

数字图像处理知识点总结

第一章 图像处理基础

1. 数字图像处理的主要研究内容及其现实应用场景。（自行归纳）

- 数字图像获取：这是数字图像处理的第一步，通常涉及到相机、扫描仪等设备。它们可以把实物转化为数字图像，以供后续的处理。
- 图像压缩：为了节省存储空间和传输带宽，图像压缩技术会把大量的图像数据压缩到更小的体积。这包括了诸如JPEG、PNG、GIF等常见的图像压缩格式。
- 图像增强：这个过程是为了增强图像的某些特性，使得图像更加清晰或者更加容易理解。例如，我们可以提高图像的对比度，或者改变图像的亮度、饱和度等。
- 图像恢复：图像恢复的目标是尝试从损坏或者噪声影响的图像中恢复出清晰的图像。
- 图像分割：图像分割是把图像分割成几个有意义的区域的过程，这对于图像识别和理解非常重要。
- 图像表示和描述：这个过程是把图像或者图像的一部分转化为更加方便计算机理解的格式，例如特征向量。
- 图像识别：这个过程是识别和理解图像内容的过程，例如物体识别、人脸识别等。

现实场景

- 医疗图像处理：医生可以使用数字图像处理技术来识别和分析医疗影像，例如X光、MRI、CT等，以便更准确地进行诊断和治疗。
- 卫星图像处理：地理学家和气象学家可以使用数字图像处理技术来分析和理解卫星图像，例如进行气候变化研究，地形地貌分析等。
- 计算机视觉：计算机视觉是数字图像处理的一个重要应用领域，涉及到了许多问题，例如物体识别、人脸识别、图像理解等。
- 安全监控：数字图像处理技术也常用于安全监控系统，例如人脸识别、行为分析等。
- 艺术和娱乐：数字图像处理也被广泛应用于电影、游戏、艺术设计等领域，提供视觉特效，人脸替换，动画制作等功能。

2. 图像的分类：按空间坐标和亮度的连续性可分为模拟图像和数字图像。按不同应用场景，数字图像根据灰度级的差异可分为：黑白图像、灰度图像和彩色图像。

3. 将空间上连续的图像变换成离散点的操作称为采样。将像素灰度转换成离散的整数值的过程叫量化。计算图像灰度量化用16比特编码时，量化等级（或称为灰度级）为多少。

在数字图像处理中，图像的灰度量化等级（也称灰度级）通常指的是单个像素可以表示的不同亮度（或颜色）的数量。这个数量通常由像素的位深度决定。位深度是每个像素用于表示颜色信息的比特数。

对于灰度图像，通常每个像素只有一个通道，即亮度（或灰度）通道。当我们用16比特来编码灰度时，每个像素可以表示的灰度等级是2的16次方，也就是65536个等级。

这意味着，如果我们使用16比特来编码灰度图像，那么这个图像中每个像素都可以取值于0到65535这65536个不同的灰度等级。

4. 表示像素明暗程度的整数称为像素的灰度级（或灰度值或灰度）。计算当一幅 m 行 n 列的灰度图像，若灰度级数为 k ，则图片的存储大小。

一幅灰度图像的存储大小主要由图像的尺寸（行和列的数量）以及灰度级别（每个像素使用的比特数）决定。

首先，确定每个像素需要的存储空间。如果灰度级别为 k ，则表示每个像素需要 $\log_2 k$ 比特来存储。这是因为灰度级别 k 意味着每个像素有 k 种可能的值，所以需要 $\log_2 k$ 比特来表示这 k 种可能的值。

然后，确定整个图像的像素总数。如果图像有 m 行和 n 列，那么总的像素数量就是 $m * n$ 。

因此，图像的总存储大小（以比特为单位）就是像素总数乘以每个像素需要的比特数，也就是 $m * n * \log_2 k$ 比特。

如果你想将存储大小从比特转换为字节，需要知道每个字节包含8比特，所以你可以将上面的结果除以8得到字节数。如果你想将存储大小从字节转换为千字节（KB）或兆字节（MB），可以继续除以1024。

注意：这个计算假设图像数据没有进行任何形式的压缩。实际上，许多图像格式（例如JPEG和PNG）都会使用各种复杂的压缩算法来减小图像的存储大小。

5. 量化等级对图像质量的影响：量化等级越多，所得图像层次越丰富，灰度分辨率高，图像质量好，但数据量大；量化等级越少，图像层次欠丰富，灰度分辨率低，会出现假轮廓现象，图像质量变差，但数据量小。
6. 灰度直方图反映的是一幅图像中各灰度级像素出现的频率。以灰度级为横坐标，纵坐标为灰度级的频率，绘制频率同灰度级的关系图就是灰度直方图。
7. 对比度：一幅图像中灰度反差的大小，对比度 = $\frac{\text{最大亮度}}{\text{最小亮度}}$
8. 数字图像处理主要研究内容及其应用场景。数字图像处理的主要内容包括但不限于以下几点（内容与应用场景自行归纳）：图像增强、图像复原、图像压缩、图像分割、图像表达与描述（特征提取）、目标识别、彩色图像处理、形态学处理、图像重建等。
9. 图像变换通常是一种二维正交变换。正交变换必须是可逆的；正变换和反变换的算法不能太复杂；特点是在变换域中图像能量集中分布在低频率成分上，边缘、线状信息反映在高频率成分上，有利于图像处理。傅里叶变换是典型的频率域图像变换。
10. 图像变换与图像几何变换的区别。（自行归纳）

在数字图像处理中，“图像变换”和“图像几何变换”是两个不同的概念，尽管两者都涉及到对图像进行某种形式的转换或处理。

1. 图像变换：这是一个广义的术语，用于描述所有种类的图像处理和分析技术。这包括了几何变换（如旋转、缩放和平移），也包括了更复杂的操作，如颜色空间变换、滤波、噪声减少、图像增强等。还包括一些频域变换，例如傅里叶变换、离散余弦变换（DCT）等，这些方法可以将图像从空间域转换到频域，以便进行某些类型的分析和处理。
2. 图像几何变换：这是图像变换的一个子集，专指那些改变图像在二维空间中的布局或方向的操作。这包括旋转（改变图像的角度）、缩放（改变图像的尺寸）、平移（改变图像的位置）和仿射变换等。这些操作只改变像素在图像中的位置，而不改变像素的颜色或亮度。这类变换在计算机视觉和图像识别等领域中非常重要，因为它们可以用来纠正摄像头的角度、改变观察的尺度等。

总的来说，图像变换是一个广义的概念，包含了各种各样的图像处理和分析方法，而图像几何变换则是图像变换的一种，主要关注的是如何改变图像在二维空间中的布局 and 方向。

11. 图像算数运算(处理) 的内容及其运用场景。包括：图像相加、相减、相乘与相除处理，应用场景自行归纳整理。

第二章 图像增强

12. 图像增强是数字图像处理的主要研究领域之一，目的是将一幅图像中有用的信息进行增强，同时将无用的信息进行抑制，提高图像的可观察性。
13. 空间域增强是直接对图像各像素进行处理。频率域增强是先将图像经傅立叶变换后的频谱成分进行某种处理，然后经逆傅立叶变换获得所需的图像。
14. 灰度变换用来调整图像的灰度动态范围或图像对比度，是图像增强的重要手段之一。
15. 直方图修整法包括直方图均衡化及直方图规定化两类。
- 直方图均衡化：将原图像通过某种变换，得到一幅灰度直方图为均匀分布的新图像的方法。
 - 直方图规定化：使原图像灰度直方图变成规定形状的直方图而对图像作修正的增强方法。
16. 为了抑制噪声改善图像质量所进行的处理称图像平滑或去噪。
17. 用邻域内各像素的灰度平均值代替该像素原来的灰度值，实现图像的平滑，又称邻域平均法或均值滤波。
18. 空间低通滤波法：应用模板卷积方法对图像每一像素进行局部处理。不管什么样的掩模，必须保证全部权系数之和为单位值，这样可保证输出图像灰度值在许可范围内，不会产生“溢出”现象。
19. 中值滤波：是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。离散阶跃信号、斜升信号没有受到影响。离散三角信号的顶部则变平了。对于离散的脉冲信号，当其连续出现的次数小于窗口尺寸的一半时，将被抑制掉，否则将不受影响。
20. 各种空间域平滑算法效果比较（包括但不限于以下几种）：
- 均值滤波算法简单，但它的主要缺点是在降低噪声的同时使图像产生模糊，特别在边缘和细节处。而且邻域越大，在去噪能力增强的同时模糊程度越严重。
 - 中值滤波对脉冲干扰及椒盐噪声的抑制效果好，在抑制随机噪声的同时能有效保护边缘少受模糊。但它对点、线等细节较多的图像却不太合适。中值滤波法能有效削弱椒盐噪声，且比邻域、超限像素平均法更有效。
21. 图像平滑与锐化的区别：图像平滑通过积分过程使得图像边缘模糊，图像锐化则通过微分而使图像边缘突出、清晰。都属于图像增强,改善图像效果
22. 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：
23. 频率域低通滤波器：理想低通滤波器、Butterworth低通滤波器、指数低通滤波器、梯形低通滤波器。
24. 各种滤波器效果比较（包括但不限于以下几种）：
- 理想低通滤波器:在去噪声的同时将会导致边缘信息损失而使图像边模糊,并产生振铃效应。
 - Butterworth低通滤波器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。
 - 指数低通滤波器：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。
 - 梯形低通滤波器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。

25. 频率域锐化：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。

其中包括：

- 理想高通滤波器
- 巴特沃斯高通滤波器
- 指数滤波器
- 梯形滤波器

第三章 图像分割与形态学处理

26. 图像分割：把图像分成互不重叠的区域并提取感兴趣目标的技术。

27. 分割算法基于灰度值的两个基本特性：不连续性和相似性

28. 边缘检测算子：梯度算子、Roberts算子、Prewitt算子、Sobel算子、Kirsch算子（方向算子）、Laplacian算子。

29. 膨胀、腐蚀操作的定义及流程

膨胀（Dilation）和腐蚀（Erosion）是数字图像处理中的基本形态操作，通常用于二值图像处理。它们主要应用于去除噪声、分离对象、形状识别等任务。

1. 膨胀（Dilation）：

膨胀是一种图像处理过程，使得图像中的目标区域在边界处“扩张”。膨胀操作使用了一个称为结构元素的核，它是一个像素的形状（如一个3x3或5x5的方形）。这个核在图像上滑动，如果至少有一个像素在结构元素的覆盖区域内，那么结构元素的原点像素就会被设置为1（即膨胀）。这样就会扩大图像中的白色区域（或前景区域）。

2. 腐蚀（Erosion）：

腐蚀与膨胀相反，它会缩小图像中的目标区域，或者说是“腐蚀”掉边界。腐蚀操作也使用一个结构元素，但这次只有当所有像素在结构元素的覆盖区域内都为1时，结构元素的原点像素才会被设置为1（即保留）。否则，原点像素就被设置为0（即被腐蚀）。这样就会缩小图像中的白色区域（或前景区域）。

这两种操作都可以用来去除图像中的噪声，但膨胀操作主要用于连接或填充对象的断裂部分，而腐蚀操作主要用于去除小的对象或边界处的突出部分。这两种操作经常结合使用，形成了形态学开运算（先腐蚀后膨胀）和闭运算（先膨胀后腐蚀）。

30. 开运算、闭运算的定义及流程

开运算和闭运算是形态学图像处理中的两种基本操作。它们是腐蚀（Erosion）和膨胀（Dilation）这两种基本操作的组合。这两种操作通常用于去除图像中的噪声，改善或强化图像的特征。

1. 开运算（Opening）：

开运算首先对图像执行腐蚀操作，然后执行膨胀操作。腐蚀操作会消除小物体、突出的细节和噪声，然后膨胀操作尝试恢复物体的原始大小。开运算可以消除小物体、断开狭窄的连接、平滑较大物体的边界同时几乎不改变其大小。

2. 闭运算（Closing）：

闭运算是首先对图像执行膨胀操作，然后执行腐蚀操作。膨胀操作有助于连接物体的断裂部分，然后腐蚀操作尝试恢复物体的原始大小。闭运算可以用来连接近邻的物体、填充物体内部的小洞以及平滑物体的边界。

在实际操作中，开运算和闭运算都需要定义一个结构元素。结构元素是一个包含0和1的小矩阵，它定义了要应用的操作的邻域的形状。在实施这两种操作时，结构元素在图像上移动，根据腐蚀和膨胀的规则，决定结构元素的原点像素应该是1还是0。

31. 数学形态学处理方法有哪些及其实际应用

数学形态学是一种用于图像处理的非线性技术，它主要基于图像的形状和结构进行操作。数学形态学主要包括以下几种基本操作：腐蚀（Erosion）、膨胀（Dilation）、开运算（Opening）和闭运算（Closing）。此外，它还包括其他一些派生操作，如击中或错过（Hit-or-Miss）、顶帽转换（Top Hat Transform）、梯度等。

以下是这些操作的一些实际应用：

1. **噪声去除**：腐蚀和膨胀是有效的噪声去除工具，尤其是对于二值图像中的盐和胡椒噪声。
2. **形状简化和形状识别**：开运算和闭运算可以用来简化图像的形状，例如消除小物体和细节、平滑边界等。击中或错过变换也经常用于形状识别。
3. **分离物体**：开运算可以用来分离靠得太近的物体。
4. **连接物体**：闭运算可以用来连接断裂的物体或填充物体内部的小洞。
5. **边缘检测**：形态学梯度经常用于边缘检测。形态学梯度是图像的膨胀和腐蚀之差，它可以突出显示物体的边缘。
6. **骨架提取**：通过反复应用腐蚀和开运算，可以提取出图像中物体的骨架，这对于形状分析和识别非常有用。
7. **纹理分析**：形态学操作也可以用于分析图像的纹理。例如，顶帽转换可以用来突出显示比结构元素小的亮区域，这在纹理分析中很有用。

在实际应用中，形态学处理被广泛用于许多领域，包括医学影像分析、机器视觉、文档处理（如字符识别和文档图像压缩）、遥感、天文学等。