

几种滤波算法在医学图像上的实现

贺东霞,李竹林,王 静

(延安大学 数学与计算机科学学院,陕西 延安 716000)

摘要:文中研究的目的是通过滤噪来改善图像质量,便于医生分析 CT 图像和实现计算机辅助诊断对医学图像的预处理。采用均值滤波、中值滤波、自适应滤波算法对医学图像进行噪声处理。不仅提供了算法的程序代码,还通过 Matlab 平台进行了模拟实验。实验结果表明,均值滤波算法的滤噪能力和保护图像细节能力不及中值滤波算法,自适应中值滤波算法处理效果优于其他两种滤波算法。结论是文中所研究的几种滤波算法在医学图像上滤噪是可行且有效的。

关键词:医学图像; Matlab; 滤除算法; 实现

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2014)08-0165-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2014.08.038

Implementation of Several Filtering Algorithms in Medical Image

HE Dong-xia, LI Zhu-lin, WANG Jing

(School of Mathematics and Computer Science of Yan'an University, Yan'an 716000, China)

Abstract: The purpose of this study is to improve image quality to filter the noise and convenient for doctors to analyze CT images and realize the pretreatment of image about computer aided diagnosis. Use average filter, median filter, adaptive median filter algorithm to process the noise of medical image. Not only provide the algorithm's program code but also make the simulated experiment by Matlab. Experimental results show that the average filtering algorithm's ability of filtering noise and protecting the image detail is less than the median filtering algorithm, adaptive median filtering algorithm processing is better than the other two filtering algorithms. The conclusion is that these noise filtering algorithms are feasible and effective in medical image.

Key words: medical image; Matlab; filtering algorithm; implementation

0 引言

随着科学技术的日新月异,影像医学的发展十分迅速,加之影像医学检查诊断的日益普及和多样化、科学化、智能化,人们对计算机辅助诊断的研究^[1-2]越来越火。因为医学影像对疾病早期发现和治疗方案的确认及治疗效果的诊断有重要的临床价值,而且计算机辅助诊断可以避免医生的误诊。然而图像在采集、传输和数字存储等过程中难免会产生各种噪声,导致图像质量下降^[3]。为了使医生更好地诊断病情,对图像预处理就显得十分重要^[4]。目前脂肪肝的发病率越来越高,并呈年轻化。据美国加利福尼亚太平洋医学调查,非酒精性脂肪肝(脂肪肝的一种)已经成为美国成年人中第三大普通的疾病^[5]。

文中采用均值滤波算法、中值滤波算法、自适应中值滤波算法对 CT 图像进行预处理,并且提供了实现的程序代码^[6],为计算机辅助医学诊断的研究提供了依据。

1 均值滤波、中值滤波、自适应中值滤波算法原理

1.1 均值滤波算法

设中心像素 (i,j) 的灰度值为 $f(i,j)$,集合 A 表示窗口内所有像素点, L 为集合 A 内像素个数。经过均值滤波(邻域平均法)后,中心像素的灰度值 $f(i,j)$ 对应的输出值为 $g(i,j) = \frac{1}{L} \sum_{(x,y) \in L} f(x,y)$ 。即用窗口像素

收稿日期: 2013-10-22

修回日期: 2014-01-24

网络出版时间: 2014-05-21

基金项目: 陕西省教育科研项目(2013JK1124); 国家大学生创新训练项目(201210719004); 延安大学研究生教育创新项目

作者简介: 贺东霞(1988-),女,陕西神木人,硕士研究生,研究方向为计算机图形图像处理;李竹林,副教授,博士,研究方向为计算机图形图像处理。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20140525.1242.011.html>

的平均值取代 $f(i,j)$ 原来的灰度值。均值滤波^[7-8]在一定程度上可以有力地抑制噪声,且算法时间短,不过由于平均会引起模糊现象,且模糊程度与邻域半径成正比。因此,均值滤波一般被用在一些噪声污染密度特别小的图像中。

1.2 中值滤波算法

中值滤波是由 Tukery 在 1970 年提出的一种抑制噪声的非线性处理方法,这种方法最大的特点就是运算简单和实现方便,而且能较好地保护边界和图像细节,不过该滤波算法在噪声污染严重时也会对图像失掉细线或小块的目标区域^[9]。

设中心像素点 (i,j) 的灰度是 $f(i,j)$, 邻域为 $A_n(i,j)$ 。对该像素点邻域内所有像素进行排序,当像素个数为偶数时,位于中间位置的那两个数的均值是邻域像素中值;当像素个数为奇数时,邻域中值就是最中间的那个像素值。中值滤波算法^[10]采用中心像素邻域内中值替换中心像素值,即 $g(i,j) = \text{median}\{f(i,j)\}_{A_n(i,j)}$ 。

1.3 自适应中值滤波算法

均值滤波和中值滤波在噪声滤除中各具优势但也存在缺陷,后来有人就提出了自适应滤波^[11-12],在一定程度上解决了均值滤波和中值滤波的不足。

设 $S_{x,y}$ 表示中心像素点 (x,y) 在滤波时所对应的掩膜窗口。令 Z_{\min} 为 $S_{x,y}$ 中的灰度最小值, Z_{\max} 为 $S_{x,y}$ 中的灰度最大值, Z_{med} 为 $S_{x,y}$ 中的灰度中值, $Z_{x,y}$ 为在坐标 (x,y) 上的灰度, S_{\max} 为 $S_{x,y}$ 允许的最大窗口,自适应中值滤波算法步骤如下:

- (1) $Z_1^A = Z_{\text{med}} - Z_{\min}$, $Z_2^A = Z_{\max} - Z_{\text{med}}$ 。
- (2) 如果 $Z_1^A > 0$ 且 $Z_2^A > 0$, 则转到(3)。否则,增大窗口尺寸。如果窗口尺寸小于 S_{\max} , 则重复(1)、(2); 否则输出 $Z_{x,y}$ 。
- (3) $Z_1^B = Z_{x,y} - Z_{\min}$, $Z_2^B = Z_{\max} - Z_{x,y}$ 。
- (4) 如果 $Z_1^B > 0$ 且 $Z_2^B > 0$, 则输出 $Z_{x,y}$; 否则,输出 Z_{med} 。

自适应中值滤波算法主要目的是除去脉冲(椒盐)噪声,平滑其他非冲激(非椒盐)噪声,并减少诸如物体边界细化或粗化等失真。而步骤(1)、(2)目的是决定滤波器输出是否是一个脉冲;(3)、(4)目的是看窗口 $Z_{x,y}$ 中心点本身是否是一个脉冲。如果(1)、(2)确定是脉冲噪声,则增大窗口尺寸并重复进行步骤(1)、(2),直到找到一个非脉冲,转到(3)、(4)进行标准中值滤波,或者达到窗口最大尺寸则直接输出 Z_{med} 。算法每输出一个值,窗口 $S_{x,y}$ 就被移到下一个位置。然后算法重新初始化,在新的像素位置继续应用。

2 几种滤波算法在医学图像中的实验过程及分析比较

数字图像处理在医学上的应用十分广泛,而医学影像对病变早期发现等有很大帮助,可医学图像的清晰度会影响医生的诊断结果。由此可见图像质量的重要性和研究图像预处理的意义非常重大。下面采用一幅轻度脂肪肝 CT 图像进行 Matlab 模拟实验^[13-15]。具体的源代码程序、实现过程及结果分析比较如下:

(1) a: 如果所选用的算法或函数程序在 Matlab 工具箱存在可以直接打开 Matlab 软件,在工作窗口内编写如下内容:

```
f=imread('E:\Debug\qd-1.jpg');
% CT 脂肪肝图像的输入
f1=rgb2gray(f);
% 将 CT 脂肪肝图像 f 转换成灰度图像 f1
g=imnoise(f1,'salt & pepper',.02);
K1=filter2(fspecial('average',3),g)/255;
M1=medfilt2(g,[3 3],'symmetric');
M2=medfilt2(g,[5 5],'symmetric');
subplot(1,3,1),imshow(f1,[]);
xlabel('原图像(1)')
subplot(1,3,2),imshow(g,[]);
xlabel('2% 椒盐图像(2)')
subplot(1,3,3),imshow(K1,[]);
xlabel('3*3 均值滤波图像(3)')
figure,imshow(K2,[]);
% 输出 5*5 均值滤波图像
figure,imshow(M1,[]);
% 输出 3*3 中值滤波图像
figure,imshow(M2,[]);
% 输出 5*5 中值滤波图像
```

b: 如果是新函数程序(即在工具箱找不到现成的函数算法),可以重新创建 M 文件并编写新函数程序,然后在工作窗口内调用新函数。具体编写如下:

创建 M 文件:

```
edit
function f=adpmedian(g,S_max)
if(S_max<=1)|(S_max/2==round(S_max/2))|(S_max~=round(S_max))
error('S_max must be an odd integer>1. ')
end
[M N]=size(g);
f=g;
f(:)=0;
alreadyProcessed=false(size(g));
for k=3:2:S_max
```

```

 $z_{\min} = \text{ordfilt2}(g, 1, \text{ones}(k, k), 'symmetric');$ 
 $z_{\max} = \text{ordfilt2}(g, k * k, \text{ones}(k, k), 'symmetric');$ 
 $z_{\text{med}} = \text{medfilt2}(g, [k \ k], 'symmetric');$ 
 $\text{processUsingLevelB} = (z_{\text{med}} > z_{\min}) \& (z_{\max} > z_{\text{med}}) \& \dots$ 
 $\sim \text{alreadyProcessed};$ 
 $z_B = (g > z_{\min}) \& (z_{\max} > g);$ 
 $\text{output}Z_{xy} = \text{processUsingLevelB} \& z_B;$ 
 $\text{output}Z_{\text{med}} = \text{processUsingLevelB} \& \sim z_B;$ 
 $f(\text{output}Z_{xy}) = g(\text{output}Z_{xy});$ 
 $f(\text{output}Z_{\text{med}}) = z_{\text{med}}(\text{output}Z_{\text{med}});$ 
 $\text{alreadyProcessed} = \text{alreadyProcessed} \mid \text{processUsingLevelB};$ 
if all( alreadyProcessed( : ) )
break;
end
end
f( ~ alreadyProcessed ) =  $z_{\text{med}}( \sim \text{alreadyProcessed} );$ 
调用新函数(在工作窗口内)编写:
 $f = \text{imread}( 'E:\text{Debug}\text{qd-1.jpg}' );$ 
 $f_1 = \text{rgb2gray}(f);$ 
 $g = \text{imnoise}(f_1, 'salt \& pepper', .02);$ 
 $Z_1 = \text{adpmedian}(g, S_{\max});$ 
%  $S_{\max}$  是允许的最大滤波窗口尺寸
figure, imshow(  $Z_1, []$  );
% 输出自适应滤波图像

```

(2) 选择 File|Save 命令, 将所编的内容和滤除噪声后的图像分别进行保存, 以便之后使用。

(3) 结果比较与分析。

利用均值滤波、中值滤波和自适应滤波算法对轻度脂肪肝 CT 图像(见图 1(a)) 分别进行噪声滤除实验。由图(c)可以看出, 对添加 2% 的椒盐噪声后的图

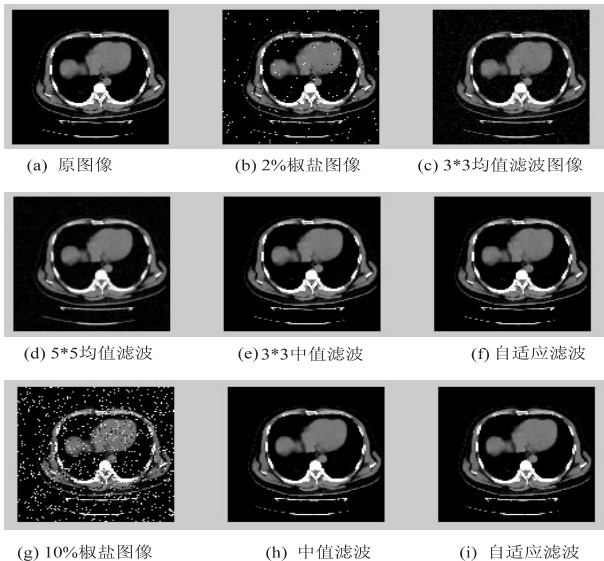


图1 轻度脂肪肝 CT 图像模拟实验

像(见图(b))采用 3×3 均值滤波能消除部分噪声, 但效果不佳。利用 5×5 均值滤波能很好地滤除噪声, 但同时模糊了部分细节, 使得图像质量没有明显改善(见图(d))。采用 3×3 中值滤波法和自适应滤波算法从图像上看区别甚微, 也就是说对于密度较小(5%以内)的椒盐图像采用自适应滤波算法与中值滤波算法均能很好地实现除噪和保护图像细节的能力(见图(e)、(f))。但对于密度大的椒盐图像(图(g)), 运用自适应滤波显然比中值滤波效果更好(图(h)、图(i))。因此, 在对一些受噪声影响的图像, 密度在(5%以内)采用中值滤波, (超过5%)采用自适应滤波的方法对图像进行滤波, 一来可以达到省时高效的目的, 还增强了图像质量, 另外也便于医生之后对图像的分析 and 计算机辅助诊断研究的实现。

3 结束语

文中采用几种滤波算法, 通过 Matlab 模拟实验, 实现了医学 CT 图像的噪声滤除。从实验结果可以看出, 均值滤波算法滤噪能力和图像细节保护能力不及中值滤波算法。当噪声污染很小时, 中值滤波效果与自适应中值滤波算法效果相当; 当噪声污染超过一定范围时, 自适应滤波算法占优势, 表明这几种滤波算法对 CT 医学图像滤噪是可行的、有效的。另外也为计算机辅助诊断关于医学 CT 图像对脂肪肝病状的研究提供强有力的支撑。但对于噪声污染严重^[16]的 CT 图像的滤噪算法及程序编码的实现还有待进一步研究。

参考文献:

- [1] 汪小毅, 林江莉, 李德玉, 等. 基于 B 超图像分析的脂肪肝辅助诊断方法研究[J]. 生物医学工程学杂志, 2006, 23(4): 726-729.
- [2] 王大溪, 方 圆, 胡 波, 等. 基于多级灰度差的脂肪肝 B 超图像识别方法[J]. 计算机工程与设计, 2012, 33(5): 1899-1903.
- [3] 李竹林, 张根耀. 图像立体匹配技术及其发展和应用[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 2007.
- [4] 蔡洪宝, 庞春颖, 姜志伟. 一种新的 B 超图像增强方法的研究[J]. 长春理工大学学报: 自然科学版, 2012, 35(3): 134-137.
- [5] California Pacific Medical Center. New medications for hepatitis B and C[J]. Liver Review, 2000, 95(2): 3-5.
- [6] 袁西霞, 岳建华, 赵贤任. MATLAB 在中值滤波改进算法中的应用[J]. 广东工业大学学报, 2007, 24(1): 33-35.
- [7] 李俊山, 李旭辉. 数字图像处理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.
- [8] 蒋薇薇, 鲁昌华, 郭铭铭. 改进的自适应开关中值滤波[J]. 仪器仪表学报, 2011, 32(6): 137-139.

由图 3 可见,改进后的遗传算法在 403 代就已经收敛到了最优,传统遗传算法在 463 代收敛到了最优值,适应度随着进化代数的增加在不断升高,算法能够很快收敛。

经过最终优化,混合电路得到了适应度为 200 的正确适应电路,其染色体如下:

(7,0,2)(1,3,1)(1,2,0)(7,3,1)(2,0,3)(0,1,2)(8,1,2)(1,0,3)(3,1,2)(1,3,2)(5,0,1)(5,2,0)(7,1,2)(5,1,2)(0,3,2)(3,0,1)

与此染色体相对应的逻辑单元组合电路,如图 4 所示。

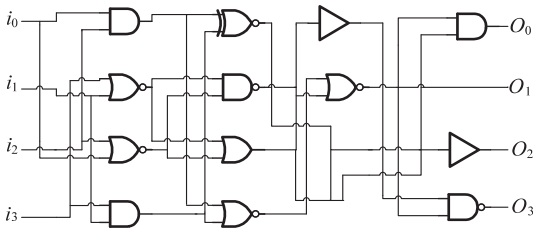


图 4 组合电路逻辑图

5 结束语

文中对优化算法选择方式进行了改进,种群的模式分布可以得到有效的保证,通过保留最优个体和人为提高低适应度函数被选择的概率,有效地保留了种群的基因信息,解决了种群后期优秀个体过于集中的问题,提高了算法的执行效率和收敛速度,使得算法不易陷入早熟收敛。

参考文献:

[1] Li J. Hilbert's 16th problem and bifurcations of planar polynomial vector fields[J]. International Journal of Bifurcation and Chaos,2003,13(1):47-106.

[2] Goldberg D E,Holland J H. Genetic algorithms and machine learning[J]. Machine Learning,1988,3(2):95-99.

[3] 李敏强,寇继松,林 丹,等. 遗传算法的基本理论与应用

[M]. 北京:科学出版社,2002.

[4] de Garis H. Evolvable hardware genetic programming of a Darwin machine [M]//Artificial neural nets and genetic algorithms. Herdelberg:Springer,1993:441-449.

[5] 王小平,曹立明. 遗传算法-理论应用与软件实现[M]. 西安:西安交通大学出版社,2003.

[6] Yao Xin, Higuchi T. Promises and challenges of evolvable hardware[J]. IEEE Transactions on Systems,Man, and Cybernetics,Part C: Applications and Reviews,1999,29(1):87-97.

[7] Vassilev V K,Miller J E. Scalability problems of digital circuit evolution evolvability and efficient designs[C]//Proceedings the second NASA/DoD workshop on evolvable hardware. Palo Alto,CA:IEEE,2000:55-64.

[8] Benkhelifa E,Pipe A,Dragffy G,et al. Towards evolving fault tolerant biologically inspired hardware using evolutionary algorithms[C]//IEEE congress on evolutionary computation. Singapore:IEEE,2007:1548-1554.

[9] Su C T. Nonconvex power economic dispatch by improved genetic algorithm with multiplier updating method[J]. Electric Power Components and Systems,2004,32(3):257-273.

[10] 周 明,孙树栋. 遗传算法原理及应用[M]. 北京:国防工业出版社,1999.

[11] 玄光男,程润伟. 遗传算法与工程优化[M]. 北京:清华大学出版社,2004.

[12] 蔡美玲,高春鸣. 基于树型编码遗传算法在 Web 服务选择中的应用[J]. 计算机工程与应用,2007,43(31):214-218.

[13] 杨淑媛,刘 芳,焦李成. 一种基于量子染色体的遗传算法[J]. 西安电子科技大学学报(自然科学版),2004,31(1):76-81.

[14] 赵 振,严隽薇,刘 敏,等. 一种基于双线性链表结构编码的遗传算法[J]. 计算机应用,2009,29(2):554-557.

[15] Bao Zhiguo,Watanabe T. A novel genetic algorithm with cell crossover for circuit design optimization [C]//Proc of IEEE international symposium on circuits and systems. Taipei:IEEE,2009:2982-2985.

(上接第 167 页)

[9] Gallagher N C,Wise G L. A theoretical analysis of the properties of the median filters[J]. IEEE Trans on Acoustics,Speech and Signal Processing,1981,29(6):1136-1141.

[10] 陈书海,傅录祥. 实用数字图像处理[M]. 北京:科学出版社,2005.

[11] Gonzalez R C,Woods R E. Digital image processing[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2007.

[12] 张旭明,徐滨士,董世运,等. 去除脉冲噪声的自适应开关中值滤波[J]. 光电工程,2006,33(6):78-83.

[13] Gonzalez R C,Woods R E,Eddins S L. Digital image processing using MATLAB[M]. Beijing:Publishing House of Electronics Industry,2005.

[14] 孙 祥,徐流美. Matlab7.0 基础教程[M]. 北京:清华大学出版社,2005.

[15] 王家文,曹 宇. Matlab6.5 图形图像处理[M]. 北京:国防工业出版社,2004.

[16] 陈从平,王 健,秦 武. 高密度椒盐噪声图像开关自适应滤波算法[J]. 激光与红外,2011,41(7):817-821.

几种滤波算法在医学图像上的实现

作者: [贺东霞](#), [李竹林](#), [王静](#), [HE Dong-xia](#), [LI Zhu-lin](#), [WANG Jing](#)
作者单位: [延安大学 数学与计算机科学学院, 陕西 延安, 716000](#)
刊名: [计算机技术与发展](#) 
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2014(8)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjtz201408038.aspx