

基于 3S 的森林立地分类决策支持系统设计

何瑞珍¹, 李小勇², 孟庆法³

(1. 中国矿业大学(北京) 土地复垦与生态重建研究所, 北京 450002; 2. 郑州市郑东新区土地规划勘测中心, 河南 郑州 450046;
3. 河南省科学院 地理研究所, 河南 郑州 450052)

摘要:本文以基于 3S 技术森林立地分类决策支持系统的设计为研究对象, 结合森林立地分类的特点, 选择了立地分类的宏观、中观、微观数据, 设计了数据仓库和模型库, 引用了联机分析处理技术和数据挖掘技术, 设计了知识库的管理系统和推理机。相信随着数字林业的不断发展和完善, 森林立地分类决策支持系统必然有更广阔的应用前景。

关键词:3S, 森林立地分类, 决策支持系统, 数据仓库, 模型库, 联机分析处理, 数据挖掘, 知识库, 推理机

中图分类号: S750 文献标志码: A 文章编号: 1001-7461(2011)04-0172-03

Decision Support System Design for Classification of Forest Site Based on 3S

HE Rui-zhen¹, LI Xiao-yong², MENG Qing-fa³

(1. Department of Surveying and Land Science, China Unieiversity of Mining & Technology(Beijing), Beijing 100083, China);
2. The Land Planning and Surveying Center of Zhengdong New District of Zhengzhou, Zhengzhou, Henan 450001, China;
3. Geographical Institute of Hema Academy of Sciences, Zhengzhou Henan 450000, China)

Abstract: Based on the 3S technigue, the decision support system for classification of forest site was designed. Combined with the forest feature, the data were selected at macro, middle and micro levels. The data warehouse and model library were designed. The technology of the OLAP and data mining were adopted. The knowledge management system and the inference machine was designed. It is believed that with the digital forest developing, the decision support system for classification of forest site will be used more extensively.

Key words: 3S; classification of forest site; decision support system; data warehouse; model library; OLAP; data mining; knowledgebase; inference machine

林业信息化要求从林木良种的培育、苗圃的管理、林木的交易、立地类型的划分、造林的设计到林地的管理, 林产品加工每个环节都需要有相应的数字平台来支持。其中森林立地的研究是造林规划设计的主要内容, 也是造林规划其他设计的基础^[1]。

对立地类型的划分, 国内外学者进行了不少的研究^[2]。德国 Krams(1926)提出的巴登-符腾堡立地分类系统是一个综合地理学、地质学、气候学、土壤学、植物地理学、植物群落学、孢粉分析和森林历

史的多因子将植被和物理环境及林业要求进行综合的立地分类方法, 美国的 Barnes(1982)创立的生态分类方法是在弄清自然地理、土壤、植被间相互关系及其生态和经营意义的基础上, 按自然地理、土壤、植被间的主要差别与相互关系进行分类的。我国学者选用了 GIS 空间分析方法^[3-4], 对森林立地分类进行了研究, 这些研究使用了较为先进的技术和严密的方法, 得到的结果对指导各地林业的生产有较大的作用。

然而随着数字化技术的发展和各地大量调查数据的积累,将立地分类做得更科学,更细致,使其更好地服务于生产,已经成为历史的必然。决策支持系统是一个行业信息化、数字化程度的充分体现。森林立地分类作为林业的基础,其发展的程度关系到整个林业的全局发展。3S(GIS,RS,GPS)技术是上世纪中叶产生和发展起来的3种对地观测新技术,RS可以快速地获取研究区大范围的图像,GPS可以实现对地实时定位,GIS可以将获得的RS和GPS数据进行多种空间分析,可以实现数据的可视化表达。基于3S森林立地决策支持系统就是借助于3S技术,计算机技术和人工智能等学科发展更科学、更形象生动直观地展示分类结果,使人们可以快速、简洁、方便地做出立地分类的决策。3S技术、人工智能、专家知识和森林生态经济的理论的渗入,为森林立地分类决策支持系统的构建提供了强有力的保障,将使所建的系统更加形象、科学。本研究就是从林业生产实际出发,以相关学科的发展为基础,来完成森林立地决策支持系统的设计。

1 系统的总体设计

森林立地分类决策支持系统是辅助决策者通过数据、模型、知识以人机交互方式进行半结构化或非结构化决策的计算机应用系统。本研究设计的系统由数据仓库、知识库和模型库3个基本的结构组成,数据采用数据仓库的形式存储管理;模型利用模型库管理系统存放在模型库中;知识包括专家知识、推理和经验均存储在知识库中,知识库利用知识库管理系统管理。系统设计如图1所示。

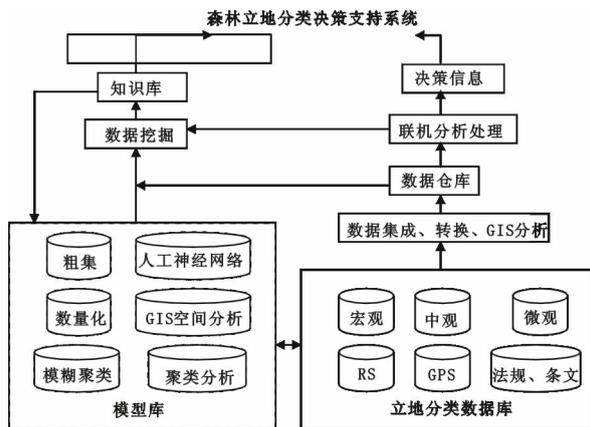


图1 基于森林立地分类决策支持系统

Fig.1 Decision support system design for classification of forest site based on 3S

2 系统构建

2.1 数据仓库的建立

数据仓库是面向主题的、集成的、稳定的、不同

时间的数据集合,数据仓库中的数据含基本数据、历史数据、综合数据和元数据,这些数据不是大量数据库的堆积,而是按决策主题重新组织的,便于用户从大量数据中提取各自的辅助决策数据和信息。本研究的数据仓库是依据立地分类指标体系建立的,主要面向森林立地分类主题。

立地分类指标体系的建立是立地类型分类成功与否的前提和基础,由于影响树木生长的因素有很多,如气候、地形、土壤质量等,而每一个因子的影响范围和影响程度也相差较大。在《中国森林立地分类》一书中,按地域差异、分区分类、多级序、有林地和无林地统一分类,综合多因素分析上的主导因素、科学性和实用性相结合,立地分类与林业区划的衔接的原则,根据气候、地貌、地质条件,土壤差异以及山地垂直性、地表水等因子的不同将全国划分8个立地区域、50个立地区区和166个立地区区^[5]。

现代林业要求对森林植被与物理环境之间的相互作用有更深入的理解,要求和应用更多的信息,故综合因子途径代表着立地分类的发展趋势。本研究中综合现有国内外的研究现状及自己的研究成果,将立地分类的指标体系归纳为宏观、中观和微观3个方面15个因素:宏观方面气候数据库:气候,涉及年份的平均气温、最低温度、最高温度、平均降雨量,包括寒温带、温带、暖温带、亚热带、亚寒带、热带;中观方面立地数据库:地貌,涉及海拔、坡向、坡位、坡度,包括山地、平原、盆地、丘陵、峡谷、台地;微观方面森林资源数据库:土壤类型和植被,包括土壤类型、土层厚度、植物种类、植被盖度。

考虑我国的具体情况,参照《中国森林立地分类》和《中国林业区划》^[6],上述指标应包括在气候数据库、中国林业区划数据库、地面高程数据库、土壤类型数据库、土壤厚度数据库、植物状况数据库。各个数据库单独建立,在做数据分析时,根据其分析的目的要求,常常需要几个数据库中的某些数据。为了便于数据处理,须把几个数据库中的这些字段抽引出来重新组合,生成一个专门用于数据分析的临时性数据库^[7]。根据立地分类的需要,数据仓库中设计事实表和维表如图2所示。

2.1.1 数据的标准化 立地分类指标中涉及的因素有定性因子也有定量因子,在数字化林业发展中,更多的研究结果是以量化方式表达出来的,因此在决策中需将定性因子进行量化表达,将不同量纲和不同量值范围的定量因子进行标准化,以利于所得结果更加科学。处理过程中定性因子根据其代码值的大小可直接转为0,1数据。而有些定量因子(坡度、土层厚度),要先分为若干等级变为定性因

子,然后再 0,1 数据化。

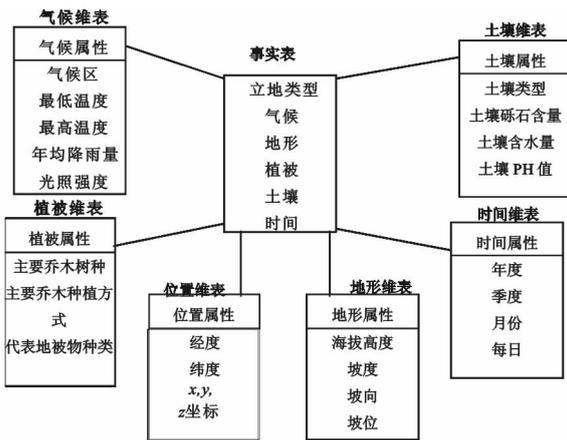


图 2 森林立地分类决策支持系统数据仓库

Fig. 2 Data warehouse of the decision support system design for classification of forest site

2.1.2 数据输入 将气候因子输入宏观的气候数据库,包括最低温度、最高温度、平均温度;1月降水、7月降水、年平均降水; $\geq 5^{\circ}\text{C}$ 年积温、全年相对湿度。

将地貌资料标准化后输入中观立地数据库。地貌资料的输入需利用 GIS 软件,将研究区地形图、林相图矢量化建立林业基础数据库。而后借助于 GIS 相关模块建立 DEM 并自动生成坡度和坡向等地形因子栅格图,再根据实际的地貌情况,按照国家标准对坡度和坡向栅格图进行分级,并将栅格数据转化为矢量数据,形成坡度和坡向分级图矢量数据库,将研究区土壤普查、山地土壤调查样点资料输入森林资源数据库,输入过程也需采用 GIS 克里格和反距离权重插值方法生成土层厚度和物理性粘粒含量 $250\text{ m}\times 250\text{ m}$ 空间栅格数据库。再按照国家标准对土层厚度和物理性粘粒含量栅格图进行分级,并将栅格数据转化为矢量数据,形成土层厚度和物理性粘粒含量分级图矢量数据库。

将森林二类调查中有关林木的资料输入数据库,利用数量化回归或立地指数表法对森林立地进行评价。

2.1.3 数据的维护 数据仓库的数据来自不同的事务处理系统,数据的维护涉及数据的添加、编辑、删除、格式转换和标准化等一些数据的预处理工作。

在数据转换中,由于数据仓库中既包括属性数据也包括 GIS 中的空间数据,故在数据使用时需考虑通过 ODBC 或 ADO 数据库访问技术并开发数据导入和导出程序获取^[8]。

2.2 模型库的建立

顾及我国的实际情况,模型库建立时,模型库中

的模型分两个方面建立,一是针对无林地的,一是用于有林地的。无林地模型需先建立森林立地数据库,而后对入库的数据进行标准化,再调用相应的模型来实现。有林地模型建立时利用森林立地数据库组织数据,在数据分析时,可使用主成分(主坐标)分析、聚类分析、人工神经网络、粗集理论和数量化方法等立地质量评价方法,在这些方法中,以聚类分析、人工神经网络和粗集理论的分类效果比较理想。聚类分析的方法很多,有经典聚类、模糊聚类等,具体使用时可再根据实际情况选用。

考虑到有林地立地质量的评价多以立地指数表为基础,模型库中应提供树种的生长模型,如理查德拟合程序等,从而为科学地划分立地类型奠定基础。由于所用模型涉及空间和非空间数据数据,为了更形象地显示分类结果,模型库需要一个能与 GIS 数据模型兼容的模型管理系统,这个系统应具有以下功能:帮助用户选择与分析有关的模型;对多种类型进行分类和维护以支持各种层次的决策过程;能将模型子模块组合复杂的模型;提供恰当的数据结构满足查询、分析、显示与数据库的嵌入或数据交换;满足模型与描述性知识的交流;提供用户咨询和结果解释的友好界面。

2.3 联机分析处理

多维联机处理是面向特定问题的联机数据访问和分析。在本决策支持系统中,根据数据仓库中的事实表和维表,根据选用的分析模型,对数据仓库中的事实表和维表进行多维化表示。

2.4 数据挖掘

数据挖掘技术就是利用统计学、模式识别、信息检索、神经网络、人工智能、高性能计算和数据可视化等多种技术从大量的数据中“挖掘”知识,即从大量的、不完全的、有噪声的、模糊的、随机的数据中,提取隐含在其中的、人们事先不知道、但又是潜在有用的信息和知识的过程^[9]。本系统的数据挖掘是利用神经网络技术、关联规则、遗传算法、决策树方法、可视化技术和粗糙集方法,即模型库的模型对数据仓库的数据和联机分析处理结果进行知识发现,并以此为基础进行立地分类的决策。

2.5 知识库管理系统和推理机

知识库系统包括数据库、方法库、规则库、知识库管理和知识处理等部分组成,其内容包括林业专家的知识体系,包括主要从数据库利用各种数据挖掘技术发现的知识(规则)。它表现为概念、规则、规律、趋势、模式和可视化等形式。知识库采用开放的管理结构,它可以进行存储、添加和更新。推理机根

(下转第 201 页)

- Biomedical Analysis, 2006, 41: 744-750.
- [4] 赵磊, 蒲小平. 丹参粉针剂对大鼠心肌缺血/再灌注损伤的保护作用[J]. 中国新药杂志, 2006, 15(14): 39-41.
ZHAO L, PU X P. Protective effects of Danshen powders for injection on myocardium ischemia/reperfusion injury in rats [J]. Chinese Journal of New Drugs, 2006, 15(14): 164-166.
- [5] 田影. 丹参酚酸类化合物的分离及其抗氧化活性研究[D]. 大连: 大连工业大学, 2008.
- [6] 周静, 李惠芬, 王洪志, 等. 丹参水溶性成分与脂溶性成分抑菌作用的考察[J]. 时珍国医国药, 2008, 19(9): 2130-2131.
ZHOU J, LI H F, WANG H Z, et al. Research on the antibacterial effect of liposoluble and hydrosoluble constituents of *Salvia miltiorrhiza* Bge. [J]. Lisghizhen Medicine and Materia Medica Research. 2008, 19(9): 2130-2131.
- [7] 胡迪, 王光忠. 丹参不同部位丹参酮 IIA 含量比较[J]. 中药材, 2005, 28(1): 34-35.
- [8] 曾令杰, 梁晖, 陈悦, 等. 丹参酮 IIA 与丹酚酸 B 在丹参药材中的分布研究[J]. 现代中药研究与实践, 2006, 20(2): 7-9.
ZENG L J, LIANG H, CHEN Y, et al. Primary study on the distribution of tanshinone IIA and salvianolic acid B in *Radix Salviae miltiorrhizae* [J]. Research and Practice of Chinese Medicines, 2006, 20(2): 7-9.
- [9] 方中达. 植病研究方法[M]. 北京: 中国农业出版社, 1998: 46-47.
- [10] 黄喜茹, 曹冬, 樊淑彦, 等. NaNO_2 - $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ 显色测定丹参及其制剂中水溶性酚酸总量[J]. 化学试剂, 2005, 27(12): 745-746.
- [11] 王文祥, 周巧霞, 蒋木岗, 等. 比色法测定丹参及提取物水溶性总酚的改进[J]. 中草药, 2001, 32(8): 771-772.
- [12] 贺云, 张尊听, 李贺. 野葛花中葛花苷的测定方法研究[J]. 西北植物学报, 2005, 25(4): 791-793.
HE Y, ZHANG Z T, LI H. Kakkalide determination of *Pueraria lobata* flowers [J]. Acta Bot. Boreal. Occident. Sin, 2005, 25(4): 791-793.
- [13] BERNARD F, PIERRE W T, FRANCOIS H. Comparative study of radical scavenging and antioxidant prosperities of phenolic compound from *Vitis vinifera* cell cultures using in vitro tests [J]. Life Sciences, 1997, 61 (21): 2103-2110.
- [14] 赵国建, 李桂峰, 董周永, 等. 石榴籽中多酚的提取及其抗氧化作用研究[J]. 西北植物学报, 2008, 28(12): 2532-2537.
ZHAO G J, LI G F, DONG ZH Y, et al. Study on antioxidant activity and extraction of polyphenols from pomegranate seed [J]. Acta Botanica Boreali-Occidentalia Sinica, 2008, 28 (12): 2532-2537.
- [15] 吴文君. 植物化学保护实验技术导论[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1987.

(上接第 174 页)

据输入, 决定知识库的有关知识, 进行推理, 得出恰当的结论、建议或决策, 供用户参考。

3 结语

本文对基于 3S 技术森林立地分类决策支持系统进行了初步设计, 结合森林立地分类的特点, 选择了立地分类的宏观、中观、微观数据, 并据此设计了数据仓库的模型, 设计了较为有效的模型库, 其中引入了人工神经网络、粗集等较为先进的分类模型。在知识库的建立过程中, 引入了数据挖掘技术, 来提取隐含在其中的, 但又是潜在有用的信息和知识, 知识库的管理采用开放式的形式, 使得新的知识的形成、添加、更新和存储成为可能。相信随着数据仓库技术、联机分析处理技术、数据挖掘技术的不断发展和完善, 森林立地分类决策支持系统必然有更广阔的应用前景。

参考文献:

- [1] 方陆明, 陈勤娟, 周友法. 中国数字林业的构建与展望[J]. 浙江林学院学报, 2002, 19(2): 222-226.
FANG L M, CHENG Q J, ZHOU Y F. Construction and prospect of digital forestry in China [J]. Journal of Zhejiang Forestry College, 2002, 19(2): 222-226.
- [2] 沈金泉. 基于 GIS 技术的福建省森林立地类型分类及其景观空间格局[D]. 福州: 福建农林大学, 2005: 7-8
- [3] 刘勇, 刘悦翠, 王得军. 3S 技术在退耕还林工程项目监测中的应用[J]. 西北林学院学报, 2008, 23(2): 177-180.
LIU Y, LIU Y C, WANG D J. Application of 3S technologies to the monitoring of grain for green project [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2008, 23(2): 177-180.
- [4] 程武学, 刘悦翠, 马胜利. 基于 RS 和 GIS 的林相图制作[J]. 西北林学院学报, 2007, 22(4): 110-114.
CHENG W X, LIU Y C, MA S L. The execution of stock map based on RS and GIS technology [J]. Journal of Northwest Forestry University, 2007, 22(4): 110-114.
- [5] 《中国森林立地分类》编写组. 中国森林立地分类[M]. 北京: 中国林业出版社, 1989.
- [6] 中华人民共和国林业部林业区划办公室. 中国林业区划[M]. 北京: 中国林业出版社, 1987.
- [7] 王树瑜, 李连海. 森林立地数据库的应用[J]. 林业科技, 2000, 25(1): 20-21.
- [8] 杨卫民. 数据仓库和数据挖掘在林业决策支持系统中的应用[D]. 株州: 中南林学院, 2005: 38-39.
- [9] 冯晨, 张旭翔. 数据挖掘技术及算法综述[J]. 电脑知识与技术, 2009, 5(13): 3331-3332.
FENG C, ZHANG X X. Review of data mining techniques and algorithms [J]. Computer Knowledge and Technology, 2009, 5 (13): 3331-3332.