



北京交通大学

图像处理与机器学习

Digital Image Processing and Machine Learning

主讲人：黄琳琳

电子信息工程学院



第二章 图像增强

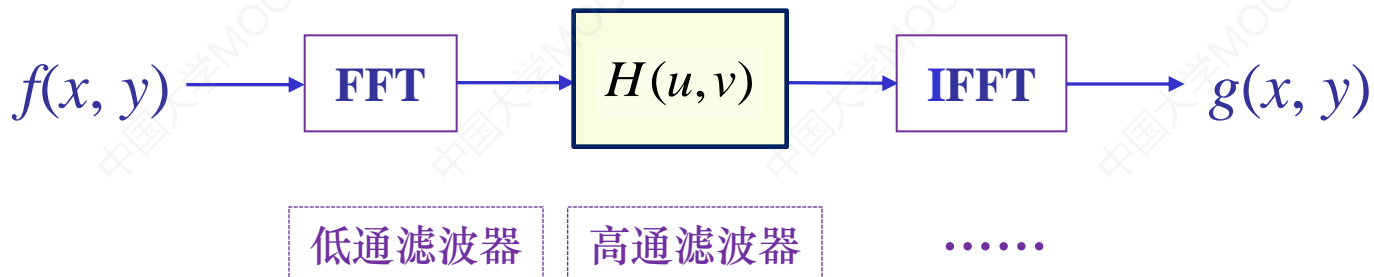
◆ 频域增强

- 二维傅里叶变换定义
- 二维傅里叶变换性质
- 频域滤波器设计



频域滤波

➤ 频域滤波

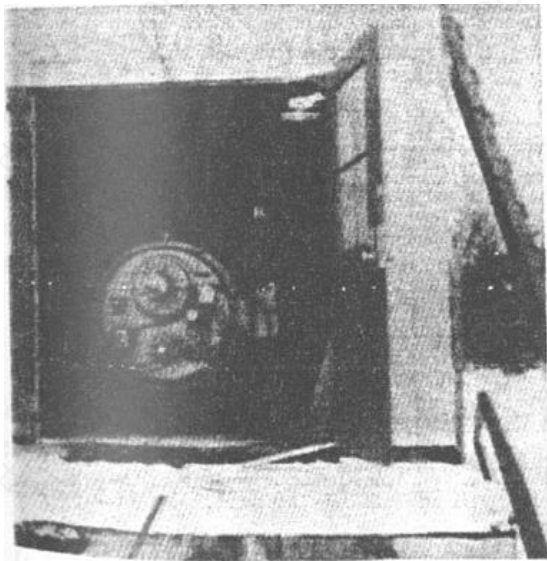


可以解决加性噪声问题，无法消减乘性或卷积性噪声



频域滤波

► 频域滤波



同态滤波





同态滤波

➤ 同态滤波

- 基于图像**成像模型**
- 在频域**压缩**灰度动态范围
- **增强**对比度

$$f(x, y) = I(x, y) \times R(x, y)$$

照射分量

反射分量



同态滤波

$$f(x, y) = I(x, y) \times R(x, y)$$

- ✓ 人眼对图像亮度响应具有类似于对数运算

$$\ln f(x, y) = \ln I(x, y) + \ln R(x, y)$$

- ✓ 照度分量是在整个空间区域缓慢变化
- ✓ 反射分量在物体间的交界处急剧变化

$$\hat{F}(u, v) = \hat{I}(u, v) + \hat{R}(u, v)$$

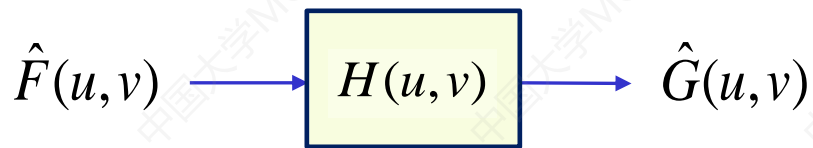
低频分量

高频分量



同态滤波

$$\hat{F}(u, v) = \hat{I}(u, v) + \hat{R}(u, v)$$



$$\hat{G}(u, v) = H(u, v) \times \hat{F}(u, v)$$

$$\hat{G}(u, v) = H(u, v) \times \hat{I}(u, v) + H(u, v) \times \hat{R}(u, v)$$

傅里叶反变换: $\hat{g}(x, y) = \hat{I}(x, y) + \hat{R}(x, y)$

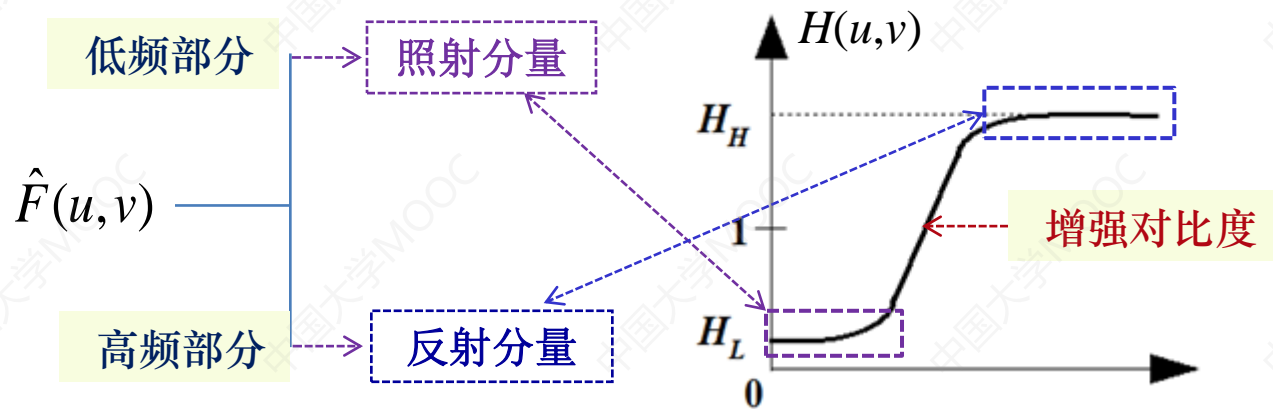
指数变换: $g(x, y) = \exp[\hat{I}(x, y) + \hat{R}(x, y)]$



同态滤波

$$\ln f(x, y) = \ln I(x, y) + \ln R(x, y)$$

$$\hat{F}(u, v) = \hat{I}(u, v) + \hat{R}(u, v) \quad \hat{G}(u, v) = H(u, v) \times \hat{F}(u, v)$$



抑制低频，压缩了图像的动态范围
增强高频，加大了各部分间对比度

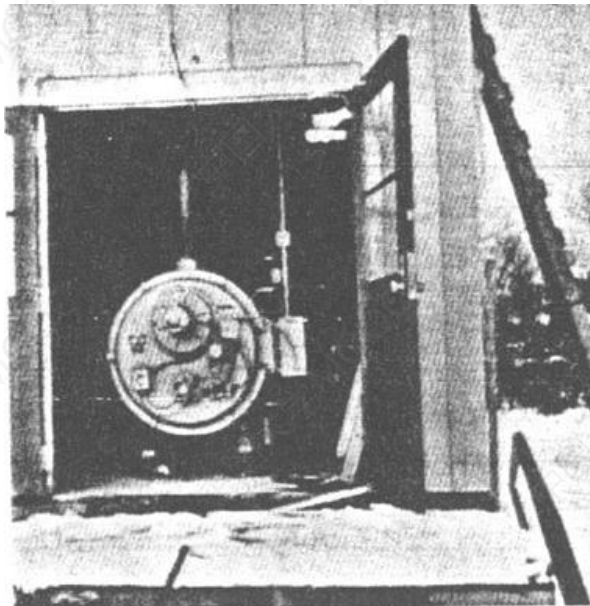
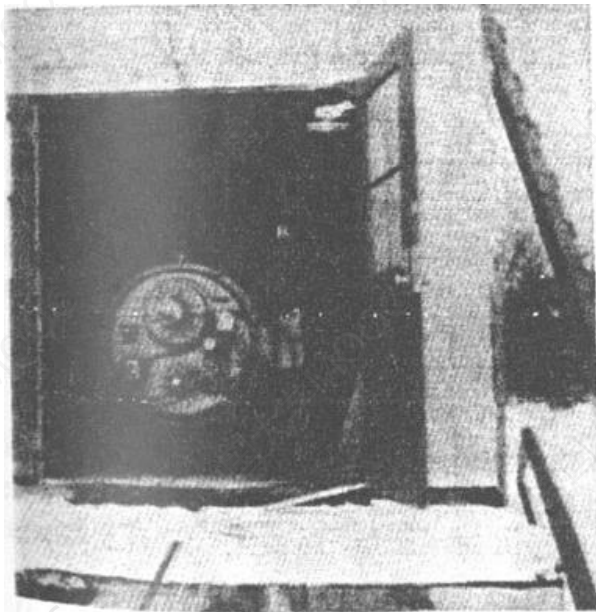


同态滤波





同态滤波





基于Retinex滤波

➤ 基于 Retinex 滤波方法

-- **Retina**: 视网膜

-- **Cortex**: 大脑皮层

$$f(x, y) = I(x, y) \times R(x, y)$$

照射分量

反射分量



基于Retinex滤波





基于Retinex的滤波

➤ Retinex 理论

- 物体颜色：物体表面对长波、中波、短波的反射特性
- 人眼视觉：观察物体时首先寻找标准的“白光”；
计算色差，从而得到物体的信息

$$f(x, y) = I(x, y) \times R(x, y)$$

- ✓ 入射光决定了图像灰度级动态范围
- ✓ 反射光决定了图像具有的内在本质



基于Retinex滤波

$$f(x, y) = I(x, y) \times R(x, y)$$

$$\ln f(x, y) = \ln I(x, y) + \ln R(x, y)$$

$$\ln R(x, y) = \ln f(x, y) - \ln I(x, y)$$

估算

- ✓ 入射分量具有缓和平滑性
- ✓ 入射分量与反射光具有一定弱相关性



基于Retinex滤波

$$\ln R(x, y) = \ln f(x, y) - \ln I(x, y)$$

- 环绕函数法

$$I(x, y) = f(x, y) * h(x, y)$$

$$h(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_x\sigma_y} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right)\right]$$

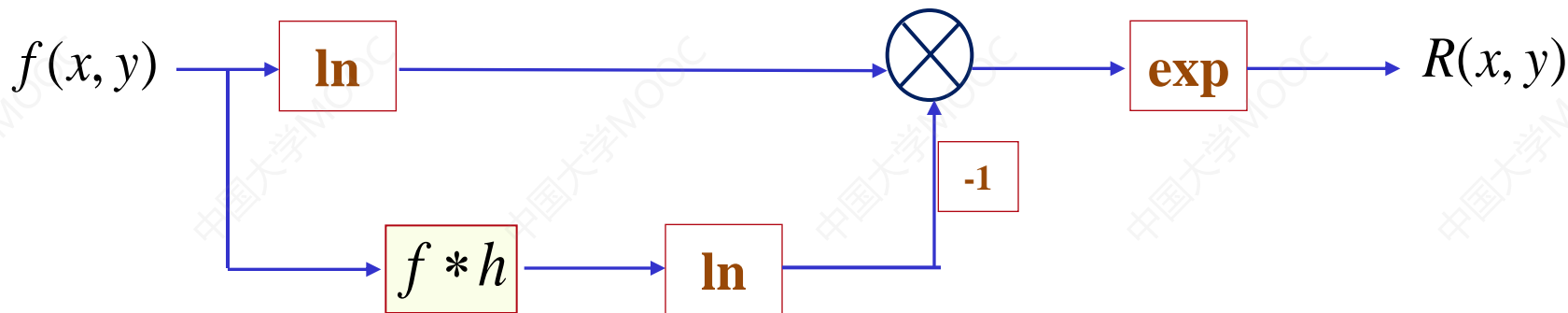
$$\hat{R}(x, y) = \exp\left[\ln f(x, y) - \ln \langle f(x, y) * h(x, y) \rangle\right]$$



基于Retinex滤波

$$\ln R(x, y) = \ln f(x, y) - \ln I(x, y)$$

$$\hat{R}(x, y) = \exp \left[\ln f(x, y) - \ln \langle f(x, y) * h(x, y) \rangle \right]$$





基于Retinex滤波





基于Retinex滤波





谢 谢

本课程所引用的一些素材为主讲老师多年的教学积累，来源于多种媒体及同事和同行的交流，难以一一注明出处，特此说明并表示感谢！