

基于 MATLAB 的数字图像去噪处理^①

周旭廷, 王桂丽, 傅 赟, 侯雪鹏

(安徽师范大学 物理与电子信息学院, 芜湖 241000)

摘 要: 数字图像处理在生活各领域有着广泛的应用, 随着社会对图像传递信息的要求越来越高必然使数字图像处理进一步发展, 而预处理中的噪声处理是其关键一个环节. 图像去噪已形成均值法、中值法、维纳滤波等经典方法, 但这些算法在处理噪声时却带来一系列的细节缺失以及因方法繁多导致花费大量时间选取算法去针对特定的噪声, 而且不一定能得到理想效果. 从实践中分析了均值法、中值法、形态学三种处理噪声的效果, 并结合 仿真结果调整参数得到更好质量的图像, 最终结果表明, 形态学处理噪声更具有普遍性和优势.

关键词: MATLAB; 图像处理; 形态学; 噪声

Digital Image Denoising Based on MATLAB

ZHOU Xu-Ting, WANG Gui-Li, FU Yun, HOU Xue-Peng

(College of Physics and Electronic, Anhui Normal University, Wuhu 241000, China)

Abstract: Digital image processing is widely used in all fields of life, along with the higher requirement of the image transmitting information, it has been further developed and pretreatment of the noise processing is the key section. Classical methods for image denoising include the average method and median filtering, Wiener filtering, but these algorithms in noise processing has brought a series of missing details. And there are so many methods that lead to spending a lot of time selection algorithm to the specific noise, but not necessarily to get the desired effect. In this paper, the effect of the three methods of mean value method, median method and morphological method is analyzed. And combined with simulation results to adjust the parameters can obtain better quality image. The final result, morphological processing noise has more universality and superiority.

Key words: MATLAB; image processing; morphology; noise

目前人类社会大约 80%的信息是由图片呈现, 无论是在生活还是科研中图像处理成为必不可少的手段, 尤其是图像前期的处理, 如去噪增强等成为必不可少的环节, 为后续的目标区域进行识别、提取作了前期工作. 文章主要介绍了图像噪声的分类, 均值法、中值法、数学形态学去除噪声, 同时找出影响每种处理方法的因素以及对三种处理方法进行对比分析, 逐层递进最终得出数学形态学相对于均值法、中值法处理噪声更具有优势.

1 图像噪声

按照噪声服从的分布进行分类可以分为三类,

①高斯噪声; ②Poisson 噪声; ③颗粒椒盐噪声. 高斯噪声是最普遍的噪声, 噪声信号随机分布没有规律可循, Poisson 噪声在照明度低的情况下或者在高倍电子放大线路中出现. 从噪声对信号的影响, 可以分为加法性噪声和乘法性噪声. 假设图像用 $f(x,y)$ 表示, 噪声用 $n(x,y)$ 表示, 被噪声污染的图像用 $g(x,y)$ 表示, 则加法性噪声:

$$g(x,y) = f(x,y) + n(x,y) \quad (1)$$

从公式(1)可以得出输出图像是实际信号和噪声的叠加, 但噪声和信号没有关系, 即它们是统计独立, 不论输入信号大小, 噪声按照自己的规律独立变化.

乘法性噪声:

① 收稿时间:2016-03-07;收到修改稿时间:2016-04-24 [doi: 10.15888/j.cnki.csa.005479]

$$g(x,y) = f(x,y) + f(x,y)n(x,y) \quad (2)$$

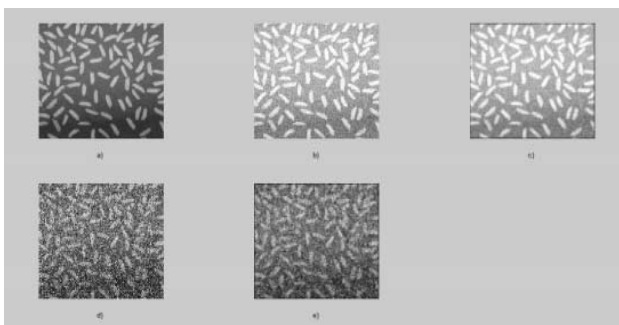
公式(2)的最后一项是噪声,同时可以得到噪声受到输入信号的影响,即噪声受到信号的调制.从上述的公式 1 和公式 2 可以看出要想使图像更清晰,则需要 $n(x,y),f(x,y)n(x,y)$ 两项弱化去除.

2 去噪

2.1 邻域均值法

线性空域滤波就是在图像空间中,在定义的像素邻域内,根据特殊定义的模板进行卷积处理,其中,邻域平均法属于线性空域滤波中的一种,邻域平均法需要产生一个模板矩阵,滤波归一化模板,再用均值模板与待处理图像进行卷积滤波,可得到图 1.

由图 1 的子图 c)和 e)比较可以知邻域平均法对高斯白噪声的消除有较好的效果,对椒盐噪声的处理不是很理想,同时均值法对椒盐噪声处理使图像更加模糊但保留了边缘信息,从表 1 可以得出,平均法处理高斯白噪声效果高于椒盐噪声而且效率也高于处理椒盐噪声.



a)原始图像; b)添加高斯图像; c)邻域平均法消除高斯噪声图像; d)添加椒盐噪声; e)邻域平均法消除椒盐噪声图像

图 1 邻域均值法去噪

表 1 均值法时间

方法	处理噪声	最短时间
均值法	高斯噪声	0.001016s
均值法	椒盐噪声	0.001113s

2.2 中值法

中值法用一个含有奇数点的滑动窗口,将邻域中的像素按灰度级排序,取 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ 的中值,例如一个序列为(1,2,3,4,5),这个序列的中值为 3,通过 MATLAB 仿真可以得到图 2.



a)原始图像 b)中值法处理后的椒盐图像 c)中值法处理后的高斯噪声图像

图 2 中值法去噪

由图 2 可以看出,中值法处理椒盐噪声的效果优于高斯白噪声,同时中值法处理高斯噪声时滤除了很多有用的图片信息.

2.3 形态学处理噪声

虽然均值法、中值法对噪声的处理各有自己优势但也会丢失图像的信息达不到预期的效果,而且均值法、中值法只是对特定的噪声处理才有效果不具有代表性,从而引入数学形态学进行噪声处理使其具有普遍性,数学形态学是基于集合理论与晶格理论的图像处理方法,它的目标是定量描述出图像的几何结构.由于膨胀可以填补物体中狭小的空间和缝隙使物体的形状增大,腐蚀简化物体的结构可以使复杂的物体分解成几个简单部分,从而利用这些特点组合各种形态学运算处理,达到孤立子域、毛刺、填充细小空间、搭接短的间隔的效果,在此基础上达到去除噪声,通过膨胀和腐蚀组合可以有 6 种形态学处理方法,即开运算、闭运算、闭运算后开运算、开运算后闭运算、开运算后闭运算再开运算、闭运算后开运算再闭运算,为处理不同的噪声提供了多种选择.利用图像 B 对图像 A 做开运算可以用符号 $A \circ B$ 表示,其中 A 为待处理图像,图像 B 为结构元素(MATLAB 中自身内置,但需要使用者根据问题选择不同结构元素)其定义为:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (3)$$

等价方程为:

$$A \circ B = \cup \{ B + x : B + x \subset A \} \quad (4)$$

从式(3)可以知道开运算是先进行腐蚀再膨胀得到.腐蚀、膨胀运算都是按照点来计算的,因此在图像细节方面处理效果显著,腐蚀图像时背景暗的地方得到扩张亮的部分收缩,膨胀图像时比背景亮的部分得到扩张反之则收缩,可以利用两者特性组合去解决实际问题.而闭运算是开运算的逆过程即先膨胀再腐蚀,闭运算可以表示为 $A \bullet B$ 其定义为:

$$A \bullet B = (A \oplus B) \ominus B \quad (5)$$

开运算和闭运算对噪声的处理尤其对图像细节有效,开运算能够使图像更加平滑,闭运算可以填补裂缝及破洞,两者合用能够有效的抑制图像中的噪声.开运算后闭运算可以表示为 $(A \circ B) \bullet B$, 其定义可为:

$$(A \circ B) \bullet B = \{[(A \ominus B) \oplus B] \oplus B\} \ominus B \quad (6)$$

闭运算后开运算可以表示为 $(A \bullet B) \circ B$, 其定义可为:

$$(A \bullet B) \circ B = \{[(A \oplus B) \ominus B] \ominus B\} \oplus B \quad (7)$$

开运算后闭运算再开运算可以表示为 $[(A \circ B) \bullet B] \circ B$, 其定义为:

$$[(A \circ B) \bullet B] \circ B = \{ \{ [(A \ominus B) \oplus B] \oplus B \} \ominus B \} \oplus B \quad (8)$$

数学形态学是和数学中集合相联系的,通过选取结构元素和形状来实现目标的处理,实质就是平移结构元素然后求出与图像的交集.由于文章采用的图像元素整体偏向正方形,故本文结构元素采取正

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

形矩阵,采用结构元素 $B = \begin{matrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$, 当处理效果不

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

好的情况下可以改变结构元素,在大量的实验基础上

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

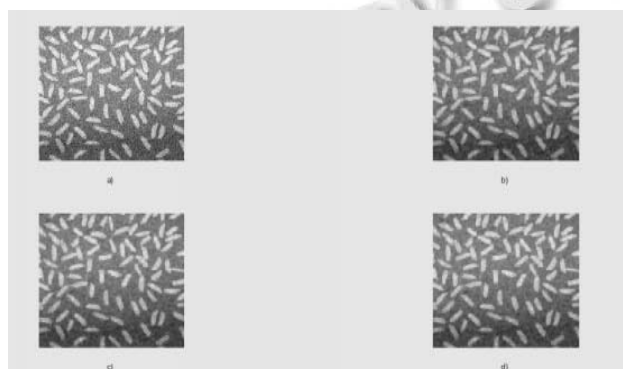
得到有在结构元素为 $B1 = \begin{matrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$, $B2 =$

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 1 & 1 \end{matrix}$$

$\begin{matrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{matrix}$ 时处理效果最好如图 3, 其他的结构元素处

理效果明显不如结构元素 $B1$ 与 $B2$, 而只采用结构元素 B 处理可得图 4 和图 5.

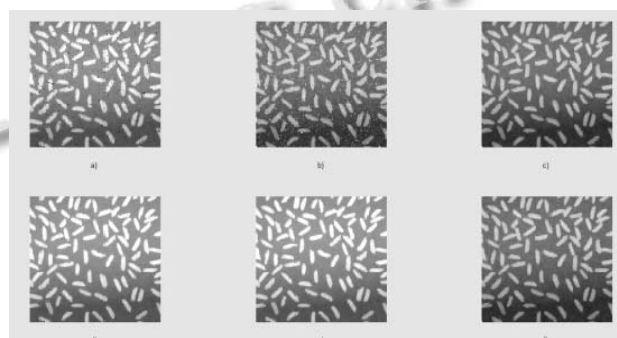


a)加噪图像 b)闭运算采用 B 结构元素处理 c)闭运算采用 B1 结构元素处 d)闭运算采用 B2 结构元素处理
图 3 处理效果最好时的结果

表 2 处理结果表

运算	结构元素	处理后图像与原图像相关系数
闭开	B	0.9498
闭开	B1	0.9545
闭开	B2	0.9493

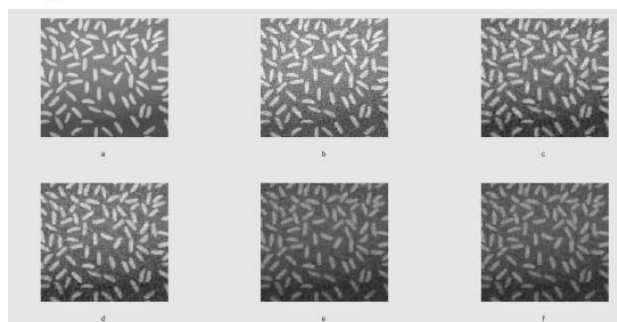
从图 3 和表 2 可以看出选择好结构元素至关重要,选择合适的结构元素可以使除噪效果更好否则会降低效果,由相关系数可知结构元素 $B1$ 处理的噪声图像最为接近原始图像 除噪效果最好.



a)开运算 b)闭运算 c)闭运算后开运算 d)开运算后闭运算 e)开运算后闭运算再开运算 f)闭运算后开运算再闭运算

图 4 椒盐噪声处理

从图 4 子图 a)用开运算处理椒盐噪声后图像保留了椒噪声,子图 b)用闭运算处理图像保留了盐噪声,剩下的组合运算较好的去除了噪声,尤其由于子图 c)、f)闭运算后开运算、闭运算后开运算再闭运算效果最好.



a)原图 b)添加高斯噪声图 c)开运算处理 d)闭运算处理 e)开运算后闭运算 f)开运算后闭运算再开运算

图 5 高斯噪声处理

由图 4 和图 5 可以得出,数学形态学能够很好处理

椒盐噪声、高斯噪声等,并与原图很接近,从图 5 子图 e)和 f)知开运算后闭运算、开运算后闭运算再开运算处理高斯噪声效果最好,其他形态学运算处理效果相对弱一点.通过和均值法处理椒盐噪声对比得出,数学形态学处理椒盐噪声能力强于均值法,与适合处理椒盐噪声的中值法不相上下,中值法使得边缘信息严重丢失而形态学处理却不会,而对于处理高斯噪声时,数学形态学最能保持图像质量,均值法、中值法都对图像背景损伤,综上所述数学形态学处理噪声更具有优势.

3 结语

运用 MATLAB 语言中的图像处理工具箱对椒盐噪声、高斯噪声的处理进行了应用举例互相验证,得出邻域均值法适合处理高斯噪声,中值法适合处理椒盐噪声,形态学处理噪声效果好且不会损伤背景更具有优势,为其在生活中应用提供了借鉴如车牌识别的去噪等,因此数学形态学成为了去除噪声的不可多得

的方法.

参考文献

- 1 张德丰.MATLAB 数字图像处理.北京:机械工业出版社,2012.
- 2 杨丹,赵海滨,龙哲.MATLAB 图像处理实例详解.北京:清华大学出版社,2013.
- 3 黄爱民,安向京,骆力.数字图像处理与分析基础.北京:中国水利水电出版社,2005.
- 4 范立南,韩晓微,张广渊.图像处理与模式识别.北京:科学出版社,2007.
- 5 李辉,蒋秀明,高殿斌,王国瑞.MATLAB 语言在数字图像中值滤波中的应用研究.天津工业大学学报,2003,1:87-88.
- 6 桂预风,陶剑锋.数字图像中值滤波改进算法研究.武汉工业大学学报,2004.
- 7 耿帅.基于数学形态学的图像去噪[硕士学位论文].济南:山东师范大学,2012.
- 8 陈至坤,潘晓娣,王福斌,周亚罗,刘杰.基于 Radon 变换的图像轮廓提取方法研究.传感器与微系统,2010,2:63-65,68.