中国海洋大学数学科学学院课程论文评价表

20200学年 秋季学期 课程名称：数字图像处理

姓名：邓扬帆 学号：18160001008 专业年级：18信息与计算科学

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 论文题目 | | 图像平滑算法的分析与比较 | | | | | | |
| 序号 | 评价项目 | 总分 | 评分标准 | | | | | |
| A | B | | C | | D |
| 1 | 文献资料  利用能力 | 30 | 能查询到详细的中外文资料、并熟练运用到论文中。 | 能查阅到较为详细的中外文文献，并基本做到资料的运用。 | | 能做到一些资料的查阅和知识的运用。 | | 不能做到资料的查阅和知识的运用。 |
| 2 | 写作质量 | 30 | 结构严谨、逻辑性强；语言文字表达准确、流畅；格式、图、表规范美观；论文非常完整。 | 结构严谨、逻辑性较强；语言文字表达流畅；格式、图、表比较规范；论文比较完整。 | | 结构严谨性略差、逻辑性一般；语言文字表达一般；格式、图、表比较规范；论文不太完整。 | | 结构不严谨、逻辑性较差；语言文字表达不流畅；格式、图、表不规范；论文不完整。 |
| 3 | 实验结果 | 40 | 测试数据丰富、有代表性；程序结果正确；实验分析详细，论述充分；各种算法的对比客观、充分。 | 测试数据比较丰富；程序结果正确；实验的分析、论述比较详细；各种算法的对比较为充分。 | | 测试数据比较少；程序结果基本正确；实验的分析、论述一般；各种算法的对比不太充分。 | | 测试数据很少；程序结果不正确；实验的分析、论述不充分；缺少各种算法的对比。 |
| 论文得分 | 文献资料利用能力  得分 | | 写作质量  得分 | | 实验结果  得分 | | 总分 | |
|  | |  | |  | |  | |

**图像平滑算法的分析与比较**

**一、引言**

图像是人类视觉的基础，而视觉是人类最重要的感知手段，图像恰恰客观的反映了自然景物，成为了人类认识世界和人类本身的重要源泉，在20世纪50年代诞生了数字图像科学。图像去噪是图像处理中的最基本的问题，图像去噪是指利用各种滤波模型，通过传统滤波、小波、偏微分方程等多种方法从已知的含有噪声的图像中去掉噪声部分，图像去噪从整个图像分析的流程上来讲属于图像的预处理阶段，从数字图像处理的技术角度来说属于图像恢复的级数范畴，他的存在有着非常重要的意义。

图像去噪是图像处理中一项基本但又十分关键的技术，一直是图像处理领域的一个难题，在图像的获取、传输和存储的过程中总是不可避免地收到各种噪声源的干扰。图像去噪是数字图像处理领域一个古老的研究课题，是目标提取和模式识别的前期工作，人们根据实际图像的特点、噪声的统计特征和频谱分布规律，提取了各种去噪方法。

图像去噪的最终目标是在有效去除噪声的同时尽可能的保留重要的图像特征和细节并且不产生虚假纹理信息本文仅针对传统的保持特征的图像去噪算法分析基于不同噪声图像的效果差异并基于此分析和其他因素简要概括这几种算法的优缺点

**二、图像平滑算法及其分析**

2.1 线性邻域平均

邻域平均法是一种线性低通滤波器，其思想是用于滤波器模板对应的领域像素平均值或加权平均值作为中心像素的输出结果，以便取出突变的像素点，进而滤除一定的噪声，为了保证输出的像素值不越界，领域的卷积系数和为1。领域平均法的主要优点是算法简单，但它在降低噪声的同时使图像产生模糊，特别是在边缘和细节处。模板尺寸越大，则图像模糊程度越大。由于领域平均法取领域平均值，因而噪声也被平均到平滑图像中，它对椒盐噪声的平滑效果并不理想

2.1.1 邻域平均原理

传统的邻域平均是基于某种特定的模板将中心像素邻域的各个像素值基于一定权重下的累加和作为中心像素的输出值。加权的目的在于减轻平滑过程中造成的图像模糊，因而权重成为了影响图像平滑效果的最关键因素，权重取值越合理，则效果越好本文仅讨论基于模板和高斯模板下的邻域平均法

均值滤波是一种基于模板的邻域平均该模板中对邻域中各个像素都赋予相同的加权系数，即邻域内的每个像素对平滑结果的影响相同。高斯滤波则是基于高斯模板的邻域平均。该模板通过对二维高斯函数进行采样，量化归一得到的它将中心像素与其各邻域像素距离平方的倒数定义为相应的权，则靠近中心像素的邻域像素权大，而远离中心像素的邻域像素权小，对于中心像素赋予特定的最高权。采用加权平均值作为中心像素的输出值可达到图像去噪，而又不至使边缘和细节有明显模糊。

2.1.2 邻域平均算法

领域平均法的思想使用像素极其指定领域内像素的平均值或加权平均值作为改像素的新值，以便取出突变的像素点，从而滤除一定的噪声。

领域平均法的数学含义可用下式表示：

(1)

式中：zi是以(x，y)为中心的邻域像素值；wi是对每个邻域像素的加权系数或模板系数；mn是加权系数的个数或称为模板大小。

（1）均值滤波对应的归一化矩阵

(2)

（2）高斯滤波对应归一化矩阵：

(3)

最后以下面分别给出的诡异话矩阵模板，分别与图像矩阵进行卷积运算，即可对图像去噪处理。

2.2 中值滤波

　中值滤波是一种非线性数字滤波器技术，经常用于去除图像或者其他信号中的噪声，是处理椒盐噪声的常用降噪算法。中值滤波将每一像素点的灰度值设置为该点某领域窗口内的所有像素点灰度值的中值。在使用邻域平均法去噪的同时也使得边界变得模糊。而中值滤波是非线性的图像处理方法，在去噪的同时可以兼顾到边界信息的保留。选一个含有奇数点的窗口W，将这个窗口在图像上扫描，把窗口中所含的像素点按灰度级的升或降序排列，取位于中间的灰度值来代替该点的灰度值。 例如选择滤波的窗口如下图，是一个一维的窗口，待处理像素的灰度取这个模板中灰度的中值

2.2.1 中值滤波原理

传统的中值滤波是以当前像素点的邻域中各点灰度值的中值代替当前像素点的灰度值，让周围的像素值接近的真实值，从而消除孤立的噪声点。因而首先确定某一个像素为中心点的邻域，然后对这个邻域中的各个像素的灰度值进行排序，最后取中间值作为中心像素点的灰度新值。但是这种算法也有个很大的缺陷就是对一些细节多，特别是点、线、尖顶比较多的图像采用中值滤波采用中值滤波效果不佳。

2.2.2 中值滤波算法

假设一幅的图像去噪处理后的输出图像为则有

 (4)

式中表示求取中位数是以为中心的邻域。在编程实现时要先将邻域像素值排大小再取中位数若模板大小为偶数则取中间两位数的平均值。

2.3 双边滤波

2.3.1 双边滤波原理

双边滤波是一种非线性滤波器它可以达到保持边缘、降噪平滑的效果。和线性滤波器不一样的是双边滤波是一种非线性滤波器双边滤波也是采用加权平均的方法，用周边像素亮度值的加权平均代表某个像素的强度所用的加权平均基于高斯分布。不同于上述平滑方法的是双边滤波的权重不仅考虑了像素的欧氏距离还考虑了像素范围域中的辐射差异在计算中心像素的时候同时考虑这两个因素得到权重。因而加权以后体现邻域的特征更明显平滑效果更好。

2.3.2 双边滤波算法

假设一幅的图像去噪处理后的输出图像为则有

 (5)

式中 (8)在公式中为待求的像素表示图像中以像素为中心的方形邻域表示邻域中的任一像素。参数和是基于高斯函数的标准差，它们衡量图像的滤除量，其中是一个用来减弱远距离像素影响的空间邻近度函数，是一个用来减少对像素点而言灰度差异太大的像素点的影响的灰度相似度函数。一般情况下，双边滤波器的空间邻近度函数和灰度相似度函数都取为参数为欧几里得距离的高斯函数，表示为

 (6)

其中以及分别表示像素点的欧式距离以及像素值的灰度差。

**三、实验结果的分析与比较**

3.1 噪声的不同种类

图像噪声是指存在于图像数据中的不必要的或多余的干扰信息。噪声的存在严重影响了遥感图像的质量，因此在图像增强处理和分类处理之前，必须予以纠正。[图像](https://baike.baidu.com/item/%E5%9B%BE%E5%83%8F/773234)中各种妨碍人们对其信息接受的因素即可称为图像噪声 。噪声在理论上可以定义为“不可预测，只能用[概率统计](https://baike.baidu.com/item/%E6%A6%82%E7%8E%87%E7%BB%9F%E8%AE%A1/1486966)方法来认识的[随机误差](https://baike.baidu.com/item/%E9%9A%8F%E6%9C%BA%E8%AF%AF%E5%B7%AE/10810869)”。因此将图像噪声看成是多维随机过程是合适的，因而描述噪声的方法完全可以借用[随机过程](https://baike.baidu.com/item/%E9%9A%8F%E6%9C%BA%E8%BF%87%E7%A8%8B/368895)的描述，即用其概率分布函数和[概率密度](https://baike.baidu.com/item/%E6%A6%82%E7%8E%87%E5%AF%86%E5%BA%A6)分布函数。下面我们介绍几种常见的图像噪声。

3.1.1 高斯噪声

所谓高斯噪声是指它的[概率密度函数](https://baike.baidu.com/item/%E6%A6%82%E7%8E%87%E5%AF%86%E5%BA%A6%E5%87%BD%E6%95%B0)服从[高斯分布](https://baike.baidu.com/item/%E9%AB%98%E6%96%AF%E5%88%86%E5%B8%83)（即[正态分布](https://baike.baidu.com/item/%E6%AD%A3%E6%80%81%E5%88%86%E5%B8%83)）的一类噪声。如果一个噪声，它的幅度分布服从高斯分布，而它的[功率谱密度](https://baike.baidu.com/item/%E5%8A%9F%E7%8E%87%E8%B0%B1%E5%AF%86%E5%BA%A6)又是均匀分布的，则称它为高斯白噪声。高斯白噪声的二阶矩不相关，一阶矩为[常数](https://baike.baidu.com/item/%E5%B8%B8%E6%95%B0)，是指先后信号在时间上的相关性。[高斯白噪声](https://baike.baidu.com/item/%E9%AB%98%E6%96%AF%E7%99%BD%E5%99%AA%E5%A3%B0)包括[热噪声](https://baike.baidu.com/item/%E7%83%AD%E5%99%AA%E5%A3%B0)和[散粒噪声](https://baike.baidu.com/item/%E6%95%A3%E7%B2%92%E5%99%AA%E5%A3%B0)。在通信信道测试和建模中，高斯噪声被用作加性白噪声以产生加性白高斯噪声。在电信和计算机网络中，通信信道可能受到来自许多自然源的宽带高斯噪声的影响，例如导体中的原子的热振动（称为热噪声或约翰逊 - 奈奎斯特噪声），散粒噪声，来自地球和其他温暖的物体，以及来自太阳等天体。

3.1.2 脉冲噪声

脉冲噪声又称作椒盐噪声，它是非连续的，由持续时间短和幅度大的不规则脉冲或噪声尖峰组成。产生脉冲噪声的原因多种多样，其中包括电磁干扰以及通信系统的故障和缺陷，也可能在通信系统的电气开关和继电器改变状态时产生。脉冲噪声对模拟数据一般仅是小麻烦。但在数字式数据通信中，脉冲噪声是出错的主要原因。脉冲噪声，它的持续时间小于1秒、噪声强度峰值比其均方根值大于10dB，而重复频率又小于10Hz的间断性噪声。脉冲噪声：突然爆发又很快消失，持续时间≤0.5s，间隔时间>1s，声压有效值变化≥40dB（A）的噪声。

3.1.3 瑞利噪声

瑞利分布是指当一个随机二维向量的两个分量呈独立的、均值为0，有着相同的方差的正态分布时，这个向量的模呈瑞利分布。瑞利分布是最常见的用于描述平坦衰落信号接收包络或独立多径分量接受包络统计时变特性的一种分布类型。两个正交高斯噪声信号之和的包络服从瑞利分布。

3.1.4 伽马噪声

伽马噪声又称爱尔兰噪声，服从了伽马曲线的分布，是图像处理中的一种噪声模型。

3.2 各个滤波优缺点比较

为了提高实验效率，我们仅对高斯噪声和脉冲噪声进行实验。

* + 1. 均值，高斯和中值对于脉冲噪声的处理

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 原图 | 脉冲噪声图 |  |
|  |  |  |

均值滤波 高斯滤波 中值滤波

（上述滤波均为处理10次后的效果图）

从上述实验中我们可以很显然地看出中值滤波在处理脉冲噪声方面的优越性，对比起均值滤波和高斯滤波模糊的图像结果，中值滤波不仅成功去除了脉冲噪声的影响，并且对于图像的细节，如球员球衣胸前的字母，以及图像左侧的名字都做了很好的细节还原；而对比均值滤波和高斯滤波我们可以看出，在同等的脉冲噪声的条件下，高斯滤波展现出了比均值滤波更好的适应性，虽然二者均不能十分完美地还原图像，使得图像中存在模糊地迹象，但是在没有特定条件下，处理脉冲滤波时，我们优先在这两者中选择高斯滤波。

* + 1. 高斯，双边和中值滤波在边缘信息上的处理

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  | |  |
| 原图 | | 高斯噪声图 | |  |
|  |  | |  |
| 中值滤波 | | 高斯滤波 | 双边滤波 |

（上述滤波均为处理10次后的效果图）

为了在实验中能够更好地提现图像处理后的细节，我们选用一张足球场地的图片作为实验对象，在图像的边缘我们可以清晰地看见很多小草，借此我们可以分析比较出三种滤波在边缘细节上的处理能力。三个滤波中无疑高斯滤波的处理结果最为低下，对比原图我们很难从中找到任何小草的细节，大面积的被模糊的绿色所替代。而双边滤波和中值滤波 对边缘信息的保留较为完好，但对比图像边缘的细节以及色彩等还原度方面来说，双边滤波是三个滤波中表现最为优良的选择。

* + 1. 中值滤波不易处理带有点线的图片

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 原图 | 高斯噪声图 |
|  |  |
| 脉冲噪声图 | 中值滤波 |

（上述滤波均为处理10次后的效果图）

从图中可以很明显的看出后利用中值滤波处理后噪声几乎被完全去除了但与此同时图像中的核心：轨道，出现了部分失真和模糊的迹象，虽说最终并没有让轨道的特征完全消失，但对比双边滤波而言，效果较差而利用双边滤波处理后高斯噪声的影响被减轻了很大部分而很好的保留了图像的所有特征纹路总体效果比中值滤波好很多。

通过原理也可以理解其原因高斯噪声随机产生的噪声虽不像椒盐噪声一般取极端的像素值但在噪声密度不高的情况下中值滤波依旧可以过滤掉选择出不是噪声的点作为中值但是就因为取中值这个特点在处理点线较多的图像时一般也是取不到特征的点作为中值的所以经常出现轮廓不清晰、淡化等现象同等情况下选用了保特征强于均值滤波的双边滤波作对比虽然没有完全清除噪声但更多关注到加权系数与位置和颜色的关系具备较高的保特征能力轮廓线条等细节也都能被很好的保存下来。

* 1. 不同噪声的平滑效果

上文已经介绍了两种不同的噪声和某些平滑方法的局限性以下将会观察到同一幅图像在4中不同滤波下的图像细致的观察其区别。

3.3.1 高斯噪声综合比较

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 原图 | 高斯噪声 | 均值滤波 |
|  |  | C:\Users\86188\Documents\Tencent Files\1292181918\FileRecv\001.jpg |

高斯滤波 双边滤波 中值滤波

（上述滤波均为处理10次后的效果图）

可以看到可以看出在五种滤波中，高斯滤波对于高斯噪声的处理是最好的，不论是模糊区域的处理，亦或者是原图色彩的还原，都做出了较为优异的处理。中值滤波和高斯滤波对于高斯噪声处理程度较为相似，但是双边滤波对于细节的保存比中值滤波更加完善，如鞋上的鞋带等。至于均值滤波的优势，可能只有思路比较简单，运算速度较快了。

3.3.2 脉冲噪声综合比较

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| 原图 | 脉冲噪声 |
|  |  |
| 均值滤波 | 高斯滤波 |
|  |  |
| 双边滤波 | 中值滤波 |

（上述滤波均为处理10次后的效果图）

由图可以看出均值滤波和高斯滤波的平滑效果在脉冲噪声的平滑效果差不多。而中值滤波对于图像细节的还原明显优于均值滤波和高斯滤波，包括图像中间以及人物身体旁的字母，都得到了较为真实的还原；双边滤波如同前面的实验结果所显示，依然是四个滤波中表现的效果最好的，无论是对细节的还原还是对图像色彩基调的奠定，都有着优良的反应。

**四、结论**

**（**1）均值滤波：均值滤波的优点和缺点都十分地明显。**优点是**效率高，思路简单。缺点是均值滤波本身存在着固有的缺陷，即它不能很好地保护图像细节，在图像去噪的同时也破坏了图像的细节，从而使图像变得模糊，不能很好地去除噪声点，特别是椒盐噪声。

（2）高斯滤波：高斯滤波对高斯噪声的效果极佳，图像模糊但部分克服了像素信息丢失的缺陷，却无法完全避免，原因是虽然考虑到了位置的信息选择更合适的加权系数保留了部分特征但没有考虑像素值的不同丢失了部分信息。

（3）中值滤波

中值滤波是一种非线性数字滤波器技术，经常用于去除图像或者其他信号中的噪声，是处理椒盐噪声的常用降噪算法。同时能够很好的保证图片的边缘。但其不易处理带有点线的图片，且不论对于哪种噪声，噪声的密度越大，中值滤波的效果越差。

（4）双边滤波：双边滤波在滤波的同时能保证一定的边缘信息，提供比高斯滤波更好的边缘保留特性，四种滤波中最为兼顾位置与颜色信息的滤波方法极大程度上避免了边缘信息丢失保留了图像轮廓和细节几乎完全一致但不太适用于含椒盐噪声的图像去噪以及任何污染点像素值波动较大的噪声图像，并且运行的速度较慢

**参考文献**

[1] 陈风珠,陈志刚.图像去噪的研究现状及发展趋势[J].科学与财富.2011-04.

[2] 赵博文.基于OpenCV的图像滤波方法比较.赵博文.重庆邮电大学.2016

[3] 范琳伟.基于非局部均值和正则化模型的图像去噪研究[D].山东大学.2019

[4] 赵高长张磊武风波.改进的中值滤波算法在图像去噪中的应用[J].应用光学201132(4):678-682.

[5] 梁广顺汪日伟温显斌.基于双边滤波与非局部均值的图像去噪研究[J].光电子激光,2015,26(11):554-558.

[6] 江唯奕.数字图像去噪算法原理及应用[J].电子制作,2019,6(10):26-28.