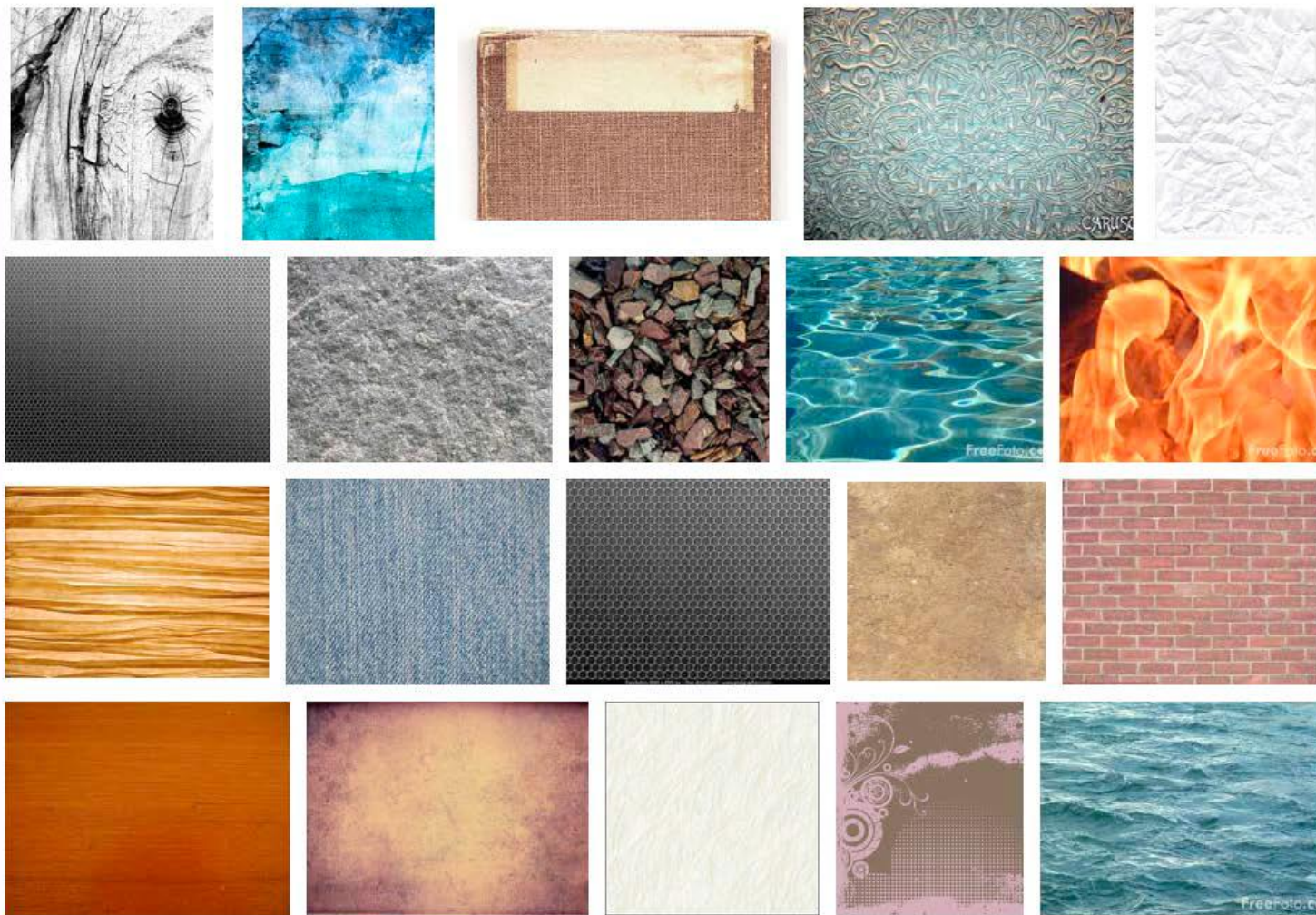
内容

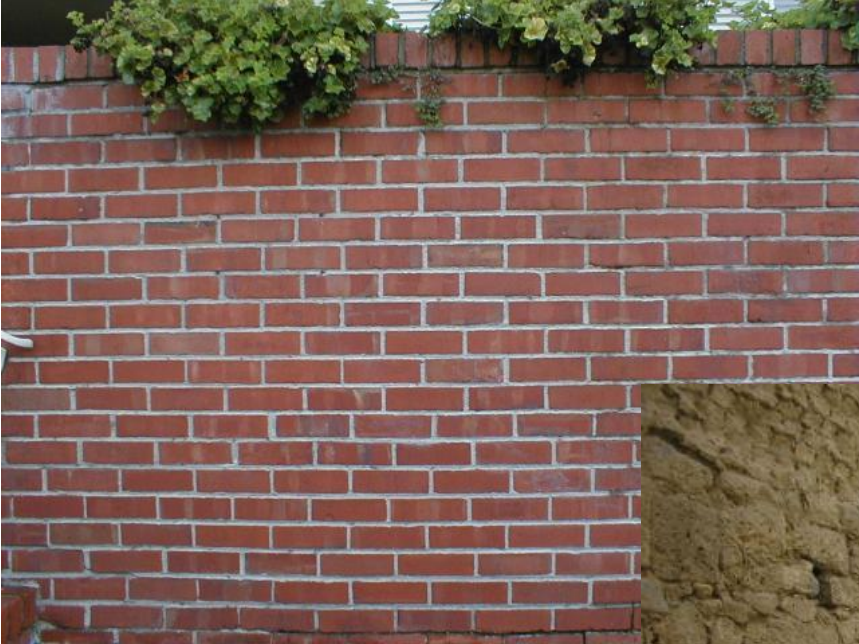
- 图像特征概述
- 形状特征
- 灰度/颜色特征
- 纹理特征

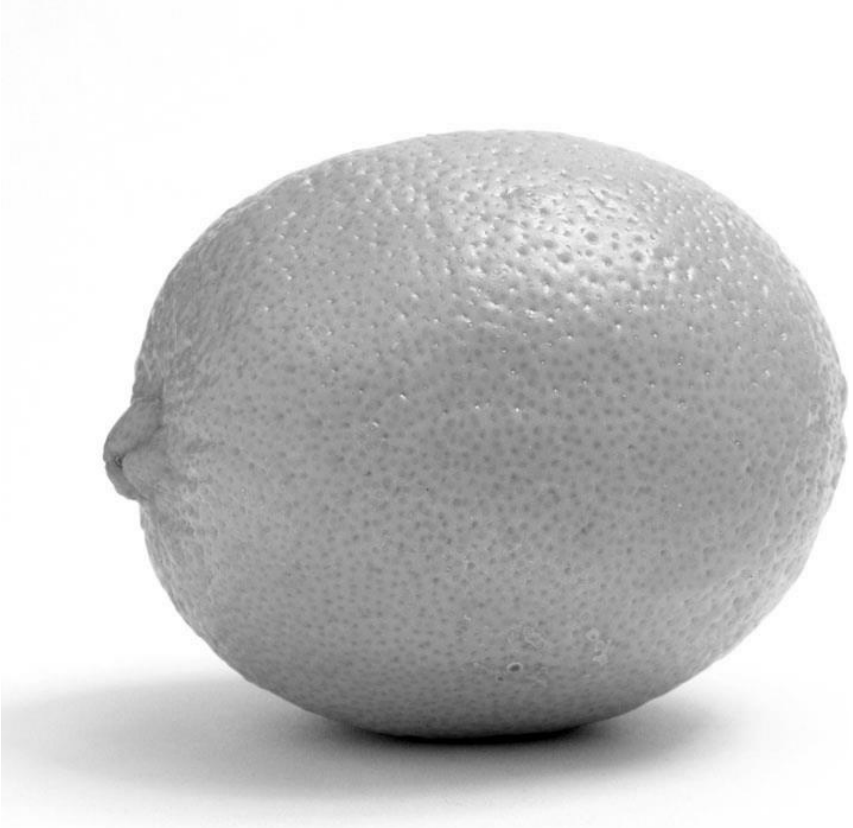
什么是纹理

About 45,000,000 results (0.31 seconds)

Advanced search









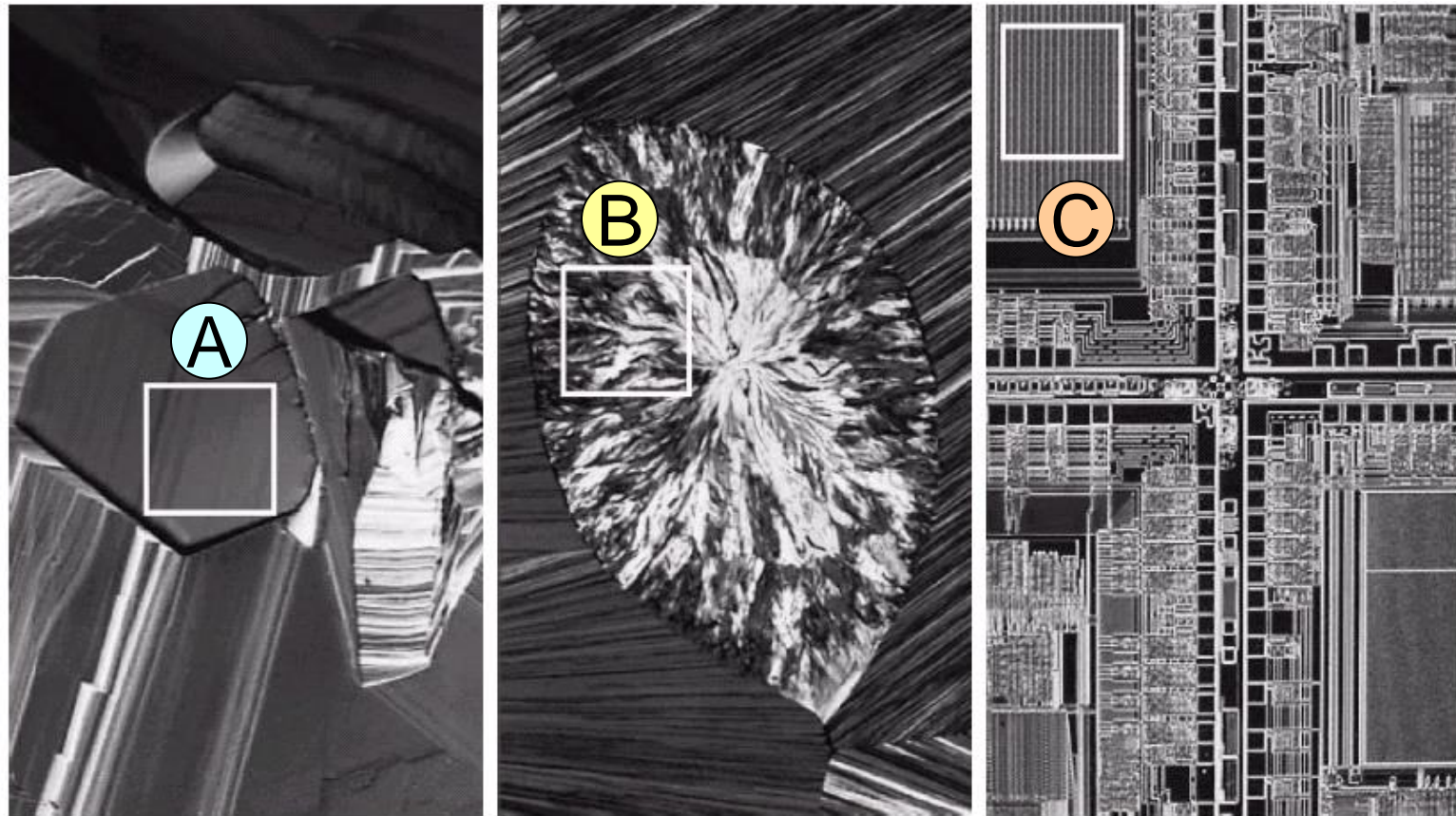
什么是纹理



纹理

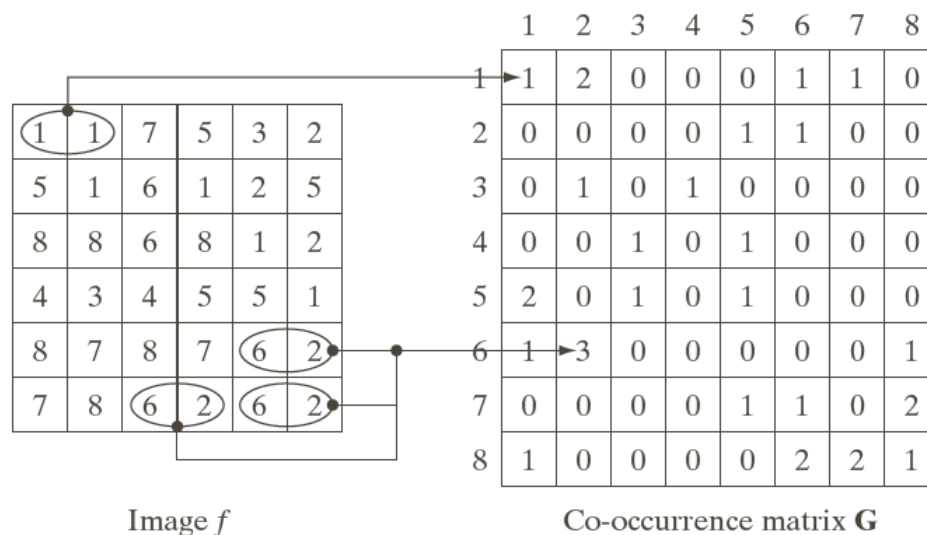
- 什么是纹理？
 - 没有正式的定义
 - 具有规律性的同时具有随机性
 - 可对区域的平滑度、粗糙度、规律性等进行度量
 - 描述一个区域的重要手段是量化区域的纹理
- 量化区域纹理的主要方法
 - 统计方法：平滑、粗糙、粒状
 - 结构化方法：图像元的排列的规律
 - 频谱方法：纹理的周期性

纹理



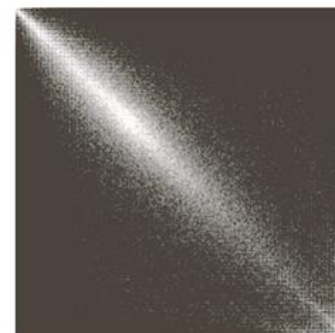
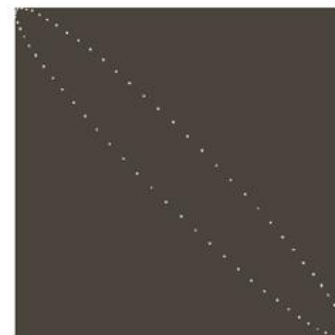
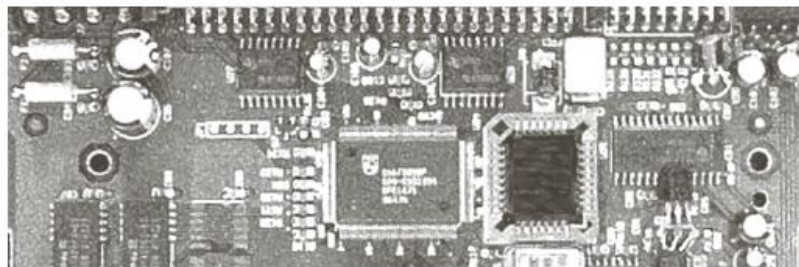
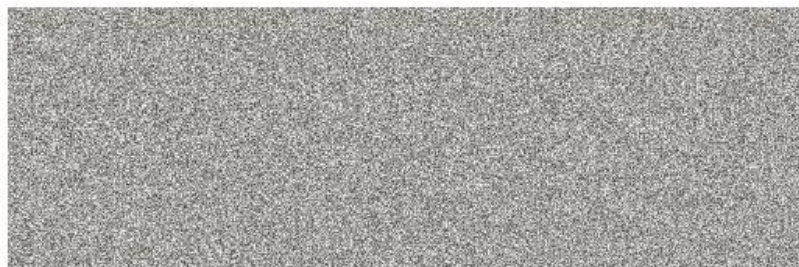
描述纹理的统计方法

- 灰度级共生矩阵
 - 相比直方图统计矩，其能描述像素间的相对关系
 - $K \times K$ 阶矩阵A，8 bit图像是 256×256
 - P为位置算子，如“左右两个像素的成对关系”
 - 元素 A_{ij} 是图像中像素满足P的次数



描述纹理的统计方法

- 共生矩阵描述纹理



不变矩

- 如果 $f(x,y)$ 是二维图像
- 各阶矩定义为

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

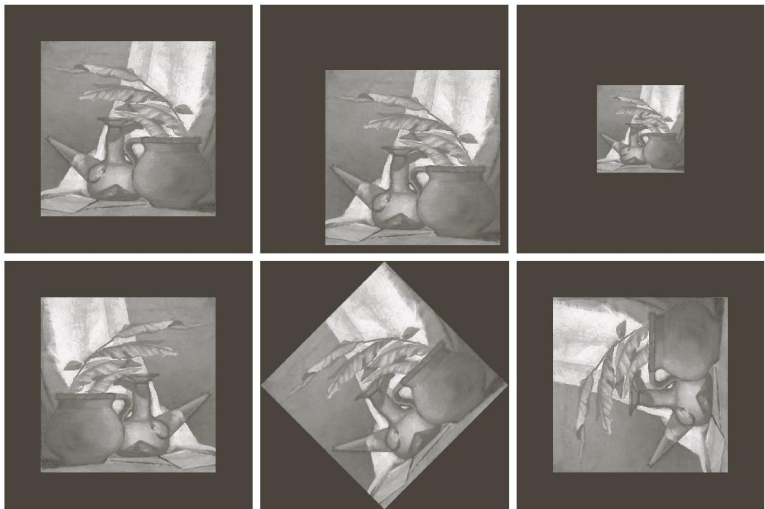
- 中心矩

$$\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y)$$

- 由此还可以组合定义出一些不变矩

不变矩

- 对平移，尺度变化，镜像和旋转不变



矩	原 图 像	平 移	缩 小 一 半	镜 像	旋转 45°	旋转 90°
ϕ_1	2.8662	2.8662	2.8664	2.8662	2.8661	2.8662
ϕ_2	7.1265	7.1265	7.1257	7.1265	7.1266	7.1265
ϕ_3	10.4109	10.4109	10.4047	10.4109	10.4115	10.4109
ϕ_4	10.3742	10.3742	10.3719	10.3742	10.3742	10.3742
ϕ_5	21.3674	21.3674	21.3924	21.3674	21.3663	21.3674
ϕ_6	13.9417	13.9417	13.9383	13.9417	13.9417	13.9417
ϕ_7	-20.7809	-20.7809	-20.7724	20.7809	-20.7813	-20.7809

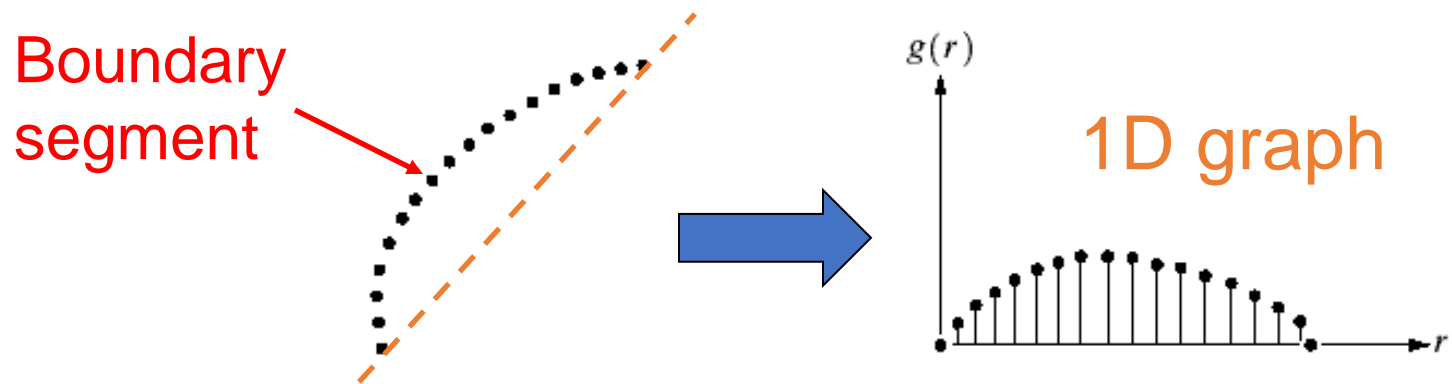
统计矩

- 基本思想

- 将描述形状的任务简化为描述一个一维函数
- 曲线看作随机变量 r 的概率密度函数直方图
- 形状可通过各阶的统计矩（中心距）定量描述

$$\mu_n(r) = \sum_{i=0}^{K-1} (r_i - m)^n g(r_i)$$

$$m = \sum_{i=0}^{K-1} r_i g(r_i)$$



简单区域描述子

- 使用面积计算从图像中获取信息

Region no. (from top)	Ratio of lights per region to total lights
1	0.204
2	0.640
3	0.049
4	0.107

美洲的卫星图像来估计电能消耗，人口分布等，通过亮度区域的面积比例



描述纹理的统计方法

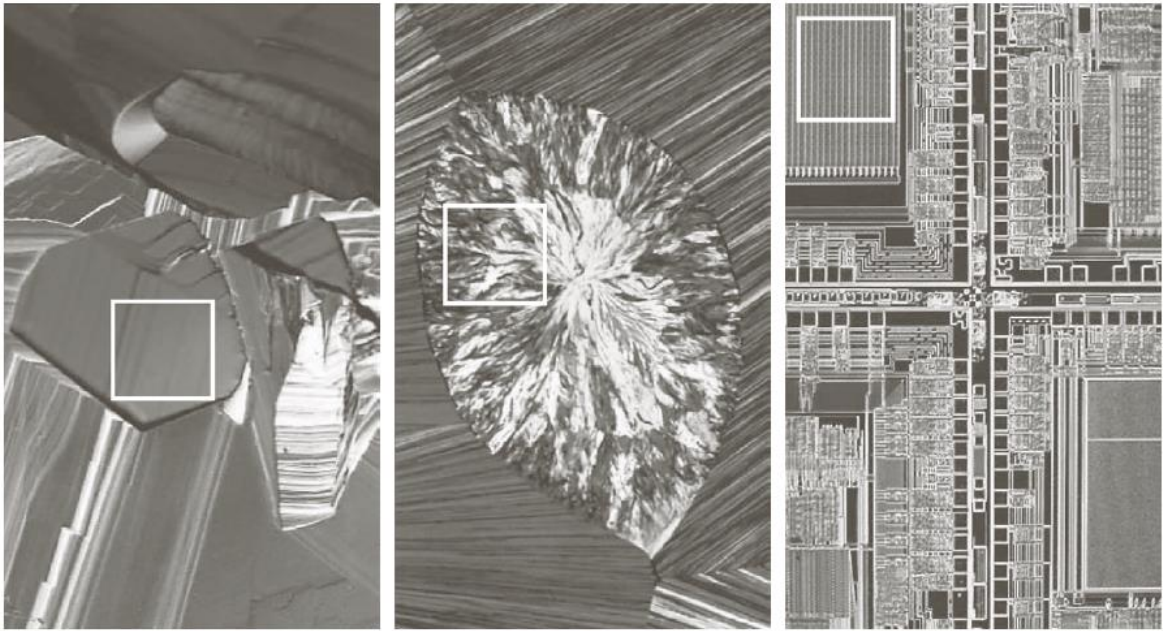
- 统计纹理的灰度直方图
 - 令 z 为代表灰度级的随机变量
 - $p(z_i)$, $i=1,2,\dots,L-1$ 为对应的直方图
- 计算直方图的统计矩
 - 关于 z 的第 n 阶矩

$$\mu_n(z) = \sum_{i=0}^{L-1} (z_i - m)^n p(z_i) \quad m = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i)$$

$$\mu_0(z) = 1, \quad \mu_1(z) = 0$$

描述纹理的统计方法

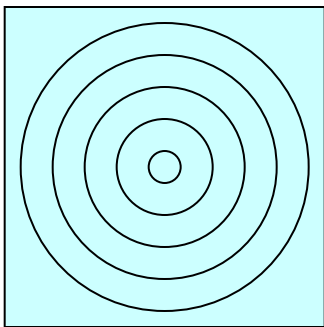
$$\begin{aligned}\mu &= \sum_{i=1}^{L-1} ih(i) \\ \sigma^2 &= \sum_{i=1}^{L-1} i^2 h(i) - \mu^2 \\ R &= 1 - \frac{1}{1 + \sigma^2(z)} \\ \mu_3(z) &= \sum_{i=0}^{L-1} (i - \mu)^3 h(i) \\ U &= \sum_{i=0}^{L-1} h^2(i)\end{aligned}$$



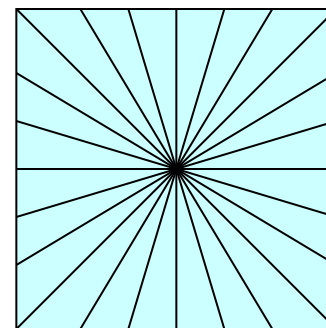
纹 理	均 值	标准差	(归一化后的) R	三阶矩	一致性
平滑	82.64	11.79	0.002	-0.105	0.026
粗糙	143.56	74.63	0.079	-0.151	0.005
规则	99.72	33.73	0.017	0.750	0.013

描述纹理的频谱方法

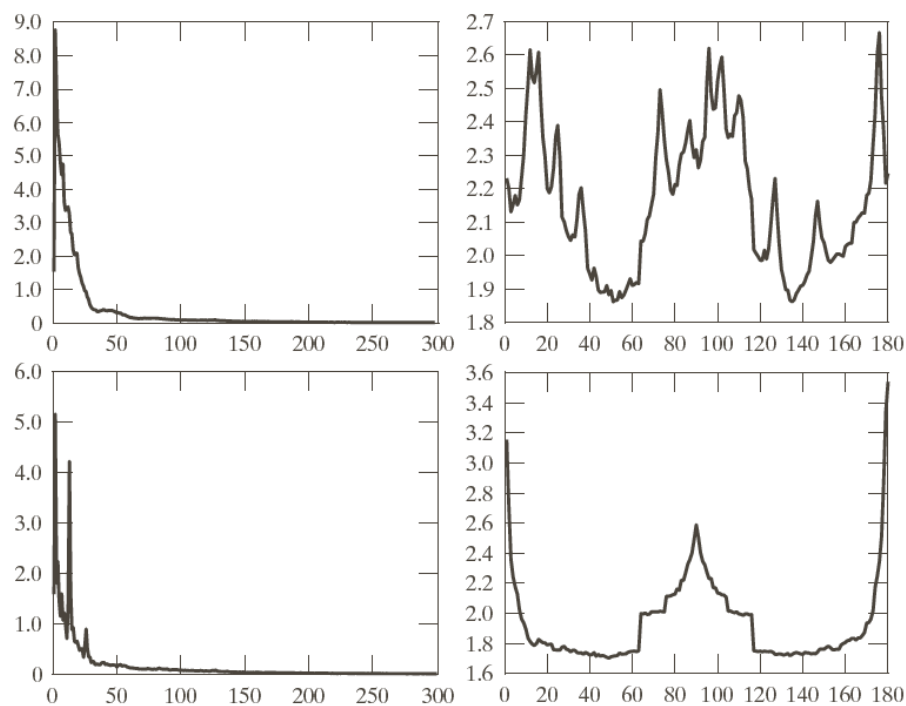
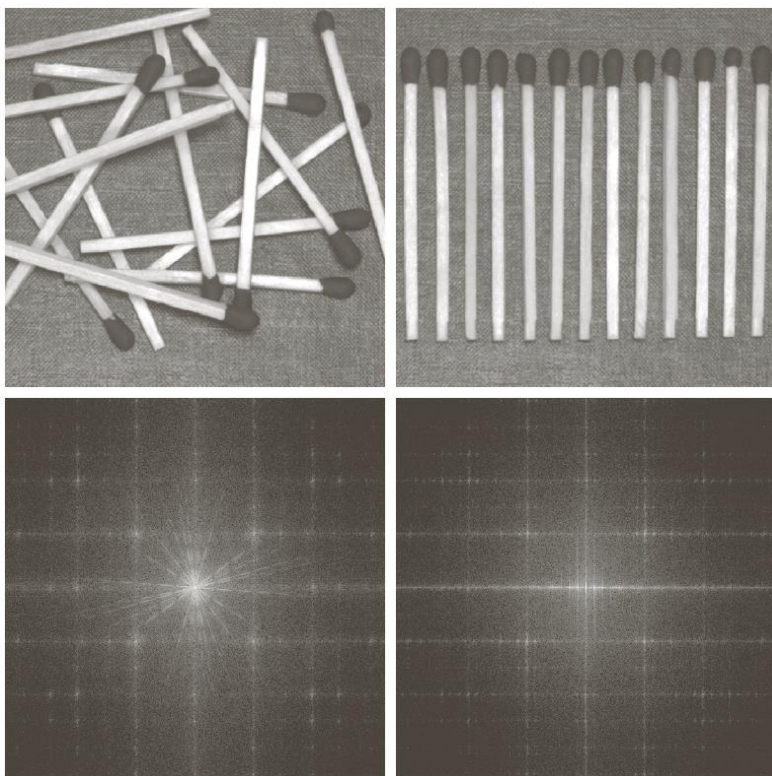
- 频谱方法
 - 傅里叶变换
 - 适合描述周期性纹理模式
- 频谱特征的检测常使用函数 $S(r, \theta)$
 - 对固定的 r ，沿着圆上的特性
 - 对固定的 θ ，沿着辐射方向上的频谱特性



$$S(r) = \sum_{\theta=0}^{\pi} S_{\theta}(r) \quad S(\theta) = \sum_{r=1}^{R_0} S_r(\theta)$$



描述纹理的频谱方法



小结

- 图像特征概述
- 形状特征
- 灰度/颜色特征
- 纹理特征