

刘丽娟,刘仲鹏. 北方旱育稀植水稻病害图像识别预处理研究[J]. 江苏农业科学,2014,42(1):92-94.

北方旱育稀植水稻病害图像识别预处理研究

刘丽娟¹, 刘仲鹏²

(1. 河北农业大学信息科学与技术学院,河北保定 071000; 2. 保定学院信息技术系,河北保定 071000)

摘要:引入图像预处理及模式识别技术,实现北方旱育稀植水稻叶部病害图像的预处理。结合水稻叶部图像的特征,对传统的算法进行调整或改进优化:以改进系数的方法对图像进行灰度化处理;通过直方图均衡化提升图像的对比度;以改进矢量中值滤波算法保护图像边缘,滤除图像噪声;以优化的均值聚类算法进行图像分割,获得水稻病斑图像的主要特征,从而实现了目标图像的去噪、增强,为病害进一步的智能化识别与处理打下良好的基础。

关键词:旱育稀植水稻;病害图像预处理;图像识别

中图分类号: S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)01-0092-03

水稻作物的旱育稀植技术是适用于北方地区气候与环境特点的寒地栽培模式。水稻病害对其产量、品质和农户的经济收益影响极大^[1]。在水稻的几种常见高发病害中,表现出的病征各有不同,但通常都会在其叶片部位以病斑的形式表现出来。由于寒地水稻种植区域广泛,专家与技术人员配置相对不足,因此种植农户往往以肉眼观察和经验推断的方法判别病症,难以精准识别病害种类,劳动强度大,主观因素多,效率不高^[2-3]。随着信息技术尤其是图像处理的发展,引入图像技术对农作物病害进行自动处理、识别,从而提取与分析病害作物的形状、大小、颜色、纹理等特征,进而科学、合理地治理病害,是当前研究的热点之一。本研究引入图像预处理及模式识别技术,以水稻纹枯病为例,实现北方旱育稀植水稻叶部病害图像的预处理。结合水稻叶部图像的特征,以改进的方法对其进行灰度化处理;通过直方图均衡化提升图像的对比度;以改进的矢量中值滤波法保护图像边缘,滤除图像噪声;以优化的均值聚类算法进行图像分割,减小了计算率,降低了复杂度,获得水稻病斑图像的主要特征,从而实现了目标图像的去噪、增强,为病害进一步的智能化识别与处理打下良好的基础,并有助于作物的智能化精准施药。

1 旱育稀植水稻病害图像的获取

研究所需的旱育稀植水稻病害叶片采集时间为 2012 年 8 月,采集地点为河北农业大学农作物及育种基地,经养殖项目负责人及专家鉴定具体病种(水稻纹枯病)。为保证图像后续处理成功,采用相同的方式对采集叶片进行拍摄。使用索尼 A558 倍光学变焦 CCD 彩色数据数码相机,相机位于叶片上方 30 cm,室内人工光照,图像格式设置为 320 × 240 的 24 位真彩图,确保颜色及特征清晰,将图像输入计算机,以 JPG 格式保存。

2 旱育稀植水稻病害图像预处理

2.1 基于改进自选择算法的灰度预处理

通常的颜色体系可以分为纯黑白、彩色以及灰度色。采集到的旱育稀植水稻病害叶片原始图像属于 24 位真彩色图像,数据量偏大,因此图像处理时的计算量也偏大,计算速度与图像处理的效率受到一定影响。通常的做法是:首先将原始图像转换为 8 位灰度图像^[1],转换之后的图像仅保留灰度信息,对病害图像预处理已足够,灰度预处理的过程就是将彩色图像中还有亮度与色度的 RGB 模式经过转换,变成灰度色,从而降低数据量。

一般的灰度化处理仅是简单地将真彩图像变换为具有不同灰度级别的灰度图。为了使灰度图更加契合于彩图本身的颜色和亮度特征,不少研究提出了改进的灰度化算法。例如针对颜色特征的 HLS 算法^[4],针对用户需求的自选择算法^[5]等。结合水稻纹枯病的颜色特征,为了更突出病斑区域,本研

收稿日期:2013-06-01

基金项目:河北省保定市科学技术研究与发展指导计划(编号:12ZN021)。

作者简介:刘丽娟(1980—),女,河北保定人,硕士,讲师,主要研究方向为精确农业。E-mail:llj_nd@163.com。

[17] 罗宏伟,黄建,王竹红. 小黑瓢虫捕食行为的观察[J]. 中国生物防治,2006,22(S1):14-16.

[18] 罗宏伟,王竹红,王联德,等. 捕食不同虫态烟粉虱对小黑瓢虫生长发育的影响[J]. 福建农业学报,2010,25(2):149-152.

[19] 荆英,黄建,韩巨才,等. 小黑瓢虫与两种猎物作用系统研究:选择捕食作用[J]. 生态学报,2004,24(2):292-296.

[20] 荆英,黄建,马瑞燕,等. 小黑瓢虫与其竞争种作用系统研究:种间竞争[J]. 应用生态学报,2004,15(4):731-733.

[21] 刘慧平,徐琴,韩巨才,等. 常用杀虫剂对苹果黄蚜及其天敌七星瓢虫的选择性毒力研究[J]. 山西农业大学学报:自然科学

版,2004,24(1):28-30.

[22] 汤方,李生臣,孔祥波,等. 吡虫啉等杀虫剂对温室白粉虱及两种天敌的选择性毒力[J]. 农药学报,2007,9(1):88-91.

[23] 占志雄,邱良妙,吴玮,等. 杀虫剂对龙眼角颊木虱与天敌瓢虫的毒力选择性研究[J]. 福建农业学报,2009,24(1):35-39.

[24] 钟宝珠,吕朝军,李洪,等. 常用杀虫剂对螺旋粉虱与六斑月瓢虫生物活性及选择毒力[J]. 中国农学通报,2011,27(5):380-383.

[25] 马瑞燕. 入侵种烟粉虱及其持续治理[M]. 北京:科学出版社,2005:57-195.

究引入自选择算法。考虑到病斑图像的 R 分量最高,是反映病斑区域的主要分量,而病斑图像的 G、B 分量则为次要元素,体现的是叶片以及图像背景,因此将 R 分量确定为病斑区域的突出色,将其权重放大;同时将 G、B 分量的权重减小。灰度化算法如下:

$$\text{灰度} = c_r R + c_g G + c_b B$$

其中: $c_r \geq 1, c_g \leq 0, c_b \leq 0, c_r + c_g + c_b = 1$

这里,以自选择的方式将 R 的值设置为大于 1,即显著增强了病斑叶片中的 R 分量,同时将 G 分量与 B 分量的值设置为负值,即在一定程度上削弱了病斑叶片中的 G、B 分量,从而实现了凸显病斑图像特征的目的。经过多次重复试验,确定 $R = 1.6, G = -0.25, B = -0.15$ 。经过灰度预处理流程之后的图像,病斑部分与健康部分的对比有了明显的改善。

2.2 直方图均衡化预处理

对水稻病害叶片病害图像进行直方图均衡的思路,是对图像中像素数少的单元进行压缩,像素多的则进行拓展,从而尽量使像素灰度值的动态范围扩大,以“点运算”的方式,使图像在其任意一个灰度级别都分布一样的像素数目,形成处理后的输出图像,最终使图像对比度得到改善。一幅图像的直方图能够反映出该图像中所含的所有灰度级别,以及该灰度级别像素数目之间的统计特征。通过直方图均衡化的处理方法,能够显著改善图像的对比度与亮度,使其细节清晰,增强图像整体对比度。

设经过上一步灰度预处理的图像上任意一点坐标为 (x, y) , 该点的灰度值是 f ; 而经过直方图均衡化处理之后的新图像灰度值为 h , 则可将均衡化视为图像上坐标为 (x, y) 的点 f 到 h 的映射过程。设灰度共 L 个级别, 定义 h 为两点之间的映射函数, 表示为:

$$h = EQ(f)$$

则 h 函数应满足以下条件^[6]: (1) 在区域 $0 \leq f \leq L-1$ 中, h 函数为递增函数; (2) 如果 $0 \leq f \leq L-1$, 则应有 $0 \leq h \leq L-1$ 。

为满足以上条件, 此处引入累积分布函数作为两点之间的映射函数, 即有:

$$h = EQ(f) = \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n} (k=0, 1, 2, \dots, L-1)$$

其中, 所采集的病害图样中像素总和以 n 表示, 灰度级为当前值的像素之和以 n_j 表示, 灰度共 L 个级别。

根据以上的映射方法, 即可结合原始采集病斑叶片图像灰度, 通过映射算法取得均衡化之后的灰度值。具体做法是: 首先根据灰度化之后的原始叶部病害图像求得其灰度直方图的分布状况, 并得到其统计结果; 在此基础上以累积分布函数作为映射函数, 实现图像的直方图均衡预处理。图 1 所示为直方图均衡预处理前后的对比。

由图 1 可知, 均衡化后在病害图像灰度值范围内均有直方图存在。在直方图均衡化处理前, 灰度值中低灰度含量比较高, 而处理后各灰度比例分配变得均衡, 因此图像质量得到显著改善, 对比度提高, 轮廓细节清楚, 病斑边界清晰。

2.3 基于改进矢量算法的快速中值滤波预处理

为了弥补直方图均衡处理的不足, 在均衡化之后还需对图像进行中值滤波。直方图均衡化处理之后的图像亮度往往

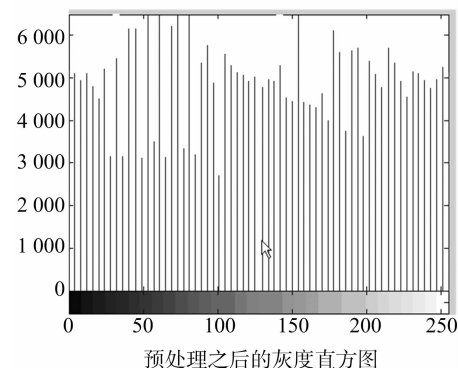
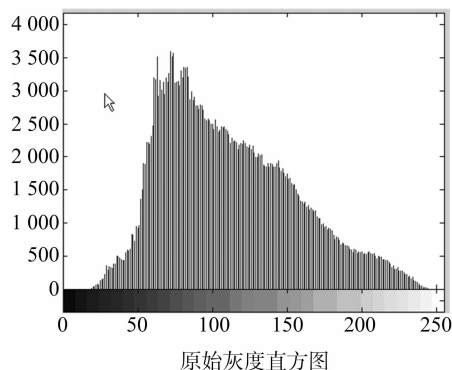


图1 直方图均衡预处理前后对比

比较高, 并且出现了一些伪边缘, 影响了对叶片的病害识别。本研究选取的是基于矢量中值滤波的方法, 通过非线性滤波技术, 保护目标图像边缘, 滤除图像噪声。

矢量中值滤波的处理方法优势在于精度很高, 但传统的算法涉及到过多的运算量, 在系统分析的实时性方面表现不能尽如人意^[7]。本研究以改进的快速矢量算法实现中值滤波, 对于运算区域之内的数据仅考虑某一时刻移入的数据与移出的数据, 较好地降低了由于传统矢量中值滤波的排序而导致的大量运算, 改进的算法具体为:

(1) 矢量 V_i 若位于滑动窗内, 则以如下的方式确定该矢量的 2 范数:

$$S_i = \|v_i\| = \left(\sum_{j=1}^m |r_j|^2 \right)^{1/2}, i=1, 2, \dots, n$$

上式中, V_i 的每一个分量以 r_j 表示; V_i 的所有分量的数目以 m 表示。

(2) 设中心像素为 V_c , 其矢量的 2 范数为 S_c , 将待处理集合里的成员进行归类, 归类标准为各个成员的 2 范数小于、大于和等于 S_c 的 2 范数, 记 2 范数小于 S_c 的成员个数为 n_1 , 2 范数等于 S_c 的成员个数为 n_2 。假若这 2 组个数均不大于阈值 th , 则该窗口的中值滤波终止。如果不满足小于或等于阈值 th , 则转下一步。

(3) 对矢量 V_i 的 2 范数排序, 可得序列 $S(S_{(1)} \leq S_{(2)} \leq \dots \leq S_{(N)})$, 只取位于序列中部的子序列, 成员数目为 t 个, 将与其关联的 V_i 择出, 构建新集合 T 。

(4) 对属于新集合的全部矢量, 求得其分量的加权平均, 从而构建出由加权平均所组成的矢量 $V_{na} = (r_1, r_2, \dots, r_m)$ 。

(5) 计算此矢量 $V_{na} = (r_1, r_2, \dots, r_m)$ 与新集合 T 里所有成员的距离, 将其中的 p 个较小值构建集合 R 。

(6)以矢量中值滤波算法处理集合 R ,保留处理的结果,本滑动窗滤波完毕。

(7)通过增减数据开始下一窗口的滤波操作。

对于以上步骤中 t, p 等参数的取值,考虑到参数 t 的作用是简化运算,增强系统分析的实时性,如果 t 值过小则难以达到预期效果。结合已有的一些研究成果,在 3×3 窗口,本研究将其值取为 6;参数 p 的作用为降低噪声,结合已有的一些研究成果,在 3×3 窗口,将其值取为 4。经过反复试验, t, p 等参数的取值可以满足处理需求。经过中值滤波处理之后,叶片病害图像的边缘依旧清晰,噪声污染也得到了有效的去除。

2.4 基于改进 FCM 的图像分割

对于作物病害的图像分割,不少研究成果均引入了模糊理论。标准模糊聚类分割算法是一种较为常用的方法,但是这种方法涉及到较为大量的运算,当作物病害图像样本数目较多时效率明显降低。文献[8]提出一种改进的快速模糊聚类分割算法,通过图像的灰度级来取代复杂度较高的图像数据,使算法效率得到较为显著的提升。本研究在图像分割阶段引入这种方法,定义目标函数为^[9]:

$$J_m(U, V) = \sum_{k=0}^{L-1} \sum_{i=1}^c (\mu_{ik})^m (d_{ik})^2 h(k)$$

其中, μ_{ik} 的含义是待处理图像中像素 k 对第 i 个均值聚类隶属的程度; d 的含义是像素 k 与第 i 个均值聚类之间的有效距离; $h(k)$ 的含义是待处理图像中像素灰度为 k 的个数,引入 $h(k)$ 可以通过图像的灰度级来取代图像数据样本,降低计算复杂度与计算量。以下式计算待处理图像样本的 c 个聚类中心:

$$v_i = \frac{\sum_{k=0}^{L-1} (\mu_{ik})^m h(k) k}{\sum_{k=0}^{L-1} (\mu_{ik})^m h(k)} (i = 1, 2, \dots, c)$$

迭代过程为:

(1)获取待处理图像样本的灰度级 ($k = 0, 1, 2, \dots, L - 1$),对各类参数进行初始化,迭代次数以 r 表示,确定聚类中心的数目;

(2)计算待处理图像样本的 c 个聚类中心;

(3)以计算出的聚类中心去刷新模糊分类矩阵,得到新的分类矩阵;

(4)如果新的分类矩阵与原矩阵之差小于某个预先设定阈值 ε ,则迭代结束,否则 r 值增 1,回到(2)。

迭代结束之后,把图像的每一个灰度级别以其隶属度为标准进行归类,将归类之后的灰度级与像素进行关联,从而得到分割图像。可知对于灰度级为 L 的图像样本,传统的聚类方法数据量为样本所含的像素数目,而优化的方法则使其减少到 L ,提升了处理效率。

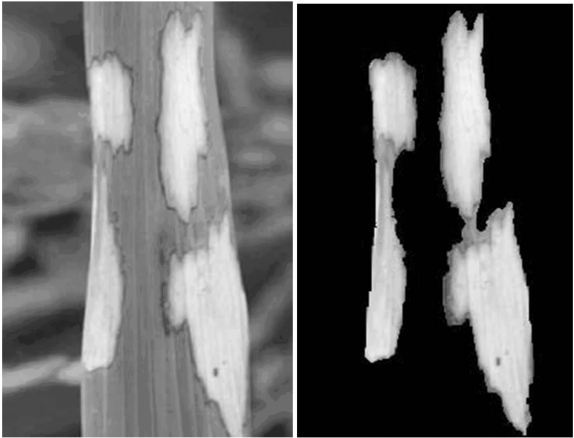
结合文献[8]与文献[10]选取聚类算法中参数 m 与 ε, c 的值,将 m 取值为 3, c 取值为 2, ε 取值为 0.1。分别以传统的标准模糊聚类分割算法与改进算法对相同图像进行处理,选取迭代次数、首次迭代时间以及最优值 J_m 进行比较,结果如表 1 所示。

由表 1 的比较数据得出,在最优值和迭代次数一致的前提下,改进聚类分割算法的首次迭代时间显著低于传统算法,可以证明基于改进算法的 FCM 在提升图像分割效率方面的有效性。图 2 所示为已改进算法的 FCM 分割之后的效果。

至此,水稻叶片病斑已被完整分割,可以为后续的水稻病

表 1 传统算法与优化算法的性能比较

水稻病害叶片图像	比较指标	传统聚类分割算法	改进聚类分割算法
早育稀植水稻纹枯病图像	迭代次数	36	36
	首次迭代时间	126 s	1.3 s
	最优值	75 469.33	75 469.46



原始病斑 分割病斑
图2 北方早育稀植水稻纹枯病图像分割效果

害识别以及精确施药等操作奠定良好的基础。

3 小结

本研究基于图像处理技术和模式识别技术,以水稻纹枯病为例,对采集到的病害图像引入灰度预处理、直方图均衡化和中值滤波,并结合水稻病害图像的具体特征对以上方法进行了调整或者优化,为病害进一步的智能化识别打下良好的基础。

参考文献:

[1]刘立波,周国民. 基于多层感知神经网络的水稻叶瘟病识别方法[J]. 农业工程学报,2009,25(增刊):213-217.
[2]许志刚. 普通植物病理学[M]. 北京:中国农业出版社,2002:236-237.
[3]刘立波. 基于图像的水稻叶部病害诊断技术研究[D]. 北京:中国农业科学院研究生院,2010.
[4]刘兴,刘庆祥. 一种彩色图像转换为灰度图像的算法[J]. 现代电子技术,2007,6(6):134-135,138.
[5]张建德,邵定宏. 改进的基于彩色空间距离的图像灰度化算法[J]. 机械与电子,2008(1):63-65.
[6]Toews M D, Pearson T C, Campbell J F. Imaging and automated detection of *Sitophilus oryzae* (Coleoptera:Curculionidae) pupae in hard red winter wheat[J]. Journal of Economic Entomology,2006,99(2):583-592.
[7]毛文华. 基于机器视觉的田间杂草识别技术研究[D]. 北京:中国农业大学,2004:1-94.
[8]叶秀清,顾伟康,肖强. 快速模糊图像分割算法[J]. 模式识别与人工智能,2006,9(1):66-70.
[9]徐月芳. 基于遗传模糊 C-均值聚类算法的图像分割[J]. 西北工业大学学报,2002,30(4):549-553.
[10]高新波,裴继红,谢维信. 模糊 C-均值聚类算法中加权指数的研究[J]. 电子学报,2010,28(4):80-83.