

文章编号: 1674-8085(2017)01-0056-06

基于颜色信息的水稻稻曲病图像分割算法研究

刘 清^{1,3}, 刘 春², *罗文浪^{1,3}, 龙满生^{1,3}, 孙惠敏⁴, 吕敬祥^{1,3}

(1.井冈山大学电子与信息工程学院, 江西, 吉安 343009; 2.同济大学科学技术研究院, 上海, 200092; 3.流域生态与地理环境监测国家测绘地理信息局重点实验室, 江西, 吉安 343009; 4.井冈山大学生命科学院, 江西, 吉安 343009)

摘 要: 提出一种从颜色空间进行稻曲病图像的稻曲球分割算法, 通过研究稻曲病图像颜色空间的各颜色分量对应坐标值的比值, 分析颜色分量的色差模型, 找到稻曲球、稻穗和叶片之间颜色信息的不同分布区域, 采用动态阈值法有效分割稻曲球。图像分割实验结果表明所提算法的有效性, 为后续进一步研究稻曲病的图像特征提取与图像识别等提供研究基础。

关键词: 稻曲病; 颜色分量; 色差模型; 图像分割

中图分类号: S435.111

文献标识码: A

DOI:10.3969/j.issn.1674-8085.2017.01.011

RESEARCH ON IMAGE SEGMENTATION ALGORITHM BASED ON COLOR INFORMATION OF RICE FALSE SMUT

LIU Qing, LIU Chun, *LUO Wen-lang, LONG Man-sheng, SUN Hui-min, LV Jing-xiang

(1. School of Electronics and Information Engineering, Jinggangshan University, Ji'an, Jiangxi 343009, China;

2. Office of Science and Technology, Tongji University, Shanghai, 200092, China;

3. Key laboratory of watershed ecology and geographical environment monitoring (NASG), Jiangxi Province, Ji'an, Jiangxi 343009, China;

4. School of Life Science, Jinggangshan University, Jiangxi Province, Ji'an, Jiangxi 343009, China)

Abstract: We propose a novel algorithm of chlamyospore segmentation based on color space of rice false smut color image. Due to discussing the mutual coordinate values of three color components about rice false smut color image, and analyzing the color difference mode of color components, the different distribution region of chlamyospore, ear of rice and the rice leaves will be found. Then chlamyospore can be correctly segmented through the dynamic threshold. The results of segmentation experiment show that the proposed method is effective, which can provide the research basic for further studying on image feature extraction and pattern recognition of rice false smut.

Key words: rice false smut; color component; color difference mode; image segmentation

0 引言

水稻稻曲病是一种由真菌类[Ustilaginoidea

virens (Cooke) Tak.]感染产生的水稻穗部病害, 会严重影响水稻的产量与品质^[1-2]。随着水稻高产品种的推广, 施肥水平的提高, 稻曲病危害也渐趋加重,

收稿日期: 2016-05-26; 修改日期: 2016-11-28

基金项目: 江西省教育厅落地计划项目(KJLD13066); 江西省教育厅科技计划项目(GJJ14560); 流域生态与地理环境监测国家测绘地理信息局重点实验室资助课题(WE2015014); 江西省科技支撑计划重大项目(20152ACF60011)

作者简介: 刘 清(1977-), 男, 江西吉水人, 副教授, 博士, 主要从事遥感影像分析、作物病虫害研究(E-mail:liuqing@jgsu.edu.cn);

刘 春(1973-), 男, 江苏海门人, 教授, 博士, 博士生导师, 主要从事遥感地理信息系统研究(E-mail:Liuchun@tongji.edu.cn);

*罗文浪(1967-), 男, 江西泰和人, 教授, 博士, 主要从事科学计算、大气遥感参数反演研究(E-mail:Wen8102011@126.com);

龙满生(1977-), 男, 江西万载人, 副教授, 博士, 主要从事遥感影像分析、作物病虫害研究(E-mail:48134694@qq.com);

孙惠敏(1985-), 女, 河北唐山人, 博士后, 主要从事水稻病虫害抗性研究(E-mail:442854631@qq.com);

吕敬祥(1977-), 男, 湖南邵阳人, 副教授, 博士, 主要从事无损检测、物联网技术研究(E-mail:2625440855@qq.com)。

普遍发生于国内的黑龙江、湖南、江西、浙江、云南、广东等省份，也广泛分布于欧美非洲等国外水稻主产区。目前稻曲病的危害已引起国内外植保、育种专家学者的广泛关注^[3]。针对稻曲病的学术研究起步晚^[4]，特别是稻曲病的病情分级还没有统一的标准，大多数研究者依据取样方式与观察角度对病级进行划分。有的研究者依据单穗发病粒数来划分稻曲病的病级^[5,6]，也有根据稻曲球纵横径比、百粒重、单穗实粒重、结实率、损失率等病情指标来划分病级的等等^[7]。实际上，上述方法很大程度上依赖主观性，是否能开发出机器自动识别病情级别的技术值得进一步研究。目前，彩色图像处理技术的研究与应用日渐成熟^[8]，例如谈英等^[9]提取苹果颜色及重量两个特征参数，通过权重分析法融合两个特征参数，实现苹果的自动化分级。熊俊涛等^[10]利用改进的 K-means 聚类分割法结合优化 Hough 圆拟合方法实现柑橘果实的彩色图像分割；张瑞合等^[11]根据西红柿与叶子的颜色差异，用直方图的曲线分割法来分割出绿色叶片背景下的红色番茄，从而实现识别的目的；徐惠荣等^[12]提取可见光彩色图像的颜色特征，建立柑橘、树叶、树枝在 R-B 颜色分量的色差模型，并利用动态阈值法将柑橘从背景

中分割出来。考虑到在自然光照下的稻曲病图像也涵盖丰富的色彩信息，从而为稻曲病图像的颜色信息分析与利用提供了新的方向与可行性。

因此，本文尝试从稻曲病的图像信息进行研究，通过建立颜色模型上的色差信息特征，并对稻曲球进行图像层的分割。本文的研究工作可以为后续稻曲病的受害程度分级提供参考与借鉴。

1 稻曲病的颜色空间信息

在水稻稻曲病图像的颜色信息提取与分析过程中，用经典的 RGB 彩色模型来研究和分析图像目标的各颜色分量值，即红色(R)、绿色(G)、蓝色(B)三个分量取值。如图 1 所示，稻曲病图像来自互联网，图像目标主要包括稻曲球、稻穗、叶片三种。针对原始图像中稻曲球、稻穗、叶片等感兴趣区域 ROI(Region of Interest)，如图 2 所示，进行颜色信息提取与分析，即分别获取 ROI 中各像素点 R、G、B 值。然后，利用颜色分量的值，分析目标中各自的颜色分量之间的统计特性并进行比较，从而进一步探究能代表或描述该稻曲病图像中各目标的颜色特征，为下一步稻曲球的分割研究提供依据。



图 1 稻曲病原始图像
Fig.1 Original image of rice false smut



图 2 感兴趣区域(ROI)-稻曲球、稻穗、叶片
Fig.2 The ROI of chlamyospore, spike and leaf

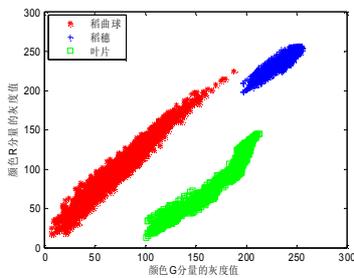


图 3 稻曲病图像颜色 G 分量与 R 分量灰度值对比
Fig.3 The ratio of color component G and R about rice false smut

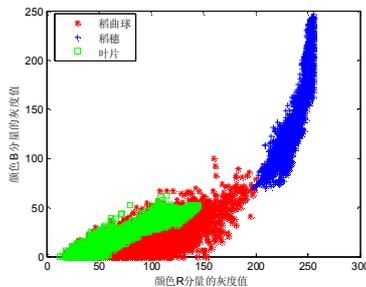


图 4 稻曲病图像颜色 R 分量与 B 分量灰度值对比
Fig.4 The ratio of color component R and B about rice false smut

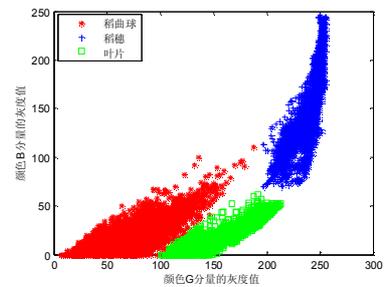


图 5 稻曲病图像颜色 G 分量与 B 分量灰度值对比
Fig.5 The ratio of color component G and B about rice false smut

从图 3 可以看出,颜色空间的 G 分量与 R 分量对应的坐标值分布中,稻曲球、稻穗、叶片三者分布于不同区域,不存在重叠区域;图 4 的分布结果可以看出,颜色空间的 R 分量与 B 分量对比发现,稻曲球、稻穗、叶片三者都有分布在 45° 对角线上的部分灰度值,且稻曲球与叶片重叠较多;由图 5 显示结果表明,颜色空间的 G 分量与 B 分量对应的坐标值分布中,稻曲球、稻穗、叶片三者大部分都分布在 45° 对角线下方,且稻曲球和叶片临近分布几乎成片。此外,由图 3 可以看出,稻曲球、稻穗和叶片的颜色分量 R-G 之间对应坐标值分布在不同区域,也就是说在颜色分量之间它们各自有对应的区域分布特征,从而可以为图像目标分割找到有效依据。而且,稻曲球的色差 R-G 的平均值比 G-B 和 R-B 的平均值要大,如图 6 所示。显然,在用颜色分量的色差 R-G 指标得到的图像中,稻曲球与图像背景间的差异较大,从而为实现稻曲球的有效分割提供依据。



图 6 稻曲病图像的色差分析结果

Fig.6 The result of color difference mode about rice false smut

2 稻曲病的图像分割算法

阈值分割算法是图像分割算法中典型的算法,其基本思路是:利用图像的灰度值或灰度分布特征来设置一个最佳阈值,然后将图像中每个像素点的灰度值逐个与设定阈值进行比较,根据比较结果再将像素分到对应的类别中。目前,图像目标分割研究方法应用较多的是动态阈值算法,即在图像目标分割过程中不固定分割阈值,而是动态调整阈值大小的分割方法。由于自然环境中采集的图像,目标灰度值本身所具有的模糊性或随机性,致使目标区域本身具有局部特性,因此,采用动态阈值分割在一定程度上可以与目标图像区域的局部性质相适应,分割处理也更为合理,所以本文采用动态阈值法进行稻曲球的分割研究。

动态阈值设置为^[12]:

$$T = \mu T_{res} + \frac{(1 - \mu) \left(\sum_{[M,N]} (R - G) \right)}{MN} \quad (1)$$

其中 $Thresh$ 为全局阈值, μ 为调整参数, $[M,N]$ 为参与运算像素的领域模板大小。由公式 (1) 可见, 阈值 T 不是固定不变的, 而是随着像素的移动, 因其领域取值不同而发生变化, 从另外一个角度讲, 阈值 T 的取值和像素的局部特性密切相关。

利用动态阈值分割图像的算法步骤:

1) 确定一个全局阈值, 在此可取 $Thresh = \max(R-G) - \min(R-G)$;

2) 选择像素的领域模板大小即 $M、N$ 的取值, 一般取 $3*3$ 或 $5*5$;

3) 设置调整参数 μ 的取值大小, 开始图像的分割计算, 分割的规则是:

$$f(x, y) = \begin{cases} 0 & (R - G) > T \\ 255 & (R - G) < T \end{cases}$$

4) 重新设置调整参数 μ 的取值大小, 进行第三步计算, 观察并分析分割结果, 直到分割效果达到要求为止。

3 实验结果分析

根据式(1)所示的动态阈值设置方法, 以及按照第二节提供的分割算法步骤进行程序代码设计, 并进对稻曲病原始图像进行稻曲球的分割实验。实验时使用的电脑配置是 CPU 为 I3-3110, 4G 内存, 独立显卡 AMD Redeon HD8570 软件是 MATLAB7.0 (R14)版本。



图 7 稻曲球的图像分割结果

Fig.7 The segmentation result of chlamyospore

如图 7 所示, 首选建立原始稻曲病图像的色差 R-G 图像, 并进行灰度直方图均衡化, 得到图 (b) 的结果; 然后利用本文的动态阈值分割算法进行稻曲球的分割, 设置 $u=0.6$ 得到分割结果图 (c); 同理, 设置 $u=0.2$ 得到分割结果图 (d), 有更多细节能被分割出来。可见, 参数 μ 的取值对分割结果影响较大。总体来说, 本文利用颜色信息进行稻曲球的分割还是有效的。

4 结论

本文主要在颜色空间研究稻曲病图像进行稻曲球的图像分割算法, 通过分析颜色空间的分量之间对应的坐标值对比及色差信息, 找到稻曲球、稻穗和叶片之间的不同分布区域, 从而为稻曲球的有效分割找到可靠依据。在阈值分割算法中, 参数的设置比较重要, 可以影响分割实验结果。当然, 也可以通过其他模式识别的方法进行分类或聚类, 达到有效分割稻曲球的目的, 同时还可以进一步对不同受害程度的稻曲病进行分割与识别研究, 这也是今后研究工作的方向。

参考文献:

- [1] Tanaka E, Ashizawa T, Sonoda R, et al. *Villosiclava virens* gen. nov., comb. nov., the teleomorph of *Ustilaginoidea virens*, the causal agent of rice false smut[J]. *Mycotaxon*, 2008, 106(1): 491-501.
- [2] 姜慎,唐春生,谭志琼. 国内外稻曲病研究现状[J]. *热带农业科学*, 2010, 30(3): 62-66.
- [3] 王文斌,张荣胜,罗楚平,等. 中国主要稻区稻曲病菌的生物学特性及群体遗传多样性[J]. *中国农业科学*, 2014, 47(14): 2762-2773.
- [4] 张俊喜,成晓松,宋益民,等. 中国水稻稻曲病研究进展[J]. *江苏农业学报*, 2016, 32(1): 234-240.
- [5] 邓根生,刘铸德,杨治华. 稻曲病分级标准研究[J]. *陕西农业科学*, 1989, 4: 23-25.
- [6] 唐春生,高家樟,曹国平,等. 稻曲病病情分级标准的研究和应用[J]. *湖南农业大学学报*, 2000, 26 (2): 122-124.
- [7] 李宪. 药剂浸种防治稻曲病和品种抗病性鉴定[J]. *安徽农业科学*, 1996, 24(3): 245-246.
- [8] 吕强,蔡健荣,赵杰文,等. 自然场景下树上柑橘实时识别技术[J]. *农业机械学报*, 2010, 41(2): 185-188.
- [9] 谈英,顾宝兴,姬长英,等. 基于颜色和重量特征的苹果在线分级系统设计[J]. *计算机工程与应用*, 2016, 52(2): 219-222.
- [10] 熊俊涛,邹湘军,彭红星,等. 采摘机械手扰动柑橘的实时识别与采摘点确定[J]. *农业机械学报*, 2014(08): 19-25.
- [11] 张瑞合,姬长英,沈明霞,等. 计算机视觉技术在番茄收获中的应用[J]. *农业机械学报*, 2001, 32(5): 50-58.
- [12] 徐惠荣,叶尊忠,应义斌. 基于彩色信息的树上柑橘识别研究[J]. *农业工程学报*, 2005, 21(5): 98-101.