

# 数字图像处理知识点与考点（经典）

## 第1章 导论（知识引导）

### 1. 图像、数字图像和数字图像处理：

答：“图”是物体投射或反射光的分布，是客观存在的。“像”是人的视觉系统对图在大脑中形成的印象或认识。图像（image）是图和像的有机结合，即反映物体的客观存在，又体现人的心理因素；是客观对象的一种可视表示，它包含了被描述对象的有关信息。

**数字图像**是指由被称作像素（pixel）的小块区域组成的**二维矩阵**。将物理图像行列划分后，每个小块区域称为像素。

**数字图像处理**是指用数字计算机及其它有关数字技术，对图像施加某种运算和处理，从而达到某种预想目的的技术。

### 2. 数字图像处理一般包括**图像处理、图像分析、图像理解**三个层次。

图像处理是对图像本身进行加工，以改善其视觉效果或表现形式，为图像分析打下基础，图像处理的输出仍是图像。

图像分析是目标图像进行检测和各种物理量的计算，以获取对图像的客观描述。

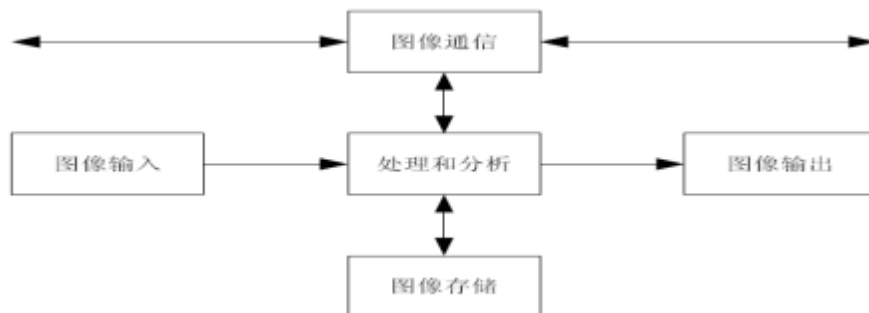
图像理解是在图像分析的基础上。理解图像所表现的内容，分析图像间的相互联系，得出对客观场景的解释。

### 3. 数字图像处理主要包括哪些研究内容？

答：图像处理的任务是将客观世界的景象进行获取并转化为数字图像、进行增强、变换、编码、恢复、重建、编码和压缩、分割等处理，它将一幅图像转化为另一幅具有新的意义的图像。

### 4. 一个数字图像处理系统由哪几个模块组成？试说明各模块的作用。

答：一个基本的数字图像处理系统由图像输入、图像处理和分析、图像存储、图像通信、图像输出5个模块组成，如下图所示。



各个模块的作用分别为：

**图像输入模块：**图像输入也称图像采集或图像数字化，它是利用图像采集设备（如数码照相机、数码摄像机等）来获取数字图像，或通过数字化设备（如图像扫描仪）将要处理的连续图像转换成适于计算机处理的数字图像。

**图像存储模块：**主要用来存储图像信息。

**图像输出模块：**将处理前后的图像显示出来或将处理结果永久保存。

**图像通信模块：**对图像信息进行传输或通信。

**图像处理与分析模块：**数字图像处理与分析模块包括处理算法、实现软件和数字计算机，以完成图像信息处理的所有功能。

### 5. **数字图像的2种处理方法：**空域处理法（领域处理和点处理）、变换域处理法。

### 6. **图像分辨率：**图像中每单位长度所包含的像素或点的数目。**分辨率越高，像素越多，图像越清晰。**

### 7. **数字图像通常用矩阵来描述。**

### 8. **像素的属性**是像素的位置和灰度。

### 9. 彩色图像不能用一个矩阵来描述，一般是用三个矩阵同时描述。

### 10. **数字图像处理的优点：**精度高、再现性好、通用性和灵活性好强。

## 第2章 数字图像处理的基本概念

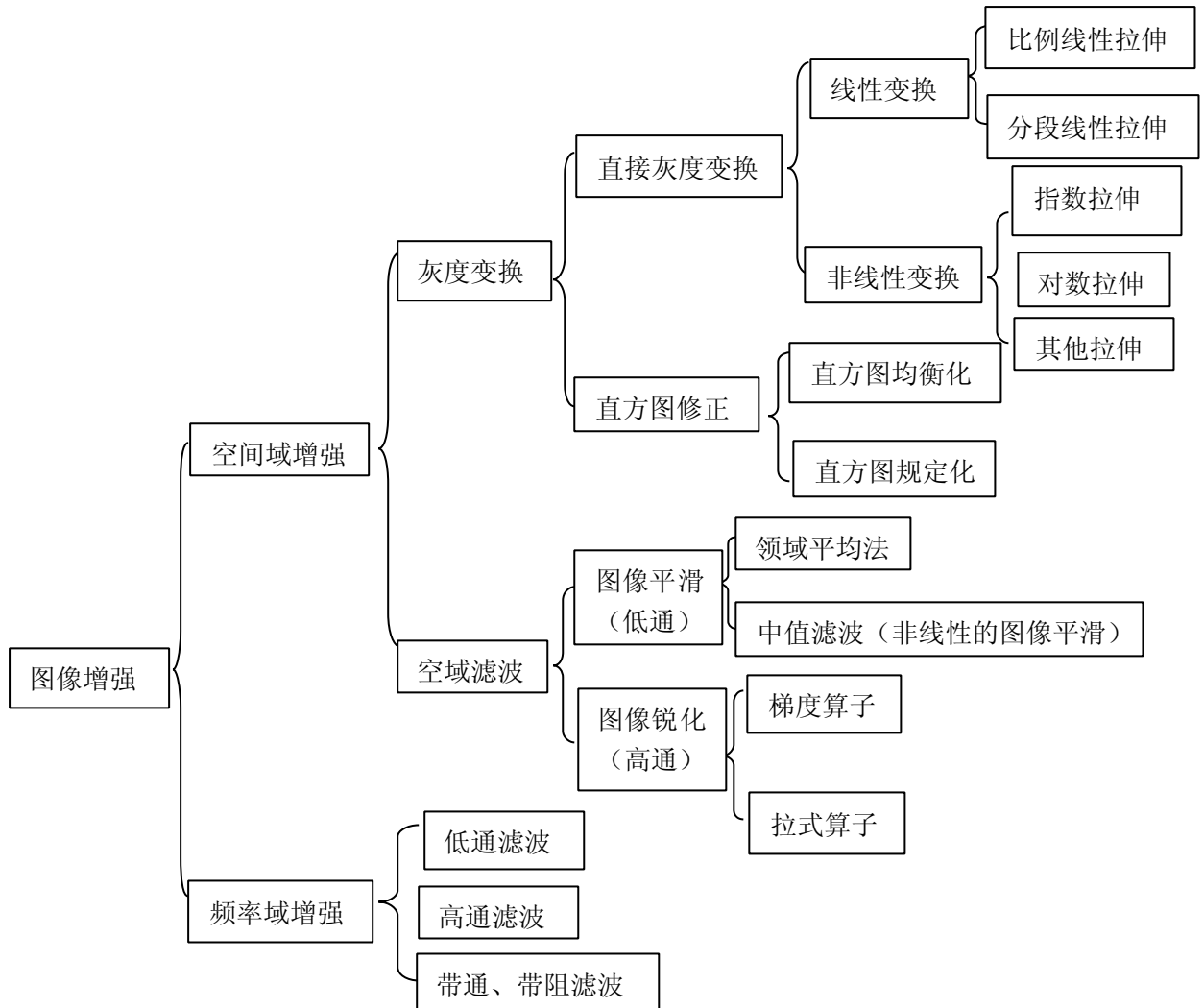
1. **图像数字化**：指将模拟图像经过离散化之后，得到用数字表示的图像（计算机能处理的形式）。包括**采样**和**量化**两个过程。其中**采样间隔**和**采样孔径**是两个重要参数（决定分辨率）。
2. **采样**：将空间上连续的图像变换成离散点的操作。（但是灰度是连续）
3. **量化**：将像素灰度转换成离散的整数值的过程。
4. **灰度级数（考）**一般用  $G = 2^g$  来表示（g就是表示存储图像像素灰度值所需的比特位数 通常就说g bit 量化）。一幅大小为  $M \times N$ 、灰度级数为  $G$  的图像所需的存储空间，即图像的数据量为  $M \times N \times g$  (bit) 或  $M \times N \times g/8$  (byte)，若用彩色描述，该图像对应的空间为： $M \times N \times g \times 3$  (bit) 该图像的灰度取值范围： $(0, 2^{g-1})$ 。  
例题：（1）存储一幅  $1024 \times 768$ ，256（8 bit 量化）个灰度级的图像需要多少位？  
（2）一幅  $512 \times 512$  的32 bit 真彩图像的容量为多少位？  
解：（1）一幅  $1024 \times 768$ ，256 =  $2^8$ （8 bit 量化）个灰度级的图像的容量为： $b = 1024 \times 768 \times 8 = 6291456$  bit  
（2）一幅  $512 \times 512$  的32 位真彩图像的容量为： $b = 512 \times 512 \times 32 = 8388608$  bit
5. **数字图像根据灰度级数的差异可分为**：黑白图像、灰度图像和彩色图像。
6. **灰度直方图**：灰度直方图是灰度级的函数。灰度级为横坐标，纵坐标为灰度级的频率，是频率同灰度级的关系图。**可以反映了图像的对比度、灰度范围（分布）、灰度值对应概率等情况。**
7. **灰度直方图的性质**：（1）只能反映图像的灰度分布情况，而不能反映图像像素的位置，即丢失了像素的位置信息。（2）一幅图像对应唯一的灰度直方图，反之不成立。不同的图像可对应相同的直方图。（3）一幅图像分成多个区域，多个区域的直方图之和即为原图像的直方图。
8. **图像信息量H（熵）的计算公式**：反映图像信息的丰富程度。
$$H = - \sum_{i=0}^{L-1} P_i \log_2 P_i$$
9. **灰度直方图的应用**：（1）判断图像量化是否恰当。（2）用于确定图像二值化的阈值。

## 第3章 图像变换

1. 图像变换的目的：①使图像处理问题简化；②有利于图像特征提取；③有助于从概念上增强对图像信息的理解。
2. 一维连续函数的傅立叶正反变换：
$$F\{f(x)\} = F(u) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{-j2\pi ux} dx \quad f(x) = F^{-1}\{F(u)\} = \int_{-\infty}^{+\infty} F(u) e^{j2\pi ux} du$$
3. **一维离散函数的傅里叶正反变换（考）**：
$$F(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) e^{-j2\pi ux/N}, \quad f(x) = \sum_{u=0}^{N-1} F(u) e^{j2\pi ux/N} \quad (u=0, 1, 2, \dots, N-1)$$

## 第4章 图像增强

### 1. 图像增强的方法与类型



### 2. 线性变换:

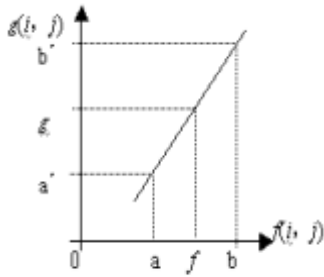
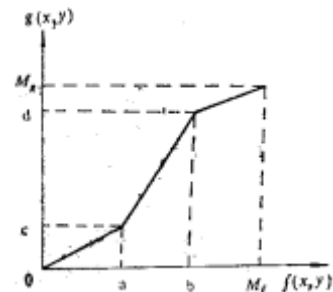


图 4.1.1 线性变换示意图

$$g(i, j) = d + \frac{b - d}{b - a} (f(i, j) - a) \quad (4.1-5)$$

### 3. 分段线性变换 (考):

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



说明: 通过细心调整折线拐点的位置及控制分段直线的斜率, 可对任一灰度区间进行拉伸或压缩。

4. 曝光不足或过度的情况下, 图像灰度可能会局限在一个很小的范围内, 故采用线性变换拉伸图像。

5. 直方图的**均衡化 (考)** (习题第四章 6 题, 如下示例) 与规定化

$r_k$	$P_r(r)$	$S_{min}$	$S_{max}$	$S_z$	$T_{12}$	$P_r(r_{12})$
$r_0=0$	0.195	0.195	3/15	3/15	000	0.195
$r_1=1/15$	0.14	0.335	5/15	5/15	010	0.14
$r_2=2/15$	0.147	0.504	8/15	8/15	010	0.147
$r_3=3/15$	0.106	0.609	9/15	9/15	400	0.106
$r_4=4/15$	0.092	0.681	10/15	10/15	200	0.092
$r_5=5/15$	0.076	0.737	11/15	11/15	200	0.076
$r_6=6/15$	0.060	0.788	12/15	12/15	200	0.060
$r_7=7/15$	0.044	0.827	12/15	12/15	200	0.044
$r_8=8/15$	0.037	0.864	12/15	12/15	200	0.037
$r_9=9/15$	0.031	0.895	13/15	13/15	200	0.031
$r_{10}=10/15$	0.027	0.922	14/15	14/15	200	0.027
$r_{11}=11/15$	0.013	0.938	14/15	14/15	200	0.013
$r_{12}=12/15$	0.019	0.954	14/15	14/15	200	0.019
$r_{13}=13/15$	0.017	0.971	15/15	15/15	700	0.017
$r_{14}=14/15$	0.013	0.985	15/15	15/15	700	0.013
$r_{15}=1$	0.009	0.999	15/15	15/15	700	0.009

6. 空间域滤波是基于**邻域处理**的增强方法，**应用模板**。有两种：平滑和锐化。

(1) 图像空间域的平滑：**抑制噪声**改善图像质量所进行的处理称图像平滑或去噪。有两种：**邻域平均法（空间低通滤波法）**和中值滤波法。

- 邻域平均法（空间低通滤波法）：做卷积运算。注意：模板很多，必须保证全部权系数和为 1。（ $P_{81}$ ）
- **中值滤波（考）**：对一个滑动窗口内的诸像素灰度值排序，用中值代替窗口中心像素的原来灰度值，因此它是一种**非线性的图像平滑法**。

(2) 图像锐化：增强图像的边缘或轮廓。

- 梯度锐化法：是图像锐化法最常用的锐化方法。梯度算子有：Prewitt 算子、Sobel 算子。

#### ● Laplacian 算子与 Laplacian 增强算子（考）

◆ Laplacian 算子是线性二阶微分算子  $\nabla^2 f(x, y)$ 。（**不去模糊**）

◆ **Laplacian 增强算子  $g(x, y) = f(x, y) - \nabla^2 f(x, y)$ 。（去模糊）**

◆ 高通滤波法：高通滤波法就是用高通滤波算子和图像卷积来增强边缘。

0	1	0
1	-4	1
0	1	0
Laplace 算子		

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0
增强算子		

(3) 梯度法与 Laplacian 算子检测边缘的异同点

- **梯度算子**是利用**阶跃边缘灰度变化的一阶导数特性**，认为极大值点对应于边缘点；
  - **Laplacian 算子**检测边缘是利用**阶跃边缘灰度变化的二阶导数特性**，认为边缘点是零交叉点。
- 相同点**都能用于检测边缘，且都对噪声敏感。

(4) **Laplacian 算子**和 **Laplacian 增强算子**的区别

答：Laplacian 算子进行检测边缘是**利用阶跃边缘灰度变化的二阶导数特性**，根据边缘点是零交叉点来检测图像边缘位置。它对应的模板为

	-1	
-1	-4	-1
	1	

Laplacian 增强算子通过**扩大边缘两边像素的灰度差（或对比度）**来增强图像的边缘，改善视觉效果。它对应的模板为

	-1	
-1	5	-1
	-1	

相同点：它们作用的对象相同，都是图像边缘检测方法，

7. 图像锐化与图像平滑的区别与联系:

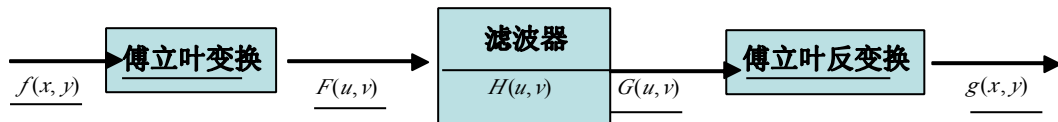
**区别:** **图像锐化**是用于增强边缘, 导致高频分量增强, 会使图像清晰; **图像平滑**用于去噪, 对图像高频分量即图像边缘会有影响。

**联系:** 都属于图像增强中的空域滤波, 改善图像效果。

8. 图像增强的目的主要包括: ①消除噪声, 改善图像的视觉效果; ②突出边缘, 有利于识别和处理。

9. 频域空间的增强方法的三个步骤:

假定原图像为  $f(x, y)$ , 经傅立叶变换为  $F(u, v)$ , 输出图像为  $g(x, y)$ , 则频率域锐化过程描述为:



(1) 将图像  $f(x, y)$  从图像空间转换到频域空间, 得到  $F(u, v)$ ;

(2) 在频域空间中通过不同的**滤波函数  $H(u, v)$** 对图像进行不同的增强, 得到  $G(u, v)$

(3) 将增强后的图像再从频域空间转换到图像空间, 得到图像  $g(x, y)$ 。

说明: (也可演变为简述频域图像锐化(或平滑)的步骤, 需要指明滤波器的类型: 高通或低通滤波器)

9. 频率域平滑: 由于**噪声主要集中在高频部分**, 为去除噪声改善图像质量, **滤波器采用低通滤波器  $H(u, v)$  来抑制高频成分**, 通过低频成分, 然后再进行逆傅立叶变换获得滤波图像, 就可达到平滑图像的目的。

10. **常用的频率域低滤波器  $H(u, v)$  有四种:**

(1) 理想低通滤波器: 由于**高频成分包含大量的边缘信息**, 因此采用该滤波器在去噪声的同时将会导致边缘信息损失而使图像边模糊。

(2) Butterworth低通滤波器: 它的特性是连续性衰减, 而不象理想滤波器那样陡峭变化, 即明显的不连续性。因此采用该滤波器滤波在抑制噪声的同时, 图像边缘的模糊程度大大减小, **没有振铃效应**产生。

**(说明: 振铃效应越不明显效果越好)**

(3) 指数低通滤波器: 采用该滤波器滤波在抑制噪声的同时, 图像边缘的模糊程度较用Butterworth滤波产生的大些, **无明显的振铃效应**。

(4) 梯形低通滤波器: 它的性能介于理想低通滤波器和指数滤波器之间, 滤波的图像有一定的模糊和振铃效应。

13. 频率域锐化: **图像的边缘、细节主要位于高频部分, 而图像的模糊是由于高频成分比较弱产生的。频率域锐化就是为了消除模糊, 突出边缘**。因此采用高通滤波器让高频成分通过, 使低频成分削弱, 再经逆傅立叶变换得到边缘锐化的图像。

14. **常用的高通滤波器有四种:**

(1) 理想高通滤波器

(2) 巴特沃斯高通滤波器

(3) 指数高通滤波器

(4) 梯形高通滤波器

**说明:** (1) 四种滤波函数的选用**类似于低通**。

(2) **理想高通有明显振铃现象**, 即**图像的边缘有抖动现象**。

(3) 巴特沃斯高通滤波效果较好, **但计算复杂**, 其优点是有少量低频通过,  $H(u, v)$  是渐变的, **振铃现象不明显**。

(4) 指数高通效果比Butterworth差些, 振铃现象不明显。

(5) **梯形高通会产生微振铃效果, 但计算简单, 较常用**。

(6) 一般来说, 不管在图像空间域还是频率域, 采用高频滤波不但会使有用的信息增强, 同时也使噪声增强。因此不能随意地使用。

(7) **高斯低通滤波器无振铃效应是因为函数没有极大值、极小值, 经过傅里叶变换后还是本身, 故没有振铃效应**。

15. **同态滤波: 在频域中同时将亮度范围进行压缩(减少亮度动态范围)和对比度增强的频域方法。**

现象: (1) 线性变换无效 (2) 扩展灰度级能提高反差, 但会使动态范围变大 (3) 压缩灰度级, 可以减小灰度级, 但物体的灰度层次会更不清晰

改进措施: 加一个常数到变换函数上, 如:  $H(u, v) + A$  ( $A$ 取 $0 \rightarrow 1$ ) 这种方法称为:**高度强调(增强)**。

为了解决变暗的趋势, 在变换结果图像上再进行一次直方图均衡化, 这种方法称为:**后滤波处理**。



## 16. 彩色增强技术

(1) 人眼的视觉特性：分辨的灰度级介于十几到二十几级之间；彩色分辨能力可达到灰度分辨能力的百倍以上。

(2) 彩色增强技术是利用人眼的视觉特性,将灰度图像变成彩色图像或改变彩色图像已有彩色的分布,改善图像的可分辨性。彩色增强方法可分为伪彩色增强和假彩色增强两类。

### (3) 伪彩色增强

- 把黑白图像的各个不同灰度级按照线性或非线性的映射函数变换成不同的彩色,得到一幅彩色图像的技术。使原图像细节更易辨认,目标更容易识别。

- 伪彩色增强的方法主要有:密度分割法、空间域灰度级-彩色变换合成法和频率域伪彩色增强。

(4) 假彩色增强:是对一幅自然彩色图像或同一景物的多光谱图像,通过映射函数变换成新的三基色分量,彩色合成使感兴趣目标呈现出与原图像中不同的、奇异的彩色。

## 第5章 图像复原与重建

### 1. 图像的退化

(1) 定义:图像的退化是指图像在形成、传输和记录过程中,由于成像系统、传输介质和设备的不完善,使图像的质量变坏。

(2) 图像退化的因素:几何失真、灰度失真、运动模糊、辐射失真、噪声干扰。

### 2. 图像复原

(1) 定义:图像复原就是要尽可能恢复退化图像的本来面目,它是沿图像退化的逆过程进行处理。

(2) 图像复原过程:找退化原因→建立退化模型→反向推演→恢复图像。

(3) 图像复原方法:观察法、实验法、模型估计法。

### 3. 图像复原和图像增强的区别:

- 图像增强不考虑图像是如何退化的,而是试图采用各种技术来增强图像的视觉效果。因此,图像增强可以不顾增强后的图像是否失真,只要看得舒服就行。

- 图像复原就完全不同,需知道图像退化的机制和过程等先验知识,据此找出一种相应的逆处理方法,从而得到复原的图像。

说明:如果图像已退化,应先作复原处理,再作增强处理。二者的目的都是为了改善图像的质量。

4. 连续函数的退化模型:  $g(x, y) = f(x, y) * h(x, y) + n(x, y)$  或

$$G(u, v) = F(u, v)H(u, v) + N(u, v)$$

说明:图像复原实际上就是已知  $g(x, y)$  求  $f(x, y)$  或已知  $G(u, v)$  求  $F(u, v)$  的问题,所以关键问题是求系统空间域上的冲激响应函数  $h(x, y)$  或频域上的传递函数  $H(u, v)$ 。一般说来,  $H(u, v)$  容易求的,最后在进行傅里叶反变换即可求得  $f(x, y)$ 。

### 5. 频率域恢复方法

(1) 逆滤波恢复法:与原图差异相对较大。

(2) 去除有匀速运动引起的模糊

(3) 维纳滤波复原方法(有约束复原法):与原图差异相对较小。

$H(u, v)$  表示退化函数;  $|H(u, v)|^2 = H^*(u, v)H(u, v)$ ,  $H^*(u, v)$  表示  $H(u, v)$  的复共轭;  $s_n(u, v) = |N(u, v)|^2$  表示噪声傅里叶变换后的功率谱;  $s_f(u, v) = |F(u, v)|^2$  表示未退化图像(原图)傅里叶变换后的功率谱; 比率  $s_n(u, v)/s_f(u, v)$  称为噪信功率比。

$$\hat{F}(u, v) = \frac{1}{H(u, v) |H(u, v)|^2 + s_n(u, v)/s_f(u, v)} G(u, v)$$

### 6. 图像的几何校正

(1) 几何失真:系统失真、非系统失真。

- 系统失真:有规律的、能预测的。

- 非系统失真:随机的。

(2) 几何校正的基本方法:先建立几何校正的数学模型;其次利用已知条件确定模型参数;最后根据

模型对图像进行几何校正。

### (3) 几何校正的方法 2 个步骤

- **图像空间坐标变换**：恢复空间关系，然后对各个像素坐标进行校正、排序。
- 确定各像素的灰度值（**灰度插值**）：空间坐标变换后的像素赋予相应的灰度值。

### (4) 几何校正方法可分为直接法和间接法两种（条件：要已知 $h_1(x, y)$ 和 $h_2(x, y)$ ）

## 第 6 章 图像编码与压缩

1、**数据压缩是通过（信源）编码实现的**，（信源）编码也就是解决数据压缩问题

2、数据压缩定义：以最少的数码表述信源所发出的信号，减少信号空间。

3、数据编码与压缩的目的：减少存储数据所需要的空间和传输时间。

4、图像数据压缩的必要性

答：（1）数字图像的庞大数据对计算机的处理速度、存储容量都提出过高的要求。因此必须把数据量压缩。

（2）从传送图像的角度来看，则更要求数据量压缩。在信道带宽、通信链路容量一定的前提下，采用编码压缩技术，减少传输数据量，是提高通信速度的重要手段。

5、图像数据压缩的可能性

答：（1）由于数字图像中的**数据相关性很强，数据的冗余度很大**，因此对数字图像进行大幅度的数据压缩是完全可能的。

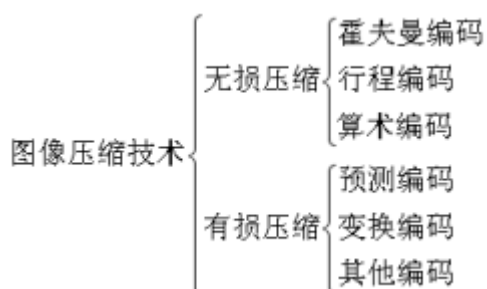
（2）人眼的视觉有一定的局限性，即使**压缩前后的图像有一定失真**，只要限制在人眼允许的误差范围之内，也是允许的。

6、描述图像信源的数据由**有用数据**和**冗余数据**两部分组成。

**7、基本数据冗余有：编码冗余、像素间冗余、心理视觉冗余（消除后不可恢复）3 种。**

8、图像编码的分类：空间域编码和变换域编码两大类。

9、图像数据压缩三个过程：变换、量化和编码。



10. **图像保真度准则**：客观保真度准则和主观保真度准则。

● 客观：最常用的客观保真度准则是原图像和解码图像之间的**均方根误差**和**均方根信噪比**两种。

● 主观：不少于 20 人对该图像的评分取平均，作为这幅图像的质量。

11. **描述解码图像相对原始图像偏离程度的测度**一般称为**保真度（逼真度）**。

12. **图像熵  $H$ 、平均码字长度  $\bar{B}$ 、编码效率  $\eta$**   $\eta = \frac{H}{\bar{B}} = \frac{1}{1+r} < 1$ 、压缩比  $C=n/\bar{B}$  和冗余度  $r = \frac{\bar{B}}{H} - 1$

$$H = -\sum_{i=0}^{L-1} p_i \log_2 p_i \quad \bar{B} = \sum_{i=0}^{L-1} \beta_i p_i$$

**说明：平均信息量（熵）反映图像信息丰富程度。**

例题：u1: 0      u2: 110      u3: 100      u4: 1111

u5: 1011      u6: 1010      u7: 11101      u8: 11100

根据以上数据，可分别计算其信源的熵、平均码长、编码效率及冗余度，即熵

$$\begin{aligned} H &= -\sum_{i=0}^{L-1} p_i \log_2 p_i \\ &= -0.4 \log 0.4 - 0.18 \log 0.18 - 0.10 \log 0.1 \\ &\quad - 0.07 \log 0.07 - 0.06 \log 0.06 - 0.05 \log 0.05 \end{aligned}$$

$$-0.04 \log 0.04 = 2.55$$

平均码长

$$\bar{B} = \sum_{i=0}^{L-1} \beta_i p_i$$

$$\text{编码效率 } \eta = \frac{H}{\bar{B}} = 1 \times 0.04 + 3 \times 0.18 + 3 \times 0.10 + 4 \times 0.10 + 4 \times 0.074 \times 0.06 + 5 \times 0.05 + 5 \times 0.04 = 2.61$$

$$= 2.55 / 2.61 \times 100\% = 97.7\%$$

压缩之前 8 个符号需要 3 个比特量化，经压缩之后的平均码字长度为 2.61，因此压缩比为  $C = 3 / 2.61 = 1.15$

$$\text{冗余度为: } r = \frac{\bar{B}}{H} - 1 = 1 - \eta = 2.3\%$$

对上述信源 X 的霍夫曼编码，其编码效率已达 97.7%，仅有 2.3% 的冗余。

13. 常用的二值图像编码有两种：**行程长度编码、二值图像方块编码。**

**14. 霍夫曼编码（考）**的编码方法

- (1) 把输入符号按出现的概率从大到小排列起来，接着把概率最小的两个符号的概率求和；
- (2) 把它（概率之和）同其余符号概率由大到小排序，然后把两个最小概率求和；
- (3) 重复②，直到最后只剩下两个概率为止。
- (4) 在上述工作完毕之后，从最后两个概率开始逐步向前进行编码。对于概率大的消息赋予 0，小的赋予 1。

**注意：对于求和后的概率和其他概率相同时，把求和后的概率放在最上面，这样的方差才是最小的。**

**15. 算术编码（考）**（见老师期末总结 PPT）

16. 无损压缩是指压缩图像经解压可以恢复原图像，没有任何信息损失的编码技术。

## 第 7 章 图像分割

1. 图像分割是指将一幅图像划分为互不重叠的区域并提取感兴趣目标的技术。

**2. 图像分割算法基于灰度值的 2 个基本特征：不连续性和相似性**

**3. 图像分割的方法（按分割途径分类）：**

- (1) **基于边缘的分割方法：先提取区域边界，再确定边界限定的区域。**
- (2) **区域分割：确定每个像素的归属区域，从而形成一个区域图。**
- (3) **区域生长（增长）：将属性接近的连通像素聚集成区域。**
- (4) **分裂—合并分割：综合利用前两种方法，既存在图像的划分，又有图像的合并。**

4. 边缘检测算子

- (1) 边缘的定义：图像中像素灰度有阶跃变化或屋顶变化的那些像素的集合
- (2) 边缘的分类：阶跃状、屋顶状
- (3) 几种常用的边缘检测算子：

- 梯度算子：仅计算相邻像素的灰度差，对噪声比较敏感，无法抑止噪声的影响。
- Roberts 算子：**与梯度算子检测边缘的方法类似，对噪声敏感，但效果较梯度算子略好。**
- Prewitt 算子：在检测边缘的同时，能抑止噪声的影响。
- Sobel 算子：对 4 邻域采用带权方法计算差分，能进一步抑止噪声，但检测的边缘较宽。
- Kirsch（方向）算子：在计算边缘强度的同时可以得到边缘的方向，**各方向间的夹角为 45°。**
- Laplacian 算子：作用于**中心像素的系数是一个负数**，而且其周围像素的系数为正数，系数之和必为 0。**优点：**各向同性、线性和位移不变的；对细线和孤立点检测效果较好。**缺点：**对噪音的敏感，对噪声有双倍加强作用；**不能检测出边的方向（不具方向性）**；常产生双像素的边缘。
- Marr 算子：是在 Laplacian 算子的基础上实现的。不具方向性、不抗噪声。

**注意：由于梯度算子和 Laplace 算子都对噪声敏感，为了减少噪声影响，可先对图像进行平滑，然后再用梯度算子和 Laplace 算子检测边缘。**

5. 边缘跟踪

- (1) 边缘跟踪的概念：将检测的边缘点连接成线就是边缘跟踪。



(2) 由边缘形成线特征的两个过程

- 可构成线特征的边缘提取。
- 将边缘连接成线。

**(3) 连接边缘（边缘跟踪）的方法：光栅跟踪、全向跟踪**

## 6. 线检测

霍夫（Hough）变换检测法基本思想：直角坐标系中的一条直线对应极坐标系中的一点，这种**线到点的变换就是 Hough 变换**。

## 7. 区域（生长）扩张的图像分割（老师期末总结 PPT 例题）（考）

(1) 区域生长法：从生长点开始，搜索其**邻域**，把符合接收规则的点或子区归并进来，形成新的生长点，直到当前区域不能再合并为止。

(2) 算法实现

- 根据图像的不同应用选择一个或一组种子，它或者是最亮或最暗的点，或者是位于点簇中心的点。
- 选择一个描述符（条件）。
- 从该种子开始向外扩张，首先把种子像素加入集合，然后不断将与集合中各个像素连通、且满足描述符的像素加入集合。
- 上一过程进行到不再有满足条件的新结点加入集合为止。

# 第 8 章 二值图像处理与形状分析

**膨胀与收缩（或腐蚀）（考）（老师期末总结 PPT 例题）**

1. 膨胀一般是给图像中的对象边界添加像素（**添加边界点，是边界向外部扩张的过程**），而腐蚀则是删除对象边界某些像素（**消除边界点，使边界向内部收缩的过程**）。

2. 膨胀操作时，**输出像素值是输入图像相应像素领域内所有像素的最大值。**

- 方法：用结构元素与其覆盖的二值图像做“与”操作，如果都为 0，结果图像的该像素为 0。否则为 1。

3. 腐蚀操作时，**输出像素值是输入图像相应像素领域内所有像素的最小值。**

- 方法：用结构元素与其覆盖的二值图像做“与”操作，如果都为 1，结果图像的该像素为 1。否则为 0。

4. 一般情况下，膨胀和腐蚀不可逆。

5. 开运算：对图像先腐蚀后膨胀的运算。

6. 闭运算：对图像先膨胀后腐蚀的运算。

7. 二值图像的欧拉数：在二值图像中，1 像素连接成分数  $C$  减去孔数  $H$  的值叫做这幅图像的欧拉数或示性数。 $E=C-H$ 。显然，二值图像的欧拉数是所有 1 像素连接成分的欧拉数之和。