

贵州省玉米专家系统的开发与应用

彭志良¹, 赵泽英¹, 黄伟秀²

(1. 贵州省农业科学院农业科技信息研究所, 贵阳 550009; 2. 贵州省科技情报研究所, 贵阳 550001)

摘要: 介绍了基于 GIS 技术的贵州玉米专家系统的主要功能、实现技术与应用示范, 详细讨论了在系统开发与推广应用中的指导思想、关键技术和应用效果。系统内含大量的科学试验数据、研究调查资料和贵州省农业领域专家的丰富知识, 包含品种选择、播前决策、肥料运筹、田间管理、病虫害与缺素诊断、生产效益分析等决策功能, 具有综合、系统、准确的特点。

关键词: 玉米; 专家系统; 贵州省

中图分类号: S-3

文献标识码: B

玉米在贵州是仅次于水稻的第二大作物。但农户缺乏玉米优质、高产、高效栽培技术知识, 玉米栽培管理主要依据传统管理方式与经验栽培模式进行; 同时, 玉米生产中常常出现当地基层农业管理与技术人员无法解答的问题, 不能及时给予生产指导, 贻误农时。这使得玉米单产远低于其技术产量, 现有优良品种所蕴含的产量和质量优势得不到充分发挥, 严重影响玉米生产的经济效益和玉米生产的进一步发展。越来越多的生产者和管理者已逐步认识到: 只有从全面的观点出发, 强调多项技术的综合配套应用, 才能有效提高玉米生产和管理的整体水平。计算机技术的应用为多种玉米生产技术综合集成提供了有利条件。通过专家系统软件把玉米生产中各种新技术(权威专家的知识、新的成熟的科研成果、用于生产的“数学模型”和农民的种田经验)有机集成起来, 为农民提供一个总在身边的计算机专家系统, 它能随时随地解答关于如何实现高产、高效益等玉米生产方面的问题。

农业专家系统是基于农业专家知识和模仿农业专家进行推理决策的计算机系统。人们要先将农业专家为解决某类农业问题而长期积累的知识以适当的形式存入计算机, 计算机利用这些农业知识和反映当时农情的各类数据和事实, 模仿农业专家的思维过程进行推理, 对需要解决的农业问题进行解答、

解释或判断, 使计算机在农业活动中起到类似人类专家的作用。利用专家系统技术开发玉米栽培管理专家系统, 使其代替玉米专家长期蹲点于农村, 及时指导玉米生产, 是解决上述问题的有效途径。由于玉米栽培的区域性特点, 依据某一地生态条件开发的玉米栽培专家系统难以指导另一地的玉米生产。为此, 我们以贵州玉米生产为背景, 以实现玉米高产、优质、高效为目标, 以高层玉米专家为对象, 进行适合贵州区域生态条件的玉米栽培专家系统的研究与开发, 旨在提高基层人员和经营者玉米生产的科技水平, 加速玉米栽培管理的规范化、标准化、优质玉米产业化进程。

1 运行环境与开发工具

(1) 硬件环境。在网络环境和单机下均能运行, 单机运行时要求内存在 64M 以上, 硬盘在 1G 以上; 网络运行时要求服务器内存在 128M 以上, 硬盘 2G 以上。

(2) 软件环境。服务器端采用 Windows NT 网络操作系统, SQL Server 数据库、IIS 信息服务器、MTS 事物处理服务器。客户端采用 Windows 操作系统、IE 或 NC 浏览器软件。系统可在以支持 TCP/IP 协议的任何网络下运行。单机要求 Windows 操作系统和 MS Access 数据库。

(3) 接口标准。只要遵循 COM/DCOM 技术规范, 形成动态链接库 DLL 方式(服务器端执行)或 OLE 控件 OCX 方式(客户端执行), 均能集成到开发平台中来。

(4) 开发工具。雄风 6.2 专家系统开发工具(中科院合肥智能所)、Paid 4.0 专家系统开发工具(北京市

收稿日期: 2004-02-09

基金项目: 国家“863”项目(项目编号: kf030b23w23-0203)和贵州省“九五”科技攻关项目“贵州省智能化农业信息技术示范工程”资助

作者简介: 彭志良(1962-), 男, 贵州贵阳人, 从事农业专家系统应用开发研究与科技管理工作。Tel: 0851-3760779

E-mail: gzzy2002@yahoo.com.cn

农科院农业信息技术研究中心), Visual Basic 6.0, SQL Server 数据库与 Access 数据库, Map Objects 2.0 地理信息系统控件, Authorware 5.0 多媒体开发工具。

2 系统主要功能与实现

玉米专家系统内含大量的科学试验数据、研究调查资料和贵州本领域专家的丰富知识。包括玉米品种选择、播前决策、肥料运筹、田间管理、病虫害与缺素诊断、生产效益分析和基本信息等模块, 以及与贵州 6 个示范区有关的气象资料、土壤、玉米品种等数据库, 具有综合、系统、准确的特点。

2.1 品种选择

采取地理信息系统技术(GIS)与数据库技术, 全面考虑自然条件(如海拔、积温、土壤肥力)、施肥水平、栽培水平、耕作制度、病虫害抗性、习惯喜好和品种性状等因素, 建立各个示范点的行政区划图、地形图、土壤肥力状况分级等的空间动态数据库。综合运用上述信息推理适宜品种和推荐使用品种, 如根据用户所处地理位置, 从县、进乡、进村、层层深入, 在确定该地块的位置坐标和给出各种前提因素后, 系统推理出适宜品种和推荐使用品种, 并与品种特征数据库相连接, 便于用户查询、掌握。

2.2 播前决策

该部分是系统的核心之一, 基本思路是根据领域专家知识和玉米生长发育特点结合贵州省的农业生产环境, 推理出符合规范化、标准化、实用化玉米高产高效栽培模式的播种适宜期、种植规格、播种密度等栽培因子, 对玉米生产进行科学合理的产前咨询决策。

在已知品种的前提下, 根据品种特性、土壤肥力、施肥水平、耕作制度、播种方式等因素进行推导, 找出适宜密度。在适宜密度确定后, 根据品种特性、海拔、耕作制度等因素为用户提供合理种植方式和规格。在已知种植地点海拔的条件下, 根据当地气象资料、气象灾害发生规律、播种与栽培方式等因素确定安全播种始期。

在本部分中与品种选择模块一样采用 GIS 与数据库技术提供海拔、气象资料等基础数据。

2.3 病虫害与缺素诊断

主要是对玉米的病虫害与缺素进行诊断, 并提供各种病害、虫害和缺素的症状与防治措施。比如说玉米早期缺素病, 它可以让农户了解到分布与危害、危害症状、发生规律和防治方法。

在系统设计中充分利用多媒体计算机的特点, 如病虫害以及缺素症状的图形识别和消息传递, 一般农民群众是不容易说清楚自己所种的玉米得什么病或被什么虫所侵害, 但是他们却可以对照图片指出自己种植的玉米叶片是什么样子, 有什么样的虫出现在玉米地里。因此, 我们在计算机显示出玉米的不同生育期中会出现的病虫害的图象, 请农民群众指认, 再结合其它的条件, 然后由计算机做出相应的处理, 判断是哪一种玉米虫害或病害, 并给出病虫害的名称、治疗方案、预防的办法等。

2.4 田间管理

栽培田间管理部分是玉米专家管理系统重要的组成部分, 它根据贵州省玉米生产的各个时期(播种、苗期、穗期、花粒期、收获期)管理采用图、文、声、像结合方式提供相对应的技术措施。用户可以从系统中得到育苗方法、移栽时间及方法、大田直播地膜覆盖高产技术、整地与土壤处理、种子处理、规格化间套种增产技术、各生育期的追肥、施肥方法与技术、中耕培土、查苗补苗、灌水、化控、除草、病虫害防治、采摘收获等规范化、标准化、实用化的玉米高产高效栽培技术与方法。

2.5 肥料运筹

以目标产量或经济产量为基础, 根据品种需肥量、土壤肥力、肥料利用率、肥料种类确定玉米全生育期的施肥数量和肥料分配。

系统中运用目标产量模型与肥料效应函数模型结合测土配方、平衡施肥进行肥料运筹的推理。目标产量根据用户目标产量、前 3 年平均产量、空白地力产量以及玉米品种的产量潜力等确定。

在土壤肥力的确定中, 考虑到使用该系统的对象有农民, 也有农业技术人员, 对于解决问题的方法也会有不同的思路, 因此, 在知识库的设计中也考虑了多种方法。如对土地肥力的判断, 农业技术人员一般从土壤的有机质、速效磷、速效钾等化验参数来进行判断, 让农民群众来回答这些问题却不容易, 但是他们对自己土地的常年产量却最清楚, 我们就与农业技术部门的专家合作, 推算出常年产量与土壤化验参数之间的关系, 通过这个关系来确定出土壤肥力的标准。对于一个区域的土壤肥力确定, 根据部分样点的测定值采用 GIS 技术分区评价。

2.6 基本信息管理

由农户信息管理、土壤信息管理、地理信息管理、气象信息管理、品种信息管理等部分组成, 存储和提供高产规范的品种、肥料、病虫害防治、栽培方

法、新术语、概念、技术、方法等信息和数据,这些信息以 GIS 图形、数据库和文本文件等形式存在,它为咨询提供数据。

2.7 生产效益分析

主要是从经济效益考虑,由局部到整体、由定性到定量地为用户提供玉米生产过程的成本核算和效益分析,实现最佳的经济效益。

3 系统实现中的关键技术

3.1 知识获取

采用田间栽培试验获取资料与向专家们获取知识相结合的手工获取方法。其主要途径有以下几点:

(1)通过向本领域专家的咨询与交谈获取专家对玉米生产的经验知识、求解问题的方法与推理方法等。对农业专家获取优质、高产、高效的成果和经验进行系统分析,找出共性,归纳出“专家知识模型”,对与生产管理措施有关的主导因子与措施之间、因子与因子之间、措施与措施之间的复杂关系进行综合分析,适当量化,建立相应的模型。针对某些玉米生产关键技术问题开展深入讨论,根据他们的建议完善修改已获取的知识,并随时搜集整理他们的最新生产建议。

(2)通过本领域专家所取得的科研成果、出版的专著与教材、科技期刊上发表的论文等,对其进行归纳、整理,将有关知识抽提出来形成规则。由各学科专业权威专家分别对整理的知识规则和数据进行审定后建库。

(3)通过玉米田间栽培试验所取得的数据资料,并依此建立起有关模型。

(4)与当地技术员、农民座谈,收集各示范区的农业生产专家和农业生产技术人员关于当地玉米高产的知识和经验,以增强系统的针对性和实用性;同时与各示范区的玉米生产能手开展座谈,吸取他们在玉米生产方面的实践经验,作为专家知识的补充。

(5)其它资料来源。如玉米品种区试资料、贵州土壤、农业区划、气象、地理等资料。

在知识采集过程中最大的难点在于领域专家不太了解计算机和专家系统二次开发平台的功能以及相关技术,所以他们提供的专家知识虽然人类专家容易理解,但很难直接转化成形式化知识描述。为此,我们采用了以下方法:①知识工程师向领域专家介绍二次开发平台的功能、二次开发方式以及相关计算机和专家系统知识。②领域专家介绍领域知识,提供书面资料。③知识工程师认真领会领域专家提

供的知识,成为“半个专家”。④知识工程师建立该领域的形式化语言框架,建立相应的表格框架,提供给领域专家。⑤领域专家根据表格框架将自己的专家知识描述成记录形式,填写表格送给知识工程师。⑥根据记录形式的专家知识资料,领域专家再进行筛选、化简、合并等过程,最后生成形式化的知识描述。⑦计算机技术人员将形式化描述的专家知识录入计算机生成该领域的专家系统。

3.2 知识表示

关于领域专家知识转化成形式化描述的方法目前已有许多,但是不同领域各有特点,在某一领域很有效的方法在另一领域不见得有效,所以往往需要针对具体领域建立一个合适的人类专家知识转化成形式化描述的方法,这是开发的难点之一。本系统的知识表示与组织是依据领域专家分析问题、解决问题的思维和推理方式进行的,并首先拟定知识层次框架和推理决策树。知识表示主要采用框架描述、产生式规则和多媒体等方法,如录像、图片、音响等采用多媒体形式,而玉米病虫害、缺素的诊断等的知识表示则采用产生式规则与多媒体结合的形式。下面以玉米品种的选择为例说明在开发过程中所使用的方法。

贵州玉米生育期很长、种植范围广、限制因素多。由于贵州高寒山区自然气候复杂,立体农业特点显著,各个地域的气象条件、土壤肥力、生产管理水平等差异很大,玉米生长的限制因素不尽相同,使各地的玉米生产存在着显著的差异,因此,必须针对不同的生态区选择具有不同适应性的杂交种。而这些选择的知识直接形式化描述很困难,同时用户使用起来也很不方便,为此我们采用了先粗后细的归纳产生式规则方法,具体如下:

(1)根据贵州玉米种植的生态区划分类:如低海拔(800 m 以下)生态区、黔中(800 ~ 1 250 m)生态区、黔西北高海拔(1 250 ~ 1 790 m)生态区、黔西北高山寒冷(1 800 m 以上)生态区。

(2)如果某一类中还有诸多品种时进一步细化:如黔西北高海拔生态区可以细分为坝地、坡地和高山生态区。

(3)在不同的生态区中全面考虑其它条件,如土壤肥力、施肥水平、栽培水平、耕作制度、发生病虫害情况、习惯喜好等因素,结合品种特性进行划分。

其中(1)的目标是提供大类分类,同时能够集成 GIS,提供良好的用户界面。(2)的目标是能够彻底分类,进行小生态区的定位。(3)的目标是根据属性推

荐品种,为用户提供系统运行结果。

3.3 多媒体实现技术

结合系统的内容,采用数码照相和彩色扫描(分辨率在 300 dpi 以上),将图片处理成索引模式的 GIF 图像文件或压缩格式的 JPEG 图像文件格式反映农作物长势及各种生理特征。用 Microsoft GIF Animator、3DS 和 Flash4.0 制作动画或立体图形。鉴于视频和音频文件的良好效果,本系统将有关农作物生长发育、栽培管理和实用技术等方面的录像和摄像材料进行了转换压缩成 MPEG-1 文件(MPG)。

3.4 地理信息系统技术与专家系统的结合

以专家系统开发工具为基础,通过分层技术分离 GIS、数据库、模型、知识库与界面展现、专家推理、模型求解等对象,在系统一级采用新型的 N 层体系结构,按照应用需求在不同层次上进行组织。采用集成二次开发,以通用 GIS 功能组件(MapObject 控件)及进行应用开发。

3.5 输入数据的正确性

尽可能收集并利用来自多个独立数据源的数据,建造具有使输入数据尽可能正确功能的输入子系统。系统为用户提供了以选择方式为主的输入方法,在选择按钮旁边标出提示样板或实物示例,以辅助用户选择正确输入,并对用户输入数据的准确性提供检验功能;采用 GIS 技术,建造六个示范区的行政区划图、土壤肥力状况分级图、玉米生产信息库、地形图等时空数据库。在行政区划图与地形图上农户都可以找出玉米种植地块的位置。

4 推广示范

在软件研制的同时,我们开展了系统的示范应用工作。

4.1 组织形式

为了加强玉米专家系统的推广应用工作,我们建立了由示范县(市)行政主管部门领导牵头,基点示范乡的党、政业务部门负责落实,课题项目组负责技术指导,开展课题研究的一体化实施保障队伍。参加人员为示范县(市、区)科技局长(科委主任)、农业局长、乡党委书记、课题项目组人员、农业站长、微机操作员、科技示范户等,以保证示范区工作的顺利实施。在示范乡镇建立了示范指导站,配备电脑,指定专人管理,及时为农民群众提供服务,保证将技术落实到户、到地块,并注意反馈群众的信息,以便系统的完善修改。

4.2 推广措施

项目组还通过深入示范区和请上来的方式,多次向示范市(县)领导、示范乡(镇)负责同志、农业技术人员、科技示范户讲解专家系统技术、玉米生产新技术等。多次举办市(县)、乡(镇)级系统操作人员培训班,项目主持人与课题组成员为学员讲授专家系统、玉米生产新技术和微机原理与操作等课程,指导学员上机操作,使学员们初步掌握了专家系统的软件操作方法,宣传农业智能化系统的作用,使农技人员全面掌握使用智能化农业信息系统技术,广泛推广农业信息技术。

在示范区建立以玉米定位系统观测点为核心的实验验证示范推广核心区,在代表不同的生产条件和水平的条件下,动态监测苗情的发展,最后观察每个地块运行的实际效果。根据实际运行过程中的问题,不断完善修改系统,提高决策的科学性、准确性和弹性(应变决策能力)。

在定位系统观测和推广验证体系的基础上,对有条件的区(县)和乡(镇)进行计算机联网,建立计算机通讯和信息网络。

4.3 应用推广效果

根据贵州省的实际情况及项目的总体设计,按照两个层次逐步推广(即建立示范区及辐射推广区)的原则建立 6 个示范区,对贵州省玉米大面积生产通过计算机专家系统决策实施科学管理进行示范推广。示范区分布在贵州不同的玉米生态区,其中包括不同土壤质地、不同肥力基础和不同生产水平。

先后举办各类技术培训班 50 余期,培训农业技术人员 0.5 万人次,计算机操作人员 100 人次,取得了巨大的社会效益。通过应用示范工程的实施,改变了玉米传统栽培技术长期以来处于局部、分散、单项和被动的局面,使科技工作在大面积生产上具体服务到了不同地块,运用信息网络对农业生产进行远程诊断和提供决策咨询,克服了以往决策的盲目性和改变了传统落后的农业技术推广手段,对全面提高基层干部、农技人员和生产者的科技信息意识及科学管理水平,提高科技进步对生产的贡献率,具有重大的实际应用价值。

5 小 结

(1)专家系统软件具有决策功能,可为县、乡级领导指挥生产、管理生产提供理论依据。通过示范应用,提高了市(县)、乡(镇)两级领导对计算机这个高新技术的认识,使领导者的观念更新,普遍感到学习运用农业专家系统是农业生产管理走向现代化的第

一步。采用计算机管理指挥生产,传播信息快捷、方便,在农业生产的关键环节能够将专家的重要建议及时传送到农民手中,为群众做到产前、产中、产后服务,计算机作为现代化的办公设备,正在成为各级领导指挥生产的好帮手。

(2)专家系统软件实现专家知识于一体,增强了科技成果集成的力度。采用多媒体技术,人机交互功能强,专家系统知识规范、通俗、面向农民,成为农民科学种田的好帮手,是生活在农民身边的玉米专家。

(3)专家系统软件具有示范教学功能,声、图、文并茂,界面友好,使农民能够直观、形象的接受新事物,有利于向农业技术人员、农民传播科技知识,满足了他们学习和掌握农业科学新技术的需要。诸如地膜覆盖、种子包衣和配方施肥等多项技术,通过系统的演示与宣讲,在示范区内得以迅速推广。

(4)鉴于目前购置计算机的费用大幅度降低和农民信息意识的不断提高,今后每个村组或生产单位配置一套计算机设备,培训一名操作人员,推广应

用农业专家系统,实现农业生产全过程信息化和决策管理科学化,具有广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 刘大有,唐海鹰,等.多媒体玉米生产智能系统的研制与应用[J].计算机研究与发展,1999,16(1):42-46.
- [2] 陈桂芬,庄铁成,等.多媒体玉米生产专家系统的研制与应用[J].农业与技术,1998,(1):11-17.
- [3] 诸德辉,李鸿祥,等.小麦管理专家系统的研究开发与应用[J].作物杂志,1995,(6):1-3.
- [4] 王远景,金忠华,等.玉米高产栽培多媒体信息系统的研制[J].玉米科学,1999,7(1):53-58.
- [5] 熊范纶,等.农业专家系统及其开发工具[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [6] Joseph Giarratano, Gary Riley. 专家系统原理与编程[M].北京:机械工业出版社,2000.
- [7] 庄铁成,陈桂芬,李葵花,等.多媒体玉米病虫害诊治专家系统[J].玉米科学,1997,5(2):69-71.
- [8] 宋崇平,杨朝日,宋儒,等.简明玉米杂交种信息咨询系统的设计与实现[J].玉米科学,1998,6(4):70-72.
- [9] 刘淑琴,庄铁成.多媒体在玉米研究中的应用[J].玉米科学,1995,3(4):75-78.