**第一章：绪论**

1.像素在数字图像上具有固定的空域坐标以及该点的值，其特征为：均为离散值和有限值。（注1：常代表图像的或等级）（注2：空域坐标系下右）

2.数字图像的形式：①单通道（或者灰度等级）②三通道（）③四通道（）深度

3. **(光柱颜锥)**锥状体（少）集中在中央凹附近，对颜色极其敏感；杆状体（多）的分布较为分散，对低亮度的光照敏感。（注1：两者均不在盲点上有分布）（注2：锥状体（），杆状体（））

4.**图像不仅仅由电磁波生成，超声波等都可以**（例：B超）

5.**DIP与计算机视觉、机器人视觉、机器视觉的区别**：DIP：对图像的基础操作，如几何变换，增强恢复，锐化滤波等，其结果仍为图像；计算机视觉：对给定的图像进行信息提取，如运动检测物体识别，获得具体数据；机器视觉：用于自动化生产，由机器自主获取图像等信息来获得具体数据，需要多传感器结合。机器人视觉：对象是机器人，使机器人具备视觉能力完成各项任务。

**第二章：数字图像基础**

1.采样量化：数字图像的生成需要经过采样和量化的过程。坐标值的数字化就是采样，值的数字化就是量化。

2.**灰度分辨率**为，大小为的数字图像一般用矩阵表示，其占用的储存空间为：(比特)。空域分辨率为；

3.图片的Zooming和Shrinking可用最邻近插值或者双线性插值，前者的缺点是精度低，可能会存在灰度上的不连续，在变化的地方出现明显的锯齿状。双线性： 注：**无论上、降采样，图片所包含内容不变，只是空间分辨率变了。**

4.像素p的4邻域（十字形）、D邻域（4个对角）和8邻域（一圈）；**两个像素p和q之间的4邻接（p在q的）、8邻接（p在q的）和m邻接（p在q的且p的与q的相交为空；或p在q的）；**连通性对图像边界和区域分量的形成很重要。连通（所有连通的像素构成通路）：邻接+像素值都属于集合V；连通分量: 对于S中的任何像素p，S中连通到该像素的像素集称为S的连通分量. 连通集：只有一个连通分量的集合(补

5.欧几里得距离（De）、街区距离（D4 ）和棋盘距离（D8 max（））的概念。（注：D4为菱形，D8为方形）

**第三章：灰度变换和空间滤波（图像增强）**高光 降噪 视觉感染力

1.对于空域，我们的操作一般是针对像素的邻居。若直接对像素本身进行操作，则称为灰度变换；否则为空间滤波，多使用掩模。

2.如果想将一个物体从背景中分离，可以使用阈值变换；当输入的图像灰度分辨率很大时，可以使用对数变换；**幂律变化**则可以将一个较窄范围的灰度等级映射到较大范围的灰度等级(注：小凸大凹) (整体变暗，)或将图像整体变亮（；由于显示器、打印机等对不同亮度的响应非线性，而是指数，所以使用y校正来处理；灰度切片（变换函数T为分段函数）类似于阈值变换，对于突出图像中某些特征起作用；**比特平面分层中高阶比特平面包含了最重要的视觉数据，低阶比特平面贡献了更精细的灰度细节**，存储4个高阶比特平面即可重建原图像（在可接受范围内）；图像相减时存在-255~255的灰度等级，所以需归一化或者加255除以2将其重新变为0~255，该方法可用于检测运动的物体或者进行change detection；同一场景多张图取平均噪声水平不变。

3.**直方图均衡化**（，刚好满足单调递增和区间条件），可以使输出图像的灰度分布更加均衡，提高对比度。（均衡化过程较为简单）直方图:显示了像素值等级分布情况

4.**平滑线性滤波器**（均值滤波器）可用于滤除噪声（也可以滤除不必要的细节）或者突出总体特征，但是会模糊边缘；统计排序滤波器：中值滤波器有时表现更佳（相对average），尤其是滤除椒盐噪声；**自适应中值滤波器（补）可以滤除空间密度更大的椒盐噪声，平滑其他噪声并减小失真，没有边缘效应**；Max filter VS pepper noise；Min filter VS salt noise；（注：pepper黑点，salt白点）自适应中值滤波：if 扩大所取集合的size

5.**锐化空间滤波器**减少模糊部分并突出边缘，其效果与平滑空间滤波器相反（积分与微分之区别）；一阶微分，二阶微分；一阶微分非0值存在于step和ramp的起点以及ramp沿线；二阶微分非0值存在于step和ramp的起(终)点；一阶微分产生较粗的边缘，对gray level step有更佳的响应；二阶微分对细节（细线、孤立点和噪声）有更佳的响应，而对gray level step有双响应（双边缘，更加明显），因此二阶微分在增强细节方面更强。

6.使用**拉普拉斯**（中心-4，十字1）（二阶微分算子）锐化图像，若考虑对角项，则掩模系数变为（中心-8，外圈1）。但是使用拉普拉斯算子得到的并不是最终图像，还要根据中心系数的正负，用原图像±拉普拉斯图像。（中心5，十字-1）（中心9，外圈-1）

7.高提升滤波，当A越大，则越忽略锐化的作用。

8.**使用梯度（一阶微分）锐化图像**，我们直接给出

，这两个模板称为Sobel算子，此时的操作为线性操作。再对其求向量的幅值或者近似化，为非线性。(模板见附录 Roberts Prewitt)(写不下了，自己手写吧)

**第四章：频率域滤波**

1.**图像乘以指数项可将的原点移到，不影响幅度谱**；若空间域和频域都用极坐标表示，**空间域与频域的旋转等价**；**=图像的平均灰度**；

2.DFT的幅度谱中，**低频分量(幅度谱原点周围)反映了灰度变化缓慢的区域，是图像在平滑区域上的外观；高频分量反映了灰度剧变的区域(如边缘噪声)，是图像中精细部分。**

3.**一般滤波过程**：①原图乘以②得到③乘以滤波器④之后再乘以得到输出。

4.**陷波滤波器**：,, ，可以使图像的平均灰度为0，而不影响图像的整体外观和细节。

5.**理想低通滤波器**：,[],[]，其中定义为与的欧氏距离。（注：由于的急剧变化会产生**振铃现象**）

6**.巴特沃斯低通滤波器**：，截止频率定义为下降为。一阶二阶巴特沃斯滤波器几乎观察不到振铃现象。

7.**高斯低通滤波器**：。作用：连接断裂处;人脸图片上的疤痕或者皱纹

8.理想高通滤波器：,[],[]。

9.巴特沃斯高通滤波器：。高斯高通滤波器：。

**图像恢复**

1.空域上:频域: ,图像恢复是由g估计原图像f的过程。

2.噪声分布:高斯、瑞利(无人驾驶)、爱尔兰、Gamma、均值、脉冲

3.傅里叶谱图有8个点说明原图像有横向纵向对角线的周期性噪声

4.带阻滤波器:

5.陷波滤波器用以去除噪点：比如说横向纵向噪声

6.通过一叶知秋的方法，观察获得退化函数

7.退化模型：=

8.则即使我们直到退化过程，由于噪声影响也无法复原，同时必须H不能趋于0，否则会放大噪声。解决办法:只取H原点附近的频谱，以外一概不考虑，一般来说能量集中于原点，频域幅度在这较高

**第九章：形态学图像处理（For 二值图）**

1.集合中的交并补差等概念；集合的镜像旋转180度和平移等概念；Hit-or-Miss和Fit的概念（以结构元为基本单位。

2.**膨胀**(Dilation)：或者定义为A与**B的镜像**存在Hit关系；膨胀会粗化或者增长物体；膨胀可以修复断裂处，修复表面坑洼。**腐蚀(**Erosion)：或者定义为A与B存在Fit关系；腐蚀缩小或细化了物体，可视为形态学滤波操作，小于结构元的物体都将滤除；腐蚀可以分开已连接的物体，可以将物体表面的突出部分剥离。**注：膨胀不一定能粗化，和结构元有关。**

3.**开操作**：即对物体先腐蚀再膨胀，其几何解释为：球形结构元B沿物体A的内部边界滑动，其并集即为开操作。**闭操作**与开操作对偶，为先膨胀再腐蚀，其几何解释为：球形结构元B沿物体A的外部边界滑动，其并集为闭操作。开操作可以平滑图像轮廓，打断物体间的连接部分，清除突出物；闭操作可以平滑轮廓上的缺口，填充洞口，连接间隙和断裂部分。

4. **Hit or miss**：设感兴趣物体形状为X，B为X及其背景组成的集合，W为比X大一点的小窗，用X腐蚀A产生的集合与用（W-X）腐蚀A的补集产生的集合的交集就是击中或击不中变换。

5.边界提取：即可提取边界，B是结构元。

6.区域填充：需设置一个初始点，过程可表示为，直到=，完成区域填充，最终结果图应为

7.连通分量的提取：过程与上面类似，只是将替换成，最终结果图应为。

**第十章：图像分割（基于不连续性与相似性）**

1.灰度变化的不连续性是进行图像分割的基础之一，其处理的图像特征为孤立点、线和边缘。对于相似的灰度，根据一组预定义的准则将图像分割为相似的区域。（阈值处理，区域生长、分裂和聚合）2.对于**点检测**，使用二阶微分（在第三章已经讨论过了，实际就是进行空间滤波）。比如说，拉普拉斯算子（添加对角项）的模板系数之和为0，表明在恒定灰度区域的模板响应为0。故我们设置一个阈值T，若模板响应，则输出图像在该点的值，孤立点被检测到了。3.对于线检测，同样可用拉普拉斯算子。由于其产生负值，我们一般进行正阈值处理，仅适用拉普拉斯图像的正值。（注：当线宽比模板尺寸大时，会被一个零值分开）。若我们对特定方向的线感兴趣，可将模板上对应方向的系数全换成2。（最后同样要进行阈值处理）

3.对于Ramp模型(实际上就是第三章所提到的Step)，线的厚度与斜率成反比，斜率与模糊程度成反比。

4.微弱的可见噪声也严重影响边缘检测所用的两个关键导数，所以应先进行平滑处理。另一方法是对梯度图像进行阈值处理（可能会使部分边缘断开）。若目的是突出主要边缘并尽可能保持连接时，实践中通常又做平滑处理又做阈值处理。

5**.LoG算子**：（其中为二维高斯函数）。根据算子生成的模板需要满足系数之和为0（以便模板响应在恒定灰度区域为0）先高斯模糊后拉普拉斯算子，可以简化成,即用特定的模板直接卷积减小计算量。(模板见附录)

6.**Canny算法**：①用高斯滤波器平滑图像。②用梯度算子（Sobel、Prewitt）计算梯度方向和幅值。③对梯度幅值进行非极大值抑制。④双阈值处理减少伪边缘点。（高阈值：低阈值=2:1或3:1）

7.**边缘连接：**①局部处理。预定义幅值和方向条件，若边缘点q的某个邻居p（3X3、5X5......）满足条件，则两者是连接的。②使用霍夫变换的全局处理：预定义一些全局性质，使我们得以筛选边缘点从而得到指定形状的曲线。**霍夫变换**：线变换：空间一条直线：𝑟 = 𝑥 cos𝜃 + 𝑦 sin𝜃，在参数空间对应一个点，而该直线上的每一点在参数空间对应一条正弦曲线，各正弦曲线的交点即为直线对应的参数空间的点。**算法实现: ①获取二值化边缘图②参数空间离散化，对离散化，给出与，划分有限个等间距的离散值，是参数空间化为一个个放方格③设置累加器A，每个网格初始为0，计算参数空间的曲线方程，曲线穿过的格子累加器加一④遍历累加器，找到最大的格子，其坐标即为直线参数，转为直线空间显示出来；圆变换：①Sobel获取二值化边缘图，同时储存梯度向量②初始化圆心空间N(a,b),所有置0③遍历边缘像素点，沿梯度方向画线，线段经过的累加器加一④统计排序得到可能的圆心N(a,b)越大越可能为圆心⑤针对圆心估算半径，计算所有边缘点到圆心的距离对距离从小到大排序，取合适阈值选合适半径，初始化半径空间N(r)为0，遍历边缘点，N(距离)+=1，取最大N（r）为半径画圆。**

8.基本的全局阈值处理：①设置全局阈值T。②用T分割图像得到两组像素。③分别计算两组像素的灰度平均值m1和m2。④得到新阈值。⑤重复步骤至最新两次T值的差小于一个预设值。

9.Ostu方法（最佳全局阈值处理）：计算快速简单，不受图像亮度和对比度影响。但是对噪声敏感，而且只能对单一目标分割；当目标和背景大小相差悬殊时，效果不好。

10**.区域生长**：①设置种子（**种子生长顺序会影响最终结果**）。②确定生长准则。（例如灰度差）（注：即考虑像素相似性和连接性）

11.**区域分割**（注：二维可用四叉树 三维用八叉树）

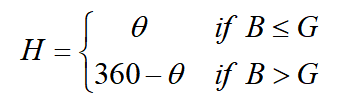
**第六章：彩色图像处理**

**1.品红，青色，黄色**。

2.全彩色图像有24比特的深度，RGB分别为8比特图像。（RGB归一化）注:**RGB不能表征所有颜色 HIS比RGB更易表征颜色**

3. CMY 模型（面向应用）**注:CIE国际标准来看显示器和打印机能实现颜色不一样**

4.HSI模型：**H为色调，S为饱和度，I为强度**。对锥体模型：离原点在z轴方向的距离表示I，当前圆面内用极坐标表示，离圆心的距离r表征S，夹角θ表示H。

5.  6. （从HSI到RGB）这能考？？？

7.灰度分层：类似于灰度切片，但是将不同分段的像素集合赋予不同的颜色，有所区别。（伪彩色）

8.全彩色图像处理有两种方法：对RGB三分量图像分别进行处理；对彩色图像的每个像素点上的Vector（可能有三或四个分量）进行向量处理。RGB上处理效果好，注意:HSI的处理一般在I分量处理同时改一个H会影响RGB三个分量，故对三通道处理和单独对向量处理有区别**（彩色图像噪声会严重影响H，公式里含cos）**

9.**对彩色图像的滤波，在HIS模型只能对I处理**

10.彩色分层：设感兴趣的颜色被宽为W、中心在原型（平均）颜色点的立方体所包围，立方体外的颜色被强制置为中性（对于RGB彩色空间，为（0.5,0.5,0.5））。也可设感兴趣的颜色被球体所包围。



椭球体:

**11.彩色轮廓提取: ①RGB转HSI②取对应颜色的his，在对应阈值内置白色，阈值外置黑色③滤波④findContours寻找白色区域轮廓⑤drawContours绘制轮廓**