

武旭霞,张东彦,宋健,等. 杂草识别专家及信息系统研究进展[J]. 江苏农业科学,2014,42(5):132-134.

# 杂草识别专家及信息系统研究进展

武旭霞<sup>1,2,3</sup>, 张东彦<sup>1,2,3</sup>, 宋健<sup>3</sup>, 王秀<sup>3</sup>, 马雯获<sup>3</sup>

(1. 呼和浩特职业学院生物化学工程学院, 内蒙古呼和浩特 010051;

2. 安徽大学计算机智能与信号处理教育部重点实验室, 安徽合肥 230039; 3. 北京农业信息技术研究中心, 北京 100097)

**摘要:**系统回顾了我国杂草鉴别专家系统、杂草网络识别与管理系统及基于 GIS 技术的杂草信息系统的发展, 结合国内外发展趋势, 提出集终端信息采集、杂草专题图制作、防治措施发布等功能于一身的杂草信息管理系统是该领域的发展方向。

**关键词:**杂草; 入侵植物; 专家系统; 信息系统; 数据库; 发展方向

**中图分类号:** S126 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)05-0132-03

农田杂草是影响农作物产量和品质、制约农业生产发展的重要生物灾害。目前, 我国面临杂草(恶性杂草和外来入侵杂草)危害严重, 损失巨大; 抗药性杂草普遍发生; 除草剂药害频繁发生且危害面积逐年增大; 受害作物种类增多; 杂草群落演替加速, 防治难度加大等问题。这些问题影响到农民增收、社会安定及国家粮食安全, 制约了我国农业经济又快又好发展<sup>[1]</sup>。

为了解决上述问题, 迫切需要国家相关管理部门对我国杂草(恶性、抗药性、入侵性)出现的区域、真实性状以及其生长期进行了解, 便于杂草信息采集装置及在线快速发布、查询系统的研发与使用; 形成县、地、省、国家等不同级别的智能防控专家系统, 在保证及时、全面、准确地获取信息的基础上, 增强防控决策的科学性和时效性。

笔者通过系统回顾我国杂草鉴别专家系统、杂草网络识别与管理系统及基于 GIS 技术的杂草信息系统的发展, 结合国内外发展趋势, 提出集终端信息采集、杂草专题图制作、防治措施发布等功能于一身的杂草信息管理系统是该领域的发展方向。并指出上述系统的研发与使用, 可为降低我国除草

剂的使用量, 节约农民成本投入, 提高农产品的产量和质量, 为保护生态环境服务。

## 1 杂草专家系统

依赖计算机构建的专家系统具有快速判断、查询和推理的优势, 因此被广泛用于农业的各行各业。农业专家系统, 是农业信息化发展中的一项重要技术, 是结合农业特点发展起来的一门高新技术。它是以知识库、数据库以及推理判断程序等为核心, 由知识库、数据库、推理机、解释、知识获取等 5 部分组成<sup>[2]</sup>。该系统的特点是汇集农业专家的经验, 通过计算机平台进行知识化、可视化显示, 用于指导农民科学种田, 培训农业技术人员, 把先进适用的农业技术服务于广大农民群体和农业生产。

目前, 比较成熟的农业专家系统有作物专家系统、蔬菜专家系统、植物病虫害专家诊断系统等上百种<sup>[3]</sup>。针对杂草的专家管理系统, 我国相关单位先后开发了数 10 种。由振国等 1993 年研制的 WCES 化学除草计算机专家系统, 集数据库管理、查询、杂草识别、除草决策、试验设计与分析、统计建模等功能于一身<sup>[4]</sup>; 唐乐尘等 1999 和 2001 年分别采用 Visual Foxpro 5.0 和 6.0 编程开发杂草鉴别(与对策计算机)专家系统, 功能包括杂草鉴定、信息查询、除草处方、农药性能、系统维护等模块<sup>[5-6]</sup>; 郭书普等 2005 年采用 Visual Foxpro 6.0 编程开发的杂草计算机识别系统, 包含杂草鉴定、杂草信息、系统维护等模块<sup>[7]</sup>; 中国农业科学院植物保护研究所开发的杂草信息管理系统, 有杂草信息库、杂草鉴定、预测系统、除草剂信息、系统介绍等模块, 服务于全国植物保护领域的教学与科研<sup>[1]</sup>; 张谷丰等 2009 年利用 Visual Basic 6.0 开发农田杂草

收稿日期: 2014-02-16

基金项目: 公益性行业(农业)科研专项(编号: 20130331); 教育部博士点基金(编号: 20133401120003); 安徽省高等学校省级自然科学基金(编号: KJ2013A026); 安徽省自然科学基金(编号: 1308085QC58); 国家自然科学基金(编号: 41301471)。

作者简介: 武旭霞(1979—), 女, 硕士, 讲师, 主要从事植物保护教学与研究。E-mail: wuxuxia20021@163.com。

通信作者: 张东彦, 博士, 助理研究员, 主要从事农业信息技术研究。

Email: zhangdy@nercita.org.cn。

[9] 刘爱萍, 黄海广, 徐林波, 等. 茶足柄瘤蚜茧蜂对苜蓿蚜的寄生功能反应[J]. 环境昆虫学报, 2012, 34(1): 69-74.

[10] 邵家斌, 刘树生, 余元钊, 等. 海氏紫角蚜小蜂对两种生物型烟粉虱的功能反应研究[J]. 环境昆虫学报, 2010, 32(1): 73-77.

[11] van Lenteren J, Bakker K. Functional responses in invertebrates[J]. Netherlands Journal of Zoology, 1975, 26(4): 567-572.

[12] Walde S J, Murdoch W W. Spatial density dependence in parasitoids[J]. Annual Review of Entomology, 1988, 33(1): 441-466.

[13] Ives A R, Schooler S S, Jagar V J, et al. Variability and parasitoid foraging efficiency: a case study of pea aphids and aphidius ervi[J]. The American Naturalist, 1999, 154(6): 652-673.

[14] 蒋杰贤, 唐昌林, 王奎武, 等. 温度对斜纹夜蛾侧沟茧蜂功能反应的影响[J]. 上海交通大学学报: 农业科学版, 2002, 20(1): 69-72.

[15] 谢丽娜, 董辉, 钱海涛, 等. 不同温度下松毛虫赤眼蜂孤雌产雌品系和两性生殖品系对米蛾卵的寄生功能反应[J]. 昆虫学报, 2013, 56(3): 263-269.

鉴别系统,包含 771 种杂草的图文资料,构建成株分科检索、幼苗分科检索及杂草模糊识别等功能模块<sup>[8]</sup>;郑丽颖等 2009 年设计了农田杂草识别模糊专家系统,采用 Microsoft Access 关系数据库存储知识库,用 Visual C++6.0 实现系统的交互界面、模糊推理算法和知识库的访问与维护,测试结果表明,该系统能够较准确地识别出农田杂草种类<sup>[9]</sup>。

上述开发的杂草专家系统是独立单个的应用程序,以单线程、单任务的方式运行,存在应用范围较小、社会效益不显著的问题。随着网络技术和各种并行算法的发展,出现了采用各种并行推理技术,适合在多处理器的硬件环境中工作的专家系统,使多个应用程序间相互作用的网络杂草系统的开发成为可能。

## 2 基于 Internet 的杂草信息系统

20 世纪末,随着 Internet 在中国千家万户的迅速发展及普及,它已成为信息传输的主流模式,构建基于 Internet 的分布式专家系统,成为杂草信息化的发展方向。南京农业大学杂草研究室是我国较早从事杂草科学研究的专业机构,于 1999 年在互联网上建立了中国杂草信息系统网站(China Weed Information System, CWIS)<sup>[10]</sup>,并一直运行至今。它是计算机网络为基础,以数据库为核心,辅以动态交互的 ASP 和其他 HTML 页的信息查询与管理系统。其核心功能包括:(1)提供与杂草科学相关的新闻、科研进展、会议及书讯信息;(2)能够在网上对中国杂草标本室中的杂草标本信息进行多种方式的检索、统计和管理;(3)在系统中能查询杂草的根、茎、叶、花、果实、种子、幼苗、成株等形态图片;(4)能够对最近 10 年来发表的与杂草科学有关的期刊文献进行检索;(5)除草剂使用技术查询;(6)杂草鉴别及分类信息查询;(7)网上杂草信息资源的动态搜集与查询<sup>[11]</sup>。

杂草信息系统在我国杂草信息化发展中具有代表性意义。在此基础上,我国相关学者开发出功能更先进的杂草信息系统。何红英等 2007 年开发了基于 Web 的农业杂草鉴别专家系统,包括 Web 浏览器、Web 服务器、本地推理服务器、知识库服务器、知识库、CORBA 分布式接口、本地数据库等,实现了网上多个专家系统的协同工作,实现知识与功能的分布<sup>[12]</sup>。唐乐尘等于 2009 年在 Visual Studio 2008 开发环境中,选择 ASP.NET 3.5、C# 编程语言和 SQL Server 2005 数据库管理系统开发了杂草信息咨询网站,采用表示层、业务逻辑层和数据访问层组成的 3 层结构,充分利用母页模板、自定义类、ObjectDataSource 控件等新技术,提高网站开发效率和性能,并采用数据库绑定的动态网页技术获得了理想的查询效果<sup>[13]</sup>。中国农业科学院植物保护所建立的“中国杂草信息网”也是基于 Internet 网和数据库,开发了杂草(恶性、入侵)信息管理系统,主要用于杂草查询与科学研究<sup>[13]</sup>。

入侵杂草作为有害生物的重要组成部分,其信息调查被包含在入侵生物预警网络系统中。刘丰等 2008 年基于 B/S/S 模型构建外来生物入侵预警网络平台,系统包含外来生物基本信息浏览与查询、专家信息浏览与查询、发生地信息浏览和查询、预警信息上报、预警信息发布、报表汇总、预测预报和系统管理模块,为维护我国生态安全提供了方便、高效的网络工具<sup>[14]</sup>。国外的 Globe Invasive Species Database, Crop

Protection Compendium 等;国内的北京师范大学建立的中国生物入侵网也是该领域的代表性成果<sup>[15]</sup>。

查阅国内外资料发现,架构于 Internet 上的专家系统与 Web 平台集成,任何网上的用户都可通过浏览器向专家系统咨询,扩展了专家系统的使用范围,而且可以协同多个专家系统工作,可扩展性好,提高了执行效率。但是,这些系统不能实现对杂草发生区域、面积的图形直观显示,需要引进 GPS、GIS 技术,才能有效提升杂草网络平台的应用范围。

## 3 基于 GIS 技术的杂草信息系统

GIS(geographical information system)、GPS(global positioning system)技术和地统计学主要用于生物种群时空动态研究。该技术与杂草科学的结合,能实现杂草种群分布面积、形状及空间特征的图形再现,有利于杂草防治措施的制定与科学研究。陈积山等 2011 年应用全球定位系统 GPS、地理信息系统 GIS 和克里金(Kriging)插值法,建立苜蓿人工草地杂草空间数据库,生成杂草种群空间变异图,可直观反映区域内杂草种群数量状况,实现了苜蓿草地杂草防除的分区管理、科学指导<sup>[16]</sup>。洗晓青等 2013 年以 ARCGIS 为开发平台,将 Web、GIS、数据库和数据库查询等技术有机结合与集成,采用 Web 访问 GIS 数据库提供的基本图层信息;通过数据库查询技术将 WEBGIS 空间数据库和外来入侵物种信息数据库结合起来,经过分析处理,结合形成有外来入侵物种的分布信息的图层数据并返回显示;实现了外来入侵物种信息查询和显示,保证了不同浏览器平台上有良好兼容性<sup>[17]</sup>。

上述集成 GIS、GPS、地统计等技术的杂草(包含入侵杂草)信息系统,虽然在杂草发生面积、区域显示、专题图制作、生产管理方面有较大优势,但是其专业背景要求高,且与野外智能调查装置的快捷对接、专题图的快速发布方面脱节。近几年,随着信息技术的快速发展,为适应杂草科学领域的调查需求,急需智能化调查装置和网络对接的杂草信息系统的开发与使用。

## 4 基于智能化调查装置和网络对接的杂草信息系统

基于智能化调查装置和网络对接的杂草信息系统,首先出现在美国。乔治亚大学入侵物种和生态系统健康中心于 2009 年开发推出了 MRWC. EDDMapS 系统与调查装置<sup>[18]</sup>。该系统可用于汇报新发现的入侵物种(含入侵杂草),向州协调查员自动警报,自动提醒验证 EDDMapS 用户,最后生成汇报物种(入侵杂草)的分布图。相关调查装置速度快、使用方便,被民众广泛接受。

目前,我国集成智能化调查装置和网络对接的杂草信息系统的研发与国外虽有差距,但已取得较大进展。洗晓青等 2013 年开发外来入侵物种野外数据采集系统,该系统针对传统野外考察工作中存在的卡片填写工作量较大且不容易定位,对采集数据完整性得不到及时有效控制,内业数据录入工作量大,数据出错的概率高等问题,利用 PDA(personal digital assistant)采集与管理入侵物种的综合信息。PDA(或具有同等功能的智能手机)作为数据采集系统客户端的支持平台,集成了前端数据采集系统、SQLServerCE 数据库、GPS 模块、图像采集模块和无线通信模块(WIFI 或 3G/4G 等),实现外

来入侵物种基础数据采集、地理经纬度数据采集、图像数据采集以及通过无线通信模块将采集到的数据上传至服务器。系统分为外来入侵物种基础数据采集模块、地理信息数据采集模块、图像数据采集模块、数据操作模块和数据上传模块。将外来物种野外调查的 3 类(动物、植物、微生物)<sup>[24]</sup> 张表格进行电子化,实现外来入侵物种野外调查数据采集、数据存储和数据上传等功能,提高了外来入侵物种野外数据采集的工作效率<sup>[17]</sup>。沈石等 2013 年设计和开发了基于 Google Maps 的外来入侵植物在线调查系统,系统结合人工实地调查和无线传感器实现了在线实时监测,利用 Google Maps API 实现了监测点漫游、实时监测数据查看、历史数据查询等功能<sup>[19]</sup>。张东彦等 2013 年以 Android 系统为运行平台,设计了一套基于该操作平台的杂草信息采集系统,系统主要包括田间作物名称、杂草名称、杂草图片、位置信息(经纬度、高程)以及其他辅助信息<sup>[20]</sup>。该系统可以实时、便捷地获取田间杂草信息,可实时传递到总服务器制成专题图发布,不仅为科研人员和植保调查人员的田间调查提供有利帮助,也为政府部门的防治决策提供数据支持。

## 5 结束语

基于单机版专家系统、Internet 网络信息系统、集成 GIS 的信息系统以及智能化装置和网络集成的信息系统,在杂草信息查询与管理中各有利弊及使用范围,但智能化装置和网络集成的信息系统是杂草信息系统的发展方向。单机版杂草专家系统,涉及到的背景知识较少,仅需要把调查信息分门别类,建立完善数据库,用常见的编程语言(VB.net、C++、C#、JAVA 等)都可实现。缺点是不利于全国范围普及。Internet 网络杂草信息系统,具有传播范围广、可扩展性好、执行效率高等优点,但是前期开发的杂草信息系统没有对杂草发生区域、面积等信息进行图形直观显示,需引进 GPS、GIS 技术,用以提升杂草网络平台的应用范围。集成 GIS 的杂草信息系统,在杂草发生面积、区域显示、专题图制作以及生产管理方面有较大优势,但是其专业背景要求高,且与野外智能调查装置的快捷对接、专题图的快速发布方面脱节。为适应杂草科学调查与管理的新形势,需要融合智能化调查装置和网络平台的杂草信息系统开发。该系统的移动采集终端,实现了杂草信息的田间实施采集报送,提高了数据时效性;同步实现经纬度、图像、面积测算等功能,为专题图的制作提供了丰富的数据;支持 Wi-Fi、3G/4G 等多种无线传输方式,提高了数据传输与发布效率;定制开发的报表,有利于调查数据统一,减少了后续数据录入耗费的时间;与服务器系统无缝对接,可实时上传、查询、在线显示杂草的综合信息与专题图,有助于调查员、管理部门及时制定调查与防治方法。

虽然杂草信息调查与管理装置、运行系统有了较大发展,但随着全球气候变化加剧,恶性杂草、入侵杂草、抗药性杂草等动态变化速度加快,仍需加强解决如下难题:(1)针对不同地区杂草发生情况进行统计,把破坏性较大、抗药性强、入侵危害大的杂草进行分类,针对性开发相应的调查软件和运行系统,便于杂草治理与管理。在此基础上,依次建立县、地、

省、国家等不同级别的运行系统,用于实现针对性科学化防治。(2)在杂草信息调查过程中,加大宣传力度,加强技术人员培训。使普通农户能够参与到常规调查过程中,使调查常态化、实时化,便于杂草信息及时更新与掌握变化动态。(3)适应杂草科学发展形势,根据动态变化信息及时更新数据库与专题图,提高杂草防治的科学管理水平。

## 参考文献:

- [1] 张朝贤. 中国植物保护学会杂草学分会网站[EB/OL]. [2014-01-03]. [http://www.wssc.org.cn/wsscpages/wssc\\_infoext.htm](http://www.wssc.org.cn/wsscpages/wssc_infoext.htm).
- [2] 农业专家系统[EB/OL]. [2013-12-15]. [http://so.360.cn/s?ie=utf-8&src=hao\\_search&q=农业专家系统](http://so.360.cn/s?ie=utf-8&src=hao_search&q=农业专家系统).
- [3] 彭永刚,关泰衫,董爱书,等. 计算机专家系统在杂草管理中的应用[J]. 黑龙江农业科学,2003(2):35-37.
- [4] 由振国,肖立新. WCES 化学除草计算机专家系统的研制[J]. 杂草科学,1993(4):34-39.
- [5] 唐乐尘,陈建武. 杂草鉴别专家系统[J]. 福建农业大学学报,1999,28(3):330-334.
- [6] 唐乐尘. 杂草鉴别和防治对策计算机专家系统[J]. 热带作物学报,2001,22(1):75-81.
- [7] 郭书普,沈基长,董伟,等. 杂草计算机识别系统的研制[J]. 农业网络信息,2005(9):16-18.
- [8] 张谷丰,张治,易红娟,等. 农田杂草鉴别系统的研制[J]. 农业网络信息,2009(1):25-27.
- [9] 郑丽颖,肖健. 农田杂草识别模糊专家系统的设计与实现[J]. 应用科技,2009,36(8):56-59.
- [10] 魏守辉,强胜. 互联网上杂草信息资源的检索[J]. 杂草科学,2002(1):38-40.
- [11] 魏守辉. 基于网络的中国杂草信息系统(CWIS)的开发与应用[D]. 南京:南京农业大学,2001.
- [12] 何红英,杨璐,戴仕明,等. 基于 Web 的农业杂草鉴别专家系统[J]. 计算机与现代化,2007(8):64-68.
- [13] 唐乐尘,郭琼霞,黄建,等. 采用 ASP、Net3.5 开发杂草信息咨询网站[J]. 农业网络信息,2009(12):98-103.
- [14] 刘丰,张国良,高灵旺. 外来生物入侵预警网络平台的设计构建及初步应用[J]. 杂草科学,2008(3):17-21.
- [15] 李慧. 黄顶菊监测预警网络平台的开发[D]. 北京:中国农业大学,2012.
- [16] 陈积山,高超,邸桂刚,等. 基于 GIS 的人工草地杂草种群空间变异图的建立与分析[J]. 黑龙江农业科学,2011(6):101-103.
- [17] 洗晓青,陈宏,赵健,等. 中国外来入侵物种数据库简介[J]. 植物保护,2013,39(5):103-109.
- [18] Laforest J, Barger C T. EDDMap S: The common operating platform for aggregating and using invasive species distribution data[J]. Phytopathology, 2011, 101(6):96-97.
- [19] 沈石,王奎,沈佐锐,等. 基于 GoogleMaps 的外来入侵植物在线调查系统设计与实现[J]. 中南大学学报:自然科学版,2013,44(增刊):287-291.
- [20] 张东彦,宋健,王秀. 基于 Android 操作平台的杂草信息采集系统设计[C]. 第十一届全国杂草科学大会论文集. 长沙,2013.