

哈爾濱工業大學

视听觉信号处理 实验报告

题 目	<u>直方图、同态滤波、双边滤波</u>
学 院	<u>计算机科学与技术</u>
专 业	<u>视听觉信号处理</u>
学 号	<u>1180300109</u>
学 生	<u>段帅</u>
任 课 教 师	<u>姚鸿勋</u>

哈尔滨工业大学计算机科学与技术学院

2020 秋季

一、实验目标

正文小四

1. 掌握图像直方图概念，直方图均衡化，规定化。
2. 掌握图像同态滤波。

二、实验内容

1. 实现图像直方图均衡化，规定化。显示并保存前、后直方图，均衡化、规定化后结果图像。

【直方图均衡化】

- (1) 统计各灰度级像素数--h[256]

```
h = np.array([0 for i in range(256)])
# 像素list -- h1[n*m]
h1 = []
for pixel in bmp.data:
    # 三个通道p[0],p[1],p[2]均灰度化
    h[pixel[0]] = h[pixel[0]] + 1
    h1.append(pixel[0])
```

- (2) 归一化--hs ($P(f) = n_j/n$)

```
hs = h / len(bmp.data)
```

- (3) 计算累计分布--hp ($C(f)$)

- (4) 计算映射后的 $g = (255 - 0) * C(f)$ (取整数) -- T, 得到新灰度级

```
hp = np.array([0.0 for i in range(256)])
for i in range(256):
    hp[i] = np.round(np.sum(hs[0:i+1]) * 255)
# (0~255整数)
T = hp.astype('uint8')
```

- (5) 再统计新灰度级下像素数--h2

```
# 根据映射T得到新的图像
hn = np.array([0 for i in range(256)])
h2 = []
for pixel in bmp.data:
    # T为原灰度到现灰度的映射
    s = T[pixel[0]]
    pixel[0] = s
    pixel[1] = s
    pixel[2] = s
    hn[pixel[0]] = hn[pixel[0]] + 1
    h2.append(s)
bmp.createBmp("1.2.bmp")
```

直方图对比:

```
# 画出原先的直方图
# 1行2列的画布，处理第1个画布
plt.subplot(1, 2, 1)
plt.hist(h1, bins=256)

# 画出新图像的直方图
plt.subplot(1, 2, 2)
plt.hist(h2, bins=256)
plt.show()
```

【直方图规定化】

- 1) 原图像直方图均衡化--f
- 2) 规定的直方图均衡化--g
- 3) 构建 $f \rightarrow g$

构建映射 $T: T2 \rightarrow T1$

```
# 使用SML
T = np.zeros(256)
for i in range(256):
    tmp = T2[i]
    v = T1[tmp]
    T[i] = v
T = T.astype('uint8')
print(T, T1, T2)
```

2. 实现同态滤波，显示并保存结果图像。

对于一幅光照不均匀的图像，同态滤波可同时实现亮度调整和对比度提升，从而改善图像质量。为了压制低频的亮度分量，增强高频的反射分量，滤波器 H 应是一个高通滤波器，但又不能完全 cut off 低频分量，仅作适当压制。

(1) Filters: 常用 butterworth 和 gaussian

```
def __butterworth_filter(self, I_shape, filter_params):
    P = I_shape[0] / 2
    Q = I_shape[1] / 2
    U, V = np.meshgrid(range(I_shape[0]), range(I_shape[1]), sparse=False, indexing='ij')
    # D0: params[0] = 30, n = 1
    Duv = (((U - P) ** 2 + (V - Q) ** 2)).astype(float)
    H = 1 / (1 + (Duv / filter_params[0] ** 2) ** filter_params[1])
    return (1 - H)
```

```
def __gaussian_filter(self, I_shape, filter_params):
    P = I_shape[0] / 2
    Q = I_shape[1] / 2
    H = np.zeros(I_shape)
    U, V = np.meshgrid(range(I_shape[0]), range(I_shape[1]), sparse=False, indexing='ij')
    # D0: params[0] = 30, n = 1
    Duv = (((U - P) ** 2 + (V - Q) ** 2)).astype(float)
    H = np.exp((-Duv / (2 * (filter_params[0] ** 2))))
    return (1 - H)
```

(2) 滤波过程

Step1: log 处理

```
I_log = np.log1p(np.array(I, dtype="float"))
```

Step2: 空域→频域

```
I_fft = np.fft.fft2(I_log)
```

Step3: G=FH

频域传递函数计算如下

```
if filter == 'butterworth':  
    H = self.__butterworth_filter(I_shape=I_fft.shape, filter_params=filter_params)  
elif filter == 'gaussian':  
    H = self.__gaussian_filter(I_shape=I_fft.shape, filter_params=filter_params)
```

Step4: 逆傅里叶变换 + exp

```
I_filt = np.fft.ifft2(I_fft_filt)  
I = np.exp(np.real(I_filt)) - 1  
return np.uint8(I)
```

3. (选做) 实现双边滤波, 显示并保存结果图像。

双边滤波是一种非线性滤波器, 它可以达到保持边缘、降噪平滑的效果。和其他滤波原理一样, 双边滤波也是采用加权平均的方法, 用周边像素亮度值的加权平均代表某个像素的强度, 所用的加权平均基于高斯分布

空间距离: 当前点距离滤波模板中心点的欧式距离。

$$e^{-\frac{(x_i-x_c)^2+(y_i-y_c)^2}{2\sigma^2}}$$

```
# (空间核)  
gauss_r = gaussian(abs(source[row][col] - source[neighbour_row][neighbour_col]), sigma_r)
```

灰度距离: 当前点距离滤波模板中心点的灰度的差值的绝对值。

$$e^{-\frac{(\text{gray}(x_i,y_i)-\text{gray}(x_c,y_c))^2}{2\sigma^2}}$$

```
# (像素核)  
gauss_d = gaussian(distance(row, col, neighbour_row, neighbour_col), sigma_d)
```

1) 在图像的平坦区域, 像素值变化很小, 那么像素差值接近于 0, 对应的像素范围域权重接近于 1, 此时空间域权重起主要作用, 相当于进行高斯模糊;

2) 在图像的边缘区域, 像素值变化很大, 那么像素差值大, 对应的像素范围域权重变大, 即使距离远空间域权重小, 加上像素域权重总的系数也较大, 从而保护了边缘的信息。

```
# 双边滤波的核  
w = gauss_r * gauss_d
```

三、实验结果

1. 原图



2. 灰度化原图



3. 直方图均衡化



4. 直方图规定化



5. 同态滤波
原图



滤波后



6. 双边滤波
高斯噪声污染的图像



滤波后



四、实验分析

(1) 图像的灰度直方图能够很直观的展示图像中灰度级的整体分布情况，对图像的后续处理有很好的指导作用。

直方图的均衡化的是将一幅图像的直方图变平，使各个灰度级的趋于均匀分布，这样能够很好的增强图像对比度。直方图均衡化是一种自动化的变换，仅需要输入图像，就能够确定图像的变换函数。但是直方图的均衡化操作也有一定的确定，在均衡化的过程中对图像中的数据不加选择，这样有可能会增强图像的背景；变换后图像的灰度级减少，有可能造成某些细节的消失；会压缩图像直方图中的高峰，造成处理后图像对比度的不自然等。

直方图规定化，也称为直方图匹配，经过规定化处理将原图像的直方图变换为特定形状的直方图（上面中的示例，就是将图像的直方图变换为另一幅图像的直方图）。它可以按照预先设定的某个形状来调整图像的直方图

(2) 对于一幅光照不均匀的图像，同态滤波可同时实现亮度调整和对比度提升，从而改善图像质量。为了压制低频的亮度分量，增强高频的反射分量，滤波器 H 应是一个高通滤波器，但又不能完全 cut off 低频分量，仅作适当压制。

(3) 在图像的平坦区域，像素值变化很小，那么像素差值接近于 0，对应的像素范围域权重接近于 1，此时空间域权重起主要作用，相当于进行高斯模糊；在图像的边缘区域，像素值变化很大，那么像素差值大，对应的像素范围域权重变大，即使距离远空间域权重小，加上像素域权重总的系数也较大，从而保护了边缘的信息。