

灰度变换与滤波

灰度变换

灰度变换不改变图像中像素位置，只改变其灰度值，且逐点进行，与周围像素无关

$$g(x, y) = T[f(x, y)]$$

即输入为f的图像，经过T变换关系，输出为g图像

灰度线性变换

$$g(x, y) = af(x, y) + b$$

b则表示进行点加运算，a为倍乘运算，其关系如下

$$b = 0, \text{ 且 } \begin{cases} a > 1 & \text{对比度拉伸} \\ a < 1 & \text{对比度压缩} \\ a = 1 & \text{复制} \end{cases}$$

主要作用是将聚集在较窄区间的灰度值拉伸至整个区间

灰度分段线性变换

分段顾名思义，就是根据每一段灰度值不同，进行不同的线性灰度处理。相当于每一段都有上述不同的a,b值进行线性变换。故常用于突出目标区域，不增强非目标区域，达到特定显示效果

对数变换

对数变换用于压缩动态范围，即压缩图像高灰度值部分，扩张低灰度值部分，增大暗部细节，压缩亮处细节

$$s = c \ln(1 + r)$$

c为整数，r为浮点数

反转变换

就是将灰度值反过来，取补

$$s = L - 1 - r \quad L - 1 \text{ 为最大灰度值}$$

幂次变换

$$s = cr^\gamma \quad \begin{cases} \gamma > 1 & \text{放大亮处，缩小暗处} \\ \gamma < 1 & \text{放大暗处，压缩亮处(类似对数变换)} \\ \gamma = 1 & \text{线性变换} \end{cases}$$

直方图变换

直方图的分布情况可以大致看出图像情况，如偏暗图像其直方图组成成分多在较小一侧，偏亮图像其直方图组成成分躲在较大一侧，若是能够将其均匀分布，则图像质量会有所改善

直方图均衡化

正如上述所说，直方图要是均匀分布的，那么其色调比较协调。即可将对比度较低、灰度分布集中在较窄区间的图像，拾起灰度分布趋向均匀

直方图规定化

在均匀化时，我们只是把直方图简简单单的给拉开、分布均匀而已，但有些时候，如果只是这样简单拉开，效果不好。我们可以规定一个函数，让直方图按照这个函数的规律进行拉开，这叫直方图的规定化

分量与噪声

- 图像中**高频分量**指的是图像强度(灰度\亮度)变化**剧烈**部分，即图像**边缘**
- 图像中**低频分量**指的是图像强度(灰度\亮度)变化**平缓**部分，即**大片同色区域**

所以，低频分量是对整幅图像的强度进行综合考量，而高频分量是对图像边缘和轮廓的度量，噪声一般是**高频分量**

空间滤波

空间滤波指的是在没有进行图像变换(傅里叶变换)时进行的滤波处理

- **均值滤波**
想要对某一像素滤波，即对周围所有像素灰度值(如取3*3)全部加起来再取平均值，就是你滤波后该像素灰度值，相当于是**低通滤波**，有图像模糊化趋势，可去除高斯噪声，对椒盐噪声束手无策，也会造成边界模糊
- **中值滤波**
即对周围像素按照顺序排列起来，取这些数的中位数作为该像素滤波后的灰度值，可较好处理椒盐噪声，但造成图像不连续。因其是非线性滤波，可对边界有很好保留
- **高斯滤波**
在均值滤波中我们求的是平均值，相当于每个像素点的权重是一样的。在高斯滤波中，靠近中心点的像素灰度值权重增大，远离中心像素点灰度值的权重减小。根据这种权重关系求出来的新的灰度值叫高斯滤波
这种滤波器对高斯噪声去除效果非常好，但面对椒盐噪声时反而会模糊图像

频率滤波

频率滤波是在经过傅里叶变换后在频域实现的，主要步骤如下：

1. 从原始图像 $f(x, y)$ ，经傅里叶变换变为 $F(u, v)$
2. 将频原点移动到中心点去
3. 设计一个**滤波函数** $H(u, v)$ ，与 $F(u, v)$ 相乘，即

$$G(u, v) = H(u, v)F(u, v)$$

4. $G(u, v)$ 零频点移回左上角
5. 进行傅里叶反变换， $G(u, v)$ 变为 $g(x, y)$
6. 取 $g(x, y)$ 实部即为滤波后图像

因此我们可以看出，重要部分是在 $H(u, v)$ 身上，以均是根据此来展开的

低通滤波

低通滤波即低频部分过去，高频部分过不去，以此削弱图像中高频部分

- **理想低通滤波器**
理想就理想在低于截止频率 D_0 的部分全通过，高于 D_0 全过不去，因此他会造成图像的模糊，抑制图像变换。
数学表达为：

$$H(u, v) = \begin{cases} 1 & D(u, v) \leq D_0 \\ 0 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

正因外他在边缘处 D_0 变换太剧烈，会出现振铃现象

- **巴特沃斯低通滤波器**

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [\frac{D(u, v)}{D_0}]^{2n}}$$

很明显，在截止频率 D_0 并没有像理想低通滤波器那样有有陡峭的边缘。事实上，正是如此， n 称为巴特沃斯低通滤波器阶数，在 n 较小时没有振铃现象，而较大时反而出现

- **高斯低通滤波器**

高斯低通滤波器是一种更为平滑的滤波器，他完全没有振铃现象

$$H(u, v) = e^{-\frac{D^2(u, v)}{2D_0^2}}$$

实际上，对应低通滤波器来说，都有模糊图像抑制边缘的问题，对应这种问题在高通滤波器有较好的回答

高通滤波器

- **理想高通滤波器**

$$H(u, v) = \begin{cases} 0 & D(u, v) \leq D_0 \\ 1 & D(u, v) > D_0 \end{cases}$$

- **巴特沃斯高通滤波器**

$$H(u, v) = \frac{1}{1 + [\frac{D_0}{D_{u, v}}]^{2n}}$$

- **高斯高通滤波器**

高斯高通滤波器是一种更为平滑的滤波器，他完全没有振铃现象

$$H(u, v) = 1 - e^{-\frac{D^2(u, v)}{2D_0^2}}$$

同态滤波

同态滤波主要是解决在纱雾天气，光线不足时排出图片模糊的情况，经过同态滤波处理后，可以提高图像的清晰度
对于同态滤波来说，他们认为一幅图像 $f(x, y)$ 可分为**照射分量** $i(x, y)$ 与**反射分量** $r(x, y)$ ，即

$$f(x, y) = i(x, y)r(x, y)$$

照射分量描述物体明暗，为低频，反射分量描述物体细节，为高频。

这种滤波主要步骤为：

1. 对 $f(x, y)$ 取对数，然后做傅里叶变换
2. 对傅里叶变换后结果乘滤波器 $H(u, v)$ 进行滤波
3. 对步骤2的结果取傅里叶反变换，然后再取反对数

这其中，滤波器 $H(u, v)$ 是自己选定的，可以是前面讲的任意一种，只不过通常用高斯高通滤波器的变形来进行处理

带阻滤波

前面讲的滤波器都是分为两个部分的，处于一个部分的可以过去，处于不同部分的不让过去，而带阻滤波这是分为了好几个部分，通常用于消除周期性噪声