

苑隆寅. 基于不规则子块的农作物图像自适应增强算法[J]. 江苏农业科学, 2015, 43(3): 379-381.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.03.122

基于不规则子块的农作物图像自适应增强算法

苑隆寅

(重庆邮电大学移通学院, 重庆 401147)

摘要:在对直方图均衡化算法基本原理深入分析的基础上, 结合图像灰度值分布特征, 提出一种改进的直方图均衡化增强算法, 该算法首先引入自适应维纳滤波算法, 对所获取的降质农作物图像进行预处理, 以尽可能排除随机噪声; 然后提出一种基于图像灰度信息的自适应子块获取方法, 通过图像中灰度值的分布特点来自适应确定子块, 对各个子块分别进行直方图均衡化处理, 从而获得高清晰度的农作物图像。采用峰值信噪比及均方根误差等指标, 将图像自适应增强算法与自适应维纳滤波算法、直方图均衡化算法及其改进算法对降质农作物图像的处理性能进行定量评价, 结果表明, 图像自适应增强算法在去除噪声的同时能够有效提高图像对比度, 对于农作物图像处理具有一定的借鉴价值。

关键词:农作物图像; 不规则子块; 直方图均衡化; 自适应维纳滤波; 自适应增强; 算法

中图分类号: TP391; S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)03-0379-03

近年来, 计算机网络技术及图像处理技术在农业领域得到广泛的研究与应用, 为农作长势检测、农作物估产、农产品分解检测等提供了一种较为有效的研究方法。一般情况下, 图像获取往往会受到光照不均、设备电压不稳定、模数转换等因素的影响, 图像难免会出现对比度低下并存在一定程度的随机噪声。目前, 对于图像处理的研究有 2 类思路: (1) 图像去噪。李楠等提出一种提升小波变换的去噪模型, 应用于薯类视觉图像处理并取得较好的效果^[1]; 韩伟等将轮廓波变换应用于农田杂草图像去噪处理, 通过噪声进行抑制, 实现农田杂草的准确识别^[2]; 宋怀波等将轮廓波变换与阈值去噪法相结合, 实现对农产品图像中噪声的成功滤除^[3]。(2) 图像增强。杨福增等提出一种基于小波变换的农业图像增强方法, 通过对提高图像低频子图像对比度、降低高频子图像来实现图像增强^[4]; 熊俊涛等将 Retinex 算法应用于荔枝图像增强处理, 实现对成熟荔枝的准确识别^[5]。

本研究借鉴前人已有的思路, 将图像去噪和增强有机结合, 提出一种农作物降质图像改进直方图均衡化算法, 该算法首先采用自适应维纳滤波算法实现对图像中噪声的抑制, 然后从图像灰度值分布特点出发, 提出一种图像子块自适应获取方法, 将灰度值相近的像素点合并成一个子块, 分别在各图像子块内进行直方图均衡化, 从而实现在去除噪声的同时提高图像的对比度。

1 直方图均衡化算法原理分析

直方图均衡化算法是将图像的灰度按照图像的直方图累积分布函数进行变换, 使得图像灰度级大致服从均匀分

布^[6-7]。图像灰度累积分布函数可以定义为:

$$S_k = \sum_{i=0}^k T(r_k) - \sum_{i=0}^k \frac{N_i}{N} \quad (0 \leq r_k \leq 1; k=0, 1, 2, \dots, L-1)。$$

(1)

式中: S_k 为图像直方图均衡化后的灰度级; r_k 为原图像灰度级; $T(r_k)$ 为变换函数; N_i 为图像直方图均衡化后灰度级为 i 的像素点个数; N 为原图像像素点个数; L 为图像最高灰度级。

对图像进行直方图均衡化处理的基本流程为: 第 1 步, 确定原图像及增强后图像的灰度级 ($i=0, 1, 2, \dots, k, \dots, L-1$), 完成对原图像中各灰度级对应的像素点数目 (N_i) 的统计工作; 第 2 步, 计算原图像中各个灰度级像素点数目与图像中所有像素点总数的比值 (N_i/N); 第 3 步, 计算图像累积直方图 $S_k = \sum_{j=0}^k \frac{N_j}{N} (j=0, 1, 2, \dots, k, \dots, L-1, j \neq i)$; 第 4 步, 确定图像的灰度映射关系函数 $f(k) = \text{int}[(L-1) \cdot S_k + 1/2]$ ($k \leq L-1$), 进行取整运算; 第 5 步, 统计灰度映射变换后各灰度级所对应的像素点数目 N_j ; 第 6 步, 计算变换后图像中各灰度级像素点与图像中所有像素点总数的比值 (N_j/N)。

2 改进的直方图均衡化算法

直方图均衡化算法可以分为 2 类: (1) 全局直方图均衡化算法能够从整体上对图像的灰度分布进行均衡化处理, 提高图像对比度; (2) 局部直方图均衡化算法通过对图像进行子块划分, 对每个子块图像的灰度分别进行直方图均衡化处理。按照图像各子块间是否有重合, 可以将局部直方图均衡化算法大致划分为子块重叠直方图均衡化算法、子块部分重叠直方图均衡化算法及子块不重叠均衡化算法。子块重叠和部分重叠直方图均衡化算法由于在对图像处理时是通过将子块向前移动 1 个或者几个像素, 子块间大部分像素反复参与运算, 这不适合对图像进行高效率的处理; 子块不重叠直方图均衡化算法由于各子块间彼此不重叠, 虽然具有较高的处理效率, 但是由于子块基本按照规则的矩形形式进行选取, 并没有

收稿日期: 2014-04-25

基金项目: 重庆市建设委员会项目 [编号: 城科字 2012 第 (3-14) 号]。

作者简介: 苑隆寅 (1973—), 男, 重庆人, 硕士, 讲师, 主要从事农业信息化理论与应用及计算机图像处理研究。E-mail: yuanlon1314@163.com。

考虑到图像中目标信息的特征,因而导致图像的增强效果往往不理想。另外,这类算法对于降质图像特别是含有一定程度的噪声图像增强处理时,无法抑制图像中的噪声,图像对比度即便得到提高,但也相应放大了噪声。因此,本研究提出一种改进的直方图均衡化增强算法,以弥补上述算法存在的缺陷。

2.1 噪声滤波算法

对噪声图像引入自适应维纳滤波算法^[8]进行处理,以尽可能排除图像中噪声的干扰。图像信号 $F(x, y)$ 是有用信号 $f(x, y)$ 和加性噪声 $n(x, y)$ 的叠加,二者相互独立。噪声图像信号模型可表示为 $F(x, y) = f(x, y) + n(x, y)$,滤波后图像信号 $F'(x, y)$ 可通过含噪图像信号 $F(x, y)$ 与线性滤波器 $H(x, y)$ 卷积运算进行估计: $F'(x, y) = H(x, y) \times F(x, y)$,若估计能使得 $F'(x, y)$ 与 $F(x, y)$ 在均方根误差准则下达到最小,那么该线性滤波器 $H(x, y)$ 即为维纳滤波器。根据正交原理,该滤波器满足: $r_{fF}(x, y) = r_{FF}(x, y) \times H(x, y)$,也可表示为 $h(w_1, w_2) = p_{fF}(w_1, w_2) / p_{FF}(w_1, w_2)$,其中, $r_{fF}(x, y)$ 、 $r_{FF}(x, y)$ 分别为含噪图像信号与图像有用信号的相关函数, $p_{fF}(w_1, w_2)$ 、 $p_{FF}(w_1, w_2)$ 分别为 $r_{fF}(x, y)$ 和 $r_{FF}(x, y)$ 功率谱密度函数, $h(w_1, w_2)$ 为自适应维纳滤波器的傅立叶变换。

基于图像有用信号 $f(x, y)$ 与噪声信号 $n(x, y)$ 不相关的假设,那么, $h(w_1, w_2)$ 可进一步表示为 $h(w_1, w_2) = p_{FF}(w_1, w_2) / [p_{FF}(w_1, w_2) + p_{nn}(w_1, w_2)]$,其中 $p_{FF}(w_1, w_2)$ 、 $p_{nn}(w_1, w_2)$ 分别是 $F(x, y)$ 和 $n(x, y)$ 功率谱密度函数。令 $p_{FF}(w_1, w_2) = \sigma_{F(x, y)}^2$, $p_{nn}(w_1, w_2) = \sigma_{n(x, y)}^2$,那么自适应维纳滤波器定义成: $h(w_1, w_2) = \frac{\sigma_{F(x, y)}^2}{\sigma_{F(x, y)}^2 + \sigma_{n(x, y)}^2}$,式中, $\sigma_{F(x, y)}^2$ 为含噪图像信号方差, $\sigma_{n(x, y)}^2$ 为噪声方差。

2.2 一种基于图像灰度信息的子块自适应获取方法

本研究提出一种基于图像灰度信息的自适应子块获取方法,即将大小为 $M \times M$ 图像划分成多个大小为 $m \times m$ ($m < M$) 的子块,将各子块中灰度级较为接近的像素点归为一类,称之为“目标区域”,将剩余像素点所在区域称之为“背景区域”,

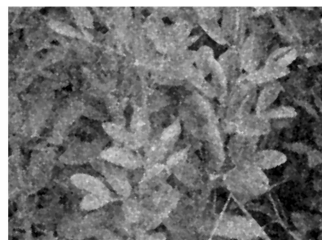
从而将图像自适应地分割为多个区域,这些区域即为子块。以 $m = 7$ 为例进行子块获取,具体实现步骤为:第 1 步,统计图像中任意大小为 7×7 的子块中像素点的最大值 f_{\max} 和最小值 f_{\min} ,将二者均值作为阈值 $T = (f_{\max} + f_{\min}) / 2$;第 2 步,将该子块中所有像素点的灰度值与该阈值进行比较,将大于或小于该阈值的像素点所构成的集合分别记为 P_1 和 P_2 ;第 3 步,将该子块中所有像素点按照灰度值大小排序,将中间值 f_{med} 作为另一阈值 T' ;第 4 步,将该子块中所有像素点灰度值与阈值 T' 进行比较,将大于或小于该阈值的像素点所构成的集合分别记为 P_1' 和 P_2' ;第 5 步,将集合 P_1 与 P_1' 取交集运算,获得另外一个像素点集合 Q ,将该子块中剩余像素点所构成的集合记为 Q' ;第 6 步,集合 Q 中像素点构成的区域称之为“目标区域”,集合 Q' 像素点构成的区域称之为“背景区域”,实现对该子块的自适应分割,形成更能体现图像信息连续性的新的不规则子块。通过执行这些步骤,便获得大小不等的图像子块,再对每个图像子块分别进行直方图均衡化处理,即可获得高清晰度的图像。

3 仿真试验

借助 MATLAB 软件编写相关程序,对自适应维纳滤波算法、直方图均衡化算法、改进直方图均衡化算法^[6]及图像自适应增强算法分别加以实现,应用于对比度较低且含有一定随机噪声的蚕豆图像处理,并采用峰值信噪比 (PNSR) 和均方根误差 (RMSE)^[9-10] 进行定量评价。由图 1、图 2 可见,采用自适应维纳滤波对 2 幅降质的豆类图像处理,尽管图中的噪声被滤除了一部分,但图像仍然比较模糊,清晰度没有得到改善,单纯采用滤波的方法无法获得高质量的图像;采用直方图均衡化算法直接对 2 幅图像进行对比度拉伸,得到的图像噪声仍然存在,并且大量分布于蚕豆叶片表面;采用改进的直方图均衡化算法^[6]对 2 幅图像进行增强,尽管图像对比度得到大幅度提高,但对于图中的噪声仍无能为力,这说明对于降质的农作物图像,单纯进行图像增强,无法获得高清晰的图



a. 原始降质图像



b. 自适应维纳滤波



c. 直方图均衡化算法



d. 改进直方图均衡化算法



e. 图像自适应增强算法

图1 4类算法对测试图像1处理结果

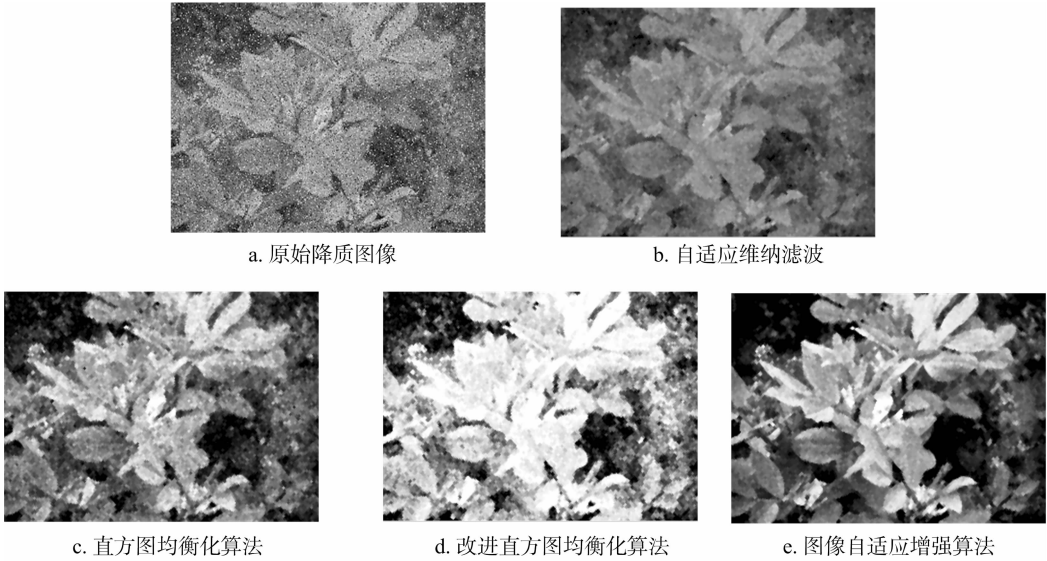


图2 4类算法对测试图像2处理结果

像;采用图像自适应增强算法对降质图像采取先滤波后增强的处理策略,可以很明显看出图中的噪声基本不存在,图像中蚕豆叶片等信息与背景信息的对比度得到提高,图像中目标信息得到一定程度的增强。由表1、表2可见,图像自适应增强算法处理2幅图像的峰值信噪比值均明显高于其他3类算法,而均方根误差均低于其他3类算法,这也进一步印证了图像自适应增强算法的有效性。

表1 不同算法对图像1处理的2类指标定量评价结果的比较

算法类型	峰值信噪比	均方根误差
自适应维纳滤波	25.407	5.098
直方图均衡化算法	26.339	4.764
改进直方图均衡化算法	26.625	4.503
图像自适应增强算法	28.308	2.989

表2 不同算法对图像2处理的2类指标定量评价结果的比较

算法类型	峰值信噪比	均方根误差
自适应维纳滤波	24.629	6.561
直方图均衡化算法	25.022	5.872
改进直方图均衡化算法	25.671	4.983
图像自适应增强算法	27.592	3.347

4 结论

本研究针对降质的农作物图像,提出一种基于不规则子块的自适应增强算法,该算法对图像首先采用自适应维纳滤波算法进行预处理,以去除图像中存在的随机噪声;然后从图像灰度值分布特征出发,提出一种图像子块自适应确定方法,

通过将灰度值相近的像素点合并成一个子块,然后对每个子块分别进行直方图均衡化。通过仿真试验,结果表明,图像自适应增强算法对降质的农作物图像能够进行自适应增强,增强后的图像对比度较高,图像较为清晰。

参考文献:

[1]李楠,张为.基于提升小波变换的薯类视觉图像滤波处理[J].江苏农业科学,2014,42(1):376-378.
[2]韩伟,刘强.一种NSCT域改进阈值函数的杂草图像去噪方法[J].江苏农业科学,2013,41(11):151-153.
[3]宋怀波,何东健,韩韬.Contourlet变换为农产品图像去噪的有效方法[J].农业工程学报,2012,28(8):287-292.
[4]杨福增,王峥,杨青.基于小波变换的农业图像增强方法研究[J].农业工程学报,2004,20(3):124-129.
[5]熊俊涛,邹湘军,王红军,等.基于Retinex图像增强的不同光照条件下的成熟荔枝识别[J].农业工程学报,2013,29(12):170-178.
[6]韩殿元.低照度下视频图像保细节直方图均衡化方法[J].计算机仿真,2013,30(8):233-236,300.
[7]蔡超峰,任景英.基于直方图均衡化的手背静脉图像对比度增强[J].计算机应用,2013,33(4):1125-1127.
[8]白俊奇,赵春光,王寿峰,等.红外图像中的自适应维纳滤波噪声抑制技术[J].光电工程,2011,38(11):79-85.
[9]王小兵,孙久运,汤海燕.一种基于数学形态学与小波域增强的滤波算法[J].微电子学与计算机,2012,29(7):64-67.
[10]刘燕,刘斌.基于小波-全相位方向滤波器组变换的多聚焦图像融合[J].计算机与现代化,2011(10):76-80.