



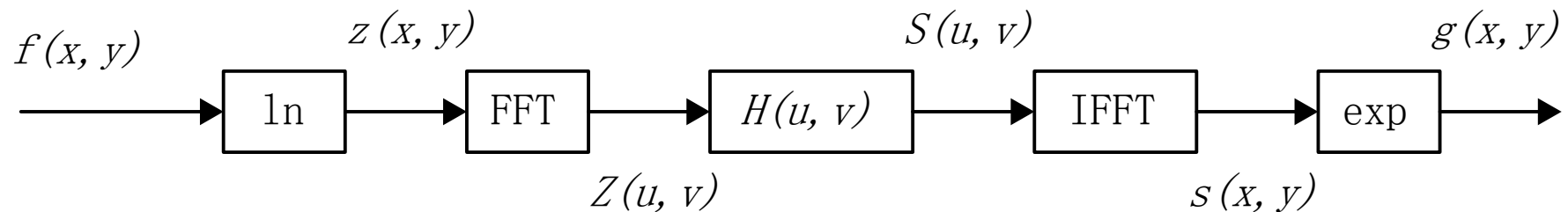
同态滤波器 (Homomorphic Filters)

- 原理：真实的图像除了有加性噪声外，往往还存在乘性或卷积性噪声——非线性干扰。
- 此时，直接用频域滤波的方法，将无法消减乘性或卷积性噪声。



Homomorphic Filters

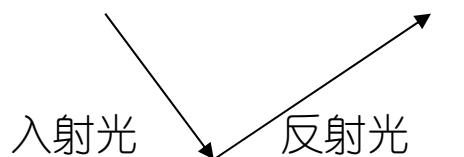
- 同态滤波基本思想是将非线性问题转化成线性问题进行处理。
- 即先对非线性混杂信号作某种数学运算，变换成加性的，然后用线性滤波方法处理，最后作逆运算，恢复处理后图像。



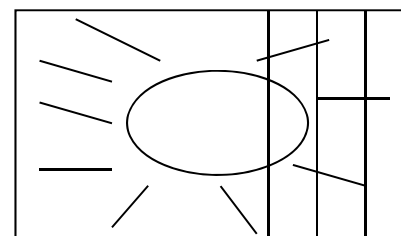


Homomorphic Filters

一般图像处理都假定景物是在均匀光照度情况下所获得的图像，为改善这些图像进行上述的某些增强处理。



由光照不均匀或说光照动态范围过大



产生图像细节不清楚

由图像入射——反射成像模型，知 $f(x,y)$ 图像在空间坐标点 (x,y) 处的亮度（实际是能量的量度）为

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

$0 < i(x, y) < \infty$ ——随坐标不同的入射分量

$0 < r(x, y) < 1$ ——反射分量



Homomorphic Filters

1. 原图像为

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

其中, $i(x, y)$ 照射分量, $r(x, y)$ 反射分量

2. 取对数

$$z(x, y) = \ln f(x, y) = \ln i(x, y) + \ln r(x, y)$$



Homomorphic Filters

3. 付氏变换

$$F(z(x, y)) = F[\ln i(x, y)] + F[\ln r(x, y)]$$

即 $Z(u, v) = I(u, v) + R(u, v)$

4. 设计滤波器传递函数为 $H(u, v)$, 则有滤波结果:

$$S(u, v) = H(u, v)Z(u, v) = H(u, v)I(u, v) + H(u, v)R(u, v)$$



Homomorphic Filters

5. 进行反变换

$$s(x, y) = F^{-1}(S(u, v))$$

6. 取指数

$$g(x, y) = \exp(s(x, y))$$



Homomorphic Filters

- 这种方法是建立在同态系统(homomorphic system)这类的特例之上。
- 这种方法的关键是将照明和反射分量分开，然后同态滤波函数(homomorphic filter function)才可分别作用在这些函数上。

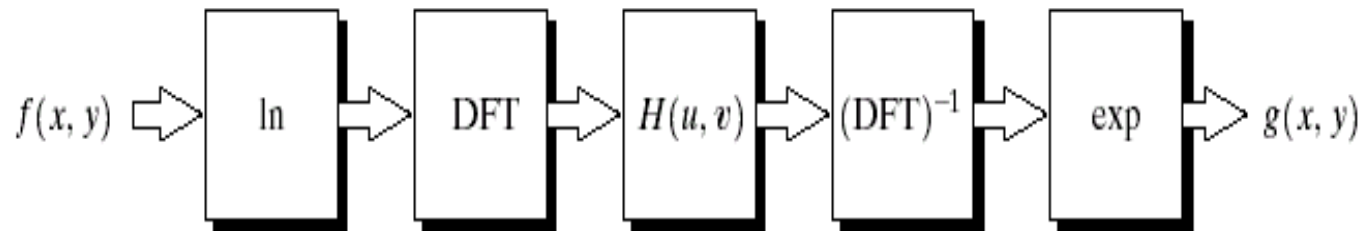


FIGURE 4.31
Homomorphic
filtering approach
for image
enhancement.



Homomorphic Filters

一幅图像:

照射成分: 慢的空间变化 → 对应于低频

反射成分: 急剧空间变化 → 对应于高频

因此, 可以控制滤波器 $H(u, v)$, 使它以不同的方式影响Fourier变换的低频和高频成分。



Homomorphic Filters

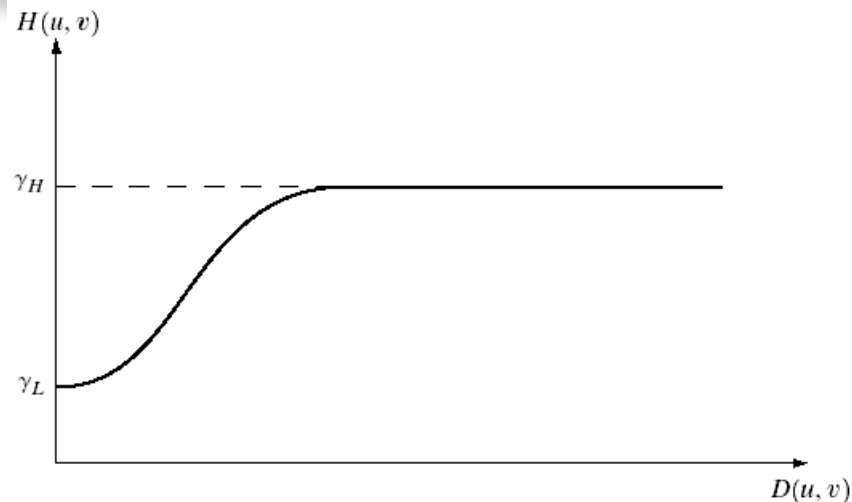


FIGURE 4.32
Cross section of a circularly symmetric filter function. $D(u, v)$ is the distance from the origin of the centered transform.

γ_H 代表高频增益， γ_L 代表低频增益，一般选取 $\gamma_H > 1$ 且 $\gamma_L < 1$ ，如图所示的滤波器函数往往减少低频（照度）的贡献，而增加高频（反射）的贡献，结果是同时进行动态范围的压缩和对比度的增强。



Homomorphic Filters

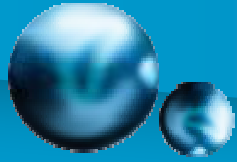
图5.33所示的曲线形状能用前述的任何一种高通滤波器的基本形式近似。

例如，传递函数可以是巴特沃思型高通滤波器稍微修改过的形式（式5.42），或是高斯型高通滤波器稍微修改过的形式（式5.43），即：

$$H(u, v) = (\gamma_H - \gamma_L) / [1 + cD_0 / D(u, v)]^{2n} + \gamma_L \quad (5.42)$$

$$H(u, v) = (\gamma_H - \gamma_L) [1 - e^{-c(D^2(u, v) / D_0^2)}] + \gamma_L \quad (5.43)$$

上式中， $D(u, v) = [(u - M/2)^2 + (v - N/2)^2]^{\frac{1}{2}}$ ， D_0 是截止频率，常数 c 被引入用来控制滤波器函数斜面的锐化，通常为 γ_L 和 γ_H 之间的一个常数。



Homomorphic Filters-Example

例5.9 采用同态滤波方法，对图像fig534a.bmp进行滤波处理。结果如图5.34所示。

```
[image_0,map]=imread('fig534a.bmp');
image_1=log(double(image_0)+1);
image_2=fft2(image_1);
n=2,c=2; D0=50; rh=2; rl=0.5;
[row,col]=size(image_2);
for k=1:1:row
    for ll=1:1:col
        D1(k,ll)=sqrt(k^2+ll^2);
        H(k,ll)=rl+(rh-rl)*(1/(1+(D0/(c*D1(k,ll)))^(2*n)));
        image_2(k,ll)=image_2(k,ll)*H(k,ll);
    end
end
image_4=ifft2(image_2);
image_5=(exp(image_4)-1);
figure,imshow(image_0,map)
figure,imshow(real(image_5),map)  11
```



Homomorphic Filters-Example



(a) 原图



(b) 同态滤波处理

处理之后，室内物体看起来更明显。