

图像的概念：图像是对客观存在的物体的一种相似性的生动模仿或描述，是物体的一种不完全、不精确，但在某种意义上是适当的表示。

图像处理的基本概念：①将一幅图像变为另一幅经过加工的图像,是图像到图像的过程②将一幅图像转化为一种非图像的表示,如语义信息或决策。

计算机图形学：用计算机将由概念所表示的物体（不是实物）图像进行处理和显示；侧重于根据给定的物体描述模型、光照及想象中的摄像机的成像几何，生成一幅图像；**图像数字化：**是指将模拟图像经过离散化之后，得到用数字表示的图像。图像的数字化包括了空间离散化（即**采样**）和明暗表示数据的离散化（即**量化**）。

——**采样**是指将在空间上连续的图像转换成离散的采样点（即像素）集的操作（在 x 轴和 y 轴两个方向上进行，一般等间隔）。采样间隔太小，则增大数据量；太大，会发生信息的混叠，导致细节无法辨认。

——**量化**是将各个像素所含的明暗信息离散化后，用数字来表示。一般的量化值为整数（8bit 量化: 0-255）。（3bit 以下的量化，会出现伪轮廓现象。）非均匀量化：对灰度变化比较平缓的部分用比较多的量化级，在灰度变化比较剧烈的地方用比较高的分辨率。

灰度直方图：所有的空间信息全部丢失且不可逆。

直方图均衡化方法基本思想：对在图像中像素个数多的灰度级进行**展宽**，而对像素个数少的灰度级进行缩减。从而达到清晰图像的目的。（原因：充分利用了所有的灰度级）

直方图均衡化计算：（1）求出图像 f 的总体像素个数 $N_f = \text{长} \times \text{宽}$ ；（2）计算每个灰度级的像素个数在整个图像中所占的百分比；（3）计算图像各灰度级的累计分布 h_p ；（4）新图像 g 的灰度值 $g(i,j) = 255 \times h_p(k)$ 。

对比度展宽和动态范围调整都需要提前获知感兴趣的灰度范围[a,b]；在现实生活中，这个范围因为图像的复杂性较难获取。

直方图均衡化不需要提前的假设，因此在应用中被广泛应用消除光照不均匀等现象。

椒盐噪声用中值滤波：原因：1.椒盐噪声是幅值近似相等但随机分布在不同位置上，图像中有干净点也有污染点。均值将改变干净点的值；2.因为噪声分布的均值不为 0，所以均值滤波不能很好地去除噪声点。**高斯噪声用均值滤波。**

边界保持类平滑滤波器的提出：经过平滑滤波处理之后，图像就会变得模糊（包括边界）。边界点与噪声点有一个共同的特点是，都具有**灰度的跃变**特性。所以平滑处理会同时将边界也模糊了。

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

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

K 近邻平滑滤波器：————→ 缺点：算法复杂度增加。

图像锐化的目的：使灰度反差增强，加强图像中景物的细节边缘和轮廓。

单方向锐化的后处理：解决像素值为负的问题。**方法 1：**整体加一个正整数，以保证所有的像素值均为正。可以获得类似浮雕的效果。**方法 2：**将所有的像素值取绝对值。可以获得对边缘的有方向提取。**PS：**有方向一阶锐化对于人工设计制造的具有矩形特征物体（如楼房、汉字等）的边缘的提取很有效。对于不规则形状（如：人物）的边缘提取，则存在信息的缺损。

无方向一阶锐化：（1）交叉微分锐化（Roberts 算法）（2）Sobel 锐化（3）Prewitt 锐化。

$$(1) \quad g(i,j) = |f(i+1,j+1) - f(i,j)| + |f(i+1,j) - f(i,j+1)|$$
$$(2) \quad g(i,j) = \{d_x^2(i,j) + d_y^2(i,j)\}^{\frac{1}{2}} \quad d_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad d_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(3) \quad g(i,j) = \{d_x^2(i,j) + d_y^2(i,j)\}^{\frac{1}{2}} \quad d_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad d_y = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Sobel 与 Prewitt 思路相同，处理效果基本相同。Roberts 模板为 2*2，提取出的信息较弱。

二阶微分锐化：能够获得更丰富的景物细节。1）突变形的细节，通过一阶微分的极大值点，二阶微分的过零点均可以检测出来。2）细线形的细节，通过一阶微分的过零点，二阶微分的极小值点均可以检测出来。对于渐变的细节，一般很难检测，但二阶微分的信息比一阶微分的信息略多。

$$H_1 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Laplacian 算法：

$$\text{变形算子：} \quad H_2 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} \quad H_3 = \begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix} \quad H_4 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 5 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

H1,H2 的效果基本相同，H3 的效果最不好，H4 最接近原图。

Sobel 算子获得比较粗略的边界，反映的边界信息较少，但是所反映的边界比较清晰；**Laplacian 算子**获得比较细致的边界。反映的边界信息包括了许多的细节信息，但是所反映的边界不是太清晰。

边缘检测：边缘是指图像局部强度变化最显著的部分。

LoG (Laplacian of Gaussian) 算法：特征：平滑滤波器是高斯滤波器；增强步骤采用二阶导数(二维拉普拉斯)；边缘检测判据是二阶导数零交叉点。其中参数 Sigma 值越小，高斯函数的能量越集中。

Canny 边缘检测器：使用高斯函数的一阶导数，是对信噪比与定位之乘积的最优化逼近算子。

步骤：1)用**高斯滤波器**平滑图像；2)用**一阶偏导**有限差分计算梯度幅值和方向；3)对梯度幅值应用**非极大值抑制**；4)用**双阈值算法检测**和**连接边缘**。
图像的几何变换：形状变换（放大、缩小与错切）、位置变换（平移、镜像与旋转）、仿射变换（数学映射变换公式）。**PS：**图像的几何变换不改变像素的值，只改变像素的位置。

$$\text{平移: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \Delta x \\ 0 & 1 & \Delta y \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{旋转: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{水平镜像: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{垂直镜像: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{水平错切: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ d_x & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{垂直错切: } \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & d_y & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

P-参数法：对**固定分辨率**下的目标物，根据目标物在画面中所占的比例来选择**阈值**，进行二值化处理。（对于已知目标物在画面中所占比例的情况

下使用比较有效。) **步骤:** 1) 设图像的大小为 $m \times n$, 计算得到原图的灰度直方图 h ; 2) 输入目标物所占画面的比例 p ; 3) 尝试性地给定一个阈值 $Th=Th_0$; 4) 计算在 Th 下判定的目标物的像素点数 N ; 5) 判断 $ps=N/(m \times n)$ 是否接近 p ? 是, 则输出结果; 否则, $Th=Th \pm dT$, 直到满足条件。

类间类内最大方差比阈值法: 思想: “物以类聚”, 属于“同一类别”的对象具有较大的一致性。步骤: 1) 给定一个初始阈值 $Th=Th_0$, 则将原图分为 C_1 和 C_2 两类 (例如: 可以默认为 1, 或者是 128); 2) 分别计算两类的类内方差; 3) 分别计算两类像素在图像中的分布概率; 4) 选择最佳

阈值 $Th=Th^*$, 使得下式成立: $\sigma_b^2 = P_1(\mu_1 - \mu)^2 + P_2(\mu_2 - \mu)^2$; $\sigma_m^2 = P_1\sigma_1^2 + P_2\sigma_2^2$; $\eta|_{Th^*} = \max \left\{ \frac{\sigma_b^2}{\sigma_m^2} \right\}$

k-means 聚类算法: 是基于距离的无监督学习算法。

伪代码: 1 选择 K 个点作为初始质心
2 repeat
3 将每个点指派到最近的质心, 形成 K 个簇
4 重新计算每个簇的质心
5 until 簇不发生变化或达到最大迭代次数

Hough 变换: 将图像由图像空间变换为参数空间。

1) 图像空间中的一条线(点)对应 Hough 空间中的一个点(线)。2) Hough 空间中两条线的交点用来表示过点 (x_0, y_0) 和点 (x_1, y_1) 的直线。

Hough 变换 (极坐标系): 图像空间中的每个点 (x, y) 被映射为一个 (r, θ) 空间中的正弦曲线。2) 图像空间中共线的点所对应的 (r, θ) 空间中正弦曲线相交于一点 (r', θ') 。PS: 把在图像空间中检测直线的问题转化为在极坐标参数空间中找通过点 (r, θ) 的最多正弦曲线数的问题。

图像空间中圆上的点映射到参数空间中的一族圆锥的交点 (a_0, b_0, r) 正好对应于圆的圆心坐标和圆的半径。

在参数空间中的交点就代表了图像空间中的某个圆。

直线 Hough 检测步骤: 1) 构建 (参数空间) 变换域累加器数组, 并将其初始化为 0; 2) 读入一幅二值化图像, 遍历图像像素点; 3) 对每一个像素点, 进行霍夫变换, 按照 r 和 θ 的值在变换域累加器数组中的相应位置上加 1; 4) 遍历累加器数组, 寻找局部极大值。

圆 Hough 检测步骤: 1) 基于以上原理对参数空间适当量化, 得到一个三维的累加器阵列, 阵列中的每一个立方小格对应的参数离散值。2) 对图像空间所存在的圆进行边缘检测, 将每个边缘点映射到 abr 三维空间, 同时将对立方小格的累加器累加。3) 当对全部边缘点变换完成后, 查找所有累加器的最大值, 其对应坐标就是图像空间中圆的圆心和半径。

区域法思路: 综合考虑待分割区域内部像素的特征同质性和近邻性, 通过反复地将相邻且特征相似的像素或区域纳入同一分割区域, 以实现分割。
(区域生长法、区域分裂与合并法) **图论法思想:** 将数字图像视为具有拓扑结构 (常为矩形) 的图 (graph), 将像素视为点 (vertex), 将相邻像素间的联系视为边 (edge), 定义某种基于类别标记的目标函数, 通过对目标函数的优化实现分割。(最小割算法、马尔科夫随机场、生成树算法)

贴标签步骤:

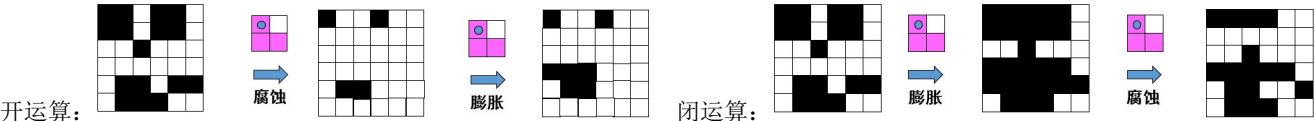
1) 初始化: 设标签号为 $L=0$, 已贴标签数 $N=0$, 标签矩阵 g 为全 0 阵。
2) 检查相邻像素的状态:
如果扫描过的像素均为 0, 则 $L=L+1, g(i, j)=L, N=N+1$;
如果扫描过的像素标签号相同, 则 $g(i, j)=L$;
如果扫描过的像素标签号不相同, 例如 $L_2 > L_1$, 则 $g(i, j)=L_1, N=N-1$, 修改所有为 L_2 的像素值, 使之成为 L_1
3) 将全部的像素进行步骤 2 的处理, 直到所有的像素全部处理完成
4) 判断最终的 L 是否满足 $L=N$
如果是, 则贴标签处理完成;
如果不是, 则表明已贴标签存在不连号情况, 将进行一次编码整理, 消除不连续编号的情况。

腐蚀: 如果全部覆盖则不腐蚀, 部分覆盖则腐蚀 (思路: 全部覆盖表示当前这个点在图像内部, 所以不腐蚀)。分离不同目标物, 去除小颗粒噪声。

膨胀: 如果存在黑点, 则膨胀。(可以将断裂开的目标物进行合并, 便于对其整体的提取)

开运算: 先腐蚀, 后膨胀。(在分离粘连目标物的同时, 基本保持原目标物的大小。)

闭运算: 先膨胀, 后腐蚀。(在合并断裂目标物 (填补图像)的同时, 基本保持原目标物的大小。)



RGB—正方体 (RGB 与人对颜色的理解方式不同, 故提出 HSI)

HIS: H 表示色度, 由角度表示, 反映了该颜色最接近的光谱波长。0° 为红色, 120° 为绿色, 240° 为蓝色。I 表示光照强度或称为亮度, 它确定了像素的整体亮度, 而不管其颜色是什么。S 表示饱和度, 饱和度参数是色环的原点到彩色点的半径长度。**CMYK:** 减色系统。

频域分析反映了信号不同频率组成及其分量成分大小, 能够提供比时域信号波形更直观, 丰富的信息。

图像中频率代表什么内容? 低频: 图像基本外形轮廓特征、总体灰度信息; 中低频: 图像分块和区域特性; 中高频: 图像边缘、线条、纹理等细节信息; 高频: 部分图像高频噪声 (白噪声除外)。(变换后的图像, 大部分能量分布于低频谱段, 这对图像的压缩、传输都比较有利)

傅立叶级数定义: 任何周期函数都可以用正弦函数和余弦函数构成的无穷级数来表示。(选择正弦函数与余弦函数作为基函数是因为它们是正交的) 正弦波形式复杂, 周期函数, 不易数学与计算机处理。欧拉公式将正弦波统一成了简单的指数形式。欧拉公式: $e^{ix} = \cos x + i \sin x$
信号变化的快慢与频率域的频率有关。噪声、边缘、跳跃部分代表图像的高频分量; 背景区域和慢变部分代表图像的低频分量。

模式识别: 确定一个样本的类别属性 (模式类) 的过程, 即把某一样本归属于多个类型中的某个类型。为了更好地对模式识别系统性能进行评价, 必须使用一组独立于训练集的测试集对系统进行测试。**训练过程:** 信息获取、预处理、特征提取、训练 (学习分类规则); **识别过程:** 信息获取、预处理、特征提取、分类 (利用学到的分类规则)。**SUSAN 算法原理:** 通过核值相似区实现角点特征的检测。

纹理: 由某种模式重复排列所形成的结构。图像纹理反映了物体表面颜色和灰度的某种变化, 与物体本身的属性相关。

统计分析法、结构分析法、模型分析法、频谱分析法。