

基于数学形态学的提升小波图像去噪

林德贵, 曾健民

(闽南理工学院 信息管理系, 福建 泉州 362700)

摘要: 图像去噪是图像研究非常重要的一环, 其去噪效果的好坏直接影响后面的图像分析。提升小波变换去噪在较好地去除噪声的同时能很好地保持图像的边缘, 但去噪的图像平滑度不是很高; 形态学滤波能得到很好的平滑度, 但同时更大地模糊了去噪图像。为了更好地消除图像的噪声, 得到更好的图像质量, 结合提升小波与数学形态学在图像去噪中的优缺点, 提出了一种基于数学形态学的提升小波图像去噪算法。实验数据及结果表明, 该算法优于单独的去噪效果; 因此, 该算法能有效地改善图像质量, 同时也提高了峰值信噪比, 使图像更加清晰。

关键词: 数学形态学; 提升小波; 图像去噪

中图分类号: TN911.73

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2013)05-0083-03

doi: 10.3969/j.issn.1673-629X.2013.05.021

Lifting Wavelet Image De-noising Based on Mathematical Morphology

LIN De-gui, ZENG Jian-min

(Information Management Department, Minnan University of Science and Technology, Quanzhou 362700, China)

Abstract: Image denoising is very important part of image researching, it's effect influences behind the image analysis directly. Lifting wavelet transform denoising can be better denoising, at the same time, can well keep the edge of the image, but the image denoising smoothing degree is not very ideal; mathematical morphology filtering can get very good smoothness, but at the same time more greatly increase the fuzzy of image denoising. In order to denoise and get better image quality, combined with lifting wavelet and mathematical morphology in image denoising of advantages, a lifting wavelet image denoising method based on mathematical morphology was presented. Experimental data and results show that the algorithm is better than the denoising effect respectively; therefore, the algorithm could not only effectively improve the image quality, but also improve the peak value signal-to-noise ratio, and make the image clearer.

Key words: mathematical morphology; lifting wavelet; image de-noising

0 引言

图像是人类了解世界的主要方式之一。图像在生成的过程中不可避免地会受到噪声的污染, 所以图像的滤波是图像处理中的主要内容之一, 现有的图像去噪方法有很多种, 但是它们在去噪的同时, 往往会带来比较严重的负效应。

提升小波分析是继 Fourier 分析, 小波分析之后的新的时频域分析工具。在图像处理领域, 其应用包括图像的压缩、图像的前期处理、图像边缘检测、图像滤波、特征提取与图像分类等图像处理的几乎所有阶段。数学形态学以数学中的集合论为原理, 在图像的形状描述和图像非线性滤波中有广泛的应用。

基于传统的小波提升方案, 也称做提升小波变换, 在图像处理领域的处理方法以及算法的创新上, 比传统小波变换有非常大的优势; 例如在对计算机硬件的要求上, 提升小波变换在同样的条件下计算速度更快, 不仅算法的提出更为简单, 而且适合于非线性的整数之间的变换^[1]。由于提升小波变换在计算速度及算法选择上的优越性, 因此在图像处理领域的应用越来越广泛, 例如在机器制造中能诊断出机器故障^[2]以及机器故障的分离与提取^[3]、在新的图像处理方法中能更新得到更新的图像算法研究、在当今非常重要的视频图像处理领域越来越多的新算法的提出, 在传统的电路异常检测中, 提升小波变换的应用也可以用来检测电路的奇异点^[4], 在经典的图像处理算法中, 有基于提升小波变换的各种不同类型的图像融合算法^[5]、图像的边缘检测以及图像的压缩等。

形态学滤波作为一种非线性滤波方法在图像处理领域有着广泛的应用, 其应用的范围包括图像的噪声去除^[6]、各种图像的融合算法^[7,8]、图像的边缘检

收稿日期: 2012-08-27; 修回日期: 2012-11-29

基金项目: 福建省教育厅资助项目(JB11214)

作者简介: 林德贵(1977-), 男, 福建三明人, 硕士, 讲师, 主要研究方向为神经网络、图像处理; 曾健民, 副教授, 主要研究方向为多媒体技术。

测^[9~12]、以及提取图像的特征^[13]等。

提升小波变换去噪在较好地去噪的同时能很好地保持图像的边缘,但去噪的图像平滑度不是很高,形态学滤波能得到很好的平滑度,但同时更大地模糊了去噪图像。结合提升小波与数学形态学在图像去噪中的优缺点,提出了一种基于数学形态学的提升小波图像去噪算法。

1 小波提升方案

小波的提升方案包含以下 3 个基本运算:分解(Split)、预测(Predict)和更新(Update)。

1) 分解。

将输入信号 s_j 分为 2 个较小的子集 s_{j-1} 和 d_{j-1} ,最常用的分解算法是将输入信号分为奇数和偶数 2 组,即:

$$F(s_j) = (s_{j-1}, d_{j-1}) \quad (1)$$

2) 预测。

在基于原始数据相关性的基础上,用偶数序列 s_{j-1} 来预测奇数序列 d_{j-1} 所得到的预测误差。预测有如下的表达式:

$$d_{j-1} = d_{j-1} - P(s_{j-1}) \quad (2)$$

3) 更新。

为了使原信号集的某些全局特性在其子集 s_{j-1} 中继续保持,必须进行更新。 s_{j-1} 定义如下:

$$s_{j-1} = s_{j-1} + U(d_{j-1}) \quad (3)$$

2 数学形态学原理

在数学意义上,用数学形态学来处理图像中的一些问题,用以描述某些图像区域的形状,如图像边界曲线、图像的骨架结构和图像的凸形外壳等。不仅如此,也可以用数学形态学技术来进行图像的预测和快速处理,如图像处理中的形态过滤、形态细节、形态修饰等。

数学形态学的基本运算有 4 个:膨胀(Dilation),腐蚀(Erosion),开(Open)和闭(Close)。

$$A \ominus B = \{x \mid (B)_x \subseteq A\} \quad (\text{腐蚀运算}) \quad (4)$$

$$A \oplus B = \{x \mid [(B)_x \cap A \neq \emptyset]\} \quad (\text{膨胀运算}) \quad (5)$$

开运算和闭运算互为对偶运算,开运算主要作用是删除比较细小的物体,除去边缘其他不必要的内容;而闭运算的作用是填充物体内部细小的空洞。

开运算

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B \quad (6)$$

闭运算

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

其中 A 和 B 分别是图像几何和结构元素^[8]。

3 文中提出的去噪算法

(1) 对含噪图像进行提升小波变换的图像去噪:

①对含噪图像进行提升小波分解变换,得到噪声污染图像的低频系数和低频系数分量图像;

②首先对低频系数分量进行提升小波方案的滤波,然后对分解后的高频系数分量图像从水平、垂直和斜线三个方向进行阈值的滤波处理;

③对去噪后的各个分量分别对低频系数和高频系数进行提升小波的图像重构,从而最终达到滤波的效果。

(2) 对含噪图像进行数学形态学的图像去噪:

①选择结构元素,对含噪图像进行开运算,去除含噪图像中细长的突出部分和指向外部的齿状边缘噪声点;

②选择结构元素,对开运算后的图像进行闭运算,去除含噪图像中的细长弯口、指向内部的齿状边缘噪声点。最终平滑了图像。

(3) 对上述两去噪图像进行提升小波的图像融合:

选择平均值-平均值的融合方式,利用提升小波的融合功能对上述两去噪图像进行图像融合。

4 实验结果及分析

4.1 算法流程图

算法流程图如图 1 所示。

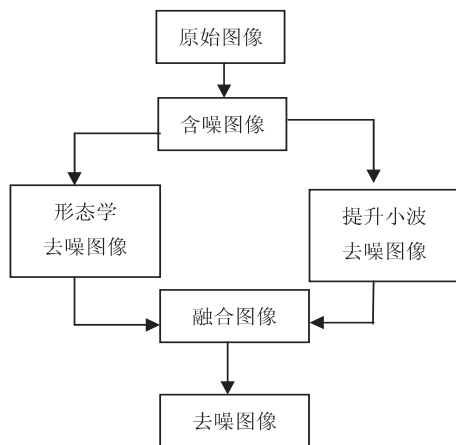


图 1 算法流程图

4.2 仿真结果

仿真结果如图 2 ~ 图 6 所示。



图 2 原始图像



图 3 含噪图像

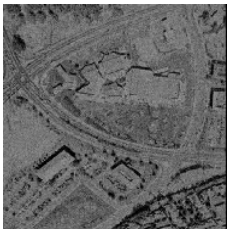


图 4 提升小波变换
去噪图像



图 5 形态学去噪图像



图 6 融合图像

4.3 实验处理数据

表 1 为实验处理数据。

表 1 实验处理数据

	均值	标准差	平滑指数	信噪比	均方误差
含噪图	179.59	103.19	1.74	13.83	51.29
软阈值去噪	177.82	91.29	1.94	15.58	45.38
形态学去噪	167.95	78.86	2.13	20.48	39.27
文中算法	172.90	73.68	2.34	19.61	36.69

通过上面的数据,可以看出采用基于提升小波与形态学去噪方法,峰值信噪比比软阈值去噪方法要大,标准差比软阈值去噪及形态学去噪方法要小,均值比软阈值去噪方法要大,均方误差比软阈值去噪及形态学去噪方法要小,平滑指数比软阈值去噪及形态学去噪方法要大,有效地去除了噪声。

从图 6 及实验数据中可以看出融合后的图像的去噪效果比较好。

5 结束语

在提升小波变换与数学形态学对含噪图像的处理中,不同的小波选择和不同的结构元素选择在去噪声

能力方面是不一样的。
基于提升小波变换,研究了一种融合数学形态学的去噪方法——基于数学形态学的提升小波去噪法,有效地改善了图像质量,提高了峰值信噪比,使图像更加清晰。通过实验数据和分析说明,该方法能更加快速、有效地去除噪声。

参考文献:

[1] Daubechies I, Sweldens W. Factoring Wavelet Transforms into Lifting Steps[J]. Journal of Fourier Analysis and Application, 1998,4(3):245-267.

[2] 季 忠,黄 捷,秦树人.提升小波在齿轮箱故障诊断中的应用[J].震动、测试与诊断,2010,30(3):291-294.

[3] 袁 静,何正嘉,訾艳阳.基于提升多小波的机电设备复合故障分离和提取[J].机械工程学报,2010,46(1):79-85.

[4] 周建萍,郑应平,王志萍.基于提升小波的输电线路短路故障奇异点检测[J].上海电力学院学报,2009,25(4):329-331.

[5] 赵高鹏,薄煜明,刘 娣.基于提升小波的红外和可见光图像融合方法[J].计算机工程与设计,2009,30(7):1697-1699.

[6] 黄宝贵,马春梅,卢振泰.新的形态学图像降噪方法[J].计算机应用,2011,31(3):757-759.

[7] 夏开建,姚宇峰,钟 珊,等.基于形态学小波变换的图像融合算法[J].计算机工程,2010,36(10):224-226.

[8] 杨 鹏.改进的数学形态学小波图像融合算法[J].计算机仿真,2011,28(2):288-291.

[9] 王 新,黄兆云.基于多结构元素的数学形态学图像边缘检测[J].计算机工程与应用,2008,44(7):89-90.

[10] 闫海霞,赵晓晖.基于数学形态学的边缘检测方法[J].计算机应用研究,2008,25(11):3496-3497.

[11] 徐国保,王 骥,赵桂艳,等.基于数学形态学的自适应边缘检测新算法[J].计算机应用,2009,29(4):997-999.

[12] 薛丽霞,李 涛,王佐成.自适应的形态学边缘检测算法[J].计算机工程,2010,36(12):214-216.

[13] 何新英,王家忠,孙晨霞,等.基于数学形态学和 Canny 算子的边缘提取方法[J].计算机应用,2008,28(2):477-483.

(上接第 82 页)

[5] 陈恩修.离散群体智能算法的研究及应用[D].济南:山东师范大学,2009.

[6] 熊伟清,魏 平.二进制蚁群进化算法[J].自动化学报,2007,33(3):259-264.

[7] 熊伟清,魏 平,赵杰煜.传递信号的二元蚁群算法[J].模式识别与人工智能,2007,20(1):15-20.

[8] 程美英,熊伟清,严 彬,等.求解多维 0/1 背包问题的二元粒子群算法[J].系统仿真学报,2009,18(9):5735-5743.

[9] 程美英,熊伟清,魏 平.二元蚁群算法求解组卷问题[J].

计算机应用研究,2008,25(9):2637-2639.

[10] 严 彬,熊伟清,程美英,等.带拥塞控制的多种群二元蚁群算法[J].控制理论与应用,2009,26(4):387-394.

[11] 胡 钢,熊伟清,张 翔,等.可控搜索偏向的二元蚁群算法[J].控制理论与应用,2011,28(8):1071-1080.

[12] 钱 乾,程美英.二元蚁群优化算法研究综述[J].计算机应用研究,2012,29(4):1211-1215.

[13] 魏 平,熊伟清,魏 颖.一种求解组卷问题的二元粒子群算法[J].计算机工程与应用,2009,45(30):80-83.

[14] 楼玉萍,金炳尧,骆红波.PBIL 进化算法在自动组卷系统中的应用[J].计算机技术与发展,2006,16(6):80-82.

基于数学形态学的提升小波图像去噪

作者: [林德贵, 曾健民](#)
作者单位: [闽南理工学院 信息管理系, 福建 泉州 362700](#)
刊名: [计算机技术与发展](#)
英文刊名: [Computer Technology and Development](#)
年, 卷(期): 2013(5)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz201305023.aspx