

潘玫玫. 基于自适应改进小波阈值模型的农业图像去噪[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(10): 504–506.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.156

基于自适应改进小波阈值模型的农业图像去噪

潘玫玫

(湖南铁道职业技术学院, 湖南株洲 412001)

摘要: 计算机图像处理技术的应用为农产品检测、农作物长势及病虫害监测工作提供了较为可靠的依据,但是该类图像的获取受到了拍摄系统硬件、农作物生长环境、农作物复杂的边缘轮廓等因素的影响,导致获取的图像或多或少存在一定程度的失真现象,并掺杂一些随机噪声。对此,提出了 1 种针对该类图像的去噪方法,首先对图像进行 3 层小波分解,获得大量的低频分解系数和高频分解系数;然后对于分解获得的高频系数采用改进的小波阈值模型进行去噪;最后将去噪后的高频分解系数与原始低频分解系数进行系数精确重构。采用 MATLAB 语言对该去噪方法进行编程并对其去噪效果进行测试,结果表明,该算法对于农业图像的处理效果优于传统的小波阈值去噪模型以及部分已有的小波阈值去噪模型,具有一定的实用性。

关键词: 农业图像; 自适应; 小波阈值去噪模型; MATLAB 语言

中图分类号: S126; TP391 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0504-03

近年来,随着计算机图像处理技术的发展,大量成熟而实用的图像处理方法相继被应用于处理各类农业图像,在农业图像增强^[1]、分割^[2-3]、融合^[4]、目标识别^[5-6]、农产品检测^[7]等方面诞生了一系列成果,对于提高农业智能化水平具有较大意义。但是,上述研究的前提是基于高清晰的农业图像,事实上,高清晰度的图像往往难以获得,在很多情况下,由于成像系统等硬件所存在的缺陷及拍摄环境的复杂性,导致获取的图像存在一定程度的噪声。如果对该类图像不进行预处理而直接进行图像分析,势必会大大降低分析结果的可靠性,因此图像预处理工作是十分必要的。在这方面,赵辉等将小波阈值去噪方法与中值滤波算法相结合来处理农业图像,即先对图像进行中值滤波,再对滤波后的图像进行小波阈值去噪处理^[8],该方法去噪效果较好,但是存在几点不足:(1)对图像采用 2 次滤波的方法,图像中的相当一部分信息会在反复滤波过程中丢失;(2)对图像进行小波阈值去噪过程中,采用简单的原始小波阈值进行处理,没有充分顾及农业图像本身细节信息的复杂性,去噪效果仍存在着一定的提升空间。

本研究在对小波阈值去噪基本原理分析的基础上,充分分析了经典小波硬、软阈值去噪模型^[9-10]、部分已有的改进型小波阈值去噪模型特点,提出了 1 种自适应改进小波阈值模型。该模型通过设置 2 个阈值,能够根据不同的小波分解层数分别对不同幅值的小波高频分解系数进行自适应处理。

1 自适应改进小波阈值去噪模型

小波阈值法去噪的基本原理是:通过对图像进行多层次小波变换,保持其中低频小波分解系数不变,而对高频小波分

解系数采用不同的阈值函数模型进行处理,对处理后的系数与原始低频小波系数进行重构。由此可见,该方法最关键的在于阈值函数模型的设计。目前最为经典的 2 类模型分别是小波硬、软阈值去噪模型,这类模型通过将高频小波分解系数的幅值与预先设定的阈值进行比较,对于大于该阈值的小波分解系数要么完全保留要么减去 1 个常数,而对其余的小波分解系数则用 0 值代替。计算简便这是这 2 类模型的最大优点,对于图像中的噪声去除具有一定的效果,但其缺点也是较为明了的:(1)小波硬阈值去噪模型对于小于阈值的部分小波系数直接设定为 0,而对于剩余部分的小波系数则全部予以保留,存在着对图像信息“一刀切”的倾向;(2)小波软阈值去噪模型虽然对大于阈值的小波系数减去某一恒定值,相对于硬阈值函数模型来说去噪效果有所改善,但是容易导致图像出现不同程度的失真。针对上述问题,近年来学者们提出了一系列的改进型模型,大体上有以下 2 类思路。

(1) 基于系数修正的改进思路。该类模型的代表参见文献^[11]中相关内容:

$$\tilde{w} = \begin{cases} w \cdot [1 - (w_{j,k} - t \cdot s)] & |w| \geq t \\ 0 & |w| < t \end{cases} \quad (1)$$

式中: s 为调节系数, $s = [0.5, 1]$; w 为小波系数幅值; t 为小波阈值; $w_{j,k}$ 为小波分解系数; j 为分解层数; k 为小波系数方向。

(2) 融合非线性函数的改进思路。该类模型通过对经典小波硬、软阈值去噪模型融入诸如指数、对数函数,通过大量复杂的非线性运算来提高模型的去噪效果,该类模型参见文献^[12]中相关内容:

$$\tilde{w} = \begin{cases} \text{sign}(w) \cdot \left(|w| - m \cdot T \cdot \frac{1 - e^{-|w-t|}}{1 + e^{-|w-t|}} \right) & |w| \geq T \\ 0 & |w| < T \end{cases} \quad (2)$$

式中: m 为调节系数,根据试验确定; $\text{sign}(\cdot)$ 为符号函数; T 为小波系数幅度值的阈值;其余参数意义同式(1)。

上述 2 类去噪模型的改进起到了一定的效果,但不足之处在于:(1)通过对经典阈值去噪模型添加修正系数来提高

收稿日期: 2014-11-11

基金项目: 2013 年湖南省教育厅科学研究项目(编号:13C589)。

作者简介: 潘玫玫(1976—),女,湖南株洲人,硕士,讲师,研究方向为计算机应用、计算机多媒体技术。E-mail: panmeimeimaster@126.com。

去噪效果,但这类修正系数大多是通过试验获得,无法根据不同类型的图像、不同的噪声强度自适应调节大小;(2)通过对经典阈值去噪模型融合非线性函数,虽然能够提高去噪效果,但是图像处理的计算量较大,改进后的阈值模型实用性不强。基于以上分析,本研究提出了如下阈值去噪模型:

$$\tilde{w} = \begin{cases} 2^{1-n} \cdot w & |w| \geq t_2 \\ \text{sign}(w) \cdot (w - \frac{t_1 + t_2}{2}) & t_1 < |w| < t_2 \\ 0 & |w| \leq t_1 \end{cases} \quad (3)$$

式中: t_1 、 t_2 为阈值; n 为小波分解层数;其余参数意义同式(1)、式(2)。

对小波系数幅值特点分析可知,随着小波分解层数增加,小波系数幅值会明显减小,因此要求阈值能随着小波分解层数增加而自适应减小,根据这个思路,设计如下阈值计算方法:

$$t' = \sqrt{2 \ln(i \cdot j)} / 2^{n-1} \quad (4)$$

式中: n 为小波分解层数; i, j 为图像尺寸。

式(4)中所定义的阈值 t' 记为式(3)中的阈值,同时令经典小波全局阈值为式(3)中的阈值 t_2 ,于是式(3)所定义的改进阈值去噪模型为:

$$\tilde{w} = \begin{cases} 2^{1-n} \cdot w & |w| \geq t_2 \\ \text{sign}(w) \cdot \{w - [\sqrt{2 \ln(i \cdot j)} (1 + 2^{(1-n)})] / 2\} & t_1 < |w| < t_2 \\ 0 & |w| \leq t_1 \end{cases} \quad (5)$$

式中: n 为小波分解层数,且 $n > 1$;其余参数意义同上。

式(5)所定义的小波阈值去噪模型具有以下特点:(1)该模型充分融合了经典小波硬、软阈值去噪模型的特点,设计了2类阈值,通过将经典小波全局阈值与改进的阈值作为阈值的上限、下限,从而将小波高频分解系数划分为3类:高于上限阈值(t_2)的则进行自适应放处理,低于下限阈值(t_1)的则

用0值代替,处于2类阈值之间的则进行自适应处理。这样能够对全部小波高频分解系数进行分门别类地处理。(2)对于处于上限、下限阈值之间的小波分解高频系数,借鉴了经典小波阈值模型的处理思路,即将小波高频分解系数减去1个常数,但本研究改进模型中是通过减去1个能够随着小波分解系数而自适应变化的数值,这就有效避免了经典小波软阈值去噪模型所具有的缺陷。

2 结果与分析

前面从理论上分析了本研究去噪模型的特征与优势,为了进一步测试本研究模型的实际效果,利用 MATLAB 语言对该模型进行编程实现,采用2幅苹果图像进行去噪试验。采用小波硬阈值去噪模型、小波软阈值去噪模型以及文献[11]、文献[12]中提出的去噪模型进行去噪效果对比分析,结果如图1、图2所示。

图1-a、图2-a分别为2幅添加了高斯噪声(方差为15%)的苹果图像,硬阈值去噪模型处理结果分别见图1-b、图2-b,可见图像非常模糊,苹果的轮廓、枝叶根本无法辨认;图1-c、图2-c中虽然噪声强度有所降低,但是图像整体上仍较模糊,说明小波硬、软阈值去噪模型无法有效处理农业图像。相对而言,文献[11]、文献[12]中提出的去噪模型处理效果较好,从图1-d、图1-e、图2-d、图2-e中可以看出,苹果的轮廓线较清晰;从图1-d、图1-e可见,苹果叶片边缘基本清晰。图1-f、图2-f为本研究模型处理结果,苹果果实基本从噪声中恢复出来,图1-f中的苹果叶片的纹路也能大体辨认,说明本研究模型能够在剔除图像中噪声的同时,对于图像中轮廓线、叶片纹路等细节信息的保持是很有效的。在上述试验过程中,采用信噪比(signal noise ratio, SNR)对研究中各类模型的试验结果进行了定量评价,各 SNR 值(SNR 值越大说明模型的去噪效果越佳)统计结果见表1。

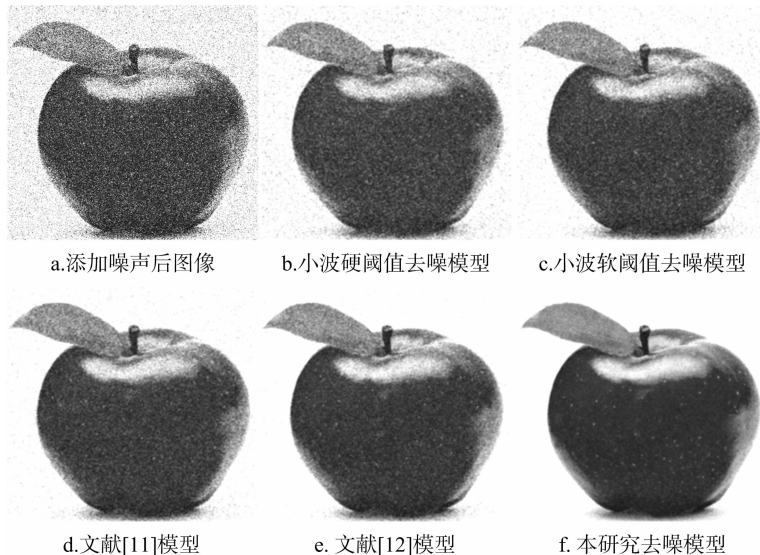


图1 苹果图像1去噪结果比较

由表1可知,当图像中的噪声方差为0.05时,本研究中几种去噪模型效果均较佳,特别是文献[11]、文献[12]中模型的 SNR 值与本研究去噪模型最为接近,说明对于含有少量噪声的农业图像来说,本研究模型仅略占优势。当图像中噪

声方差为0.10时,上述几类模型的去噪效果的差别迅速显现,本研究模型的 SNR 值远高于小波硬、软阈值去噪模型,对于文献[11]、文献[12]模型而言,优势也日渐明显。当图像中噪声方差为0.15时,小波硬、软阈值去噪模型的 SNR 值已

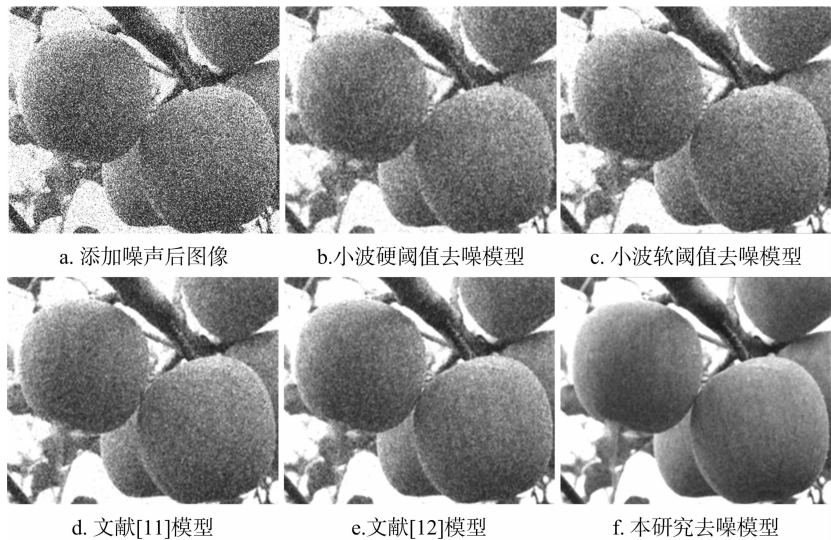


图2 苹果图像 2 去噪结果比较

表 1 本研究中各类去噪模型去噪结果的定量评价结果

测试图像	噪声方差	信噪比 (dB)				
		小波硬阈值去噪模型	小波软阈值去噪模型	文献[11]模型	文献[12]模型	本研究模型
苹果图像 1	0.05	25.048	25.470	27.729	27.746	27.802
	0.10	22.897	23.677	25.365	26.014	26.723
	0.15	19.005	20.369	23.554	23.277	25.895
苹果图像 2	0.05	24.446	25.246	26.635	26.565	26.717
	0.10	22.012	22.778	24.301	24.889	25.823
	0.15	19.379	19.980	22.667	22.113	25.278

经降低到较低的水平,可以认为对于农业图像来说基本失效;本研究模型的 SNR 值高于文献[11]、文献[12]模型约 2~3 dB。由此可以认为,本研究模型的去噪效果与其余 4 类模型相比,略胜一筹。

3 总结

为了有效处理农业图像,本研究提出了 1 种基于自适应改进小波阈值模型的去噪方法。该方法充分融入了小波硬、软阈值去噪模型以及部分已有的改进型小波阈值去噪模型的优势,能够根据小波分解层数的变化而自适应性去除图像中的噪声。试验结果表明,该模型去噪效果较为理想,但是对于图像中细节信息的保持效果仍然有待于进一步提高。

参考文献:

[1]周仕友. 一种结合小波变换的豆类图像增强算法[J]. 江苏农业科学,2014,42(7):433-435.

[2]姚立健,丁为民,赵三琴,等. 基于 SOFM 神经网络的茄子图像分割方法[J]. 南京农业大学学报,2008,31(3):140-144.

[3]田杰,胡秋霞,马孝义. 基于高斯分布改进 C-V 模型的植物病

(上接第 454 页)

[7]寇长林,巨晓棠,张福锁. 三种集约化种植体系氮素平衡及其对地下水硝酸盐含量的影响[J]. 应用生态学报,2005,16(4):660-667.

[8]张维理,田哲旭,张宁,等. 我国北方农用氮肥造成地下水硝酸盐污染的调查[J]. 植物营养与肥料学报,1995(2):82-89.

[9]刘英华,张世熔,张素兰,等. 成都平原地下水硝酸盐含量空间变

斑彩色图像分割[J]. 农业工程学报,2013,29(16):166-173.

[4]宋怀波,何东健,龚柳明. 不同光照条件下农作物图像 Contourlet 域融合方法[J]. 农业工程学报,2014,30(11):173-179.

[5]冯娟,曾立华,刘刚,等. 融合多源图像信息的果实识别方法[J]. 农业机械学报,2014,45(2):73-80.

[6]陈树人,邹华东,吴瑞梅,等. 基于高光谱图像技术的稻田苗期杂草识别[J]. 农业机械学报,2013,44(5):253-257,163.

[7]李春霆. 基于图像处理与改进神经网络的大豆品质检测研究[J]. 江苏农业科学,2014,42(3):263-266.

[8]赵辉,刘文明,岳有军,等. 一种新的去噪算法在农作物图像处理中的应用[J]. 江苏农业科学,2014,42(1):371-373.

[9]Donoho D L, Johnstone I M. Ideal spatial adaption by wavelet shrinkage, Biometrika 81[J]. Biometrika,1994,81(3):425-455.

[10]Donoho D L. De-noising by soft-thresholding[J]. Information Theory IEEE Transactions on,1995,41(3):613-627.

[11]董雪,林志贤,郭太良. 基于 LoG 算子改进的自适应阈值小波去噪算法[J]. 液晶与显示,2014,29(2):275-280.

[12]纪峰,李翠,常霞,等. 基于改进阈值函数的自适应图像去噪方法[J]. 传感技术学报,2014,27(3):351-354.

异研究[J]. 长江流域资源与环境,2005,14(1):114-118.

[10]王道中,郭熙盛,王文军. 皖北蔬菜产区地下水硝酸盐污染研究[J]. 安徽农业科学,2007,35(7):2069-2070.

[11]崔宝荣,邓惠玲,敬燕燕,等. 农村生活饮用水源井的水质调查分析[J]. 环境卫生学杂志,2012,2(6):280-284.

[12]冯锦霞,朱建军,陈立. 我国地下水硝酸盐污染防治及评估预测方法[J]. 地下水,2006,28(4):58-62.