

基于 Web 森林病虫害防治决策专家系统研究

王阿川¹, 缪天宇¹, 曹 军²

(1. 东北林业大学 信息与计算机工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040;

2. 东北林业大学 机电工程学院, 黑龙江 哈尔滨 150040)

摘 要: 基于 Web 的森林病虫害防治决策专家系统将人工智能技术、GIS 技术、数据库技术和网络技术有机地结合起来, 可以对森林病虫害进行预测预报和防治决策。系统采用三层的 B/S 结构和选择符合 J2EE 标准的开发平台, 构建了专家系统的知识库、推理机、事实库和解释器等主要模块。最终, 实现了对森林病虫害的发生期、发生量、危害趋势、灾害发生区域的预测预报和防治决策等功能。同时, 系统利用了 GIS 技术可以通过 WebGIS 地图将发生灾害的区域信息直观、全面地显示给用户。

关键词: 专家系统; 森林病虫害; 网络技术

中图分类号: TP182

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2008)04-0228-04

Study of Web - Based Expert System for Control of Diseases and Insects in Forest

WANG A-chuan¹, MIAO Tian-yu¹, CAO Jun²

(1. Information and Computer Engineering College, Northeast Forest University, Harbin 150040, China;

2. Mechano - Electronic Engineering College, Northeast Forest University, Harbin 150040, China)

Abstract: Expert system which combined techniques of artificial intelligence, GIS, database and network could give forecast and decision to diseases and insects in forest. This system adopted architecture of 3 tiers B/S (Browser/Server) and selected developing platform which satisfy J2EE standard, and important parts of expert system such as knowledge base, reasoning machine, explain process and fact database were established. Function which can forecast time, quantity, tide of disaster happening and give advice to control disaster were realized in final. Because of using GIS technique, area information of disaster is showed straightly and entirely to users by WebGIS map.

Key words: expert system; forest diseases and insects; Web technique

0 引 言

目前, 森林病虫害对于森林资源的破坏日益严重, 成为了继人为破坏、森林火灾之后又一个影响林业可持续发展的障碍。森林病虫害的发生面积从建国初期的每年数百万亩上升到目前的 1 亿亩以上。近年, 每年由于森林病虫害灾害所造成的损失约 880 亿元。森林病虫害对森林资源所造成的危害被称为“森林的三大灾害之一”^[1]。

随着计算机网络规模 and 技术的不断发展, 基于网络的专家系统已经成为了专家系统的发展趋势。宽带网络发展和分布式计算的广泛应用, 使得网络专家系

统拥有同单机系统同样的推理速度和计算能力。网络专家系统通过浏览器能够方便更多的用户使用, 可以提高系统的利用率。

基于 Web 的森林病虫害防治专家系统是以计算机技术、人工智能技术、GIS 技术和网络为手段, 集森林病虫害专题模型于一体的信息存贮、信息处理的专家系统。其目标是实现森林病虫害预防和管理的科学化和现代化; 可实现对病虫害的发生期、发生量以及危害趋势进行预测。在林区灾害发生后或者灾害发生期间, 根据灾害情况, 可向用户提供防治的方法和措施。本系统是采用黑龙江省鹤北林业局的实际数据开发的, 所以有着很强的应用性和科学性。

1 开发平台与应用技术

1.1 系统开发平台

(1) 操作系统: Microsoft Windows 2003

收稿日期: 2007-07-17

基金项目: 黑龙江省发展信息产业专项资金项目(黑科信鉴字[2007第 0001 号])

作者简介: 王阿川(1964-), 男, 四川人, 教授, 硕士研究生导师, 主要研究方向为人工智能、专家系统、机器人技术。

(2) 数据库: Oracle 10g

(3) 应用服务器: BEA WebLogic Platform 8.15

(4) 开发环境: Sun JDK 5, Eclipse 3.1, Dreamweaver 和 ArcGIS Server

1.2 系统应用技术

为了满足网络森林病虫害专家系统功能和性能的需要,本系统采用三层的 B/S 结构(浏览器/服务器)和基于 J2EE(Java 2 企业版)标准的开发模式。三层的 B/S 结构的第一层是用户层,用户通过浏览器来进行操作和数据传递。第二层是应用层,主要负责接受用户的请求、进行业务处理和访问数据库。第三层是数据层,主要是存放各种数据资源^[2]。三层的 B/S 结构如图 1 所示。J2EE 是一套针对企业级分布式应用的计算环境,它定义了动态 Web 页面功能(Servlet 和 Jsp)、商业组件(EJB)、异步消息传输机制(JMS)、名称和目录定位服务(JNDI)、数据库访问(JDBC)和安全服务等^[3]。系统使用了符合 J2EE 标准的应用软件,在应用层安装了 WebLogic 和 ArcGIS Server 服务器。业务处理用 Jsp + Javabeen 的方式实现。数据层使用了 Oracle 数据库,存放的数据主要有专家系统的知识库、森林病虫害基本数据库和地理信息的空间数据库。应用层的业务处理通过 JDBC(java 数据库连接)的方式访问数据层的数据资源。

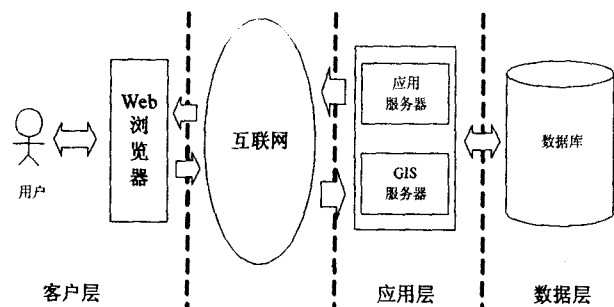


图 1 系统的三层 B/S 结构

由于系统需要对大面积的森林病虫害进行预测、统计和防治,并将结果显示给用户,所以将 GIS(地理信息系统)同专家系统结合,把分析预测的结果以 GIS 地图的形式表示出来。系统使用 ArcGIS Server 应用软件,将其部署在了应用层。ArcGIS Server 是一个用来构建企业级 GIS 的应用平台,能够提供包括网络服务和网络应用的高级 GIS 功能。ArcGIS Server 通过创建 ArcSDE 访问数据库,并以 JSP 页面的形式显示 GIS 地图。

专家系统同 GIS 以两种方式进行数据交互:利用页面的参数传递和利用数据库的数据传递。这两种方式可以满足系统不同应用的需要,使专家系统同 GIS 得到更好的集成。

2 主要功能和结构设计

2.1 系统的主要功能

本系统在功能上分为以下几个模块:预测预报、防治决策、知识库管理、数据维护和地理信息系统管理五个功能模块。

(1) 预测预报功能。

预测预报功能是根据当前林区状况以及气象信息对未来可能发生的病虫害进行预测。预测预报功能中包含四个部分:发生期预测、发生量预测和危害趋势预测、灾害发生区域预测。

* 发生期预测:根据森林病虫害的数据信息预测该病虫害的发生期。

* 发生量预测:对森林病虫害的发生量进行预测预报。

* 危害趋势预测:输入往年的灾害情况,系统将会为用户绘制柱状图,将预测年份危害的趋势反映出来。

* 灾害发生区域预测:通过利用森林病虫害预测模型来预测灾害发生区域的灾害等级和发生的面积,如图 2 所示。

(2) 防治决策功能。

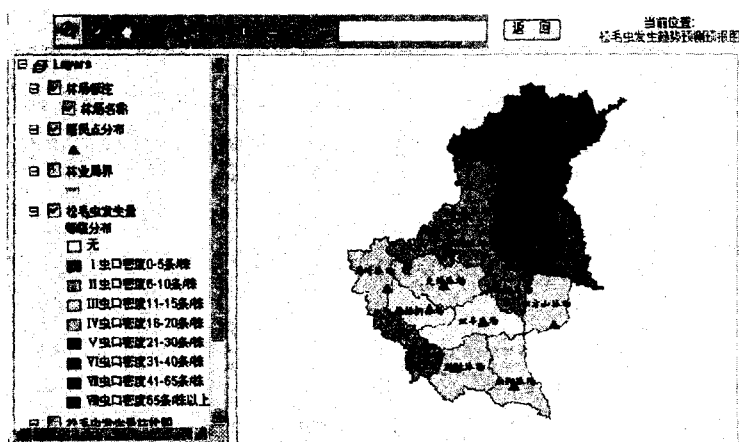
防治决策功能是在林区灾害发生后或者对林区可能发生的灾害进行有效预测后,根据灾害情况,为用户提供防治的方法和措施。防治决策功能模块首先会根据用户录入的信息为用户分析当前灾害的情况,这些所需信息也可以由预测预报模块中得到。在分析之后,防治决策模块会进一步地帮助用户制定防治的方案,为用户提供一些具体的防治方法。

(3) 知识库管理功能。

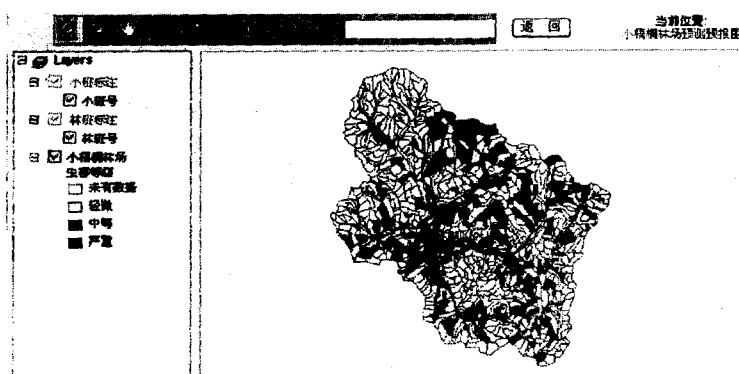
知识库管理功能是专门针对本系统所使用的知识模型进行管理的功能模块。可以方便地在知识库中增加新的病虫害知识,删除、修改旧的知识以及调整数学模型中的参数,主要是为了方便知识库维护人员对知识库进行管理所开发的。

(4) 数据维护功能。

数据维护功能共包括林管局维护、林业局维护、林场维护、树种维护、病害维护、虫害维护、鼠害维护、有害植物维护、土壤种类维护、林种维护、植被种类维护、防治成本维护、林分类型维护、立地类型维护、林木组成维护。共有 15 种基本数据维护。这些基本数据信息为专家系统提供了基础数据。此外,本模块还为病害、虫害、鼠害和树种等信息提供图像存储、显示和根据关键字检索图片的功能,这样能更加丰富地描述其信息,在浏览信息时也更加生动、形象。



(a) 鹤北林业局落叶松毛虫害等级图



发生落叶松毛虫害轻度的地区:12335.0平方米
发生落叶松毛虫害中度的地区:2098.0平方米
发生落叶松毛虫害严重的地区:3241.0平方米

图 2 森林病虫害发生区域预测图

(5) 地理信息系统管理功能。

地理信息系统管理功能主要实现了对地理要素进行显示、漫游、空间数据和属性数据的查询、打印、导航、全景显示等功能,同时为其它功能提供专题图和基础地理数据。

2.2 系统的结构设计

森林病虫害专家系统在结构上是由四个部分组成:知识库、推理机、事实库和解释器。其中知识库用来存放相关领域专家提供的专门知识。推理机的功能是根据一定的推理策略从知识库中选取有关的知识,对用户提供的数据进行推理,直到得出相应的结论为止。事实库保存着用户的输入信息、中间结果和最后结论等数据。解释器向用户解释专家系统的推理过程,有利于用户理解系统的推导过程。

2.2.1 知识库的设计

知识库是个动态的规则数据库,是专家系统重要的组成部分,用以存放森林保护领域专家提供的专业知识。本系统知识库包含的知识有与森林病虫害预测、防治相关的技术,法规知识,常识性知识以及专家积累的经验性知识。

本系统知识的表示采用了产生式表示法^[4],即以如下形式进行表示:

IF 条件 1 条件 2 THEN 结论

知识在数据库中是模仿这种结构来存储的,最终形成知识库中的规则。由于 ORACLE 是一种关系数据库,所以在存储知识的时候需要把知识转换成表形式。

本系统知识库主要包括规则表、条件表、结论表、数值表等四个类型。其中,规则表主要存放的是规则的基本信息;条件表主要包括规则的前提条件;结论表包括规则所应满足的前提条件和最终得到的推理结果;数值表存放的是在规则中所有条件和代码的基本数据信息。知识库表的基本结构如图 3 所示。

例如一条落叶松毛虫防治知识:如果落叶松毛虫的虫龄为 2 龄虫,落叶松的平均树龄小于 10 年,且平均虫口密度大于 40 条/株,则落叶松毛虫危害严重。对应的规则为:

IF Smc_age = 1~3 龄虫, Density > = 40, Tree_age < = 10 THEN 严重

对应知识库中主要内容为:

RULEID: smc_decession_1

GOAL: true

规则表 (RULE_TRANS)	条件表 (包括多个表)
<ul style="list-style-type: none">RULEID 规则代码CHNAME 规则名称REMARK 规则备注	<ul style="list-style-type: none">RULEID 规则代码GOAL 最终目标标识PRIORITY 优先级IF 满足条件代码CONCLUSION 结论代码
数值表 (VALUE)	结论表 (CONCLUSION)
<ul style="list-style-type: none">IFNAME 条件代码CHNAME 条件中文名TYPE 条件类型VALUE 条件默认值SCALE 条件值范围TABLENAME 所在规则表	<ul style="list-style-type: none">RULEID 规则代码CONCLUSION 结论代码TYPE 结论类型IFVALUE 满足条件值CONVALUE 结果值GOALJSP 返回后的 JSP 页面

图 3 知识库表的基本结构

IFNUM: 3

IF: Smc_age (落叶松毛虫虫龄) and Density (虫口密度) and Tree_age (落叶松树龄)

CONCLUSION: ZBI

TYPE: text

IFVALUE: Smc_age = 1~3 龄虫 and Density >

= 40 and Tree_age <= 10

CONVALUE: 严重

2.2.2 推理机的设计

推理机是专家系统实现问题求解的控制机构,是专家系统的核心部分。推理机的主要功能是在规则库中对已知事实进行匹配、进行冲突消解和知识推理^[5]。常用推理方法有正向推理、反向推理等,本系统中采用的是基于目标的反向推理。用户首先选择需要专家系统解决的目标问题,如森林病虫害的预测或防治等。然后,专家系统向用户询问或访问数据库得到数据。当有多条可以选择的规则出现时,专家系统根据规则的不同优先级进行冲突消解。这些优先级是添加知识时放进知识库的条件表中的。系统采用的是有界深度优先搜索方式,根据实际的需要把深度的基本界限定为 30 层。

系统的推理机以 Javabeen (Java 类) 的形式部署在应用层的服务器上。当用户访问 JSP 页面时,推理机被初始化,开始推理。当推理机需要用户输入数据时,首先保护现场,将推理的中间结果、推导过程等数据存入到 Javabeen 的数组当中。然后调用 JSP 询问页面,请求获得参数。图 4 为询问虫口密度。用户确定输入的参数,JSP 页面将参数传回推理机。推理机重新启动,继续推理。最终得到推理结果,以页面形式返回给用户。图 5 为系统返回所得到的防治建议。

2.2.3 事实库和解释器设计

事实库是专家系统推理的一个重要环节,用于存放关于问题求解的初始数据、求解状态、中间结果、假设、目标以及最终求解结果。本专家系统的事实库是通过 JSP 页面的 Session 保存的。用户在一次查询过程中,所用的初始输入信息、推理状态信息、中间结果和推理过程等信息都保存在专家系统的事实库当中。

解释器负责把用户提供的信息转化成计算机能够理解的形式,同时把计算机得出的结果转化为用户易

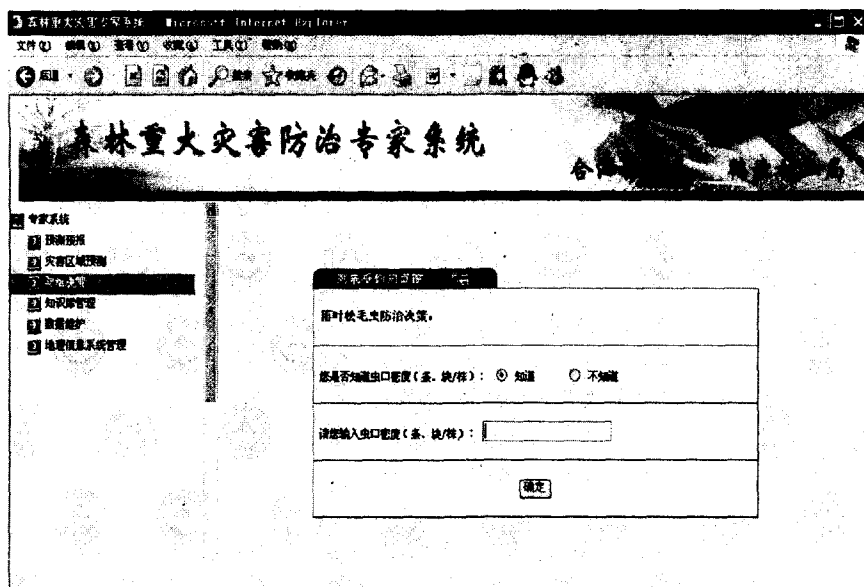


图4 系统询问用户数据

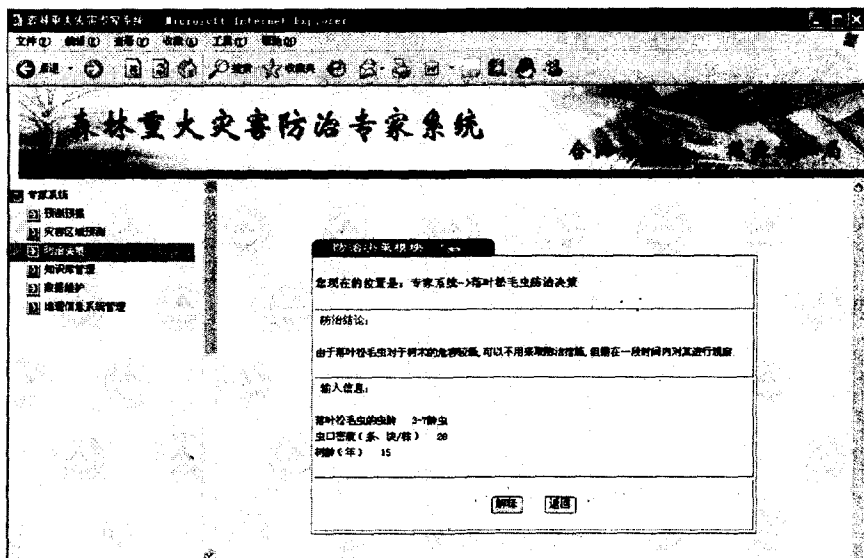


图5 系统给出防治建议

读的方式显示给用户。系统采用预制文本法和路径跟踪法相结合的方法。预制文本法是把问题的解释预先用自然语言写好插入到程序段或数据库里,在推理过程中或推理之后,当用户请求给予推理过程的解释时,预制文本将被填入解释框架内,返回给用户。路径跟踪法是对推理过程的跟踪,将问题求解的过程记录下来,当用户提出请求时,将推导过程的记录展示给用户。本系统的解释机制就将这两种方法结合起来,使解释可以在给出用户推理过程的同时进行详细的描述。

系统将含有规则信息的预制文本首先保存到知识库当中。当用户需要解释器给出具体的专家系统推理解释时,解释器调用知识库中的预制文本对规则进行

(下转第 235 页)

物名

```
pISSCEMerge -> put_SubscriberConnectionString(L"DataSource
= \ \ MRDB.sdf");
```

//MRDB.sdf:移动设备同步数据库名

```
pISSCEMerge -> put_Subscriber(L"sub");//sub:订阅服务器名
```

如果是使用 ActiveSync 工具进行同步,还需要设置一下代理服务器属性,如:

```
pISSCEMerge -> put_InternetProxyServer(L"phil:23");//phil
主机名,23 端口
```

④向 SQL Server 主机增加订阅:

```
pISSCEMerge -> AddSubscription(CREATE_DATABASE);
```

仅第一次同步使用订阅时,需要调用该方法。

⑤进行同步复制:

```
pISSCEMerge -> Initialize();
```

```
pISSCEMerge -> Run();
```

```
pISSCEMerge -> get_PublisherChanges(&IPubChanges);
```

```
pISSCEMerge -> get_PublisherConflicts(&IPubConflicts);
```

```
pISSCEMerge -> get_SubscriberChanges(&ISubChanges);
```

```
pISSCEMerge -> Terminate();
```

一个完整的复制处理过程需要一定要依次调用 Initialize(), Run(), Terminate() 方法^[2]。

4 总结与展望

SQL Server CE 复制技术的采用,完善了移动设备

与数据中心的数据交互过程,有效地解决了同步中带来的数据冲突问题,使抄表员的工作效率大大提高。

但是由于 GPRS 网络的带宽问题,有比较大的表量数据需要通过该无线方式同步时,同步时间仍然较长,应用程序短时间内将不会对用户输入作出响应。为了使应用程序在数据同步过程中对用户更为友好,拟在下一个应用程序版本中,采用 SQL Server 2005 Compact Edition 版本的异步数据同步功能,使用户在等待数据同步完成的同时能够继续处理其他信息,进而改进应用程序性能。

参考文献:

- [1] 张祺中,孙 莉. 嵌入式移动数据库在手持抄表器上的应用研究[J]. 微型电脑应用, 2003, 19(11): 23-25.
- [2] Microsoft. Microsoft SQL Server 2000 Windows CE Edition 2.0 Books Online [M/CD]. 2002.
- [3] Microsoft. Microsoft SQL Server 2000 联机丛书 [M/CD]. 2002.
- [4] 吴 飞,王 昕. 嵌入式移动数据库 SQL Server for Windows CE 的应用研究[J]. 微计算机信息, 2006, 22(S): 122-124.
- [5] 汪 兵,李存斌,陈 鹏. EVC 高级编程及其应用开发 [M]. 北京:中国水利水电出版社, 2005.

(上接第 231 页)

解释。解释器对推理过程的跟踪是通过解释器内部的跟踪函数实现的。跟踪函数保存了推理机计算出最终结果的推理过程,并将使用的规则和数据的信也保存了下来。

3 结 语

基于 B/S 结构的森林病虫害专家系统成功地将专家系统技术、GIS 技术、数据库技术和网络技术有机地结合起来。该系统通过浏览器让专家系统以网络的形式得到更加广泛的应用。它可以为用户提供对于森林病虫害发生期、发生量和危害趋势的预测预报;提供对于森林病虫害的专家防治建议。系统由于同 GIS 技术相结合,可以直观地将灾害发生的区域面积显示出来。另外,通过收集、整理森林病虫害专家的知识经验和国家公布的防治技术、常识性知识,使得专家系统有着较高的精确程度。这对保护森林资源不被病虫害侵扰有着非常重要的意义。

系统的关键技术是将专家系统技术、GIS 技术、数据库技术和网络技术相结合,提供直观、有效的预测防

治结果。但由于目前网络带宽、计算能力等方面的限制,系统在进行多数据库操作(知识库、森林病虫害基本信息库和空间数据库)时,响应速度还需提高。此外,系统包含森林病虫害的种类仍然比较少,知识库有待进一步扩充和完善。

参考文献:

- [1] 叶建仁. 中国森林病虫害防治现状与展望[J]. 南京林业大学学报, 2000, 24(6): 1-5.
- [2] Potter W D, Deng X, Li J, et al. A web-based expert system for gypsomoth risk assessment[J]. Computers and Electronics in Agriculture, 2000, 27(1-3): 95-105.
- [3] SUN Microsystems. J2EE Tutorial [EB/OL]. 2002. <http://java.sun.com/j2ee/tutorial/download.html>.
- [4] 何新贵. 知识处理与专家系统 [M]. 北京:国防工业出版社, 1990.
- [5] Schmoldt D, Martin G. Development and Evaluation of an Expert System for Diagnosing Pest Damage of Red Pine in Wisconsin[J]. Forest Science, 1998, 35(2): 364-387.