

医学图像增强算法与特征提取算法研究与实现

李竹林,王明芳,呼建雪,白闪闪

(延安大学 计算机学院,陕西 延安 716000)

摘要:医学图像质量是医生判读准确率高低的基础,医学图像增强是提高图像质量的重要方法。文中对医学图像的平滑处理方法和边缘特征提取算法进行了研究与实现,主要包括邻域平均法、加权平均法、中值滤波法、形态学增强处理、Canny 边缘提取算子以及形态学提取边缘的方法。从模拟结果可以看出,经过增强处理后的图像以及所提取的边缘特征明显优于原图像。这样不仅可提高医生的判断速度和准确率,而且有助于对医学图像的特征描述、匹配、重建等工作。

关键词:噪声滤除;图像增强;梯度;形态学;边缘特征

中图分类号:TP391

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2015)01-0115-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2015.01.026

Research and Realization of Enhancement Algorithm and Feature Extraction Algorithm for Medical Images

LI Zhu-lin, WANG Ming-fang, HU Jian-xue, BAI Shan-shan

(College of Computer, Yan'an University, Yan'an 716000, China)

Abstract: The quality of medical images is basis of judgments accuracy of doctors, and medical images enhancement is an important method to improve the quality of images. In this paper, the smooth processing algorithms and edge feature extraction algorithms are researched and realized for medical images, which mainly includes the neighborhood average method, weighted average method, median filtering method, morphological enhancement processing, Canny edge extraction operator and morphological edge extraction method. The simulation results show that the image quality and edge feature after enhancement processing is better than the original image obviously. This not only can improve the judgment speed and accuracy of the doctor, but also be helpful for features description, matching, reconstruction and so on.

Key words: noise filtering; image enhancement; gradient; morphology; edge feature

0 引言

近年来,在临床医院配置的现代大型医疗设备越来越多,医学影像技术在临床诊断与医学研究中扮演了愈来愈重要的地位^[1-3]。直观的影像结果一方面帮助医生分析解决好多疑难杂症,排除许多不确定因素;同时,也给医生带来浏览判读大量医学图像的事实,导致医生视觉疲惫,不可避免地发生误判。无论从前者考虑还是从后者考虑,对一些拍摄不理想的影像,能够增强图像的对比度、信噪比以及边缘轮廓特征等都是非常重要的。

文中正是通过对医学图像中存在的质量进行分析,探讨图像增强方法和特征提取方法,并在 MATLAB 平台上进行了模拟实现处理。

1 医学图像增强

由于成像设备本身与拍摄环境的影响,不同医学成像设备得到的医学影像均有不同程度的干扰,一般表现为噪声大、对比度低等现象,从而恶化了图像质量。因此,为了提高影像的可读性及可区分性,首先要利用噪声滤除的方法提高图像质量。噪声滤除的方法主要有:平滑空间滤波法、统计排序滤波法、频域低通滤波法等^[4-6]。图像的平滑处理通常会造成不同程度的边缘和细节模糊,因此必须对图像再进行进一步的增强处理。

1.1 平滑空间滤波法

由于噪声是独立的颗粒,因此一般情况下,噪声灰度与邻域像素的灰度差值较大。平滑空间滤波法正是

利用这一特性,设计一个模板,对目标图像作卷积运算以平滑噪声点的灰度值,使其与邻域灰度值相近。模板运算的目的是消除噪声,但引起了图像的模糊,而且邻域越大,模糊现象越严重。

(1)邻域平均法^[7]。邻域平均法是用某一像素点的邻近像素点的平均值来代替该像素点的值,它能明显地将噪声点压制下去,使邻域中灰度接近均匀,起到平滑噪声的作用。邻域平均法是以图像的模糊为代价,特别是在边缘细节处。邻域取得越大,平滑效果越好,但图像模糊也越严重。

(2)加权平均法。为了克服邻域平均法的缺点,使图像在去除噪声的同时也能尽量保持原像素点灰度值的大小,在设计模板时,根据像素点的重要性,给予不同的权值,然后实施模板运算。这就是加权邻域平均法^[8]。对于一幅图像,图像变化缓慢的区域,灰度梯度值小;图像变化较快的区域,灰度梯度就大。根据这一特点,将灰度梯度的倒数作为权值,运算后将会很好地保护边缘和细节,这就是梯度倒数加权法及其改进算法的基本思想^[9]。

设点 (x,y) 的灰度值为 $f(x,y)$,取 3×3 的模板。梯度倒数为:

$$g(x,y;i,j) = \frac{1}{|f(x+i,y+j) - f(x,y)|} \quad (1)$$

以灰度样度倒数构成的权值矩阵为:

$W =$

$$\begin{bmatrix} w(i-1,j-1) & w(i-1,j) & w(i-1,j+1) \\ w(i,j-1) & w(i,j) & w(i,j+1) \\ w(i+1,j-1) & w(i+1,j) & w(i+1,j+1) \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中, $w(i,j) = 0.5$,其余的8个元素值的和为0.5。于是有

$$w(x+i,y+j) = \frac{1}{2} \frac{g(x,y;i,j)}{\sum_i \sum_j g(x,y;i,j)} \quad (3)$$

在式(1)~式(3)中, $i,j=-1,0,1$,但 i 和 j 不能同时为0。

1.2 统计排序滤波法

排序统计滤波^[10]是一种相对简单而且对随机噪声相当有效的方法,它可对图像的平坦区域和边缘、轮廓区域进行不同的噪声滤除。其中使用较多的是中值滤波法,这是由于在实际的运算中,中值滤波不需要图像的统计特性,从而使得应用方便。中值滤波可以克服邻域平均法带来的图像细节模糊,而且对颗粒噪声和脉冲噪声的去除效果均较为有效。但值得注意的是,对一些细节特别多,比如点、线,以及尖顶细节多的图像不宜采用^[11]。

中值滤波的原理是采用一个含有奇数个点的长度

为 m 的滑动窗口,用窗口中各点灰度值的中值来代替窗口中心点像素的灰度值(若为偶数点,则取中间两个值的平均值)。表示为

$$g_i = \text{Med}\{f_{i-v}, \dots, f_i, f_{i+v}\} \quad (4)$$

其中, $i \in \mathbb{Z}$, $v = \frac{m-1}{2}$, $\text{Med}\{\cdot\}$ 表示取序列中值。

通常情况下,二维中值滤波比一维中值滤波能更好地抑制噪声。对于一些复杂的图像,可以采取组合中值滤波、加权中值滤波等。

以医学图像为例,噪声滤除处理的结果见图1。

1.3 形态学图像增强

平滑处理可以降低图像中包含的噪声,但它不可避免地模糊了图像的边缘和细节。所以,还有必要对图像特别是目标区域进行增强处理。图像增强的目的根据特定需求,实施一定的运算来突出一幅图像中的部分信息,同时削弱另一部分不需要的信息。图像增强处理的方法很多,常用的有:灰度变换、直方图均衡化、梯度法、拉普拉斯算子等。灰度变换是一种较简单的方法,但往往达不到预期效果;直方图均衡化是一种全局算法,能改变图像的整体效果;梯度法与拉普拉斯算子是用微分的方法,主要用来增强图像的边缘。文中采取了数学形态学的方法,其优点是简单、实用。

数学形态学^[12-13]最重要的两个基本运算是膨胀和腐蚀。膨胀是将与物体接触的所有背景点合并到该物体中,使边界向外部扩张且能填补图像中的空洞的过程;而腐蚀是一种消除边界点,使边界向内部收缩的过程,用来消除小且无意义的物体。若遵循先腐蚀,进一步去掉无意义的噪声点或边缘毛刺,然后再进行膨胀运算,不仅能恢复目标区域大小,而且还能填补区域中的一些洞。其实这种组合运算就是开运算,反之,先膨胀后腐蚀的运算为闭运算。

设 A 为目标图像, B 为结构元素,则目标图像 A 被结构元素 B 膨胀、腐蚀分别定义为(5)、(6)式,其中的 y 是一个表示集合平移的位移量。

$$A \oplus B = \{x \mid ((B)_y \cap A) \neq \emptyset\} \quad (5)$$

$$A \ominus B = \{x \mid (B)_y \subseteq A\} \quad (6)$$

开运算与闭运算可分别定义为式(7)与式(8)。

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (7)$$

$$A \cdot B = (A \oplus B) \ominus B \quad (8)$$

可以组合与级联上述4种运算,设计出需要的图像增强方法。根据文中测试图片的需要,选取目标区域,如图2(a)中原图像上用白色虚线圈出来的区域。增强处理的结果如图2(b)所示。

2 图像特征提取算法

一幅图像经过前面的噪声滤除的中值滤波和形态

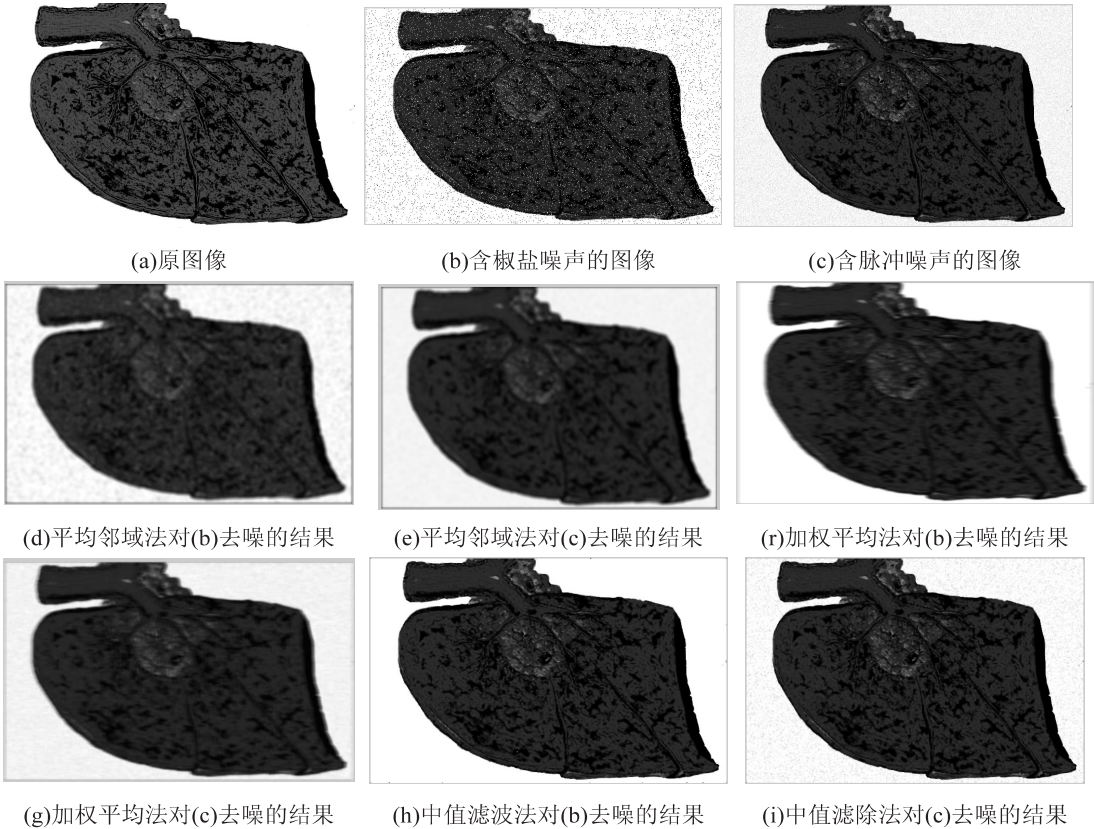


图 1 图像噪声滤除结果

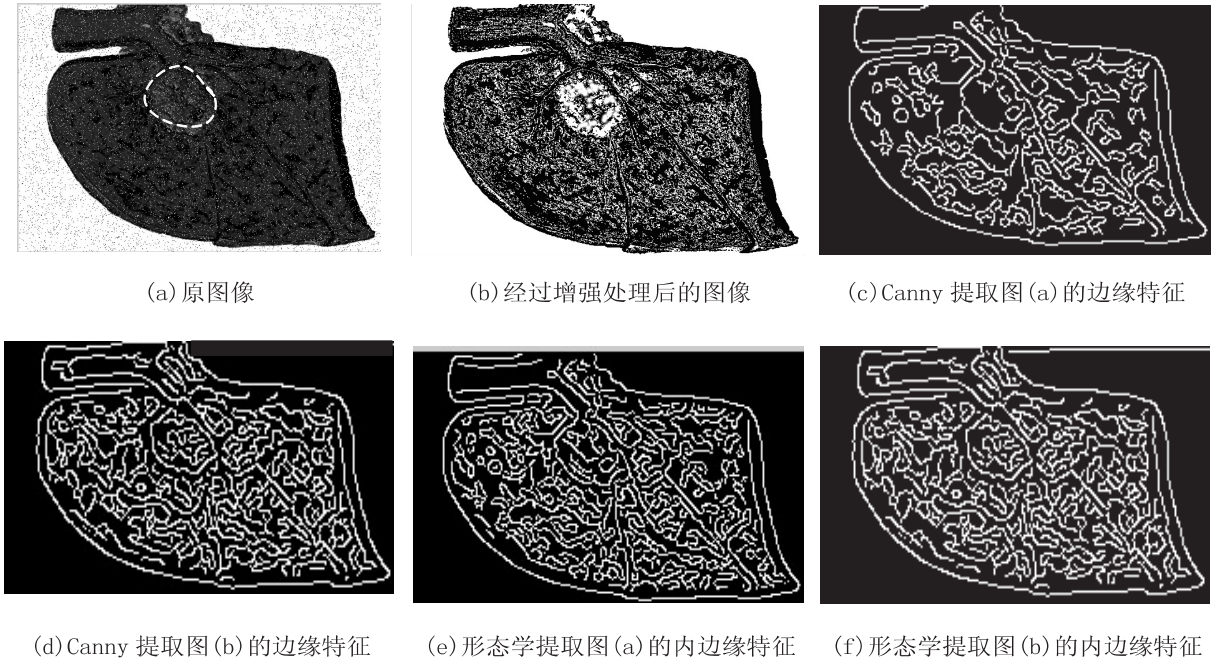


图 2 实验处理结果

学增强后,降低了图像中的噪声,提高了图像的质量,突出了目标区域。而图像特征提取在医学图像处理中也非常重要,是特征描述、目标匹配、识别以及重建工作的前提。因此,文中在图像增强的基础上,对图像的边缘特征又进行了研究与实现。

边缘检测的基本思路是先确定图像中的边缘像素,然后就可把它们连接在一起构成所需的边界。常

用的方法有基于梯度的边缘检测、基于拉普拉斯的边缘检测、Hough 变换边缘检测方法以及其他方法。下面主要对 Canny 算子和基于数学形态学的检测方法进行研究。

2.1 基于梯度的 Canny 边缘检测方法

在基于梯度的边缘检测算子中,Canny 算子比 Sobel 算子、Roberts 算子、Prewitt 算子效果好。Canny 边

缘检测算法^[14]是高斯函数的一阶导数,是对信噪比与定位精度之乘积的最优化逼近算子。Canny 算子边缘检测步骤如下:

(1) 用二维高斯函数 $G(x,y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2}\exp(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2})$ 对图像进行平滑;

(2) 用一阶偏导的有限差分来计算梯度的幅值和方向;

(3) 对梯度幅值进行非极大值抑制;

(4) 用双阈值算法检测和连接边缘。

对图 2 中的 (a)、(b) 用 Canny 算子进行边缘检测,结果如图 2(c)、(d) 所示。

2.2 基于形态学的边缘特征提取方法

用形学态的方法提取图像的边缘比较简单,可以提取目标的内、外边缘,分别如式(9)和式(10),其中用到的形态学基本运算同 1.3 节。

$$e_1(A) = A - (A \ominus B) \quad (9)$$

$$e_2(A) = (A \oplus B) - A \quad (10)$$

3 实验结果分析

用 Canny 算子和形态学方法对图 2(a) 和 (b) 图像进行边缘特征提取,得到的结果如图 2(c) ~ (f) 所示。从图 2(b) 可以看出,对图像目标区域增强后突出效果较好。从图 2(c) ~ (f) 可以看出,对图 2(b) 提取的目标边缘轮廓明显比图 2(a) 清楚,提取的目标区域边缘轮廓基本完整封闭,这对于医生的判断具有非常重要的作用。文中的实验结果均是在 MATLAB 平台上实现得到的。

4 结束语

文中对图像的多种空间域平滑方法进行讨论分析实验,然后对平滑引起的边缘和细节模糊,用数学形态学的方法进一步进行增强处理。在此基础上,用 Canny 算子和形态学的方法对目标的边缘特征进行提取。从实验结果看,经过增强处理后图像质量有了明显的改观。这个结果可以提高医生的判读速度与正确性,

也对医学图像的后续工作有重要的意义。

参考文献:

- [1] Bauer S, Wiest R, Nolte L P, et al. A survey of MRI-based medical image analysis for brain tumor studies[J]. Physics in Medicine & Biology, 2013, 58(13): 97-129.
- [2] Abbass H A. An evolutionary artificial neural networks approach for breast cancer diagnosis[J]. Artificial Intelligence in Medicine, 2002, 25(3): 265-281.
- [3] 段隆焱, 田文, 徐漫涛, 等. 基于非局部信息的医学图像降噪技术综述[J]. 计算机应用研究, 2013, 30(3): 667-671.
- [4] Gonzalez C R, Woods R E. Digital image processing[M]. 2nd ed. [s. l.]: Prentice Hall, 2001.
- [5] 张洁, 杨丰, 赵祺阳. 一种基于无抽样方向滤波器组的抑制噪声的医学图像增强算法[J]. 中国医学物理学杂志, 2009, 26(2): 1072-1074.
- [6] 周岷. 医学图像处理中的若干问题研究[D]. 无锡: 江南大学, 2011.
- [7] 杨会云, 张有会, 霍利岭, 等. Bayes 理论和邻域平均法在图像去噪中的应用[J]. 计算机工程与应用, 2010, 46(9): 149-151.
- [8] 陈树刚, 张学杰. 一种基于小波系数自适应加权平均的解剖和功能医学图像融合算法[J]. 云南大学学报(自然科学版), 2005, 27(3): 200-205.
- [9] 魏丹, 陈淑珍, 陈彬, 等. 梯度倒数加权平滑算法的改进与实现[J]. 计算机应用研究, 2005, 22(3): 153-154.
- [10] 文山. 基于图像边缘分割的排序统计滤波[J]. 六盘水师范高等专科学校学报, 2004, 16(6): 9-12.
- [11] 李弼程, 彭天强, 彭波. 智能图像处理技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004.
- [12] 罗湘, 韦玉科. 基于多结构元的数学形态学的边缘检测[J]. 计算机技术与发展, 2012, 22(4): 85-87.
- [13] Mahmoud T A, Marshall S. Medical image enhancement using threshold decomposition driven adaptive morphological filter[C]//Proc of the 16th European signal processing conference. Lausanne, Switzerland: [s. n.], 2008.
- [14] 李竹林, 张根耀, 越红漫. 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.

医学图像增强算法与特征提取算法研究与实现

作者：[李竹林](#)，[王明芳](#)，[呼建雪](#)，[白闪闪](#)，[LI Zhu-lin](#)，[WANG Ming-fang](#)，[HU Jian-xue](#)，[BAI Shan-shan](#)
作者单位：[延安大学 计算机学院, 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)：2015(1)

引用本文格式：[李竹林](#). [王明芳](#). [呼建雪](#). [白闪闪](#). [LI Zhu-lin](#). [WANG Ming-fang](#). [HU Jian-xue](#). [BAI Shan-shan](#) [医学图像增强算法与特征提取算法研究与实现](#) [期刊论文] - [计算机技术与发展](#) 2015(1)