

# 基于 WMSNs 的温室植物病害远程监测系统

郑继亭<sup>1,2</sup>, 李 珺<sup>1</sup>

(1. 长安大学 信息与网络管理处, 陕西 西安 710064;  
2. 长安大学 信息工程学院, 陕西 西安 710064)

**摘要:**通过表面症状来判断植物染病的原因和确定其受害程度是目前植物病害诊断的常用手段。传统温室植物病害检测主要通过工作人员以现场查看的方式进行,存在效率低、检测不全面等不足。随着图像处理理论的发展,基于计算机视觉的植物病害自动检测识别技术成为目前的研究热点。针对温室作物病害自动检测的实际需求,设计开发了一种基于 WMSNs 的温室植物病害远程监测系统。首先运用无线多媒体传感器网络技术实现温室图像数据的采集和传输;然后运用模式识别技术实现温室作物病害检测;最后利用组态软件对系统的监控界面和病害检测界面进行组态,实现监测系统可视化。实验结果表明,构建的系统能够比较准确地识别病害作物,检测精确率达到 96%,具有很好的适用性。

**关键词:**无线多媒体传感器网络;植物病害;远程监测;组态软件;图像分割算法;线性判别分析

中图分类号:TN99

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2018)01-0174-04

doi:10.3969/j.issn.1673-629X.2018.01.037

## Remote Monitoring System for Greenhouse Plant Disease Based on WMSNs

ZHENG Ji-ting<sup>1,2</sup>, LI Jun<sup>1</sup>

(1. Department of Information and Network Management, Chang'an University, Xi'an 710064, China;  
2. School of Information Engineering, Chang'an University, Xi'an 710064, China)

**Abstract:** It is a common method for plant diseases diagnosis to determine the cause of disease and the degree of injury based on plant surface symptoms. Traditional greenhouse plant disease detection is mainly carried out by the staff in the field of view, with low efficiency and incomplete detection. With the development of image processing theory, the automatic detection and recognition of plant diseases based on computer vision has become a hot research topic. According to the needs of disease detection for greenhouse crop, a kind of remote monitoring system for greenhouse plant disease based on WMSNs is designed and implemented. Firstly, the system completes the acquisition and transmission of greenhouse image data based on wireless multimedia sensor network; then it realizes the detection of greenhouse crop diseases based on pattern recognition; finally, through configuration of the monitoring interface and disease detection interface based on configuration software, its visualization is achieved. The experiment shows that the system can accurately identify the disease crops with its accuracy rate by 96% and good applicability.

**Key words:** wireless multimedia sensor networks; plant diseases; remote monitoring; configuration software; image segmentation algorithm; linear discriminant analysis

## 0 引言

植物病害是指植物受到其他生物的伤害或由于不适宜的环境条件所引起的正常生理机能的破坏。植物病害发生后,其新陈代谢发生改变,进而引起植物细胞和植物外部形态的变化,通常将这种外观的变化称为症状。通过症状来判断植物染病的原因和确定其受

害程度是目前植物病害诊断的常用手段。传统温室植物病害检测主要通过工作人员以现场查看的方式进行,该方式不仅费时费力,而且存在检测不全面、效率低等不足<sup>[1-2]</sup>。

随着图像处理理论的发展,基于计算机视觉的植物病害自动检测识别技术成为目前的研究热点,国内

收稿日期:2017-01-05

修回日期:2017-05-11

网络出版时间:2017-09-27

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51278058);中央高校基本科研专项基金(2013G1241111,2014G1321035);陕西省自然科学基金(2012JM8011)

作者简介:郑继亭(1987-),女,硕士,工程师,研究方向为无线传感网络技术。

网络出版地址:cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20170927.0958.054.html

外提出了许多基于图像处理的植物病害检测方法。例如,文献[3]提出了一种基于视频监控的蔬菜病虫害远程诊断系统。该系统采用了有线布网方式将采集到的数据传输到监控端,从而进行植物病害决策。该系统虽然能较好地识别植物生长状态,但是传统的有线布网方式建设、维护成本较高且对传输距离、布线方式等具有不同要求。文献[4]进行了基于计算机视觉的水稻叶部病害识别研究。该研究在病害识别过程中的图片数据来源于前期采集,并不能够实现温室监控和病害检测一体化。

近年来,无线多媒体传感器网络(WMSNs)技术的发展为以视频监控为核心的温室远程监控方案提出了新的设计思路<sup>[5]</sup>。针对上述不足,文中提出了一种基于 WMSNs 的温室植物病害远程监测系统。该系统以 WMSNs 为硬件基础,采用 HOG 特征与 Fisher 分类器相结合的算法完成植物病害识别,并通过组态软件完成了监控终端系统软件的设计。测试表明,该系统不仅能实时监测温室作物生长状态,并能及时准确地自动判断植物的病害状况,从而减少因病害导致的产量下降。

### 1 系统总体设计

WMSNs 是众多多媒体传感器节点组成的有自组织能力的无线网络,能够将传感器采集的多媒体数据(视频、图像、音频等)传输到网关节点,网关节点将数据通过互联网传送至用户进行监控<sup>[6-7]</sup>。基于上述思想,文中构建的基于 WMSNs 的温室植物病害远程监测系统如图 1 所示。



图 1 温室植物病害远程监测系统

系统主要采用包含 CMOS 高清摄像头的无线多媒体传感器节点构成 WMSNs,实现将摄像头采集到的视频信息传送到监控中心服务器,在监控中心完成温室环境信息的实时监控。

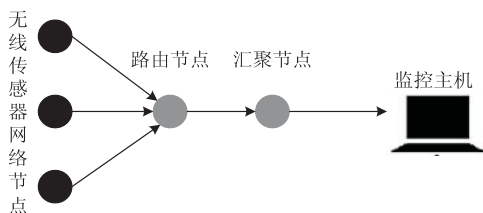


图 2 多媒体传感器网络结构

构成多媒体传感器网络结构如图 2 所示。传感

器节点主要用来挂接各种传感器,如 CMOS 摄像机,传感器采集的数据传给汇聚节点,再经过汇聚节点传给监控平台,继而执行病害检测。

图像采集模块采用了 OV7640 CMOS 图像传感器芯片,像素为 30 万,具有可编程控制与视频模/数混合输出的功能,对低亮度信号有高敏感度。它可以提供每秒 30 帧的图像处理速度。操作电压只需 2.5 V,能够对图像实现自动控制,如自动曝光、自动白平衡、自动控制亮度等,所以采集的图像清晰稳定<sup>[8]</sup>。

### 2 系统软件设计

#### 2.1 软件总体设计

系统软件结构如图 3 所示。根据设计目标,从功能角度将系统划分为 3 个模块:实时监控模块、植物病害检测模块、组态界面模块。

(1)实时监控模块:主要是为用户提供现场图像信息,通过实时传输,用户可以在监控中心查看温室作物实时的生长状况。

(2)植物病害检测模块:主要是由系统自主检测温室作物是否出现病害,并在发生病害时向用户提供警告。

(3)组态界面模块:提供了友好的人机界面,用户可在 PC 机上远程监控温室作物状况。

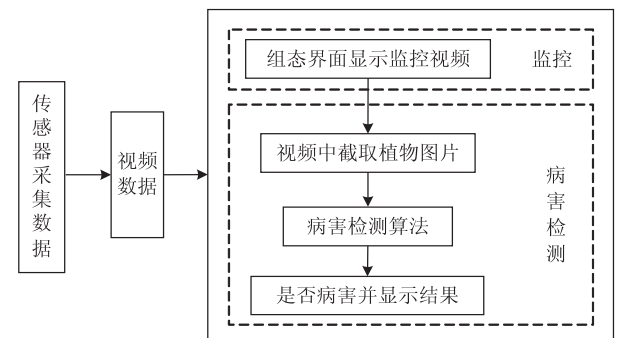


图 3 系统软件设计

#### 2.2 组态界面设计

通过组态软件把温室监控系统中传感器采集到的数据直观显示在 PC 机的显示屏上,并存入组态系统中的数据库,实现安全、实时的工业监视和控制。

界面开发采用北京亚控公司开发的组态王上位机组态软件。使用组态王提供的超级文本显示控件及相关函数来完成画面的设计。采用组态王提供的动画连接技术及相关函数实现了温室实时监控。在此基础上,采用动态数据交换(DDE)技术实现组态王与病害判决程序之间的数据交换。上位机主控程序将 CCD 摄像机采集到的植物图片传送到病害盘踞程序中进行植物病害检测,检测结果通过文本的形式传输到组态

王进行显示<sup>[9]</sup>。

### 3 作物病害检测方法

绝大多数植物病害都通过外部症状,即叶片形状颜色表现出来,通常病害的植物叶片与健康植物叶片有很明显的差异,利用该差异可以实现作物病害的检测<sup>[10]</sup>。以黄瓜叶点霉叶斑病为例,阐述植物病害检测算法的设计。

植物病害检测部分的整体结构主要包括:

(1) 图像分割:从输入图像中提取感兴趣区域,即待检测区域;

(2) 特征提取:提取感兴趣区域的 HOG 特征;

(3) 分类:与正负样本的特征进行比较,决定输入图片是否为病害。

在分类阶段的正样本(病害样本)和负样本(健康样本)都是经过 WMSNs 节点采集,正样本选取了 2 000 张图片,负样本选取了 1 000 张图片,进行训练得到分类模型,进而判断植物是否发生病害<sup>[11]</sup>。

以 WMSNs 采集到的一张黄瓜叶点霉叶斑病图片为例,对植物病害检测的具体过程进行说明。

#### 3.1 图像自适应阈值分割

在现有的图像分割方法中,自适应阈值分割方法可根据具体问题将图像分成若干子区域分别选择阈值,适用于物体和背景的对比度在图像中的各处不同情况,因此文中采用自适应阈值分割算法。

阈值分割算法的关键是确定阈值,只有确定合适的阈值才能准确地实现图像分割。阈值确定后,将阈值与像素点的灰度值逐个进行比较,像素分割可对各像素并行地进行,分割结果直接给出图像区域。对于健康的黄瓜叶和感染黄瓜叶点霉叶斑病的黄瓜进行阈值分割,对比结果如图 4 和图 5 所示。

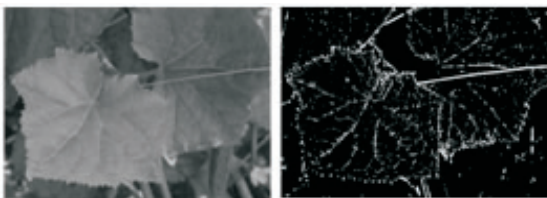


图 4 健康的黄瓜叶阈值分割

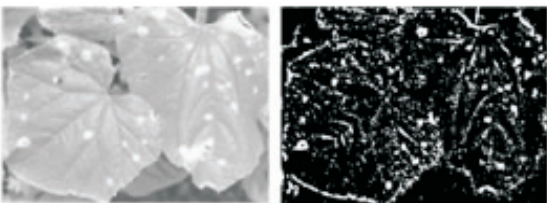


图 5 感染黄瓜叶点霉叶斑病阈值分割

#### 3.2 图像 HOG 特征提取

方向梯度直方图(Histogram of Oriented Gradient,

HOG)可通过梯度方向直方图特征来表述物体,从而得到物体的特征集<sup>[12]</sup>。特征提取流程一般是:将图片分为小的连通区域,记为细胞单元;采集图像中每个细胞单元的像素对应的梯度直方图;将所有细胞单元的梯度直方图进行组合,得到图片的 HOG 特征描述<sup>[13-14]</sup>。文中通过将细胞单元扩展为更大的块,再对这些块进行对比度归一化,从而提高特征提取的性能。

提取一张图片的 HOG 特征的过程如下:

(1) 灰度化待处理的图片;

(2) 对输入的图片进行 Gamma 校正,实现颜色空间的归一化,从而降低图片中阴影部分和光照对图片产生的影响,提高图片的对比度,并且能降低噪音的干扰;

(3) 通过计算图像中每个像素点梯度的大小和方向,能够得到图片的轮廓信息,且能降低弱光对图片造成的干扰;

(4) 以像素为单位将图片划分为很多细胞,记为 cell;

(5) 通过统计每个 cell 的梯度直方图,就可得到每个细胞的特征描述;

(6) 几个 cell 组成一个块,记为 block。例如  $2 * 3$  个细胞组成一个块,将一个块内所有细胞的特征描述结合起来,就得到该块的 Hog 特征描述;

(7) 将图片所有的块的特征描述结合起来得到新的特征描述就是这张图片的特征描述,也就是这张图片的 Hog 特征。

#### 3.3 线性判别分类

线性判别式分析的基本思想是将高维的模式样本投影到最佳鉴别矢量空间,以达到抽取分类信息和压缩特征空间维数的效果。使用这种方法能够使投影后模式样本的类间散布矩阵最大,并且同时使类内散布矩阵最小,能够保证投影后模式样本在新的空间中有最佳的可分离性<sup>[15]</sup>。文中分类阶段采用 Fisher 线性判别分析方法<sup>[16]</sup>。

假设用于训练的  $n$  个样本的 HOG 特征为  $x_1, x_2, \dots, x_n$ , 维数为  $d$ , 它们分别属于两个不同的类别,其中大小为  $n_1$  的样本子集  $w_1$  为正样本集,大小为  $n_2$  的样本子集  $w_2$  为负样本集。如果对  $X$  中的各个成分作线性组合,就得到点积,结果是一个标量:

$$y = W^T X \quad (1)$$

这样全部的  $n$  个样本  $x_1, x_2, \dots, x_n$  就产生了  $n$  个结果  $y_1, y_2, \dots, y_n$ , 相应地属于集合  $Y_1$  和  $Y_2$ 。最后,依靠每个样本对应的  $y$  值来判别它属于哪一类。图 6 给出了不同的投影向量分类示意图。根据两张图的对比可知,选择了合适的投影向量,就能够得到准确的分类效果。

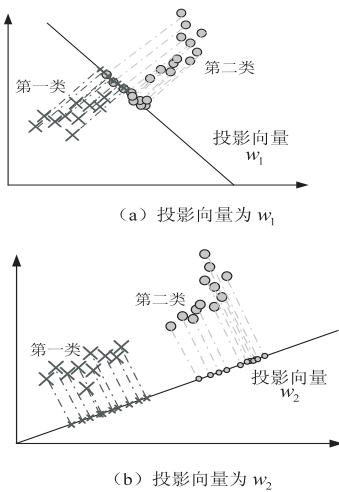


图6 不同投影向量下的判别示意图

## 4 实验结果

测试阶段将摄像头采集的500张测试集图片送入病害检测算法,最终检测准确率达到96%,误判率为4%,表明文中系统能够达到较好的检测效果。

## 5 结束语

以温室作物生长阶段的病害检测为目标,提出一种基于 WMSNs 的温室作物病害远程监测系统。利用 WMSNs 网络,采集温室作物实时生长状况,并利用植物病害检测算法有效地完成了植物病害状况的检测,利用组态软件为监控显示平台,建立了友好的可视化界面。经过实际测试可知,该系统有良好的检测准确率,具有广泛的应用前景和较强的市场竞争力。

### 参考文献:

- [1] 程术希. 基于光谱和成像技术的作物病害不同侵染期快速检测方法研究[D]. 杭州:浙江大学,2014.
- [2] 卢劲竹,蒋焕煜,崔 笛. 荧光成像技术在植物病害检测的应用研究进展[J]. 农业机械学报,2014,45(4):244-252.

(上接第173页)

- [6] 高 滢,刘大有,齐 红,等. 一种半监督K均值多关系数据聚类算法[J]. 软件学报,2008,19(11):2814-2821.
- [7] RUPALI S, SHAH T, CHAVAN T, et al. Survey on implementation of market basket analysis using Hadoop framework[J]. International Journal of Computer Applications, 2016, 134(10):6-9.
- [8] SOLNET D, BOZTUG Y, DOLNICAR S. An untapped gold mine? Exploring the potential of market basket analysis to grow hotel revenue[J]. International Journal of Hospitality Management, 2016, 56:119-125.
- [9] 张平庸,欧阳为民,万志华. 基于密度的购物篮数据聚类方法[J]. 计算机工程与设计,2005,26(1):180-181.
- [10] CHEN Y L, YANG K, SHEN R J, et al. Market basket analysis

- [3] 刘荣虎. 基于视频监控的蔬菜病虫害远程诊断系统开发与应用[D]. 武汉:华中农业大学,2013.
- [4] 刘 涛,仲晓春,孙成明,等. 基于计算机视觉的水稻叶部病害识别研究[J]. 中国农业科学,2014,47(4):664-674.
- [5] HATEM I, JBEILY T, ALKUBEILY M. An efficient adaptation of edge feature-based video processing algorithm for wireless multimedia sensor[J]. International Journal of Computer Science Trends and Technology, 2015, 3(3):156-166.
- [6] RAMPRABU G, NAGARAJAN S. Design and analysis of novel modified cross layer controller for WMSN[J]. Indian Journal of Science and Technology, 2015, 8(5):438-444.
- [7] 杨信廷,吴 滔,孙传恒,等. 基于 WMSN 的作物环境与长势远程监测系统[J]. 农业机械学报,2013,44(1):167-173.
- [8] 汤永华,张志佳,苑玮琦. OV7640 在远程抄表系统中的应用[J]. 微计算机信息,2008,24(4):142-144.
- [9] 房向荣,施 仁. 组态王与智能仪器的动态数据交换[J]. 工业仪表与自动化装置,2005(3):51-52.
- [10] 周强强,王志成,赵卫东,等. 基于水平集和视觉显著性的植物病害叶片图像分割[J]. 同济大学学报:自然科学版,2015,43(9):1406-1413.
- [11] 张 静,王双喜. 温室植物病害图像处理技术中图像分割方法的研究[J]. 内蒙古农业大学学报:自然科学版,2007,28(3):19-22.
- [12] DALAL N, TRIGGS B. Histograms of oriented gradients for human detection [C]//IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. [s. l.]:IEEE,2005:886-893.
- [13] 潘志国. 机器视觉技术在农作物病虫害的研究与应用[J]. 电子测试,2014(3):57-58.
- [14] 夏永泉,王会敏,曾 莎. 基于 Android 的植物叶片图像病害检测[J]. 郑州轻工业学院学报:自然科学版,2014,29(2):71-74.
- [15] THEODORIDIS S. 模式识别[M]. 第4版. 北京:电子工业出版社,2010
- [16] 崔 鹏,张雪婷. 基于块双向 Fisher 线性判别分析人脸识别[J]. 光电子·激光,2016,27(4):421-428.

in a multiple store environment[J]. Decision Support Systems, 2005, 40(2):339-354.

- [11] BOZTUĞ Y, HILDEBRANDT L. A market basket analysis conducted with a multivariate logit model[M]//From data and information analysis to knowledge engineering. Berlin:Springer,2006:558-565.
- [12] KOCSOR A, KERTÉSZ-FARKAS A, KAJÁN L, et al. Application of compression-based distance measures to protein sequence classification: a methodological study[J]. Bioinformatics, 2006, 22(4):407-412.
- [13] 李雷定,马铁华,尤文斌. 常用数据无损压缩算法分析[J]. 电子设计工程,2009,17(1):49-50.
- [14] 彭喜元,俞 洋. 基于变游程编码的测试数据压缩算法[J]. 电子学报,2007,35(2):197-201.