

文章编号 :1003-8701(2005)04-0058-04

# 吉林省宏观农业智能决策支持系统的研究

杨长保<sup>1</sup>,马生忠<sup>2</sup>

(1. 吉林大学地球探测科学与技术学院,长春 130026; 2. 吉林大学综合信息矿产预测研究所,长春 130026)

**摘要:**把人工智能技术和地理信息系统有机地结合起来,在地理信息系统和专家系统结合方面做了较为深入的研究。本研究克服以往农业专家系统偏重于局部的、微观尺度上的各单一种、养殖专家系统的不足,首次从宏观尺度上在大农业信息化方面做了有益的探索。系统采用常识推理模型和基于面向对象的知识部件库专家系统结构,在地理信息系统平台(MapInfo)上,用面向对象技术完成了农业自然条件分区系统,给出了吉林省农业自然条件的分区及隶属程度和以玉米为例的农作物品种配套模型的研究。

**关键词:**地理信息系统;专家系统;宏观决策

**中图分类号:**TP392

**文献标识码:**A

目前农业专家系统的发展主要集中在解决局部的、微观问题,而对全局性、宏观性的问题涉及不多。农业信息化不仅要抓局部、微观上的信息化,更要抓全局、宏观上的信息化,这样才能立体、全方位的实现农业信息化<sup>[1-2]</sup>。

## 1 系统研制思路

吉林省是4个国家级示范区之一,参与了智能化农业信息技术应用示范工程,农业信息化取得很大成就。目前的工作多在信息搜集、存储和传播等层面上,如何通过已获得的信息挖掘深层次的、更具潜力的信息,这方面的工作还很薄弱。本研究试图以一个省为背景研究区域性自然条件(气象、土壤和水分等)对农业发展的影响,各种作物区域性布局决策分析,提供全局性、宏观、深层次的信息,有利于各级领导、各级农业技术人员和农民把握全局,进行生产决策。

目前的GIS(Geographic Information System 地理信息系统)具有较强的数据输入、存储、检索和显示能力,但缺乏处理定性问题和不确定性数据的能力,也缺乏较强的推理和分析能力。为保证成果的先进性,除认真总结专业模型外,本系统采用网络技术、多媒体技术和人工智能技术,努力实现GIS和ES(Expert System 专家系统)的统一集成,在地理信息系统智能化方面作出了有意义的探索。

## 2 IGIS 集成方法<sup>[3-5]</sup>

在考虑集成方法时,作者认为从IGIS(Intelligent Geographic Information System)的基本功能入手可以简单的描述为具有如下功能的辅助程序系统:①提供一个易于访问的关于不同空间领域知识的知识库;②提供自动化程序(具有推理能力);③便于没有GIS经验的用户进行空间数据可视化、查询和获取;④通过用户所熟悉的方式把所关注环境发展冲突的信息显示出来。

为了给用户提供一个能够访问上述功能的环境,把地理信息系统的基本功能和基于知识库技术的原理相结合是非常有必要的。在解决空间问题时,把GIS和KBS(Knowledge Based System)结合起来的多种方法都被证实是合理的,这些方法囊括了从简单的松散耦合方式到把特定问题的模型完全集

收稿日期:2005-03-18

基金项目:吉林省科技厅星火计划项目(2001EA660024)

作者简介:杨长保(1972-),男(白族),云南省鹤庆人,讲师,博士,主要从事专家系统、遥感与地理信息系统和精准农业等研究。

成到 GIS 环境中去,或者相反把 GIS 的功能完全集成到空间问题辅助解决模型中。本研究所描述的 GIS-KBS 集成机制是一个完全集成的例子。该系统的设计思想是数据、模型和决策分析规则方法与 GIS 全部融入到一个环境中,并集成到一个具有共享的信息交互程序和公共界面的单一系统中。

用于开发 IGIS 原型的平台是 MapInfo 桌面地理信息系统和 Visual C++ 开发平台。MapInfo 的数据存储、查询和恢复功能为 IGIS 原型的开发提供了一个便利的方法,为识别特殊场所环境约束而创建的一个特定区域详细目录。

在 IGIS 系统开发中,MapInfo 以 OLE 的方式嵌入到整个系统中<sup>[5]</sup>。通过 MapInfo 提供的 API 函数来开发 GIS 的窗口框架和工具条菜单,Visual C++ 语言用来开发各种不同的数据交互、知识获取的窗口、对话框和系统处理程序(推理机)。

### 3 系统的结构与功能

吉林省农业宏观决策支持系统由自然条件分区系统、玉米宏观决策系统、水稻宏观决策系统和大豆宏观决策系统等多个系统组成(开放式的)。自然条件分区系统是所有系统的基础。自然条件分区系统由熟期分区子系统和隶属度子系统组成。玉米宏观决策系统由适宜区划分子系统、品种配套子系统、产量预测子系统和自然灾害预警预报子系统组成。基于 GIS 和 ES 技术对玉米等粮食作物进行综合、动态区划,为各级领导、农业技术人员、农民调整种植结构和增收致富提供决策依据。该系统具有如下功能:①以乡为单位,基于分区指标因子体系,对吉林省 802 个乡镇分成晚熟、中晚熟(晚)、中晚熟(早)、中熟、中早熟、早熟和极早熟 7 种类型区;②给出每个乡隶属某种类型的程度;③玉米生态适宜区划分及相应的玉米种子筛选;④确定适合各熟区的种子配套方案;⑤动态检测分区的变化。

#### 3.1 熟区分区子系统

农作物分区的因子很多。在品种分区时运用单一或少数几个指标是欠周密的。科学的分区指标应该是一个指标因子完整、主次分明、联系紧密的指标体系。依据这一观点,在前人对吉林省各地普遍调查的基础上,确定了本次品种分区的指标体系。各熟期类型的指标界限见表 1<sup>[6]</sup>。

表 1 农作物分区指标体系

熟期	霜前≥10℃	水分条件	土壤肥力	施肥水平	栽培技术水平	光照	无霜期(d)
晚熟	>2 850	≥基本充足	≥中肥	一般	≥中	≥基本充足	≥145
中晚熟(晚)	2 726 ~ 2 850	≥基本充足	≥中肥	一般	≥中	≥基本充足	140 ~ 145
中晚熟(早)	2 601 ~ 2 725	≥基本充足	≥中肥	一般	≥中	≥基本充足	135 ~ 140
中熟	>2 850	严重不足	中肥	一般	中	≥基本充足	130 ~ 135
	2 726 ~ 2 850	不足	中肥	不足	低	≥基本充足	
	2 401 ~ 2 600	≥基本充足	≥中肥	一般	≥中	≥基本充足	
中早熟	>2 850	严重不足	低	一般	低	≥基本充足	125 ~ 130
	2 601 ~ 2 726	不足	低	一般	≤中	基本充足	
	2 251 ~ 2 400	≥基本充足	≥中肥	一般	≥中	≥基本充足	
早熟	2 101 ~ 2 250	≥基本充足	≥中肥	一般	≥中	≥基本充足	110 ~ 125
极早熟	<2 100	≥基本充足	≥中肥	一般	≥中	≥基本充足	<110

功能:以行政乡为单位,确认它属于晚熟、中晚熟(晚)、中晚熟(早)、中熟、中早熟、早熟和极早熟 7 种类型之一,以不同颜色标记到数字地图上,相同颜色的区域属于同一类型(图略)。

输入信息(初始信息):每个乡当年的分区指标因子。

输出信息(结果信息):该乡属于哪种熟期类型。

本次划分的结果如下:

晚熟类型有 87 个乡镇;中晚熟(晚)类型有 205 个乡镇;中晚熟(早)类型有 198 个乡镇;中熟类型有 128 个乡镇;中早熟类型有 63 个乡镇;早熟类型有 68 个乡镇;极早熟类型有 53 个乡镇。

#### 3.2 隶属度计算子系统

##### 3.2.1 隶属度模型

①设有 n 个分区指标,每个指标分别有  $n_1, n_2, \dots, n_n$  个项

即第 1 个指标  $a_1^{(1)}, a_2^{(1)}, \dots, a_{n_1}^{(1)}$

第 2 个指标 : $a_1^{(2)}, a_2^{(2)}, \dots, a_{n_2}^{(2)}$

.....

第 n 个指标 : $a_1^{(n)}, a_2^{(n)}, \dots, a_{n_n}^{(n)}$   $a_i^{(j)} = \begin{cases} j=1, 2, \dots, m(\text{指标数}) \\ i=1, 2, \dots, n_j(\text{指标中的项数}) \end{cases}$

② 每个指标的数值 : $\omega^{(1)}, \omega^{(2)}, \dots, \omega^{(n)}$

③ 每个指标内分别有  $n_1$  项,  $n_2$  项,  $\dots, n_n$  项, 设最低项为 60, 最高项为 100

④ 每个指标的初始值为  $x^{(1)}, x^{(2)}, \dots, x^{(n)}$ , 每个乡提供初始值

⑤ 将每个指标的初始值转化为得分, 记  $b^{(1)}, b^{(2)}, \dots, b^{(n)}$ , ( $x^{(i)} \rightarrow b^{(i)}$ ,  $i=1, 2, \dots, n$ )

⑥ 计算隶属度 :

$$\rho = (b^{(1)}\omega^{(1)} + b^{(2)}\omega^{(2)} + \dots + b^{(n)}\omega^{(n)}) / 100$$

$$= \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n b^{(i)} \omega^{(i)}$$

⑦ 规定 : (1)  $0 < \rho < 1$

$$(2) \sum_{i=1}^n \omega^{(i)} = 1$$

### 3.2.2 隶属度应用举例

当有效积温  $> 2850^\circ\text{C} \cdot \text{d}$  时, 熟期应为晚熟, 但有效积温  $\geq 2850^\circ\text{C} \cdot \text{d}$  可以分为几等, 本次划分每隔  $10^\circ\text{C} \cdot \text{d}$  作为 1 个档次, 设有效积温  $2850^\circ\text{C} \cdot \text{d}$  为 60 分 (以 100 为满分), 则有效积温每提高  $10^\circ\text{C} \cdot \text{d}$  就增加 10 分, 如有效积温  $2860^\circ\text{C} \cdot \text{d}$  为 70 分, 有效积温得分一共分为 5 个档次, 当有效积温在  $2900^\circ\text{C} \cdot \text{d}$  以上时都为 100 分。

表 2 集安市某次测量各个因子分值

因子	积温	水分	土壤肥力	施肥水平	栽培技术
因子值	2998.5	752.9	高肥土壤	中等	中等
因子分数 b	100.0	100.0	100	80	80
因子比重 $\omega$	0.65	0.15	0.10	0.05	0.05

同样对于水分、土壤肥力、施肥水平和栽培技术等都用上述方法赋予分值。表 2 是集安市某次测量各个因子的分值。

把表 2 各值代入公式 :

$$\rho = (b^{(1)}\omega^{(1)} + b^{(2)}\omega^{(2)} + \dots + b^{(n)}\omega^{(n)}) / 100 = 0.98$$

说明该地区在晚熟区中的隶属度为 0.98。

在使用中用户只要在界面提供的文本框中输入某一个乡镇的各因子分数就可以计算得到该乡镇的隶属度。

### 3.3 适宜区划分子系统

由专家给定玉米生态区划分的标准, 通过智能推理将整个吉林省以乡镇为最小单位划分为 4 种玉米生态区: 生态最佳适宜区、生态适宜区、生态次适宜区和生态非适宜区。输入信息 (初始信息): 生态最佳适宜区、生态适宜区、生态次适宜区、生态非适宜区的分区指标因子值; 每个玉米品种生长的限制因子值。

输出信息 (结果信息): 给出适宜区范围, 即哪些玉米品种适合哪个生态适宜区生长。并在地理信息系统中用图形方式进行表示。

### 3.4 品种配套子系统

给出各熟区玉米品种配套方案。同一个熟区内的各个乡的生态条件有所差异, 从各类不同生态条件的乡所适合种植的玉米品种中各自选出最优的组合, 形成本熟区中的品种配套方案。

输入信息 (初始信息): 各玉米品种的生长限制因子; 熟区的分区指标因子值。

输出信息(结果信息):给出各熟区的玉米品种配套方案。同时,通过把 ES 与 GIS 相结合,对品种配套在 GIS 中进行空间分析查询,也可得到同样的结果,并在电子地图上标注出来。

## 4 结 论

该系统把 ES 和 GIS 等技术应用到农业信息化建设中取得了良好的效果。同时,考虑到虽然各个地区的自然条件变化并不大,但也有个别地区受到如厄尔尼诺等现象的影响,管理者可以根据需要对分区指标数据进行改动,随时得到分区的最新结果。从全局、宏观上对粮食作物(以玉米为例)给出大范围的有规律性的多方面的认识信息,便于各级领导部门、农业技术人员和农民把握全局,进行决策。

在系统研制过程中,应用了常识推理模型,采用基于知识部件库专家系统结构<sup>[7,8]</sup>,在地理信息系统(MapInfo)平台上,用面向对象技术完成了农业自然条件分区系统,给出了吉林省农业自然条件的分区及隶属程度,并对以玉米为例的农作物品种配套模型进行了研究,运行结果经验证取得很大的成功。

总结近年来在吉林省研制智能宏观系统的实践,对今后农业信息化的技术支撑提几点想法:

①在认识和实践上都要实现从局部向全局的转变,不仅要搞局部信息化,而且还要搞全局信息化;②加强农业方面宏观专业模型的研究;③加强农业宏观、战略信息的提取;④实现 4S(GIS、GPS、RS、ES)的有机结合;⑤加紧推进分布式智能系统的研制,Agent 和移动 Agent 等都是应该选择的先进技术。

参考文献:

- [1] 于 冷,等. 上海农业信息化现状和发展思路分析[J]. 农业工程学报,2001,(4):6-10.
- [2] Chulmin, J. Design of an Intelligent Geographic Information System for Multi-Criteria Site Analysis[J]. URISA, 2000, (3): 5-17.
- [3] Keenan. P. Using a GIS as a DSS Generator [J]. Department of Management Information Systems, Faculty of Commerce, University College Dublin, Ireland, 1997, (4): 1-9.
- [4] 阎国年,等. 地理信息系统集成原理与方法[M]. 北京:科学出版社,2003,185-211.
- [5] 罗云启,等. 数字化地理信息系统 MapInfo 应用大全[M]. 北京:希望电子出版社,2001,589-600.
- [6] 宋克贵,等. 粮食作物区域化与产业化[M]. 北京:科学出版社,1998,48-58.
- [7] 马生忠,等. 实用专家系统的研制技术与案例[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1994,153-225.
- [8] 吴顺祥. 基于数据库专家系统的研究[J]. 计算机工程与应用,1996,(2):7-11.

## Studies on Macroscopic Agriculture Intelligent Decision-making Supporting System of Jilin Province

YANG Chang-bao<sup>1</sup>, MA Sheng-zhong<sup>2</sup>

(1. College of Geo-Exploration Science and Technology, Jilin University, Changchun 130026;

2. Institute of Mineral Resources Prediction of Synthetic Information, Jilin University, Changchun 130026, China)

**Abstract:** Artificial Intelligence(AI) technology and Geographic Information System(GIS) were integrated in this study. Deep researches on Intelligent GIS have been done. At the same time great agriculture macroscopic information realization has been trialed. General knowledge reasoning model and object-oriented knowledge bank expert system were used in this system. Based on GIS platform(MapInfo), agricultural natural conditions classification system was developed by using object-oriented technology. Agricultural natural conditions in Jilin province were classified and a crop varieties combination model was studied, in which corn was given as an example.

**Key words:** Geographic Information System; Expert System; Macroscopic decision making