




# 数字图像处理与分析

## 第五章 图像增强1

刘定生  
中科院中国遥感卫星地面站  
2005年春季学期


1



## ■ 第五章 图像增强 (1)

- 图像增强引言
- 空域处理
  - ✓ 点运算增强
  - ✓ 直方图增强
  - ✓ 彩色图像增强
  - ✓ 空域模板滤波
- 频域处理
  - ✓ 频域滤波
  - ✓ 从频域规范产生空域模板


第五章 图像增强      刘定生 中科院中国遥感卫星地面站      2



## ■ 图像增强引言

- 图像增强的应用及其分类
  - 图像处理最基本的目的之一是改善图像
  - 改善图像最常用的技术就是图像增强
  - 图像增强有两大类应用
    - ✓ 第一类是改善图像的视觉效果
    - ✓ 突出图像的特征, 便于计算机处理
  - 图像增强按作用域分为两类, 即空域处理和频域处理
  - 空域处理是直接对图像进行处理
  - 频域处理则是在图像的某个变换域内, 对图像的变换系数进行运算, 然后通过逆变换获得图像增强效果

第五章 图像增强      刘定生 中科院中国遥感卫星地面站      3

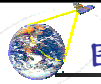


## ■ 图像增强引言

- 图像的增强的目的是改善图像的质量
  - 图像在生成、获取、传输等过程中, 往往会发生质量的损伤, 造成图像质量的损坏的因素有:
    1. 图像传输等过程中, 由于信道带宽的限制所造成的图像模糊, 相当于
 
$$\vec{g} = [h]\vec{f}$$

其中,  $\vec{f}$  和  $\vec{g}$  分别表示原始图像和模糊后图像,  $h$  为信道的冲击响应(矩阵表示)

第五章 图像增强      刘定生 中科院中国遥感卫星地面站      4



## 图像增强引言

### 2. 图像中的噪声干扰

- A. 与图像无关的噪声干扰,又称加性噪声,如信道、摄像机的热噪声.

$$\vec{g} = \vec{f} + \vec{n}$$

其中,  $\vec{n}$  是噪声的矢量表示

- B. 与图像有关的噪声干扰,如乘性噪声

$$\vec{g} = \vec{f} + v_1 \vec{f} = (1 + v_1) \vec{f} = v \vec{f}$$



## 图像增强引言

- C. 量化噪声

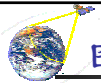
- D. 盐粒、胡椒面噪声

- E. 背景干扰: 入射光的不均匀性造成图像  $f(m, n)$  的畸变.

$$f(m, n) = I(m, n)R(m, n)$$

### 3. 信号减弱,对比度下降

### 4. 成像条件的欠缺, 获取图像的清晰度偏低



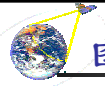
## 图像增强引言

- 归纳起来, 图像质量退化的原因:
  - 对比度问题: 对比度局部或全部偏低, 影响图像视觉
  - 噪声干扰问题: 使图像蒙受干扰和破坏
  - 清晰度下降问题, 使图像模糊不清, 甚至严重失真
- 针对图像的退化和不足, 改善图像的质量以较好地满足实际的需要, 是图像增强的目的
- 图像增强并不去估计图像实际退化的过程和实际退化的因素而加以矫正, 而只是考虑图像退化的一般性质, 加以修正, 以求得一般的或平均地图像质量的改进. 例如, 边缘锐化去模糊、平滑去噪声、直方图修正对比度增强等



## 图像增强引言

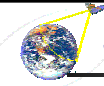
- 图像增强还可能为了人类视觉的需要, 使图像的内容更突出, 更容易被获取, 并不关心和原始图像是否一致, 甚至人为地畸变原始图像, 以达到视觉增强的效果
  - 例如, 伪彩色图像增强: 将不同灰度的图像赋以不同的彩色, 以增强人类的视觉感知, 在医学图像处理中经常采用;
  - 又如, 假彩色增强: 不同波段获取的图像赋以不同的彩色, 用在多波段遥感图像的假彩色显示等
- 图像的增强是综合和一般性地改善图像质量, 解决图像由于噪声、模糊退化和对比度降低等三类问题, 获得最好的视觉效果



## 图像增强引言

### ■ 图像增强的定义

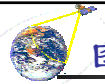
- 图像增强技术的主要目标是，通过对图像的**处理**，使图像比处理前**更适合**一个**特定的应用**
- 可能的应用：显示、打印、印刷、识别、分析、创艺等
- 可能的处理：去除噪音、边缘增强、提高对比度、增加亮度、改善颜色效果、改善细微层次等——通常与改善视觉效果相一致
- 可能的处理方法：空域运算、变换域运算与处理



## 图像增强引言

### ■ 图像增强的空域法

- 点运算法——灰度级变换
  - ✓ 寻找一个合适的变换 $T$
- 模板运算法——空域过滤器
  - ✓ 寻找一个合适的模板
- 几何变换法——变形矫正
- 基于色彩的处理



## 图像增强引言

### ■ 图像增强的频域法

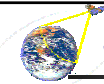
#### ➤ 频域增强的理论基础

- ✓ 卷积理论

### ■ 频域增强的原理

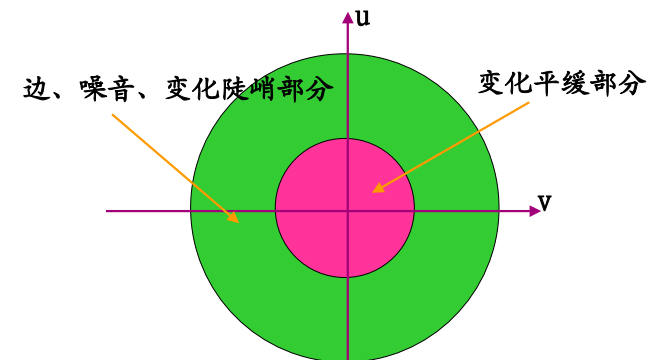
#### ➤ 频率平面与图像空域特性的关系

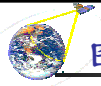
- ✓ 图像**变化平缓的部分**靠近频率平面的圆心，这个区域为**低频区域**
- ✓ 图像中的**边、噪音、变化陡峭的部分**，以放射方向离开频率平面的圆心，这个区域为**高频区域**



## 图像增强引言

### ■ 频域增强的原理





## 图像增强引言

### ■ 频域增强的处理方法

- 对于给定的图像 $f(x,y)$ 和目标，计算出它的傅立叶变换 $F(u,v)$
- 选择一个变换函数 $H(u,v)$  /\*并非到空域找
- 计算出目标图像 $g(x,y)$

$$g(x,y) = F^{-1}[H(u,v)F(u,v)]$$



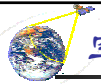
## 图像增强引言

### ■ 频域增强与空域模板增强的关系

- 卷积的离散表达式，基本上可以理解为模板运算的数学表达方式

$$g(x,y) = f * h = \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} f(m,n)h(x-m, y-n)$$

- 由此，卷积的冲击响应函数 $h(x,y)$ ，称为**空域卷积模板**，这种称谓仅在模板相对其中心原点对称时，才能成立
- 在实践中，小的空间模板比傅立叶变换应用更为广泛，因为它们易于实现，操作快捷
- 对于很多在空域上难以表述清楚的问题，对频域概念的理解就显得十分重要



## 空域处理——点运算增强

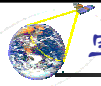
### ■ 点运算——灰度级变换增强

- 什么是灰度变换
  - ✓ 将一个灰度区间映射到另一个灰度区间的变换称为灰度变换
- 灰度变换的作用
  - ✓ 灰度变换可使图像动态范围加大，图像对比度扩展，图像清晰，特征明显，是图像增强的重要手段
- 灰度级变换的应用
  - ✓ 亮度调整、对比度拉伸、灰度级切片



## 空域处理——点运算增强

- 灰度变换的分类
  - ✓ 线性变换，非线性变换
- 获取变换函数的方法
  - ✓ 固定函数、交互样点插值、直方图



## 空域处理——点运算增强

### ■ 线性变换

原始图像:  $f(i, j)$ , 灰度范围:  $[a, b]$ ,  
变换后图像:  $f'(i, j)$ , 灰度范围:  $[a', b']$ ,  
存在以下关系:

$$f'(i, j) = a' + \frac{b' - a'}{b - a} (f(i, j) - a)$$

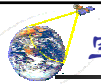


## 空域处理——点运算增强

### ■ 线性变换

另一种情况, 图像中大部分像素的灰度级在  $[a, b]$  范围内, 少部分像素分布在小于  $a$  和大于  $b$  的区间内。此时可用下式作变换:

$$f'(i, j) = \begin{cases} a'; f(i, j) < a \\ a' + \frac{b' - a'}{b - a} (f(i, j) - a); a \leq f(i, j) < b \\ b'; f(i, j) \geq b \end{cases}$$



## 空域处理——点运算增强

拉伸图像中一些灰度细节, 相对抑制不感兴趣的部分。这可以通过分段线性变换得到:

$$f'(i, j) = \begin{cases} \frac{c' - a'}{c - a} (f(i, j) - a) + a'; a \leq f(i, j) < c \\ \frac{d' - c'}{d - c} (f(i, j) - c) + c'; c \leq f(i, j) < d \\ \frac{b' - d'}{b - d} (f(i, j) - d) + d'; d \leq f(i, j) < b \end{cases}$$

如果

$$|a' - c'| > |a - c|, \quad |c' - d'| < |c - d|, \quad |d' - b'| = |d - b|$$

则, 扩展第一区间  $[a, c]$ , 压缩第二区间  $[c, d]$ , 维持第三区间  $[d, b]$ 。



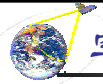
## 空域处理——点运算增强

### ■ 非线性变换

原始图像  $f(i, j)$  的灰度范围为  $[a, b]$ , 可以通过自然对数变换到区间  $[a', b']$  上, 从而求得图像  $f'(i, j)$ :

$$f'(i, j) = \frac{b' - a'}{\log b - \log a} (\log f(i, j) - \log a) + a'$$

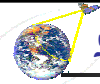
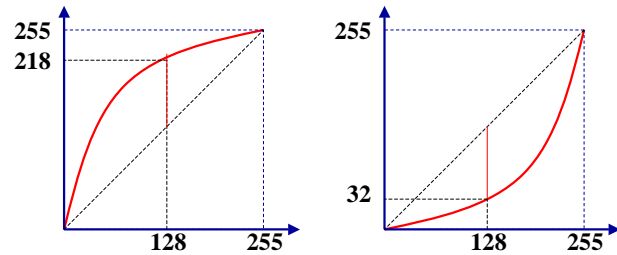
这一变换扩展输入图像中低灰度区的对比度, 而压缩高灰度值。此变换常与指数变换并用, 如同态滤波中, 对输入图像作对数变换之后, 在输出端必须进行指数变换, 以求获得整个系统合一的传递函数。



## 空域处理—点运算增强

### ■ 灰度级变换的应用之一

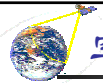
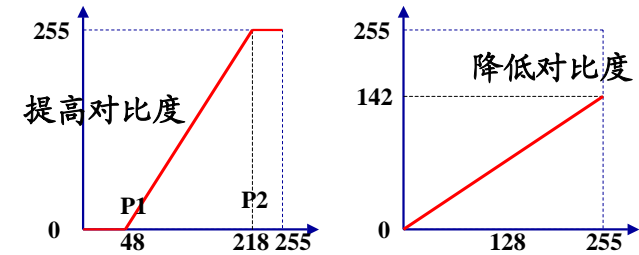
➤ 亮度调整——加亮、减暗图像



## 空域处理—点运算增强

### ■ 灰度级变换的应用之二

➤ 对比度拉伸——提高、降低对比度



## 空域处理—点运算增强

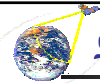
### ■ 灰度级变换的应用之二

➤ 提高对比度

通常通过直方图得到两个拐点的位置

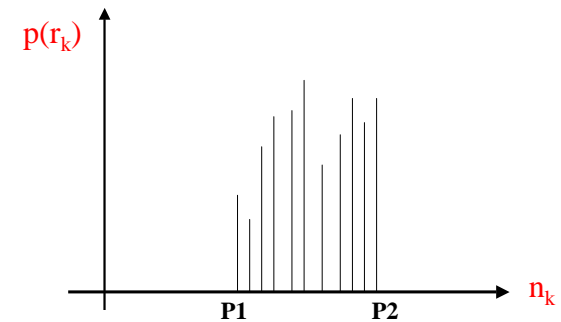
➤ 降低对比度

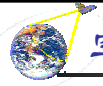
降低对比度一般用于输出设备的灰度级小于输入图像的灰度级的情况，如显示傅立叶频谱时



## 空域处理—点运算增强

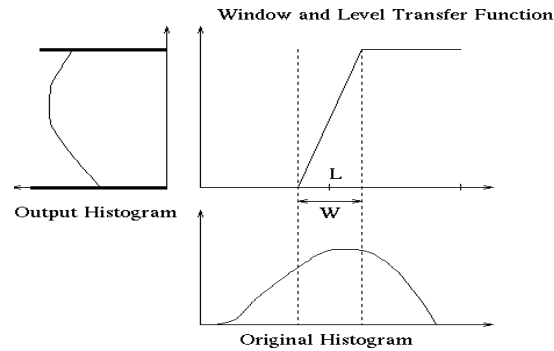
通过直方图得到两个拐点P1、P2的位置





## 空域处理—点运算增强

通过直方图交互式确定两个拐点P1、P2的位置



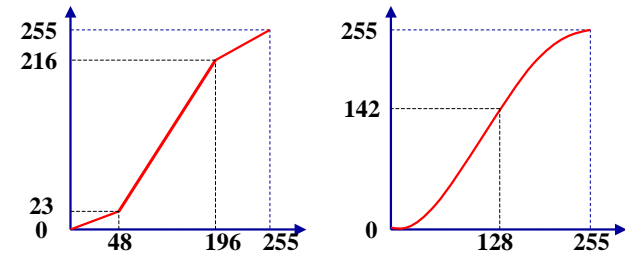
第五章 图像增强

刘定生 中科院中国遥感卫星地面站 25



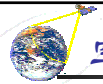
## 空域处理—点运算增强

- 灰度级变换的应用之二  
局部提高、局部降低对比度



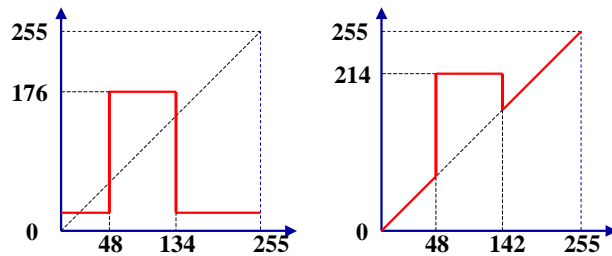
第五章 图像增强

刘定生 中科院中国遥感卫星地面站 26



## 空域处理—点运算增强

- 灰度级变换的应用之三  
灰度级切片



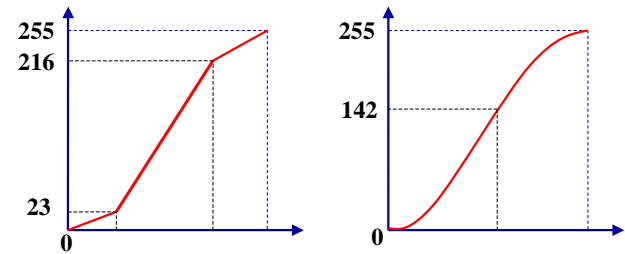
第五章 图像增强

刘定生 中科院中国遥感卫星地面站 27



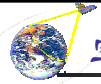
## 空域处理—点运算增强

- 获取变换函数的方法之一  
固定函数：正弦函数、分段直线、**指数函数**、**对数函数**，  
如显示傅立叶的 $s=c \log(1+|r|)$



第五章 图像增强

刘定生 中科院中国遥感卫星地面站 28

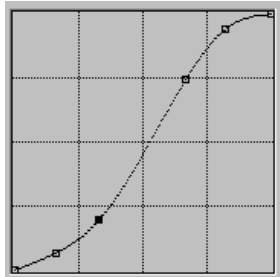


## 空域处理—点运算增强

### ■ 获取变换函数的方法之二

交互样点插值

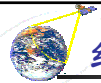
用过点的三次样条插值曲线，获得变换函数



## 空域处理—点运算增强

### ■ 灰度级变换的分析

- 灰度级变换对图像层次有负面影响
- 原因：由于变换是在有限个灰度级上进行的，因此会造成层次的减少
- 改进：通过输入较多层次（如 $>2^8$ ），保证在图像上进行灰度级变换后，其输出保留足够的层次



## 结束

# 第四章（1） 结束