



数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

School of Information Engineering

6.5 估计退化函数

曹 辉 主讲

主要内容

教学目标：

1. 了解常见的估计退化函数方法。

教学内容：

1. 图像观察估计法、试验估计法、模型估计法。



6.5 估计退化函数 (Estimating the Degradation Function)

图像观察估计法 (Estimation by Image Observation)

假设有一幅退化图像，但没有退化函数H的知识，则可以通过收集图像自身的信息来估计该函数。

假定噪声效果可忽略，由于选择了一个强信号区：

$$H_s(u, v) = \frac{G_s(u, v)}{\hat{F}_s(u, v)}$$

根据这一函数特性，并假设位置不变，可以推出完全函数。例如， $H_s(u, v)$ 假设的径向曲线显现出高斯曲线的形状或巴特沃思低通滤波器的形状，我们可以利用该信息在更大比例上构建一个具有相同形状的函数 $H_s(u, v)$ 。

6.5 估计退化函数 (Estimating the Degradation Function)

试验估计法 (Estimation by Experimentation)

使用与获取退化图像的设备相似的装置，理论上得到一个准确的退化估计。由成像一个脉冲（小亮点）得到退化的冲激响应。一个冲激可由明亮的点来模拟，并使它尽可能地亮以减少噪声的干扰。由于冲激的傅里叶变换是一个常量，得：

$$H(u, v) = \frac{G(u, v)}{A}$$

实验估计模型如下：



6.5 估计退化函数 (Estimating the Degradation Function)

模型估计法 (Estimation by Modeling)

由于退化模型可以解决图像复原问题，因此多年来一直在应用。
下面介绍两种模型估计法。

1. 大气湍流模型

在某些情况下，模型要把引起退化的环境因素考虑在内。
Hufnagel和Stanley提出了基于大气湍流物理特性的退化模型，该模型有一个通用公式：

$$H(u, v) = e^{-k(u^2 + v^2)^{\frac{5}{6}}}$$

这里，k是常数，它与湍流的性质有关。除了指数为 $\frac{5}{6}$ 次方之外，这个公式与高斯低通滤波器有相同的形式。事实上，高斯低通滤波器可用来淡化模型，对图像实现均匀模糊。

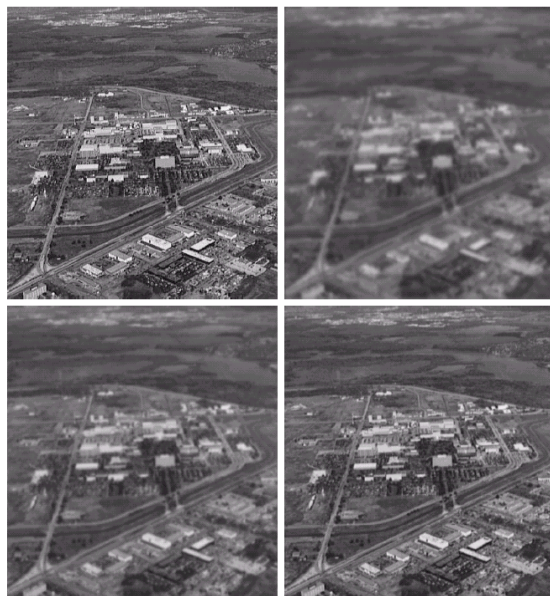
6.5 估计退化函数 (Estimating the Degradation Function)

模型估计法 (Estimation by Modeling)

1. 大气湍流模型

a b
c d

FIGURE 5.25
Illustration of the
atmospheric
turbulence model.
(a) Negligible
turbulence.
(b) Severe
turbulence,
 $k = 0.0025$.
(c) Mild
turbulence,
 $k = 0.001$.
(d) Low
turbulence,
 $k = 0.00025$.
(Original image
courtesy of
NASA.)



大气湍流模型的解释

- a) 可忽略的湍流
- b) 剧烈湍流, $k=0.0025$
- c) 中等湍流, $k=0.001$
- d) 轻微湍流, $k=0.00025$

6.5 估计退化函数 (Estimating the Degradation Function)

模型估计法 (Estimation by Modeling)

2. 运动模糊模型

当成像传感器与被摄景物之间存在足够快的相对运动时，所拍摄的图像就会出现“运动模糊”，运动模糊是场景能量在传感器拍摄瞬间（T）内在像平面上的非正常积累。

假设快门的开启和关闭所用时间非常短，那么光学成像过程不会受到图像运动的干扰。设T为曝光时间，结果为：

$$g(x, y) = \int_0^T f[x - x_0(t), y - y_0(t)] dt$$

6.5 估计退化函数 (Estimating the Degradation Function)

对上式进行傅里叶变换得到

$$\begin{aligned}
 G(u, v) &= \int \int g(x, y) \exp(-j2\pi(ux + vy)) dx dy \\
 &= \int \int \int_0^T f(x - x_0(t), y - y_0(t)) dt \exp(-j2\pi(ux + vy)) dx dy \\
 &= \int \int f(x(t), y(t)) \exp(-j2\pi(ux + vy)) dx dy \int_0^T \exp(-j2\pi(ux_0(t) + vy_0(t))) dt \\
 H(u, v) &= \int_0^T \exp[-j2\pi(ux_0(t) + vy_0(t))] dt \\
 G(u, v) &= H(u, v) F(u, v)
 \end{aligned}$$

可见 $H(u, v)$ 为运动模糊的传递函数。

如果考虑噪声，则有 $G(u, v) = H(u, v)F(u, v) + N(u, v)$

变换到空间域为 $g(x, y) = h(x, y) * f(x, y) + n(x, y)$

其中 $h(x, y)$ 为运动模糊的点扩展函数，在 $x_0(t)$ 、 $y_0(t)$ 已知时，便可求得 $H(u, v)$ 和 $h(x, y)$ 。

6.5 估计退化函数 (Estimating the Degradation Function)

例6.7 运动模糊退化。

对一幅图像实行运动模糊退化，参考程序和实验结果图如图所示。

```
I=imread('i_camera.bmp');  
I=rgb2gray(I);  
figure,imshow(I);  
LEN=25;  
THETA=11;  
PSF=fspecial('motion',LEN,THETA);  
Blurred=imfilter(I,PSF,'circular','conv');  
figure,imshow(Blurred);
```

```
%读取图像  
%转换为灰度图像  
%显示图像  
%设置线性运动位移  
%设置旋转角度  
%图像线性运动  
%图像被线性运动模糊  
%显示运动模糊后的图像
```



小结

1. 讲解了常见估计退化函数的三种方法。





谢谢

THANK YOU