

# 基于 GIS 的大豆生产技术专家系统研究

王艳艳

(黑龙江农垦科学院 电子信息研究所, 黑龙江 哈尔滨 150036)

**摘要:**重点阐述了基于 GIS 的大豆生产技术专家系统总体结构、主要功能和实现技术。GIS 大豆生产技术专家系统是农业专家系统的一个新的研究和应用领域,把人工智能技术和地理信息系统有机地集合起来,在 GIS 和 ES 集合方面做了一定研究。系统采用 B/S 三层结构,利用 GIS 和 ES 的动态链接集成技术和智能推理技术,融合大豆农业专家知识,建立了基于 GIS 的大豆生产技术专家系统。

**关键词:**大豆;地理信息系统;专家系统;智能推理;系统集成

**中图分类号:** S126      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1002-2767(2009)06-0121-04

## Study of GIS-based Soybean Production Technical Expert System

WANG Yan-yan

(Electronic Information Institute of Heilongjiang Land Reclamation Sciences, Harbin, Heilongjiang 150036)

**Abstract:** This paper described the framework, function and realization technique of GIS-based soybean production technical expert system. This system was a new research area of agriculture expert system. This study integrated artificial intelligence technology with Geographic Information System, and researched on the integration of GIS with ES. The GIS-based soybean production technical expert system was developed with “Browser/ Server/ DBMS” three-layer architecture network model, used by GIS and ES dynamic link integration technology, adopted intelligent reasoning and incorporate agricultural expert knowledge.

**Key words:** soybean; geographic information system; expert system; intelligent reasoning; system integration

21 世纪是知识经济逐渐形成并成为主体和信息技术高速发展并全面实现信息化的时代。在农业领域,由于农业信息技术的拓展应用,信息与知识已经成为农业生产活动的基本要素和发展动力,信息和技术咨询服务业也正在上升为整个农业结构的基础产业。黑龙江省是全国重要的大豆商品基地和出口基

---

收稿日期: 2009-03-06  
作者简介: 王艳艳(1980-),女,山东省齐河县人,学士,主要从事农业信息技术研究。E-mail: wangyanyandw@163.com。

地,不但对国民经济的发展做出了重大贡献,也成为农民增收的重要来源。将地理信息系统与专家系统结合建立基于 GIS 大豆生产技术专家系统,以地理信息系统来对大量的地理数据进行分析管理和空间关系的分析,而以专家系统来解决地理研究中所涉及到的知识推理问题,实现 GIS 数据库与 ES 模型库、知识库的有机结合,使系统不仅具有启发式推理功能,而且还具有 GIS 分析管理能力,有效地增加大豆生产的产量和效益,为精准农业关键技术的集成方面做了初步探索。

3.2.6 ISO 9000 能够进行国际通行的认证,而 TQM 却不能。

3.2.7 ISO 9000 是通用的标准,企业按规范化的要求去做,可比较、可检查、可操作,但是 TQM 只有书籍、文章阐述的方法,没有规范化。

当然,尽管存在上述这些差别,都不会影响二者之间的相容、相通和相近的主流。在企业的实际工作中,

应把开展全面质量管理(TQM)和实施 ISO 9000 系列标准有机地结合起来,以获得更好的管理成效。

**参考文献:**

[1] 丛燕.最新产品质量监督与强制性条文标准实施手册[M].北京:中国计量出版社,2004.

[2] 李晓春,曾瑶.质量管理学[M].北京:北京邮电大学出版社,2006.

1 系统的结构

1.1 系统体系结构设计

系统采用 Brower/Server/DBMS 三层结构(见图1),将业务逻辑从用户接口分离出来。用户表示层负责数据的可视化显示和用户交互,用户只需要 WEB 浏览器,就可以向应用服务器发出请求,实现图形化的浏览、查询、决策等<sup>[1]</sup>;业务层主要由 Web Map 和 IIS 实现,应用服务器能够进行大量的数据分析工作,提供系统中与应用逻辑有关的各种服务构件;数据层提供和管理各类数据库,主要包括空间数据库、属性数据库、专家知识库、模型库等的数据存取。

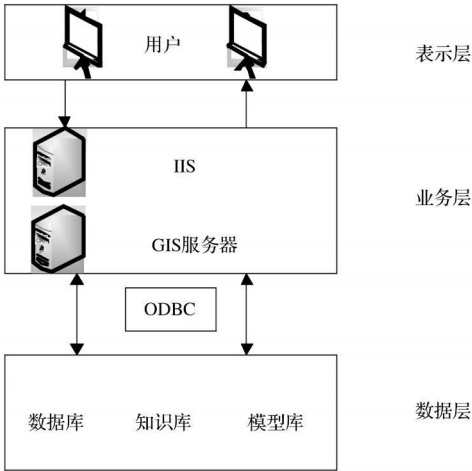


图1 系统体系结构图

1.2 系统逻辑结构设计

基于 GIS 的大豆农业专家生产技术专家系统在逻辑结构上由人机接口、数据库管理、专家知识库管理、模型库管理、系统维护管理 5 大部分组成。

1.2.1 人机接口 是专家与用户信息交流的可视界面,信息由此输入,负责将用户输入的信息转化成系统内规范化的表示形式,再把这些内部表示交给相应的模块去处理;结果由此输出,系统输出的内部信息也由它转化为用户易于理解的外部表示形式显示给用户。其是内部信息与外部信息相互翻译的场所。系统的输出界面一般包括:专家系统提出的各种问题,请求用户交互回答。各种正确结果的输出,一般是文字、数值、图像或视频。各种错误信息的提示,错误信息中一般应包括“错误性质”“错误原因”等。解释信息一般是系统分析推理过程的重现,这些信息主要是系统在分析过程中所用的公式和理论。系统提供给予对话框和菜单的可视化人机交互界面,使用户能很方便地利用专家系统的推理和解释功能得到自己需要的分析结果。

1.2.2 数据库管理 系统包括各式各样的数据库进行建立、更新、编辑、重组和输出等。数据库包括点、线、面等空间数据,采用适量空间数据来表示各地的基

本地理特征数据,所有空间数据采用同一坐标并同时提供矢量和栅格两种格式的数据。通过一个标识与地点库关联起来。主要包括大豆的生态区分布图、积温图、土壤类型图、降雨量图、农田地块图、行政区划图等;也包括各种属性数据,如土地资源、化肥用量、灌溉水平、肥料价格、品种资源、水资源、气候资源等。

1.2.3 知识库管理 用于存放领域专家提供的专门知识,包括专业领域中的事实、规则。知识库中的知识数量和质量成为一个专家系统中性能和问题求解能力的关键因素,知识库的建立是专家系统的核心任务。在面向对象的知识库中,问题求解中涉及的概念、实体作为对象以分类关系和组成关系构成对象模型,对象的属性、操作方法封装在对象框架中。规则的内容分布在前提及结论对象的属性和方法中,由对象之间的隐含关系体现。每一对隐含关系在运行期内有两个状态,静止稳定状态和活动状态,反映某条规则是否被采用。知识库作为对象的集合,从数据库中得到有关事实。推理机通过对象的传递机制完成,消息决定规则是否被激活,形成活动序列发给数据库。

1.2.4 模型库管理 模型库为系统判断、运算过程,通过匹配、分析和比较不同的解决方法使决策者具备分析问题的能力和获得解决问题的信息。模型库存储了预先经过分析比较而建立的评价模型和相应的程序。所有模型和程序均以 SQL server 数据库语言参编运行。模型运行的过程为事实、数据和规则的匹配过程。模型库中的模型间有着依赖以及先后次序的关系,即某一模型操作或功能完成取决于另外一些模型的操作或功能的完成<sup>[2]</sup>。模型库的库文件包括大豆生长发育模型、生育期模型、肥料优化分配模型等。

1.2.5 系统维护管理 包括系统数据库、模型库、知识库的维护和更新等以保证系统运行正常。

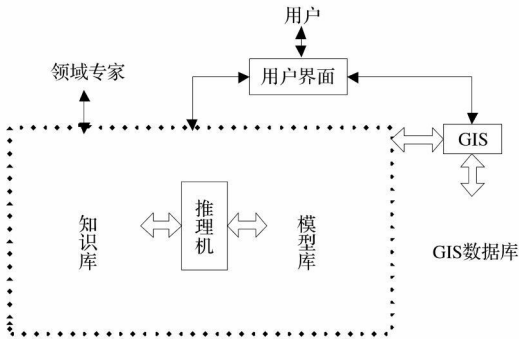


图2 系统框架图

2 系统的功能设计

系统的功能包括信息查询、智能决策、结果输出、系统维护四大功能模块(见图3)。

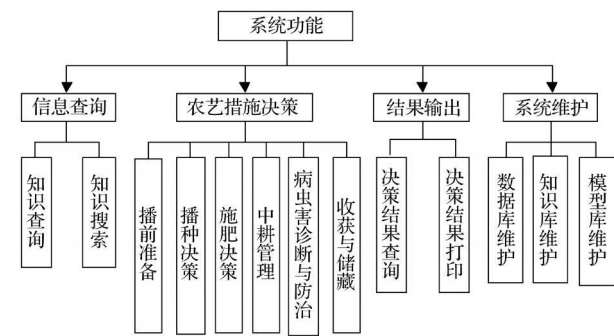


图3 系统功能结构图

## 2.1 信息查询功能模块

系统展示了各种大豆生产技术方面的专家经验与知识, 为用户提供了大豆的知识性咨询, 在系统中嵌入了大量关于大豆病虫害防治方面的图片, 便于用户更直观地查阅信息。系统的查询功能可通过目录方式直接查询, 也可以通过关键字搜索方式查询, 从不同的层次、全方位地满足用户的需求。

## 2.2 农艺措施决策模块

农艺措施决策功能模块为系统的核心部分, 由播前准备、播种决策、施肥决策、中耕管理、病害诊断与防治等 7 个子模块组成。

2.2.1 播前准备 品种选择: 通过对照品种、特殊情况以及 GIS 数据库中的土地基本信息、积温等条件决策出适应该地块发展的品种; 栽培技术: 通过品种以及通过 GIS 数据库提供的土地基本信息等条件决策出正确的栽培方式; 整地决策: 根据品种及栽培方式决策出耕、松、耙、耨等整地方法; 种子处理: 根据种子特性与从 GIS 数据库获取的以往病虫害发病情况决策出用药剂、微肥等处理种子方法。

2.2.2 播种决策 据品种、播种方式、种植面积(单位  $\text{hm}^2$ )等决策出播种量、密度、深度、日期等。

2.2.3 施肥决策 经验施肥: 根据品种、栽培方式、土壤类型、地力等条件, 结合专家知识库中总结的经验推断出施肥量。测土施肥: 根据 GIS 数据库中的土壤中 N、P、K、有机质含量决策出精确施肥量, 科学地补充土壤养分。

2.2.4 中耕管理 化学除草: 根据不同的杂草特性、土壤特性决策出对土壤进行封闭除草的混合除草剂配方。中耕措施: 根据大豆生育期及生长状况决策 3 次中耕方法。追肥决策: 根据大豆生育期及土壤状况决策大豆追肥的时间与用量、用法。缺素诊断: 通过对症状的综合分析判断或图片识别出是缺少哪种营养元素并给出防治方法。田间喷灌: 根据土壤条件决策田间喷灌方法。化学调控: 根据大豆生育期及生长状况决策化学调控方法。

2.2.5 病虫害诊断与防治 通过对症状的文字描述

选择, 综合分析诊断出是哪种疾病或虫害, 也可以直接通过图片进行对照诊断并给出防治方法。

2.2.6 收获与储藏 收获决策: 根据收获方式决策大豆收获方法。储藏方法: 大豆安全储藏方法。

2.2.7 成本测算 通过对成本的计算和对产量的预测计算出经济效益。

## 2.3 结果输出功能模块

系统用户可以有选择的将信息查询结果和智能决策结果等图文信息进行打印输出。

## 2.4 系统维护功能模块

包括数据库、模型库和知识库的维护。数据库维护主要是属性数据和空间数据的更新; 模型库维护主要是模型参数的修正; 知识库的维护主要是知识的完善和维护等。

# 3 系统关键技术实现

系统的开发环境: (1)硬件环境: PC 机、扫描仪、打印机、彩色绘图仪等。(2)软件环境: 系统采用 Map Objects 作为 GIS 组件, 因为 Map Objects 组件可以直接插入到许多标准开发环境, 还可以和其他图形、媒体、数据库开发技术结合建立专业应用系统; 组件式的结构是每个功能都封装在一个组件中, 由组件集成系统。这些特性使系统具备了很好的扩充性和易修改性。服务器采用 Windows 2000 Server 作为操作系统, Internet Information Service 5.0 以上为 Web 服务器, 数据库选用 SQL server 2000, 开发语言为 VB。

## 3.1 GIS 与专家系统集成技术

系统采用集成化开发模式: GIS 组件与面向对象可视化编程语言集成二次开发模式。利用 GIS 组件, 实现 GIS 对空间数据库的管理、分析的基本功能, 对运用通用编程软件、面向对象的可视化开发工具, 为开发工具扩充其功能, 进行二者的集成开发。基于目前一些计算机语言和 GIS 所出现的新功能, 即 OLE(对象链接嵌入)技术采用动态链接型集成方法, 选用一套具有二次开发和 OLE 功能的 GIS, 重新设计一个统一的人机界面和调用决策分析模块等应用模型的功能菜单, 并将一些简单的决策分析模型镶嵌到 GIS 中去。再利用一些具有 OLE 功能的计算机程序语言, 把一些复杂的模型转化为可执行的计算机程序。最后通过编程语言和 GIS 的 OLE 技术, 将 GIS 和复杂的应用模型链接在一起。此种方法可以充分利用可视化软件开发工具高效方便的编码功能, 实现各种专用的、复杂的分析方法, 并充分利用 GIS 工具软件完备的空间数据可视化分析处理功能, 提高应用程序的开发效率, 系统具有良好的外观和完善的功能, 其可靠性高, 便于维护, 便于用户使用。

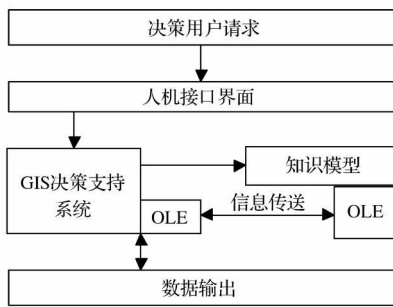


图 4 动态链接型集成示意图

3.2 知识的表示

专家系统中,知识的表示方法很多,由于农业领域问题具有特殊的复杂性和模糊性,表现在知识逻辑结构复杂和解空间较大,基于“规则架+规则体”的知识表现模式,能够清晰地表示出农业领域子问题与父问题之间的逻辑关系,使得专家能够将逻辑结构复杂问题进行逐层分解,理出问题的层次结构,使复杂的问题简单化。同时这种模式提供了一个易于实现计算机交互式知识获取技术的工具<sup>[3]</sup>。

计算性知识的规则表示:

IF<条件 1>,<条件 2>,...,<条件 n> THEN  
<表达式>

判断性知识的规则表示 IF<Precondition> THEN  
<Conclusion>

其中 Precondition= $p_1\theta p_2\theta p_3\theta p_n\theta$ ={AND, OR}

N 为每条规则的前提数,  $P=\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$  为每条规则的前提集。

3.3 智能推理技术的应用

智能推理技术是基于 GIS 的大豆生产技术专家系统的核心技术,也是系统智能化的体现。智能推理功能是系统的显著特征之一,其主要任务是:由事实推出结论,这些事实是利用规则或其它(包括在知识库中)的知识结构送进推理机的;要求增加合适的信息;根据要求对其结论和信息需求进行解释<sup>[8]</sup>。推理过程是一个思维过程,即求解问题的过程。问题的质量与效率不仅依赖于所采用的求解方法,而且还依赖于求解问题的策略,即推理的控制策略。推理的控制策略主要包括推理方向、搜索策略、冲突消解策略、求解策略及限制策略。推理方向用于确定推理的驱动方式,分为正向推理、逆向推理、混合推理及双向推理 4 种。正向推理:正向推理也称为数据库驱动控制,是从已知的数据信息出发,正向使用规则的前提与数据库中的记录相匹配,然后启用规则的结论部分。它适用于解决空间很大的一类问题,如设计、规则、预测、监控及管理。其优点是允许用户主动提供有用的事实信息而不必等到系统需要时才提供;主要缺点是盲目推理:求解了许多与总目标无关的子目标。反向推理:也称为目

标驱动控制,其方法是选定一个目标,然后在规则集中查找能够导出该目标的规则集。若其中某条规则的前提与数据库中的事实匹配,则执行该规则;否则以该规则的前提为子目标继续执行刚才的过程,直到总目标满足或宣告失败为止。反向推理首先由用户提出一批假设,然后系统逐一验证这些假设的真实性,系统的查询功能应用这种推理策略。双向混合推理:正、反向推理各有优缺点,混合推理综合利用了正、反向推理的优点,克服了它们的缺点。混合推理也称为混合控制,是由正向推理帮助选择目标,由反向推理证实目标的推理方式或控制策略。基于 GIS 的大豆农业专家生产技术专家系统主要应用是混合推理思想。

4 结论

随着计算机技术的迅猛发展,GIS 技术也日趋成熟、完善,在各个领域和行业都将得到广泛的应用。将 GIS 和 ES 相结合,发挥各自优势,使计算机技术在大豆生产管理中的应用更加实用化、智能化,对于提高大豆种植的科学性和工作效益将有深远的意义。地理信息系统和专家系统的结合是二者研究的新方向,二者的集成不仅可以实现空间数据的开放,使用户能方便地查询到所需的数据,而且可以为用户提供实质性的决策方案,为作物生产管理中的许多复杂空间问题的解决提供了有效的途径。随着计算机技术的发展、GIS 技术的日益完善以及农业信息化发展的需要,将地理信息系统(GIS)、专家系统(ES)、遥感技术(RS)和全球定位系统(GPS)有机集成起来,将对实现农业现代化和农业生产的高产、高效以及可持续发展具有重要作用和影响。

参考文献:

[1] 乌伦,张晶,唐大仕,等.基于 WebGIS 的体系结构研究[J].地理学与国土研究,2001,17(4):20-24.  
[2] 边馥苓.地理信息系统原理和方法[M].北京:地质出版社,1993.  
[3] 陈立平,赵春江,刘学馨.精确农业智能决策支持平台的设计与实现[J].农业工程学报,2002,18(3):145-148.  
[4] 褚庆全,李林.地理信息系统(GIS)在农业上的应用及其发展趋势[J].中国科技导报,2003,5(1):22-26.  
[5] 李翔,杨宝祝,郭天财,等.基于 WebGIS 和 ES 集成技术的农作物管理地理信息系统研究[J].华北农学报,2003,18(20):106.  
[6] 李德仁.论 RS、GPS 与 GIS 集成的定义、理论与关键技术[J].遥感学报,1997,1(1):18.  
[7] 黄波,王英杰.GIS 与 ES 的结合及其应用探索[J].环境遥感,1996,11(3):6.  
[8] Chen Li-ping, ZHAO Chun-jiang. Design and Implement of GIS/ES Integrated System Based on Internet/Intranet[C] //Progress of Agricultural Information Technology. Beijing: International Academic Publishers, 2000, 278-282.