

农林病虫害远程诊治系统的研究

胡林, 周国民, 邱耘, 樊景超 (中国农业科学院农业信息研究所, 北京 100081)

摘要 介绍远程病虫害诊断的重要性, 探讨远程病虫害诊断系统的基本组成。通过对支持系统的3大关键技术的研究, 设计了以知识挖掘为手段的病虫害诊断模型子系统, 以知识编辑为关键技术的病虫害知识库构建子系统, 并以SDD搜索关键技术, 构建了智能病虫害检索子系统; 以3大技术为核心, 并广泛利用现代计算机技术, 建立了以知识为中心的, 集语音、视频及无线通讯技术的远程病虫害诊治系统。系统基于WEB运行, 可以提供不间断服务。系统的应用可以提高农林重大病虫害的诊治决策水平及病虫害的调控水平和效果。

关键词 远程诊断; 病虫害; 知识发现; SDD

中图分类号 S123 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)29-10377-04

Study on Remote Diagnosis System for Agricultural and Forestry Diseases and Pests

HU Lin, ZHOU Guo-min, QIU Yun et al (Agricultural Information Institute of CAAS, Beijing 100081)

Abstract The importance of the remote diagnosis for the agricultural and forestry diseases and pests was introduced, and the basic composition for the remote diagnosis was discussed. After research to three key technologies, three subsystems was developed, the diagnosis model for the disease and pest based on the knowledge discovery, the editor for knowledge base constructing based on the visualization technology, and the retrieval subsystem based on the SDD search engine technology. The three technologies as the Corel extended with many more other modern technologies as the electric voice, video and wireless communication technologies etc, the remote diagnosis system for disease and pest running on the WEB platform was developed, and it can answer the needs from the diagnosis and the prevention for the disease and pest continuously. The application of the system would heighten the decision level for the diagnosis and prevention, and increase the prevention efficiency.

Key words Remote diagnosis; Disease and pest; Knowledge discovery; SDD

农林重大病虫害严重威胁着农林业的生产和生态安全, 农林重大病虫害的诊断与防治, 在农林业生产和进出口检验中都具有重要的地位, 快速诊断与及时防治是对农林重大病虫害防治的基本要求, 在我国经济建设及生态建设中占有重要的地位, 在诊断上的延误, 往往会造成重大的经济损失, 并对生态安全造成严重的威胁^[1]。因此, 通过利用信息技术, 谋求利用计算机信息技术实现病虫害的快速诊断, 是人们普遍采用的方法^[2-8]。主要的实现方法包括将传统的检索表分类系统制成检索系统和开发病虫害专家系统等。病虫害系统的开发也从单机版发展到以网络为载体的系统。但是, 由于以传统的分类检索表的形式开发的系统, 要求系统的应用人员在病虫害方面要有较为专业的知识, 因而难以普及应用。专家系统的开发中, 专家知识库的构建, 一直是专家系统构建的难点。应用系统的开发人员和领域专家间的沟通存在巨大的困难。专家的知识难以进行有效的收集, 并且一旦环境发生了变化, 专家的知识也会难以满足应用的要求。在分析了重大病虫害诊治流程的基础上, 以WEB技术为基础, 综合应用了专家系统、数据挖掘、可视化和多媒体技术等, 构建了面向服务的体系结构, 实现了结构开放、应用弹性强、易于扩展的病虫害远程诊治系统。

1 系统的总体构架

病虫害诊断治疗的一般流程包括病虫害的发现、识别、发生现状及形势预测、防治方案的拟定、实际效果评价几个步骤。根据实际操作流程对其进行抽象, 形成了面向病虫害诊治的服务框架, 见图1。系统采用机器识别和专家系统两

种方法, 进行病虫害的识别, 并将两种方法得到的结果进行对比, 无论相似度如何, 都将诊断结果提交给用户, 并向用户提供详细的外形描述、形态特征以及三维模型和现场视频, 让用户进行对照, 以确定判别结果的准确性。如果用户对机器产生的诊断结果表示肯定, 则由系统根据环境条件作出发展形势判定, 并给出防治策略。否则系统向专家在线系统发出请求, 由专家进行诊断。对于特别重大的情况, 可以由专家发起网上会诊。

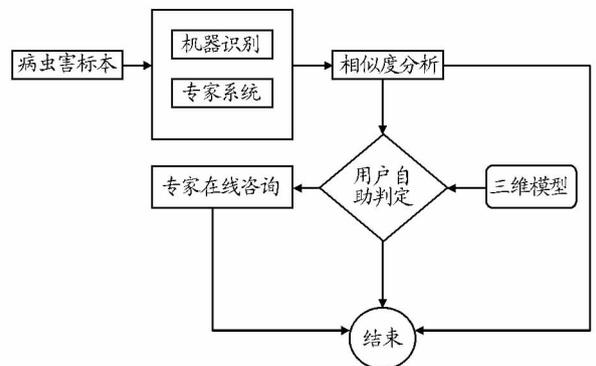


图1 病虫害远程诊断流程

根据系统流程的设计, 对系统的结构框架进行了设计。框架的基本内容包括基于视觉技术的病虫害识别模型, 形成的识别模型储存在规则库中, 供病虫害机器识别调用。基于可视化编辑技术的知识编辑系统, 通过专家应用知识编辑工具对知识进行编辑, 形成专家知识库, 并由知识库按二叉树的结构形成推理规则, 推理规则是系统的核心内容。系统通过4个模块将用户与系统的推理机之间联结起来。通讯模块为系统的使用提供了灵活性, 使得用户和专家都可以使用多种终端进行查询和服务, 如电话语音服务、手机短信、计算机等。搜索模块则为

基金项目 基于模型的果园与油菜作物生产数字化管理平台项目(2013AA102405)。

作者简介 胡林(1967-), 内蒙古商都人, 研究员, 博士后, 从事现代农业信息技术研究。

收稿日期 2014-09-02

用户提供强大的搜索引擎,便于用户灵活地进行信息检索,快速找到问题的解决方案。图形图像处理系统帮助用户进行图形图像的提交;图像的智能处理实现在线显微镜的功能和病虫

害的在线实时诊断;GIS模块方便了专家对病虫害发生迹地的了解,各种现场因子的及时掌握,大大地提高了对病虫害发生预测的准确性。系统的结构如图2所示。

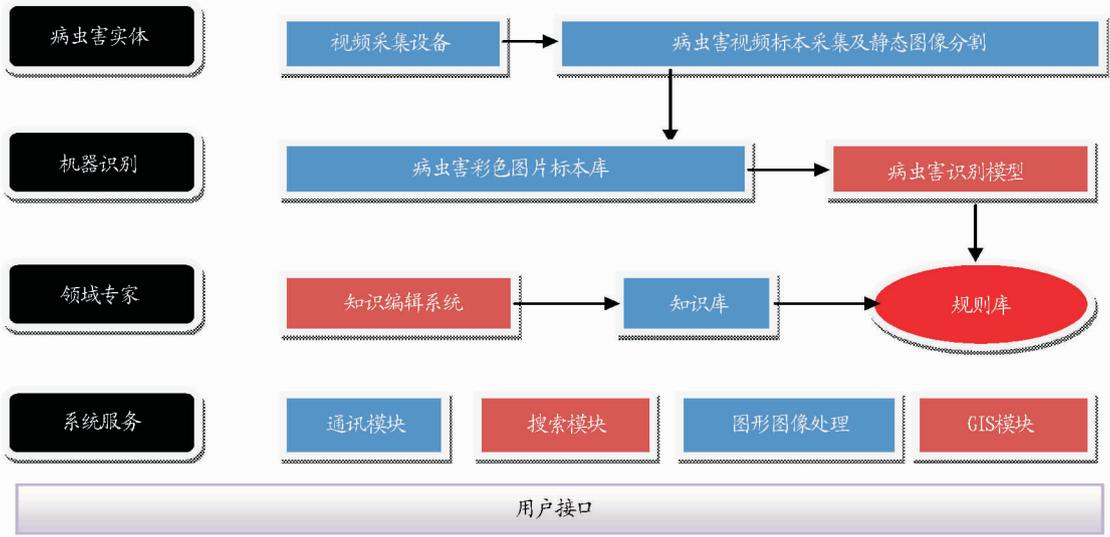


图2 农林重大病虫害远程诊断系统结构示意图

2 系统的功能

根据对业务流程的分析及框架结构的建立,可以确定系统主要实现的应用服务功能包括病虫害标本的发现功能、病虫害标本的记录功能、病虫害标本的视频分割功能、病虫害标本的识别功能、专家知识的编辑功能、推理规则库的建立、虚拟显微镜(立体镜)功能、环境空间分析功能、通讯联络功能、诊治方案生成功能、方案实施效果评价功能、用户管理功

能、数据库和知识库管理与维护。

以上功能的实现用基于组件的开发方式进行组件的开发实现。大多数功能的实现对用户是透明的,为方便用户的使用^[9],客户端的WEB页面设计简单易用。主要功能如图3所示。管理端的功能基本相同,增加了数据库管理和用户管理的功能。



图3 远程诊断客户端界面

3 系统的实现

系统建立在 Window. NET 平台上,采用 SQL Server 2000 作为知识库和实例库服务器,主要构件使用 C#编写。主要的功能实现包括:①病虫害自动诊断模块的开发与实现;②知识编辑工具的开发、知识库的建立和规则的产生的实现;③基于 SDD 算法的智能搜索引擎的开发与实现;④基于图形处理的虚拟仪器的开发与实现。

3.1 病虫害自动诊断模块的开发与实现 建立了基于 mzLinux 的嵌入式开发环境,研制了摄像头的驱动程序和相

应的图像处理程序,通过 OEM 手段完成了病虫害诊断仪的原型系统。该系统的功能是使用 CCD 摄像头获取病虫害图像资料,图像经过视频处理技术处理,并对图像进行分割,选取具有典型性的图像入库,建立病虫害视频和图像数据库。利用特定的算法自动提取病虫害图形及颜色特征,并识别出病虫害的名称,给出具体防控方法和手段。

从硬件上看,包括嵌入式 CPU、显示屏、CCD 摄像头。图 4 是硬件照片。从实现技术上看,流程如图 5 所示。



图 4 病虫害自动诊断仪

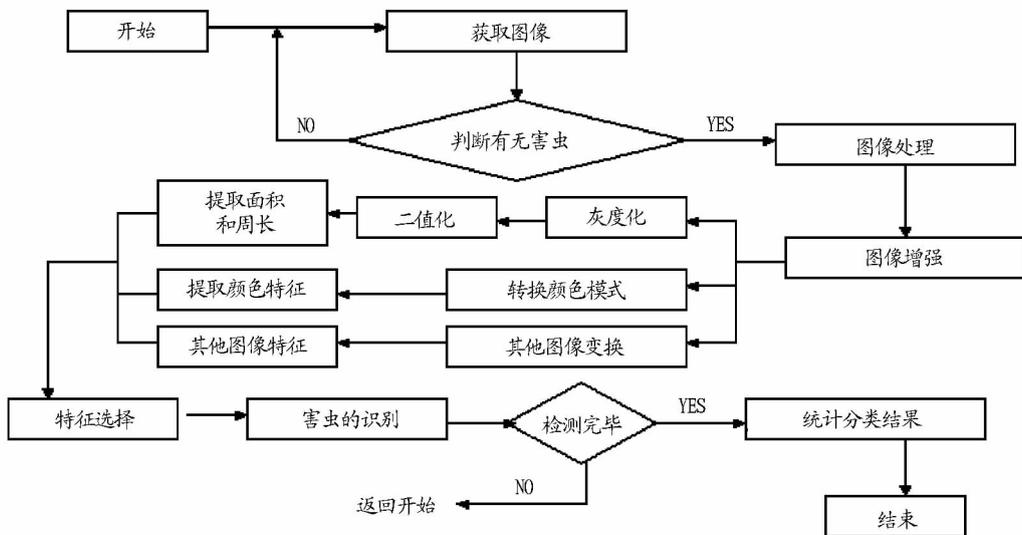


图 5 病虫害自动诊断流程

3.2 知识编辑工具的开发及规则库的建立 知识库及推理规则的产生是实现远程诊断系统的关键。知识编辑系统的开发方便了领域专家自行对已有的领域知识进行编辑,建立知识库,并生成相应的推理规则。该工具的开发大大提高了系统应用的可推广价值。知识的编辑及推理规则的产生如图 6 所示。

3.3 基于 SDD 算法的智能搜索引擎的开发与实现。 SDD 算法是基于半离散矩阵的算法^[10],是在 SVD 算法基础上发展起来的一种搜索算法,具有定义简单、搜索效率高等优点。经过研究试验,开发了中文搜索引擎,实现了对文本的准确分词和高效搜索。在课题研究的基础上,经过深层开发,实

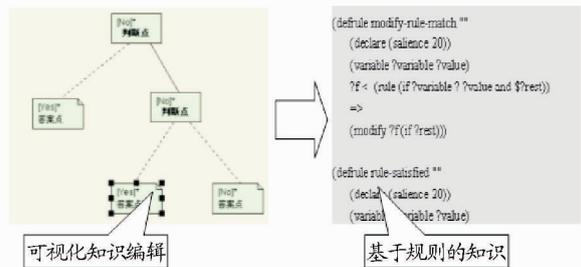


图 6 知识编辑工具及推理规则的产生

现了单独的中农搜索网站。SDD 的算法定义如下。

在向量空间模型中,令 $D = \{D_1, D_2, \dots, D_n\}$ 表示由 m 个词和 n 个文档构成的文档集合,其中 $D_j = (d_{1j}, d_{2j}, \dots, d_{mj})^T$

是文档向量, d_{ij} 表示词 i 发生在文档 j 中的词频率权重, 词—文档矩阵 A 定义如下:

$$A = (D_1 D_2 \cdots D_n) = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1n} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ d_{m1} & d_{m2} & \cdots & d_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中,

$$d_{ij} = \frac{\lg(f_{ij} + 1)}{\sqrt{\sum_{k=1}^m [\lg(f_{ij} + 1)]^2}} \quad (2)$$

$Q_j = (q_1, q_2, \cdots, q_m)^T$ 表示查询向量, q_i 表示词 i 出现在查询中。

一个 $m \times n$ 的词—文档矩阵 A 的 K 阶 SDD 阵的定义如下:

$$A_k = [x_1 x_2 \cdots x_k] \begin{bmatrix} d_1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & d_2 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & d_k \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_1^T \\ y_2^T \\ \vdots \\ y_k^T \end{bmatrix} = \sum_{i=1}^k d_i x_i y_i^T \quad (3)$$

式中, x_i 和 y_i 的取值范围是集合 $S = \{-1, 0, 1\}$; d_i 是一个浮点数。其算法简洁, 算法效率高, 为应用的实现提供了良好的算法基础。

3.4 基于图像处理技术的虚拟仪器的开发与实现 病虫害诊断中, 由于其环境的复杂性, 机器的自动诊断有时难以准确地鉴定出病虫害。因此, 开发出适合网络上应用的虚拟仪器就显得非常重要。根据远程诊断的需求, 开发了可以观察病虫害标本的虚拟立体解剖镜和虚拟显微镜。开发的基本原理为: 将数字显微镜和数字解剖镜联接到网络上, 通过远程控制将图像进行采集, 并保存在视频与图像数据库, 通过建立图像的自动识别分类技术, 可以实现病虫害的诊断。利用图像处理技术, 开发虚拟的显微镜和立体观察镜, 可以随时进行网上的图像图形的观察, 实现了实时网上诊断。利用这种技术可以实现真菌、病毒等微生物的实时诊断, 弥补了目前病虫害远程诊治技术的空白。

4 结论

利用 .NET 技术开发了面向网络应用的农林重大病虫害

远程诊断系统, 系统界面简单, 极易上手, 已在 12 个省市应用推广。系统地收集了 800 多种病虫害标本数据, 建立了大量的病虫害推理规则库, 系统的应用数据达到 4 G。系统的研究与开发对于推进病虫害的自动识别技术及其应用起到了积极的作用。在理论上引入了大量的先进技术, 提高了病虫害自动识别的准确率, 促进了技术的进步。

在应用的过程中, 反映出了系统存在着的不足, 表现为:

①对于病虫害的识别, 在实验室或静态条件下, 对病虫害的识别率较高, 但是在野外条件下, 由于光照等条件的影响, 对病虫害的识别率还很低, 系统难以在田间地头得到应用。②系统的图像扫描需要借助专用的设备, 还不能利用数码相机、手机等通用设备获取, 造成了系统应用推广的瓶颈, 在以后的应用开发中应逐步改进。系统目前适合在基层农业技术服务站等基层业务单位使用。

随着社会经济的不断发展和生态安全意识的提高, 病虫害诊断和防治的需求将会越来越旺盛, 研究具有高效、安全、快速、准确的病虫害识别系统将成为行业日益突出的需求。随着研究的深入, 将会使该系统的应用面逐渐展开, 为推进我国农业有害生物的诊断防治作出应有的贡献。

参考文献

- [1] 封传红, 廖华明, 罗林明, 等. 病虫害生物灾害远程诊断技术探讨[J]. 中国植保导刊, 2004(5): 5-7.
- [2] 王淑芬, 陈亮, 张真. 马尾松毛虫防治决策专家系统[J]. 林业科学, 1992, 28(1): 31-38.
- [3] 齐群, 耿祖群, 杜永波. 专家咨询系统在杨树害虫综合治理中的应用[J]. 山东林业科技, 2001(S1): 82-83.
- [4] 周小燕, 史岩, 李道亮, 等. 棉花病虫害诊断专家系统的研究与设计[J]. 莱阳农学院学报, 2005, 22(1): 9-11.
- [5] 李东晖, 戴小鹏, 黄瑞, 等. 棉花病虫害防治过程中专家系统的应用[J]. 福建电脑, 2006(12): 1-2.
- [6] 陈艳平. 番茄病虫害诊断专家系统知识库的构建[J]. 中国科技信息, 2007(1): 68-69.
- [7] 徐胜祥, 贺立源, 黄魏, 等. 基于 Web 的柑橘生产专家系统的设计[J]. 计算机工程与应用, 2006(1): 212-215.
- [8] 陈步英. 基于 Web 的黄瓜病虫害专家系统的开发与应用[J]. 农机化研究, 2007(3): 159-161.
- [9] 周国民, 丘耘, 樊景超, 等. 基于 XML 的农业专家系统构建技术[J]. 计算机工程与应用, 2005(21): 206-207.
- [10] 樊景超, 周国民. SDD 算法在中文农业网页信息检索的应用[J]. 农业网络信息, 2005(11): 129-131.
- [23] 黎宏剑, 刘恒, 黄广文, 等. 基于 Hadoop 的海量电信数据云计算平台研究[J]. 电信科学, 2012(8): 80-85.
- [24] 苏晓波, 陆宇明, 兰宗宝, 等. 基于 PHP 技术的农业信息数据库系统设计与实现[J]. 广西农学报, 2010(5): 26-29.

(上接第 10372 页)

- [21] 万敏. 面向农户的问题解决型农业科技知识服务系统研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2012.
- [22] 张学亮, 陈金勇, 陈勇. 基于 Hadoop 云计算平台的海量文本处理研究[J]. 无线电通信技术, 2014(1): 54-57.