



数字图像处理

Digital Image Processing

信息工程学院

School of Information Engineering

3.2 点运算

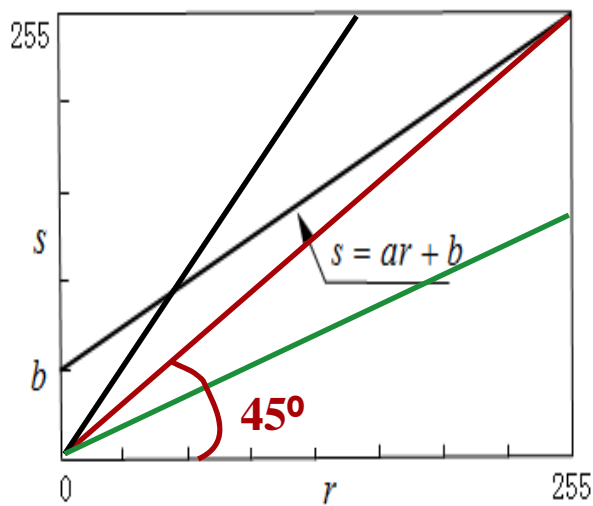
胡辑伟 主讲

3.2.1 线性点运算 (Linear Point Operation)

1、线性点运算

线性点运算的灰度变换函数形式可以采用线性方程描述，即

$$s = ar + b$$



黑线： $0 < a < 1, \quad b > 0$ 输出灰度压缩

红线： $a = 1, \quad b = 0$ 输出灰度不变

蓝线： $a > 1, \quad b = 0$ 输出灰度扩展
整体变亮

绿线： $0 < a < 1, \quad b = 0$ 输出灰度压缩，
整体变暗

图 3.3 线性点运算

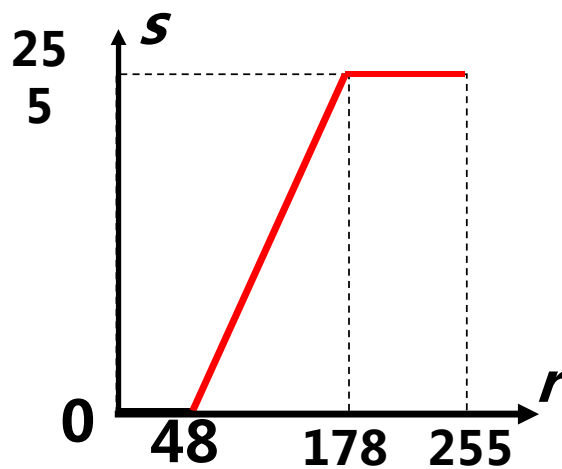
3.2.1 线性点运算 (Linear Point Operation)

线性点运算的应用 $s = ar + b$

1) 如果 $a > 1$, 输出图像的对比度增大 (灰度扩展)



变换前



3.4 对比度增大



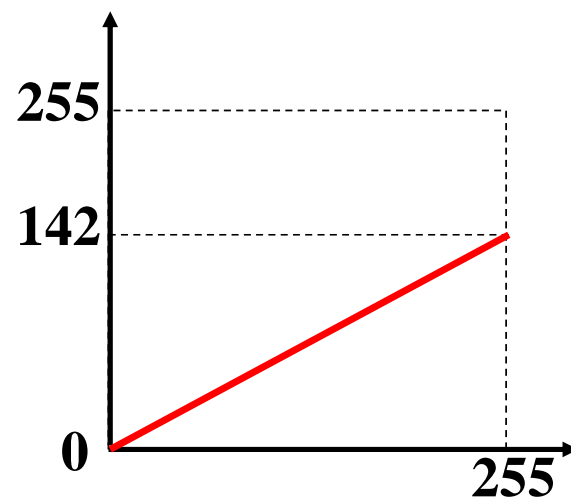
变换后

3.2.1 线性点运算 (Linear Point Operation)

2) 如果 $0 < a < 1$, 输出图像的对比度减小 (灰度压缩)



变换前



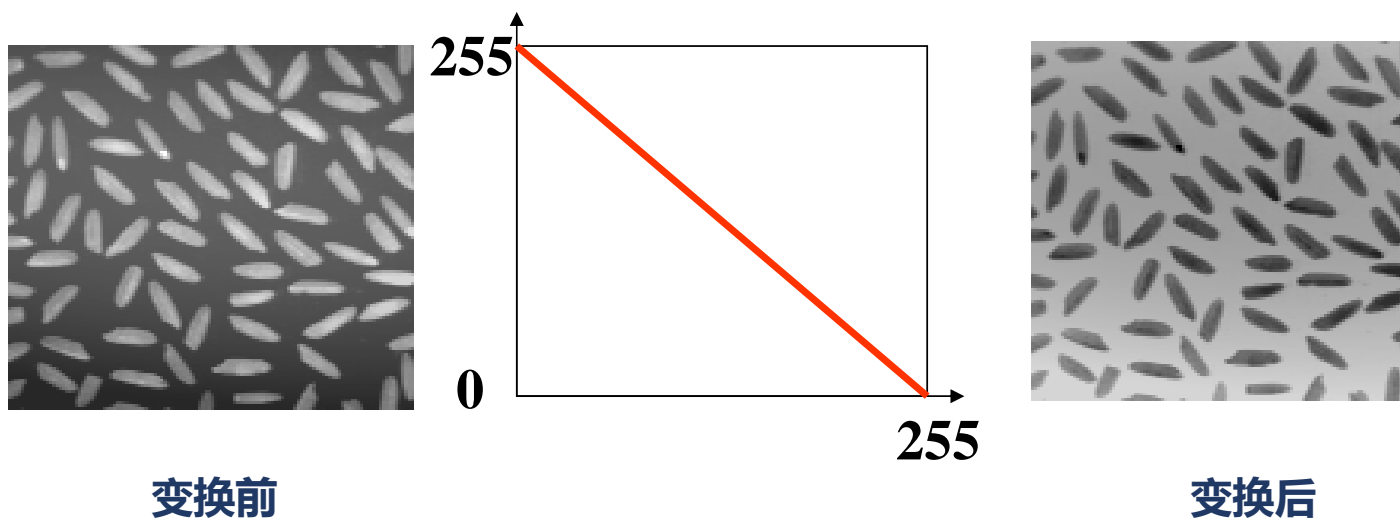
3.5 降低对比度



变换后

3.2.1 线性点运算 (Linear Point Operation)

3) 如果 a 为负值，暗区域将变亮，亮区域将变暗



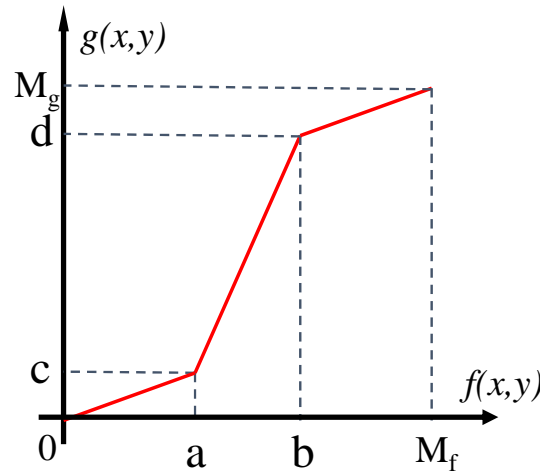
3.2.1 线性点运算 (Linear Point Operation)

2、分段线性点运算

将感兴趣的灰度范围线性扩展，相对抑制不感兴趣的灰度区域。

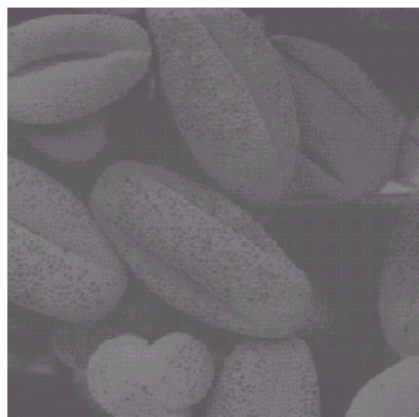
设 $f(x,y)$ 灰度范围为 $[0, M_f]$ ， $g(x,y)$ 灰度范围为 $[0, M_g]$ ，

$$g(x,y) = \begin{cases} \frac{M_g - d}{M_f - b} [f(x,y) - b] + d & b \leq f(x,y) \leq M_f \\ \frac{d - c}{b - a} [f(x,y) - a] + c & a \leq f(x,y) < b \\ \frac{c}{a} f(x,y) & 0 \leq f(x,y) < a \end{cases}$$

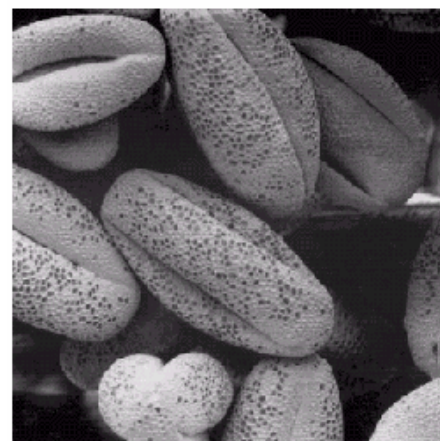
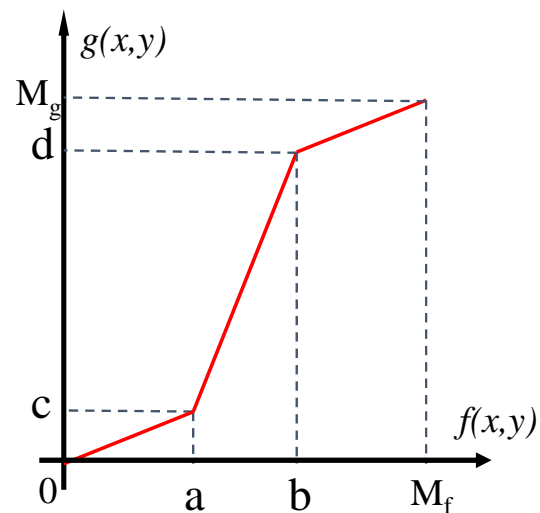


3.2.1 线性点运算 (Linear Point Operation)

分段线性点运算的应用



变换前



变换后

3.2.2非线性点运算(Non-Linear Point Operation)

1、非线性点运算

非线性点运算的输出灰度级与输入灰度级呈非线性关系，常见的非线性灰度变换为对数变换和幂次变换。

1)、对数变换

对数变换的一般表达式为： $s = c \log(1 + r)$

其中C是一个常数。

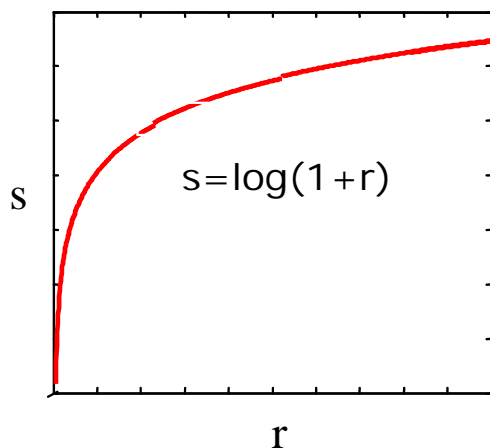


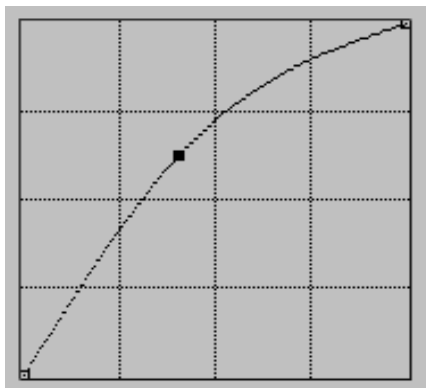
图3.9 对数曲线图

低灰度区扩展，高灰度区压缩。
图像加亮、减暗。

非线性拉伸不是对图像的整个灰度范围进行扩展，而是有选择地对某一灰度值范围进行扩展，其他范围的灰度值则有可能被压缩。

3.2.2非线性点运算(Non-Linear Point Operation)

非线性点运算应用实例1



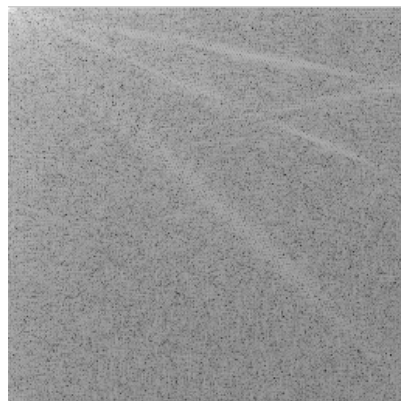
对比度拉伸效果：图像加亮、减暗

3.2.2非线性点运算(Non-Linear Point Operation)

非线性点运算应用实例2：傅里叶频谱的显示



原始图像



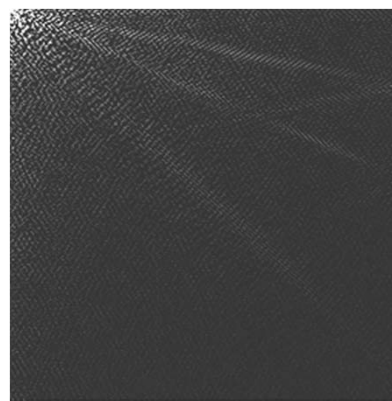
原始图像的傅里叶谱

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

此时, $C=1$



经对数灰度
变换后的频
谱图

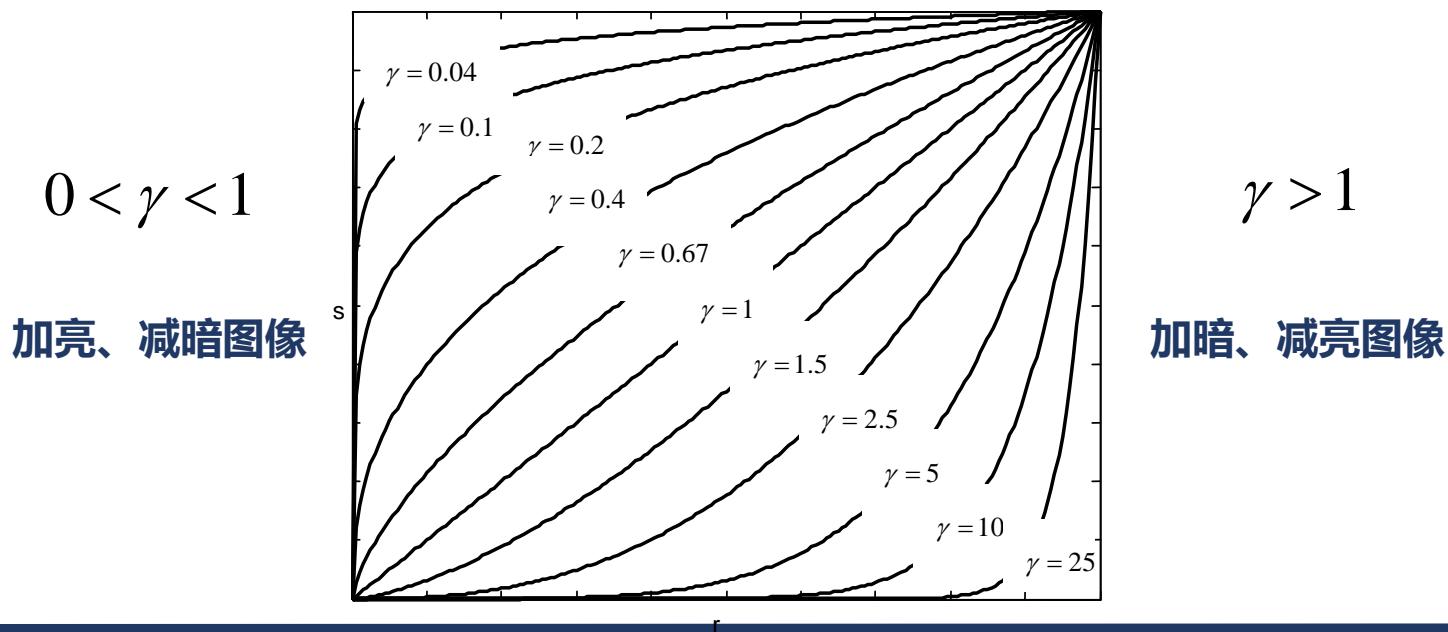


3.2.2非线性点运算(Non-Linear Point Operation)

2)、幂次变换

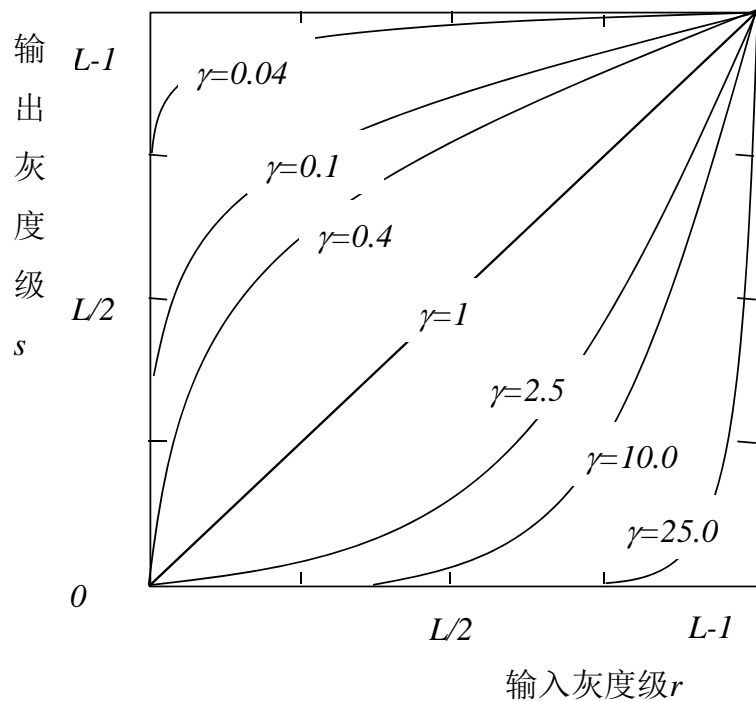
幂次变换的一般形式为：
$$s = c r^{\gamma}$$

其中C和 γ 为正常数。



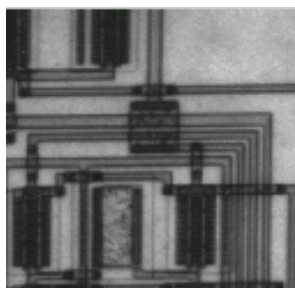
3.2.2非线性点运算(Non-Linear Point Operation)

非线性点运算应用实例3

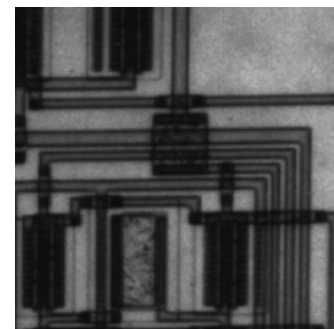


不同 γ 的 $s = cr^\gamma$ 曲线及图像变换结果

加暗、减亮图像

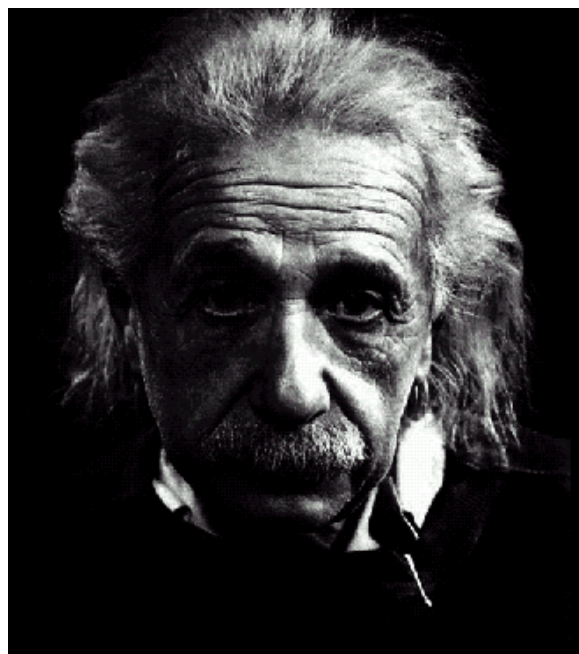
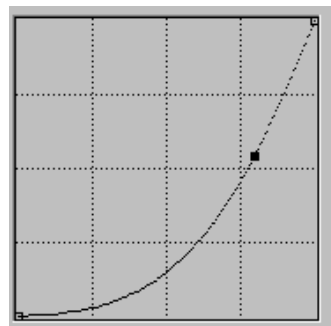
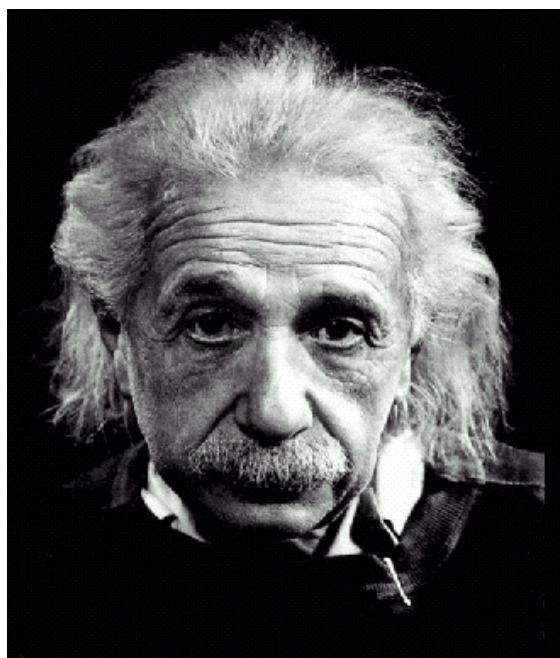


加亮、减暗图像



原始图像

3.2.2非线性点运算(Non-Linear Point Operation)



加暗、减亮图像

3.2.2非线性点运算(Non-Linear Point Operation)

思考问题:

1、点运算是否会改变图像内像素点之间的空间位置关系？

点运算是一种像素的逐点运算，它与相邻的像素之间没有运算关系，点运算不会改变图像内像素点之间的空间位置关系。

2、对图像灰度的拉伸，非线性拉伸与分段线性拉伸的区别？

非线性拉伸不是通过在不同灰度值区间选择不同的线性方程来实现对不同灰度值区间的扩展与压缩，而是在整个灰度值范围内采用统一的非线性变换函数，利用函数的数学性质实现对不同灰度值区间的扩展与压缩。



谢谢

THANK YOU