

文章编号 :1003-8701(2010)04-0062-03

# 吉林省玉米专家系统设计与实现

许志军,张春飞,胡瑞华

(吉林大学农学部,长春 130062)

**摘要:**农业专家系统通过模拟领域专家解决领域问题的过程来为用户提供决策支持,从而指导生产实践。根据吉林省的自然生态和玉米种植特点,研究开发出吉林省玉米专家系统。介绍了吉林省玉米专家系统的结构与功能,并详细论述了知识库的构建与推理机的实现。

**关键词:**专家系统;玉米;知识库;推理机

中图分类号:TP182

文献标识码:A

## Designing and Accomplishment of the Jilin Maize Expert System

XU Zhi-jun, ZHANG Chun-fei, HU Rui-hua

(School of Agriculture, Jilin University, Changchun 130062, China)

**Abstract:** Agricultural expert systems can make an optimal management decision to support the actual agricultural production by imitating the problem resolution processing by experienced domain experts. According to the characteristics of natural ecology and maize production in Jilin Province the Jilin Maize Expert System (JLMES) has been developed. The structure and functions of JLMES was described in the paper and construction of knowledge base and reasoning machine was discussed in detail.

**Keywords:** Expert system; Maize; Knowledge base; Reasoning machine

吉林省位于我国东北地区中部,东经 $121^{\circ}38' \sim 131^{\circ}19'$ ,北纬 $40^{\circ}52' \sim 46^{\circ}18'$ 之间。土地总面积 $18.74$ 万 $\text{km}^2$ 。玉米主产区的长春、四平、吉林等17个市县多为黑土和黑钙土,年平均降水量 $480 \sim 600$  mm,  $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 积温 $2850 \sim 3150^{\circ}\text{C} \cdot \text{d}$ ,无霜期 $130 \sim 150$  d。这里雨、热同季,夏季高温湿润,昼夜温差大,光、热资源丰富,土地平坦,土壤肥沃,非常适合玉米的生长发育,有利于玉米的高产稳产<sup>[1]</sup>。自20世纪70年代以来经过大规模建设后,逐渐形成了我国以玉米为主的商品粮基地。得天独厚的自然条件和先进的玉米科学技术造就了闻名于世的吉林玉米带<sup>[2-3]</sup>。2008年在作物生长期雨水充足,光照充分,气候条件有利作物生长,全省玉米产量超过210亿kg。玉米生产已成为吉林省农业生产的支柱产业。玉米种植面积占作物播种面积的65%,占

全国玉米播种面积的10.25%,玉米产量占吉林省粮食总产的75%,占全国玉米总产量的14.8%。现已发展成为玉米总产量最多,单产水平最高,人均占有量、商品量、出口量、外调量最多的玉米生产大省。多年来在平衡国家粮食供求、支援灾区、出口创汇、增加国家粮食储备、保证粮食安全等方面为国家做出了突出贡献<sup>[4]</sup>。但是,在另一方面,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。

吉林省玉米专家系统研究与开发的目的是将农学知识、科研成果和实践经验与计算机技术有机结合,建立一套综合性的系统,以指导吉林玉米生产实际,解决切实问题,全面提高玉米生产科学

收稿日期:2010-03-23

作者简介:许志军(1971-),男,副教授,工学硕士,研究方向:工业控制自动化。

经营管理水平。系统采用国际上主流软硬件技术、多媒体技术、网络应用与系统集成技术,综合吉林省农业生产实际,将众多农业专家多年积累的知识、经验和技能,经过深层次的提炼、加工和整理,并利用信息技术和知识工程的方法使之系统化,通过在农安、榆树、公主岭、梨树、德惠 5 个中心示范区的推广应用,取得了良好的经济效益。

## 1 专家系统概述

专家系统是人工智能领域的一个重要分支,是对传统人工智能问题中智能程序设计的一个非常成功的近似解决方法。专家系统早期的先驱者之一,斯坦福大学的费根鲍姆教授把专家系统定义为一种智能的计算机程序,它运用知识和推理来解决只有专家才能解决的复杂问题。

## 2 系统结构与功能

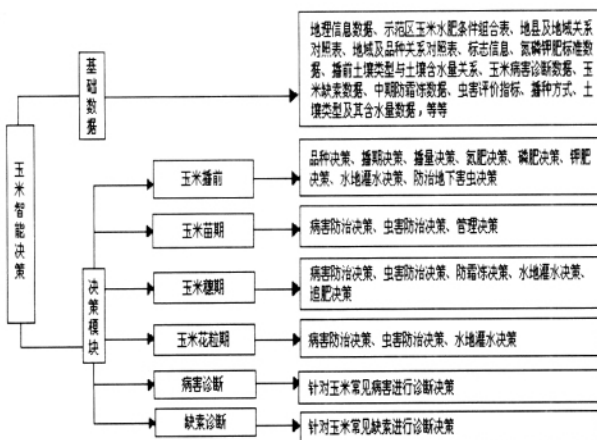
玉米专家系统主要由知识获取、知识库、推理机、解释机构及人机接口 5 个部分组成。知识获取就是用计算机可以识别的语言,将领域专家的知识经验形式化,把知识加入到知识库中,并可为修改知识库中的原有知识和扩充新知识提供相应手段。知识库储存以适当形式表示的从专家那里得到的关于某个领域的专门知识、经验以及书本知识和常识。推理机目的是用于控制、协调整个专家系统的工作,它根据当前的输入数据或信息,再利用知识库中的知识,按一定的推理策略去处理、解决当前的问题。解释机构对推理给出必要的解释,包括解释推理结论的正确性以及系统输出其他候选解的原因。人机接口是人与系统进行交互的媒介,一方面可以使用户能够输入必要的数据、提出问题和了解推理过程及推理结果;另一方面,系统则通过接口要求用户回答提问,并对用户的提问进行回答及做必要的解释。

玉米专家系统实现的功能主要包括 3 个方面:①信息交互子系统,包括一般性知识、咨询服务、相关站点。②多媒体生产管理咨询子系统,包括文字、声音、图片、影像等。③决策支持子系统,包括播期、播量、品种、施肥、养分、病虫害等生产决策。

具体而言,系统面向生产实际,针对玉米生长发育特点及生产实践中的主要问题进行模块划分。把各种问题决策按其性质分别归属于各个生产时期,根据农作物本身的季节性和生产管理的阶段性,划分为 8 个咨询模块,即:播前准备、苗期

管理、穗期管理、花粒期管理、收获期管理、病虫害、培训教程以及智能决策。用户可以在玉米生长的不同时期,根据需要选择咨询不同的模块。

系统实现的主要功能有:①播前准备,包括播前整地、合理施肥、品种选择、种子处理、播量决策、播期决策、播种决策,还包括合理密植、播种等主要技术指标的确定等;②苗期管理,包括冻水、水肥、镇压、灌溉、化控、草害防治、病虫害防治等内容;③穗期管理,包括起身、拔节、抽穗时的管理,如培土、防倒伏、化学除草、病虫害防治、霜冻防治等;④花粒期管理,包括花粒期的主要管理措施;⑤收获期管理,包括收获期确定、收获方法、贮粮方法、收后田地处理等;⑥病虫害,包括玉米各个生长时期的病(包括生理病害)、虫、草害的防治措施;⑦培训教程,主要实现用户对玉米生产管理中一般知识的网上学习与查询;⑧智能决策,进行用户所关心的各项生产决策。智能决策是系统的核心组成部分,包含了基础数据和玉米生产中的各项决策,根据农业领域专家整理的知识和经验,用户可以进行决策的项目如图 1 所示。



## 3 知识库构建

知识库是专家系统的关键之一,在农业专家系统知识库中,知识表示为事实、知识规则和结论。知识库中既存储农业专家的知识和经验,也存储许多基本数据,如农田地理位置、当地气象条件、有效积温、无霜期等。此外,知识库中还要存储必要的约束规则。而且,当用户提交信息进行决策时,相应信息也要进入知识库参与推理。

知识获取把解决问题的专门知识转化为计算机可以识别的代码,知识的表示通过规则来实现。每一条规则都包含前提和结论以及阈值和可信

度。阈值指定推理时某规则是否可以应用。在阈值给定的范围内,由前提推出结论,结论由可信度标明其逻辑蕴涵强度。各规则之间具有逻辑与、逻辑或、逻辑非、逻辑异或等关系,此外规则之间还具有互补和互斥关系。上述规则都是基于知识的,要进行推理还必须建立基于规则的规则,以确定规则之间的联系,从而实现规则之间的计算。规则的提取和逻辑关系的确定由领域专家和知识工程师共同完成,然后集成为规则库<sup>[5]</sup>。

考虑上述原因,农业知识库由三部分组成,分别是静态知识库、动态知识库和规则库。将农业专家的经验 and 知识用数学模型法处理后存储为静态知识库,它包括品种决策知识库、播量和播期知识库、施肥与作物营养知识库、病虫草害知识库以及收获贮藏知识库等内容。此外,静态知识库还存储了各地基本数据,如海拔、纬度、无霜期、气象条件等。动态知识库根据用户的决策需要,保存推理机计算出的中间值和过程参数,并将最终的结果通过推理机发送到人机界面。动态知识库针对各地用户的具体查询而建立,在运行中动态更新,有利于保证静态知识库的安全性、一致性和完整性。规则库则建立了事实与结论之间的逻辑关系,当用户进行决策时,由系统从用户所建立的事实表中提取数据,并发送到推理机,由推理机决定所适用的规则,然后进行推理。

## 4 推理技术

推理就是依据一定的原则和事实推出结论的过程。本系统是基于规则的产生式系统,因而其推理机制是演绎性推理。规则中的结论可以是另外一些规则的前提条件,而某些规则的前提条件也可以是另外一些规则的结论<sup>[6]</sup>。推理机集中体现了选择与运用专家知识的能力,由于农业领域的复杂性和模糊性,例如土壤养分高低、叶色深浅、病虫害诊断与防治等数据,所以推理算法采用不精确推理和混合控制策略来实现。

可用于推理的控制策略主要有正向推理、反向推理以及混合推理。正向推理从事实或状况向目标或动作进行操作,反向推理从目标或动作向事实或状况进行操作<sup>[7]</sup>。二者简单易于实现,它们的局限性主要在于推理开始时的盲目性,正向推理求解了许多与总体目标无关的子目标,而反向推理则盲目选择目标(在系统开始选择目标时,与问题有关的信息还没有提供),求解了许多可能为

假的总目标,尤其是在解空间较大时更为明显。本系统主要采用混合推理策略,当混合推理中双向推理的其中一个方向的推理已完成推理任务时,混合推理便演变为正向推理或反向推理,这是混合推理的特例。

例如,进行玉米的施肥决策时,无论是正向推理或者是反向推理,都难以满足要求,不易控制。采用混合推理则可以解决这些问题。进行施肥决策,用户需要提交多个数据,例如所施肥的名称和数量、土壤的相应 PPM 数值、前 3 年均产、目标产量、有机肥料的等级及数量等。由农业的施肥模型可以发现,上述各个数据之间具有多种联系,从系统的易用性、好用性出发,并考虑推理效率,还要考虑数据的合理性、结果的正确程度、避免盲目推理及盲目选择目标等因素,因此采用混合推理较为合适。

## 5 结 论

吉林省玉米专家系统向用户提供了实用的科技致富和生产经营等方面的信息服务,并提供了农业生产与管理的决策咨询方案,使用户可以随时获得专家指导,在推广应用深受广大用户欢迎。考虑到用户实际,系统分为网络版和单机版,二者功能操作基本相同,根据用户上网条件具备与否安装和运行不同版本。经过示范区 3 年来的生产实践,取得了良好的经济效益。

在玉米专家系统中,知识库是核心,随着新技术、新成果、新品种的发展,以及一些病虫害品种的变异,玉米知识库仍在不断扩充与完善中。

参考文献:

- [1] 马树庆, 袁著香. 吉林省农业界限温度条件变化规律研究[J]. 地理科学, 2009, 19(1): 63-68.
- [2] 王本琳, 胡细银, 佟连军. 东北区粮食生产潜力研究[J]. 地理科学, 2001, 11(3): 223-233.
- [3] 刘虹, 赵淑芝. 东北地区区域经济发展问题研究[J]. 地理科学, 2007, 17(2): 120-126.
- [4] 李维岳, 才卓, 赵化春. 吉林玉米[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2000.
- [5] 杨静, 杨盘洪. 面向 Internet/Intranet 的山西省农业专家系统研究[J]. 太原理工大学学报, 2009, 32(3): 230-233.
- [6] Yang Panhong, Yang Jing. Architecture and Implementation of Knowledge Base in Web-based Agriculture Expert System [A]. Proceedings of ICEMI'2001 [C]. Beijing: Electronic Measurement and Instrument Society of CIE, 2001., 818-821.
- [7] 蔡自兴, 徐光佑. 人工智能及其应用 (第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006: 93-101.