

师 韵,王 震,王旭启,等. 基于改进遗传算法的最大熵作物病害叶片图像分割算法[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):453-455.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.142

基于改进遗传算法的最大熵作物病害叶片图像分割算法

师 韵,王 震,王旭启,张善文

(西京学院电子信息工程系,陕西西安 710123)

摘要:作物病害叶片图像分割是病害识别中的一个关键步骤。为了分割照度不均匀的病害叶片图像,在最大熵和遗传算法(genetic algorithm,GA)的基础上,提出了一种作物病害叶片图像分割方法。将信息熵作为 GA 的适应度函数,将最大熵作为遗传算法的收敛准则。经过遗传操作,得到最佳阈值,由此进行病害叶片图像分割。玉米病害叶片图像的试验结果表明,该方法能够自动、有效地选取阈值,分割效果优于其他 3 种算法,并能保留原始病害叶片图像的主要病斑特征。

关键词:最大熵法;改进遗传算法;图像分割;作物病害;叶片病斑

中图分类号: TP391.41;S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-00453-02

作物病害叶片图像分割是一种基本的计算机视觉技术,也是由叶片图像处理进入病斑分析、识别的关键步骤,一直是作物叶片图像处理领域的一项重要研究内容。作物叶片的病斑特征直接反映作物病害的危害程度,病斑是作物病害识别的依据。利用图像处理技术进行作物病害叶片图像分析和识别以及病害的智能化诊断已经成为一个重要研究方向^[1-4]。目前已经有多种作物病害的识别方法,这些方法均是利用作物病害叶片进行病害识别,其关键步骤是从病害叶片图像中将病斑图像分割出来^[5]。实践表明,病斑图像分割效果直接影响后续病害识别算法的准确率。Valliammal 等提出了基于模糊聚类的病害叶片分割方法,取得了较好的分割效果^[6-7];任玉刚等提出了一种基于分水岭算法的作物病害叶片分割方法^[8];王红君等提出了一种基于分水岭与自动种子区域生长相结合的危害叶片分割方法,利用该方法能够在复杂背景下将叶片病斑完整地分割出来^[9];耿长兴等提出了一种基于可见光波段的黄瓜霜霉病的分割方法^[10]。由于病害叶片的复杂多样性,使得上述这些分割方法均有各自的适合场合,不能对所有病害叶片图像分割的效果都有效。本研究将遗传算法(genetic algorithm,GA)和最大熵阈值法有机地结合起来,提出一种作物病害叶片病斑分割方法,并应用于病害玉米叶片图像分割中。该算法有效提高了病害叶片图像的分割速度,增强了分割算法的实时处理能力。

1 最大熵阈值分割原理

最大熵图像分割算法在图像质量较好和背景稳定变化时,可以取得比较理想的分割结果。对于灰度范围为 0~255 的病害叶片图像,假设图中灰度级低于 t 的像素点构成病斑区域(G_i),灰度级高于 t 的像素点构成背景区域(G_i),则各个

灰度级在两区域的分布概率分别为:

$$g_i = \frac{P_i}{P_i}, i = 1, 2, \dots, t; \quad (1)$$

$$G_i = \frac{P_i}{1 - P_i}, i = t + 1, t + 2, \dots, 255. \quad (2)$$

式中: P_i 为第 1 个灰度值, $P_i = \sum_{i=0}^t P_i$ 。

病斑区域和背景区域的熵分别为:

$$H_o(t) = - \sum_i g_i \lg g_i, i = 0, 1, \dots, t; \quad (3)$$

$$H_b(t) = - \sum_i G_i \lg G_i, i = t + 1, t + 2, \dots, 255. \quad (4)$$

定义熵函数为: $H(t) = H_o(t) + H_b(t)$ 。 (5)

当熵函数取得最大值时,对应的灰度值 T 就是所求的最佳阈值,即

$$T = \arg \max_{0 \leq t \leq 255} H(t). \quad (6)$$

2 最大熵算法与 GA 相结合的图像分割方法

最大熵算法的求解原理是在解空间中找到一个最优解,使得图像中目标与背景分布的熵最大。GA 是一种基于生物自然选择和遗传机理的随机搜索算法,具有强大的全局最优解搜索能力和信息处理的隐并行性以及应用的鲁棒性。只要检测少量结构就能反映搜索空间较大的区域,并可获得稳定的最优解。GA 是一个以适应度函数为依据,通过对种群中的个体施加遗传操作,实现种群内个体结构重组的迭代过程,逐渐逼近最优解。将 GA 与最大熵算法相结合,能够得到病斑图像分割的最佳阈值。其病斑图像分割过程描述如下:

- (1)数据输入。读入作物病害叶片图像,将其转换为灰度图像。
- (2)编码方式。将种群中的各个个体编码为 8 位二进制码,每个个体代表 1 个分割阈值,即用 00000000~11111111 之间的一个 8 位二进制代码代表一个图像分割阈值。
- (3)确定算法参数。种群规模 n 定为 20,最小迭代次数为 10。当迭代次数超过该值后,检查每代种群中最优个体适应度的变化,若变化很小,即终止算法。在运算的初始阶段取较大的交叉概率($P_c = 0.5$)和较小的变异概率($P_m = 0.02$),以便尽快搜索出最优个体。当迭代过程中种群个体的适应值难以继续增

收稿日期:2014-09-21

基金项目:国家自然科学基金(编号:61473237);陕西省教育厅专项科研计划(编号:XJ13ZD01)。

作者简介:师 韵(1968—),女,陕西西安人,硕士,工程师,主要从事计算机数据分析研究。E-mail:shiyun@xijing.edu.cn。

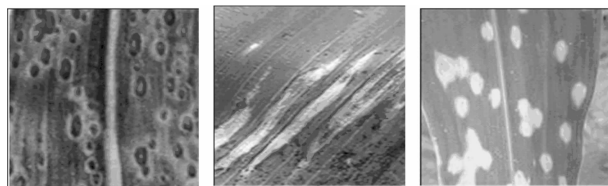
大时,将交叉概率减小 10%、变异概率增加 20%,由此可提高收敛速度,避免陷入局部极值。(4)种群规模设置。随机在 0~255 之间以同等概率生成 n 个个体 $I_1 \sim I_n$ 作为第 1 次寻优的初始种群。种群规模设置应该合理,若种群规模过大,则适应度评估次数增加,计算量增加;种群规模过小,可能会引起未成熟收敛现象。(5)适应度函数设计。适应度函数是对个体进行遗传操作的依据,要能反映个体进化的优良程度,即个体有可能达到或接近问题最优解的程度。本算法采用式(5)作为适应度函数。(6)解码。对二进制个体组解码为 0~255 之间的实数,求其适应度值。(7)选择操作。选择操作先进行赌轮法,再采用精英策略。其具体过程为先计算各个体的适应度的总和 S ,再随机生成 0~ S 之间一个随机数 k ,然后从第 1 个个体开始累加,直到累加值大于该随机数 k ,此时最后一个累加的个体便是要选择个体。如此重复形成用于繁殖的新种群。(8)交叉操作。采用单点交叉,在 $I'_1 \sim I'_n$ 中每次选取 2 个个体按设定的交叉概率进行交叉操作,生成新代的种群 $I''_1 \sim I''_n$ 。(9)变异操作。采用基本变异算子,按设定的变异概率随机从 $I''_1 \sim I''_n$ 中选择若干个个体,再随机从这些个体中选择某一位进行变异运算。从而形成新代种群 $I'''_1 \sim I'''_n$ 。(10)对经过遗传操作后的个体采用小生境技术,由于对适应度小的个体使用惩罚函数,可大幅提高其被淘汰的概率。(11)终止准则。没有满足某种停止条件,则继续上述操作,否则进入(5)。以迭代次数为终止条件,达到预定的最大迭代次数,则算法终止。当算法执行到最大进化代数(或满足终止条件),种群中的最高适应度值仍未发生变化(稳定条件)时,算法停止运行,具有最高适应度值的个体即为分割阈值;否则以新代种群 $I'''_1 \sim I'''_n$ 转到步骤(5)。本算法的终止准则,为当相邻 2 代的个体的平均适应度值小于 0.001 时停止迭代。

3 结果与分析

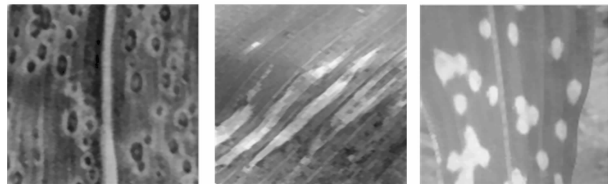
在 Matlab 7.0 环境下,编程实现本研究提出的基于最大熵和 GA 的病害叶片图像分割算法,并以实际采集到玉米病害叶图像为测试对象进行试验验证。试验所用的计算机的配置为 Intel Core Q6700 2.66 GHz 中央处理器,4 G 内存,Windows XP 操作系统。叶片图像的初始尺寸为 1 600 像素×1 200 像素^[1]。为提高处理速度,在实验室进行调整和剪切后尺寸为 512 像素×512 像素。

采集到的玉米病害叶片图像为 RGB 模型,它使用红、绿、蓝三原色的亮度来定量表示颜色。在 Matlab 7.0 中,1 幅大小为 $M \times N^{[2]}$ 的 RGB 彩色图像可以用一个 $M^{[3]} \times N^{[4]} \times 3$ 的矩阵来描述,图像中的每一个像素点对应于红、绿、蓝 3 个分量组成的三元组,各 R、G、B 单一矩阵里每个元素值表示该元素的灰度值。使用 `rgb2gray()` 函数将 RGB 叶片图像转换成灰度图像,利用本研究提出的图像分割方法进行病斑分割,本研究采用英国谢菲尔德大学开发的基于 Matlab 的 GOAT 工具箱。个体种群数目 $NIND = 20$ 、最大遗传代数 $MAXGEN = 100$ 、代沟 $GGAP = 0.9$ 、变量的二进制位数 $PRECI = 8$ 、选择、交叉和变异的算子分别取 GOAT 工具箱中的 `select`、`recombin` 和 `mut` 函数,其适应度函数选择为式(5)。经过 50 次迭代,选取阈值 $M = 112$,分割出的二值图像如图 1-C。由此可以看出,

本研究方法能较好地分离出病斑部分。为了突出本研究方法的优越性,图 1-D 给出了图像分割中常用的迭代阈值法的分割结果^[11]。通过对比发现,迭代阈值法的分割结果不完整,部分病斑发生了缺失现象,而且分割结果中还存在许多由于噪声和细小纹理所导致的小斑点,而这些小斑点对实际病害识别的意义不大。试验结果说明较之迭代阈值法,本研究方法能够取得更好的分割效果。



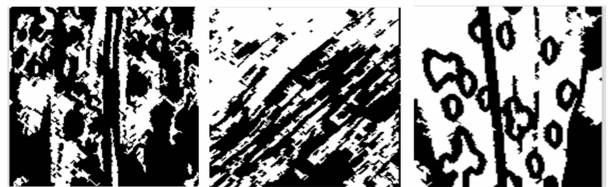
A.3 种玉米病害叶片原始图像



B.3 种玉米病害叶片灰度图像



C.基于本研究方法的 3 种玉米病斑图像



D.基于迭代阈值法的 3 种玉米病斑图像

图1 3 种玉米病害叶片及其分割的病斑图像

4 结论

为了改善作物病害叶片图像的分割效果,提出了一种基于最大熵和 GA 的病害叶片图像分割方法。该方法充分利用 GA 的最优寻优特性,将图像分割的信息熵作为适应度函数。试验结果表明,本研究方法能够对作物病害叶片图像进行准确分割,比其他病害叶片图像分割方法具有更好的分割效果。虽然本研究方法在分割的准确性上取得了较好的效果,但是,针对部分重叠病斑,本研究方法难以将它们完全分离,下一步拟对其进行改进以解决此问题。

参考文献:

- [1] Chaudhary P, Chaudhari A K, Cheeran A N, et al. Color transform based approach for disease spot detection on plant leaf[J]. International Journal of Computer Science and Telecommunications, 2012, 3 (6): 65-70.

李丹阳,李 彬,李江全. 基于北斗导航、百度地图的采棉机监控系统设计[J]. 江苏农业科学,2015,43(9):455-457.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.09.143

基于北斗导航、百度地图的采棉机监控系统设计

李丹阳,李 彬,李江全

(石河子大学机械电气工程学院,新疆石河子 832000)

摘要:针对采棉机田间作业的管理需求,采用北斗卫星导航(BDS)、百度地图 API 技术建立了采棉机监控系统。系统制定了车载终端与监控服务中心的通信协议,实现了对采棉机工况参数、位置、时间等信息数据的采集和解析;搭建了数据库,对采棉机地理信息及状态信息等数据进行统计管理,并实时显示在百度地图上。经实际应用,系统实现了预定功能,达到了预期目标,为采棉机公司对设备的维护和管理提供了有效途径。

关键词:北斗导航;百度地图 API;采棉机;监控系统

中图分类号: TP277.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)09-0455-03

棉花是新疆生产建设兵团的支柱产业之一^[1],随着现代农业机械化不断发展,新疆生产建设兵团正大力推广机采棉作业,仅八师 2013 年采棉机数量就有 400 多台。针对新疆机采棉分布地域广、采棉机数量多的特点,采棉机公司对于如何有效减少管理成本、提高采收效率有迫切需求。因此,建立采棉机监控系统对采棉机的信息化管理具有十分重要的意义。本研究设计了基于北斗卫星导航、百度地图 API 的采棉机监控系统,对采棉机进行跟踪服务,以期保证采棉机的安全,便于采棉机公司对设备的维护和管理,为公司提高经济效益提供有效的技术支持^[2]。

1 系统总体设计

采棉机监控系统在 .NET 环境下开发,采用 C# 语言编写,后台数据库选用 SQL Server 2010,应用北斗导航、地理信息及

无线通信技术,通过调用 Baidu Maps API,结合 JavaScript 语言实现采棉机基本信息管理、定位监控、工作状态实时显示等功能。

系统主要包括采棉机车载终端、监控服务中心两大部分,系统整体结构如图 1 所示。采棉机车载终端的主要功能是:利用内置北斗导航模块,定位采棉机位置信息和当前日期、时间,及时准确地获取采棉机工况参数,包括棉箱翻转状态、采摘头升降状态、发动机转速、风机转速、润滑脂加注和油耗等关键设备运行状态信息;通过内置 GPRS 模块,以 GPRS 流量方式将数据回传至监控服务中心^[3]。

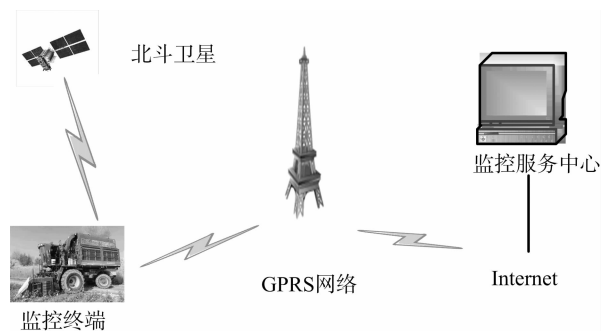


图1 系统整体结构

收稿日期:2014-09-25

基金项目:新疆生产建设兵团科技援疆项目(编号:2011AB024)。

作者简介:李丹阳(1991—),女,陕西西安人,硕士研究生,主要从事智能化检测与自动控制方向的研究。E-mail:332621764@qq.com。

通信作者:李江全,硕士,教授,硕士生导师,主要从事智能化检测与自动控制方向的研究。E-mail:515636176@qq.com。

[2] Al-Hiary H, Bani-Ahmad S, Reyat M, et al. Fast and accurate detection and classification of plant diseases[J]. International Journal of Computer Applications, 2011, 17(1): 31-38.

[3] Arivazhagan S, Newlinshiebiah R, Ananthi S, et al. Detection of unhealthy region of plant leaves and classification of plant leaf diseases using texture features[J]. Agric Eng Int, 2013, 15(1): 211-217.

[4] Song K, Liu Z K, Su H, et al. A research of maize disease image recognition of corn based on BP networks[C]//2011 Third International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, 2011: 246-249.

[5] 刁智华,宋寅卯,王 欢,等. 基于植物病斑的图像分割研究综述[J]. 农机化研究, 2012, 34(10): 1-5, 11.

[6] Valliammal N, Geethalakshmi S N. A novel approach for plant leaf

image segmentation using fuzzy clustering[J]. International Journal of Computer Applications, 2012, 44(3): 10-20.

[7] Arivazhagan S, Shebiah R N, Ananthi S, et al. Detection of unhealthy region of plant leaves and classification of plant leaf diseases using texture features[J]. Agric Eng Int, 2013, 15(1): 211-217.

[8] 任玉刚,张 建,李 森,等. 基于分水岭算法的作物病害叶片图像分割方法[J]. 计算机应用, 2012, 32(3): 752-755.

[9] 王红君,陈 伟,赵 辉,等. 复杂背景下植物叶片的彩色图像分割[J]. 中国农机化学报, 2013, 34(2): 207-211.

[10] 耿长兴,张俊雄,曹峥勇,等. 基于色度和纹理的黄瓜霜霉病识别与特征提取[J]. 农业机械学报, 2011, 42(3): 170-174.

[11] Tushar H J, Ravindra D B, Prashant G P. Crop disease detection using image segmentation[J]. World Journal of Science and Technology, 2012, 2(4): 190-194.