

精确农业智能决策支持平台的设计与实现

陈立平, 赵春江, 刘学馨, 杜小鸿

(北京农业信息技术研究)

摘要: 系统基于 Internet/Intranet 技术, 研究并集成了精确农业中的关键技术——地理信息系统(GIS)和专家系统(ES), 可以为精确农业实践提供决策支持。通过访问该系统, 用户不仅可以得到基于农田地块的地理信息, 进行农田肥力分析; 同时可进行有关品种、施肥、灌溉、病虫害防治等方面专家智能决策。系统具有可靠、易维护、安全和易操作等性能。

关键词: 精确农业; 地理信息系统; 专家系统; 决策

中图分类号: S127

文献标识码: A

文章编号: 100226819(2002)0220145204

精确农业是应用信息技术, 如全球定位系统技术(GPS)、地理信息系统技术(GIS)、遥感技术(RS)、专家系统技术(ES)等, 把农业技术措施的差异从地块水平精确到甚至平方米水平, 因而取得较好的经济和环境边际效益。精确农业的研究与发展有助于我国人口、资源与环境方面重大问题的解决, 有助于农业资源的高效利用和农业环境保护, 是发展持续农业的重要途径^[1]。

近几年来, 支持精确农业示范应用的基本技术手段已研究开发出来, 并逐步趋于成熟。农业智能决策技术特别是 ES 的开发与应用从一开始就受到广泛重视, 并成为信息技术在农业应用的重要方面, 可以为农业生产提供实施方案^[2]。而 GIS 可以对多种来源的时空数据进行综合处理, 为农业生产提供决策和咨询服务^[3]。将 ES 和 GIS 结合起来, 可以使 ES 决策过程纳入地理信息, 利用 GIS 的分析结果, 提高 ES 决策的科学性; 同时通过 GIS 发布 ES 的决策结果, 可以增强直观性, 并为进一步的定位实施打下基础。

精确农业是信息技术和人工智能技术在优化管理适当尺度的农业生产系统上的集成应用。其技术思想的核心, 是按需实施, 定位调控, 即“处方农作”^[4]。因此, 如何能作出科学决策, 获得科学处方指导生产, 是精确农业中的关键技术环节, 也是能否达到“精确”目的的关键所在。本研究旨在以网络为平台, 研究并集成 GIS 和 ES, 建立一个决策支持平台, 为农业生产提供智能化、形象直观的信息和决策服

务, 为精确农业实践提供决策支持, 探讨精确农业技术体系中关键技术的集成问题, 为今后我国精确农业的研究和应用提供坚实的技术支持。

1 系统目标、功能及性能设计

1.1 系统目标

建立 GIS 和 ES 集成的精确农业智能决策支持平台, 可为农业生产者、管理人员和科技人员提供网络化、智能化、形象直观的信息服务, 用户可通过该平台得到基于农田地块的地理信息, 进行农田肥力分析; 同时可进行有关品种、施肥、灌溉、病虫害防治等方面专家智能决策, 获得对生产进行精确管理的实施方案。

1.2 系统功能

系统的功能划分成 5 大部分, 如图 1 所示。

1) 系统管理 该模块对系统所有的数据表进行结构定义和维护, 并对维持系统正常运行的帐户、权限、界面、系统运行参数、文件类别和属性等信息进行管理和维护, 定义特定领域的知识规范。

2) 知识规则维护 该模块通过可视化的输入界面定义知识和规则, 实现全屏幕方式管理和维护知识规则; 对知识的一致性和完整性进行检测; 通过算法从大量原始数据中搜索知识规则。

3) 智能决策 包括通过可视化的录入界面实现用户事实数据的编辑, 根据知识规则对事实数据进行推理和解释, 并产生推理结果, 用户根据口令和查询条件对原始数据和决策结果进行查询。专家决策依据小麦生产管理划分为八个功能模块: 播前决策、越冬管理、早春管理、返青阶段管理、起身期管理、拔节期管理、后期(抽穗-灌浆)管理、收获期管理。远程用户通过 GIS 的功能定位到目标地块, 然后输入当地当时作物生育情况调查数据, 推理机自动调用

收稿日期: 2001210208 修订日期: 2002203204

基金项目: 国家发展计划委员会高技术产业化示范工程项目(北京精确农业示范工程 A 00300100584)资助

作者简介: 陈立平, 女, 北京市圆明园西路 2 号 中国农业大学(西校区)农学系在职博士生, 100094

地理信息库中的基础地理信息, 如土壤养分数据, 有机质、全氮、速氮、速磷、速钾等, 结合用户输入的作物生长信息, 通过网络实时作出作物管理实施方案。

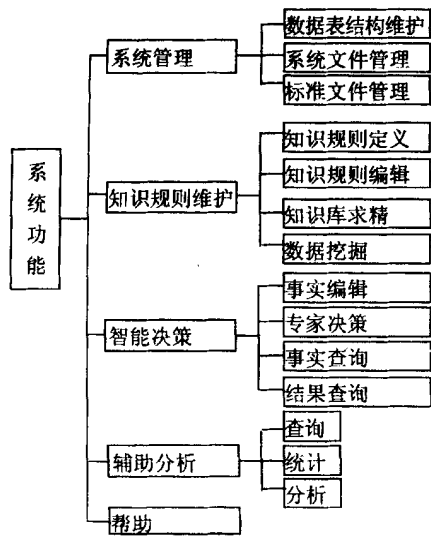


图 1 系统功能划分

Fig 1 Function dividing of system

4) 辅助分析 开发地理信息服务功能, 包括

(1) 数据的查询检索功能, 具有多种形式和途径的查询检索功能, 并以图件、表格或其他形式输出查询结果。查询方式包括点位查询、空间查询和逻辑条件组合查询。

点位查询: 利用交互方式通过光标指定位置, 查询相应地块的信息。

空间查询: 相邻、包含、被包含、缓冲区分析。

逻辑条件查询: 针对不同属性和不同逻辑关系组合出的条件进行查询, 结果表示为在图上标注出符合条件的区域, 同时显示出它们的属性。

(2) 数据统计功能, 包括面积量算、距离测算(直线、曲线)、范围统计。

(3) 数据分析功能, 针对不同属性进行不同区段的分析, 结果以专题图形式提供, 可供打印输出。

(4) 帮助 即使用说明, 用户可随时请求帮助。

113 系统性能

1) 可靠性: 系统是基于网络运行的, 保障网络的畅通和系统运行的稳定是系统最基本的要求。

2) 易维护性: 信息技术在农业中的应用中要解决好农业知识和计算机系统两方面的维护问题。一方面, 随着农业科学研究的深入和发展, 农业知识需要不断更新; 另一方面, 计算机系统在相对稳定的基础上, 也需要进行技术的更新和维护。

3) 安全性: 网络安全问题一直是从事网络开发必须面对的重要问题, 也是网络可靠性的保障。

4) 易操作性: 由于本系统面对的用户大部分是非计算机专业的农业技术人员, 因此, 只有做到界面友好、操作简便才能更好地发挥作用。

2 系统结构

采用基于 Internet/Intranet 的 Browser/Server (B/S) 结构, 如图 2 所示。该结构模式是一种类似于终端/主机系统结构模式, 同时具有 Client/Server 模式的分布计算特性, 主要特点是集中管理: 软件的程序、数据库以及其他一些组件都集中在服务器端,

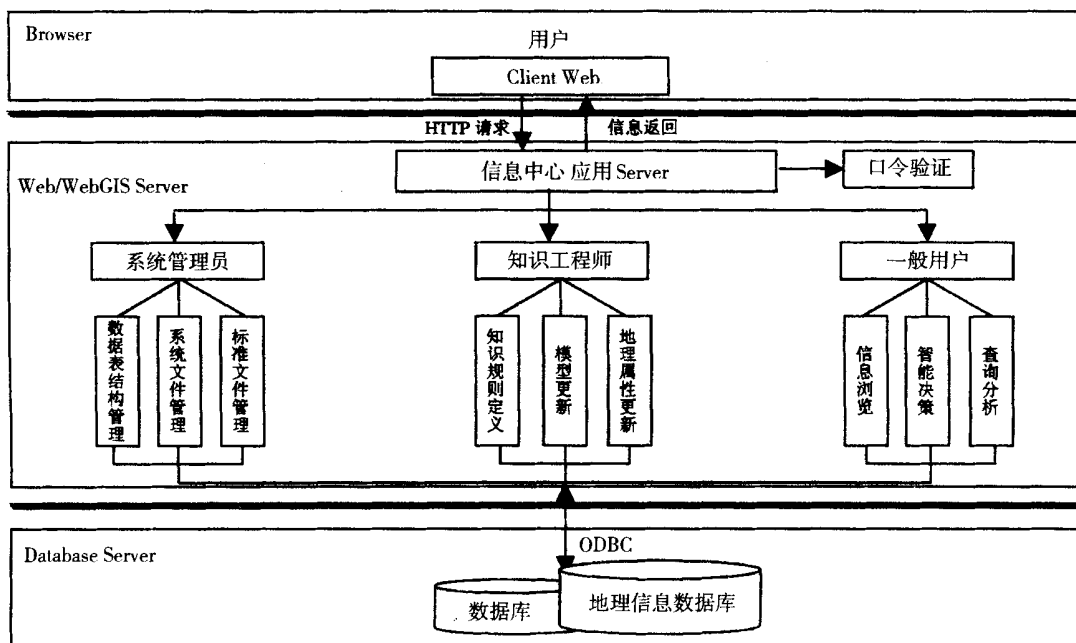


图 2 系统体系结构

Fig 2 Structure of system

用户端除了浏览器之外无需其他软件和相关的管理维护工作。因此用户需要查询的资料和打印文档的数据都来自同一个数据库,从而保证了数据的及时性与完整性。对于系统管理而言,程序代码的维护、更新以及数据库的备份和日常维护等都可在服务器端进行。BöS 结构通常采用 3 层分布结构,即当前 Web 应用主流技术即“(Web 浏览器)ö(Webö WebGIS 服务器)ö(数据库系统)”的 3 层分布计算体系结构,其中 Web 浏览器为表现层,主要提供系统人机交互界面。Webö WebGIS 服务器为应用层,提供系统中与应用逻辑有关的各种服务构件,也是系统运行的枢纽部分;数据库系统为数据层,提供和管理各类数据库,包括对图像库、属性库、事实库、知识库和模型库的存取。为保证系统网络运行的安全性,用户通过口令验证分为 3 种权限用户:系统管理员、知识工程师及一般用户。其中,系统管理员和知识工程师拥有一般用户的权限。

3 系统实现

3.1 系统软、硬件结构

系统由网络中心和客户构成。网络中心由服务器和远程访问服务器、集线器、数台调制解调器和数台工作站等设备构成。远程客户机是网络的主要服务对象,通过 Internet 或拨号与服务器相连接。

采用 Windows NT 作为网络操作系统, IIS4.0 为 Web Server, GeoMedia Web Map3.0 为 GIS Server, 数据库选用 SQL Server 和 Access 数据库,通过 ODBC 挂接。

本系统的用户平台直接面对普通用户,操作系统为 Windows 95 或 98,浏览器采用 IE4.01 版本以上,用户界面简单、易用、形象、图、文、声并茂,十分适用于非计算机专业的人员使用。

3.2 软件开发环境

系统开发平台可分为专业开发平台和一般开发平台。专业开发平台包括 GIS 和农业 ES 开发平台。

(1) GEOMEDIA 地理信息系统开发平台

本系统的 GIS 专业开发平台选择 INTERFRAPH 公司的 GEOMEDIA PROFESSIONAL (桌面 GIS) 和 GEOMEDIA WEBMAP (WEB 发布工具)。桌面 GIS 可以对多源数据进行集成与分析;采用以数据库为中心的管理方式,是组件式 GIS,无专门的开发语言,用户可以使用自己最熟悉的编程开发工具 VB、VC、DELPHI 等来定制自己的应用。WEB 发布工具提供网络 GIS 解决方案,使用 ACTMECGM 图形技术发布真正的带属性的矢量图,实时发布、实时更新,客户端无需任何 GIS,使用标准 WEB 浏览

器即可访问地理信息,并可进行交互式操作。

利用 GEOMEDIA 的上述特点,通过桌面 GIS 进行地理信息数据的读入、转换、筛选、校对工作,将地理信息数据集中于 MS ACCESS 中进行管理,为地理信息的网上发布作好前期的准备工作。

(2) PAID 农业 ES 开发工具

农业 ES 开发平台 PAID (Platform for Agricultural Intelligence System Development) 110 是北京农业信息技术研究中心和国防科技大学共同研究开发的网络化、构件化农业 ES 开发平台,具有技术先进、功能丰富、结构规范、界面友好、易学实用等特点^[5]。

PAID 提供了以下控件:数据挖掘构件,知识表示与求精构件,模糊推理构件,模型语法分析构件。

(3) 一般开发平台选用目前较为通用的 InterDev,结合 VB、VC 等开发工具,充分利用上述专业开发平台提供的构件,采用 COMöCOM 技术实现了系统的对象封装、界面分离和分层管理。

3.3 实现技术

3.3.1 智能构件技术

系统采用软构件技术,遵循 COMöCOM 技术规范,可面向对象进行定制组件,挂接任何基于 Windows 开发的动态连接库 DLL (服务器端)和基于 OLE 技术标准的 OCX 构件(客户端)。使系统具有模块化、封装性、重用性和继承性等特点,容易跟其他关键技术集成。同时构件遵循人工智能(专家系统)的技术原理,使平台具有数据和知识半自动获取、知识库求精、模糊推理、不确定性推理等功能,对特定农业领域问题进行定性推理和定量决策,具有高度智能化的特点。

3.3.2 耦合技术

本系统主要通过后台数据库的相互调用来实现 ES 和 GIS 的结合,实现智能决策功能。

远程用户通过浏览器,可在 www 页面上选择相应地块,打开事实输入界面,输入相应地块作物的生育信息和相关的气象信息到事实表中,然后点击查带按钮,系统自动从地理信息库中将该地块的地理信息填入事实表的相应字段中。推理机综合作物的生育、气象以及地理信息库中的地理信息,根据标准、知识、规则和模型进行分析,得出决策方案,通过结果输出界面反馈给用户,从而完成智能化服务的一个过程,见图 3。在输入、输出界面中由 GIS 提供的 ActiveCGM 控件参与,提供图形、可视化界面。

为了使 GIS 和 ES 之间的连接具有一定的灵活性和可扩展性,而且便于系统的维护和管理,系统提供图形界面接口,用以建立 GIS 中地理属性和 ES

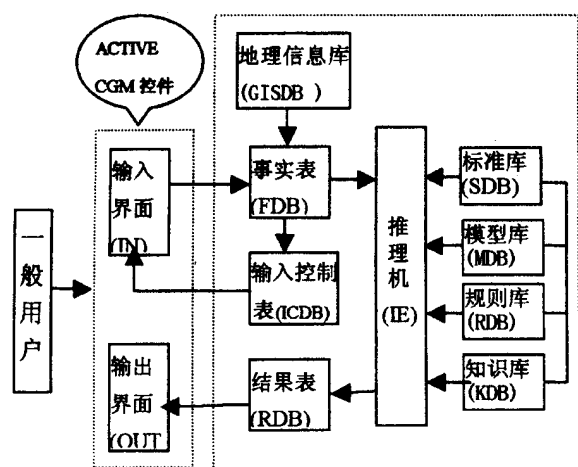


图 3 智能决策系统逻辑框图

Fig 3 Logic framework of Intelligent Decision Support System

中事实表属性的对应关系。

3.3.3 分层技术

通过分层技术分离农业知识与网络通讯、界面展现、专家推理等对象,在系统一级我们采用新型的 N 层体系结构,我们把系统按照应用需求在不同层次上进行组织,当某一层上的应用系统改变时,其它层上的系统相对不变。由计算机专业人员基于各种信息技术开发集成的农业专家系统开发环境和工具,提交给系统管理员和知识工程师进行二次开发,只要装入不同领域的知识规则,即可非常方便快捷地开发出面向不同地区、不同领域的专家系统开发框架,然后通过一般用户的使用和不断反馈,经修改完善形成特定领域的农业专家系统。

按照这样的设计就使稳定的计算机系统适应变

化的农业知识,可充分适应农业生产地域性特点。

4 结 语

本系统通过对 GIS 和 ES 的集成,一方面具有 GIS 的功能,另一方面具有智能决策的功能,可以为用户播种、施肥、灌溉、病虫害防治等实现精确管理提供技术支持。同时借助网络技术可以扩大服务范围,缩短了高技术与“普及”应用的距离,使高新技术可以被用户方便地使用,更好地为农业生产服务。在精确农业关键技术集成方面作了初步的探索。

精确农业是现代农业发展的必然结果,是超前性的农业新技术,是信息农业的重要组成部分,是多学科技术系统集成的具体化。需加强各种集成系统的研究(GIS 与 RS, GIS 与 GPS, GIS 与 DSS 等),在原有的一些应用方向上继续向深度和广度发展,提高实用性,研究发展我国适用的精确农业技术体系和运用体系。

[参 考 文 献]

- [1] 邝朴生, 蒋文科等 精确农业基础[M] 北京: 中国农业大学出版社, 1999
- [2] 王永庆 人工智能原理与方法[M] 西安: 西安交通大学出版社, 1998
- [3] 陈述彭, 鲁学军等 地理信息系统导论[M] 北京: 科学出版社, 2000
- [4] 汪懋华 “精细农业”发展与工程技术创新[J] 农业工程学报, 1999, 15(1): 1~ 8
- [5] 赵春江, 杨宝祝等 网络化、构件化农业专家系统开发平台(PA D)的研究与应用[M] '99 智能计算机接口与应用进展[C], 1999 459~ 465

Design and Implementation of Intelligent Decision Support System for Precision Agriculture

Chen Liping, Zhao Chunjiang, Liu Xuexin, Du Xiaohong

(Beijing Agricultural Information and Technology Research Center, Beijing 100089, China)

Abstract: The system is based on the Internet/Intranet, which can provide decision support for implementation of precision agriculture. As the key technologies of precision agriculture, GIS (Geographic Information System) and ES (Expert System) were studied and integrated into the system. From the system, users can get not only the geographic information of field to analyze fertility, but also the measure scheme about variety selection, fertilization, irrigation, prevention and control of plant diseases and elimination of pests, etc. The system is of stability and security, and can be maintained and used easily.

Key words: precision agriculture; decision support system; GIS; ES