

文章编号: 1005-0523(2004)05-0015-04

基于GIS的林火扑救决策支持系统

熊晓芸

(华东交通大学 信息工程学院, 江西 南昌 330013)

摘要: 构建基于GIS的林火扑救决策支持系统, 可以有效地提高决策的可靠性、实时性和稳定性. 本文详细论述了该模型的实现思想与技术.

关键词: 地理信息系统; 决策支持系统; 模型库

中图分类号: TP182

文献标识码: A

0 引言

森林资源是国家的重要资源财富, 有着调治生态、保持水土、改善环境的重要作用, 世界各国都将森林的保护提高到生存的高度认识, 我国由于人口众多、耕地少, 特别是近些年的大面积开发, 造成一定的环境被破坏, 威胁到国家的可持续发展战略, 为此国家和各地政府都把森林保护和植树造林当作重要的政策贯彻执行. 综观历史, 尽管人为的破坏很严重, 但对森林造成最大破坏的莫过于火灾, 森林火灾不仅严重破坏森林资源, 造成巨大经济损失, 而且造成灾区及周边地区环境的严重污染, 危害到人民生命安全. 如何严格预防、尽早发现和及时扑救森林火灾, 快速准确地引导灭火人员到达现场, 实现“打早、打小、打了”的要求, 是森林防火部门急需解决的问题.

1 问题的提出

森林火灾的发生是一个极其复杂的自然因素与人为因素相互作用的结果, 它涉及树种类型与分布状况、地形地貌的分布状况、水资源的分布状况、

气象因子、居民活动范围的分布等. 因此林火扑救决策的制定是一个信息密集型的任务.

随着以计算机技术为代表的信息技术的发展, 人工操作为主、自动化程度低的森林防火管理模式已经无法很好地满足森林防火的需要, 主要体现在: 监控手段落后, 无法准确及时地进行火点定位; 火场信息模糊, 无法在短时间内掌握火场周围的气象、地形地貌、水源、交通道路、居民点、林种、树种等大量信息, 使传统的人工决策手段更具不确定性; 指挥人员的主观性也直接影响着林火扑救工作的效率, 而计算机软件系统在大量信息中的问题求解能力和决策能力将大大降低指挥人员主观性所造成的不稳定性.

因此, 为了适应我国现代森林防火工作, 推进我国森林防火信息化的进程, 就必须在森林防火的指挥上应用以计算机技术为主的高新技术.

2 林火扑救决策支持模型

2.1 GIS与DDS知识的描述

自1963年, 加拿大测量学家R. F. Tomlinson建成世界上第一个GIS(加拿大地理信息系统CGIS)以来, GIS经历了开拓期、巩固与发展期、产业化时代

收稿日期: 2004-04-28

作者简介: 熊晓芸(1972-), 女, 江西南昌人, 华东交通大学在读研究生.

之后,如今已经在全球得到了空前的发展,广泛应用于各个领域,产生了巨大的经济和社会效益.

以 GIS 为平台,构建森林防火数据库能更加快捷和有效的提取和利用相关的森林资源数据,提高对森林资源管理与可持续利用的决策效率.但单纯基于 GIS 的森林防火管理系统,在功能上,难以从海量数据中抽取我们感兴趣的信息;同时系统也非常庞大、复杂,缺乏灵活性.

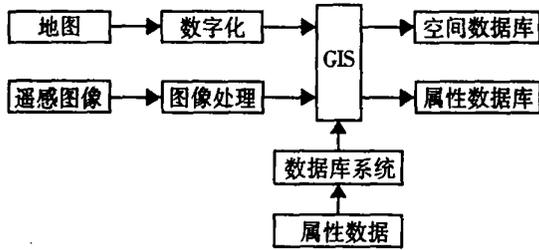


图1 地理信息系统(GIS)结构示意图

70年代初,美国学者 Scott·Morton 和 G·A·Goy 提出了决策支持系统 DSS (Decision Support System) 的概念,标志 DSS 研究的正式开始.DSS 具有①友好的人机界面,用户无须面对错综复杂的系统,增强了系统的灵活性,为区域科学决策提供新手段、新方法;②具有强大的信息处理功能形成有价值的综合信息;③将数据库、模型库、方法库集成在一起,避免了数据传递和转换过程易造成的数据丢失和错误等问题;④系统在提供决策信息时,考虑了决策者的偏好,而提供不同的决策方案,为不同层次的管理者和决策者提供所需要的决策支持.

因此 GIS 与 DSS 的集成和发展,将为森林防火提供了强有力的决策支持,并产生出巨大的实用价值.

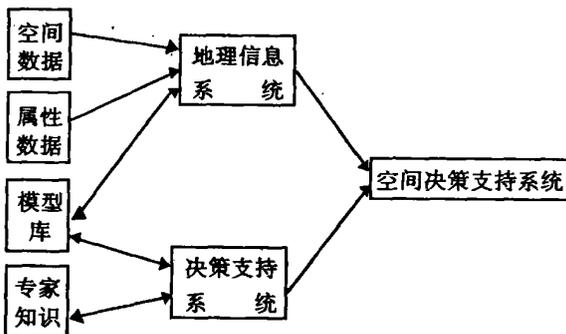


图2 GIS与DDS集成的结构示意图

2.2 林火扑救决策过程

林火扑救涉及的信息包括:

1) 火场实时信息:主要包括火灾发生地周围气

象站传回的温度、相对湿度、地表湿度、风力、风向、降水量等信息;火场扑救人员现场报告的火情信息.

2) 火场指挥调度信息:为火场指挥员的指挥调度命令,包括消防兵力的布署与调配、林火扑救方案的选取等.

3) 火场静态信息:包括地形地貌信息(如高程、坡度、坡向、土壤类型等)、生产生活设施分布信息(如居民区、工业区、配电站等)、森林小班资源信息(如火场及火场周边小班的树种、林种、树龄、面积、郁闭度、蓄积量、造林密度等)、消防警力分布信息(如火场周边消防队的位置、消防人员的数量、配备的消防器材、消防指挥员的联络方式等)、水资源分布信息(火场周围的河流、湖泊或水库的位置、蓄水量、高程)、交通道路分布信息(如道路等级、坡度、坡向、通行能力等).

4) 火势蔓延趋势:是指根据火场传回的气象与指挥调度信息以及火场与火场周边的小班信息,预测在该条件下,30分钟或1小时后火场的范围.

5) 林火扑救调度规则:是指在不同气象条件下,针对不同的火灾等级与林木的经济、社会价值,采用不同的消防力量布署与消防资源调配方案,尽可能地减少火灾造成的人员伤亡与经济损

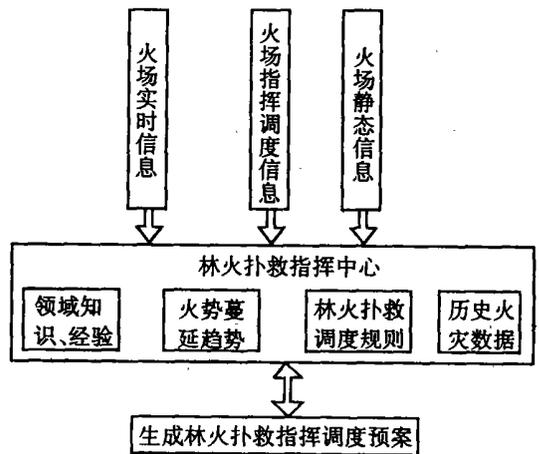


图3 林火扑救决策过程

林火扑救决策过程:在进行林火扑救时,该系统首先要能准确进行林火定位,并根据林火发生的具体地理位置迅速反映出火灾发生地区的有关信息,然后根据这些基础性数据,生成火场蔓延趋势图,该火场蔓延趋势图要随时根据气象数据的变化以及火灾现场的报告不断更新.最后综合所有信息,自动生成救火预案.该预案要从安全性、合理性、经济性、实效性等方面考虑,最有效地调配

消防力量与消防资源,尽可能地降低火灾所造成的经济损失与人员伤亡.其中,火场总指挥员的判断与方案选取也是极为重要的,因为火场如战场,涉及一些复杂的不确定性与不完整的因素,许多决策是知识库中无法提供的,并且火场变化也非常快,这就需要火场总指挥员丰富的经验与判断实时加入计算机的辅助决策中,以及时获取最佳预案.

2.3 林火扑救决策模型

决策支持系统是利用领域知识和推理机以及相应的模型与方法库,解决具有一定难度、专业性很强的智能软件系统.根据林火扑救决策过程,可以建立林火扑救决策模型如图4所示.

解释机:对产生的决策方案进行解释说明,列出何种条件下,系统根据何种知识规则或经验,采用何种策略,得出何种决策结论.

知识库:决策支持系统的决策能力与决策准确性与所拥有领域知识、经验的数量与质量成正比.要使系统能够引导救火指挥人员做出快速、有效的决策方案,必须以高质量的领域知识库为支撑.

推理机:按照确定的推理策略,根据知识库中的规则、数据库中的综合信息以及由火场发回的实时气象数据与人工调度命令,进行推理,得出符合现场条件的较优的林火扑救策略.推理机在获取一些中间结论时,还需要加入火场指挥员的判断,一方面可以节省推理的时间,另一方面也有助于获取符合实际的最佳林火扑救预案.

综合数据库:数据库信息包括静态信息和实时信息.静态信息一般是指在一定时间间隔内(如一年、二年)不发生变动的信息,它主要包括地形地貌、生产生活设施分布、森林小班资源、消防警力分布、水资源分布、交通道路分布等.实时信息主要指由气象站传回的气象数据、火场火势发展信息、现场指挥和调配命令的实时录入信息.

林火扑救指挥调度模块:根据推理结果,选择、执行相应的林火扑救决策支持模型,产生最终决策方案提供给指挥人员.

3 林火扑救决策支持系统的关键技术与问题

建立林火扑救决策支持系统的最终目标是,在复杂的火场环境中,为救火指挥人员提供客观、全面的现场数据,并引导指挥人员做出高效、可靠的

决策.因此,在该系统的开发中要特别注意解决知识表示方法与推理策略问题.

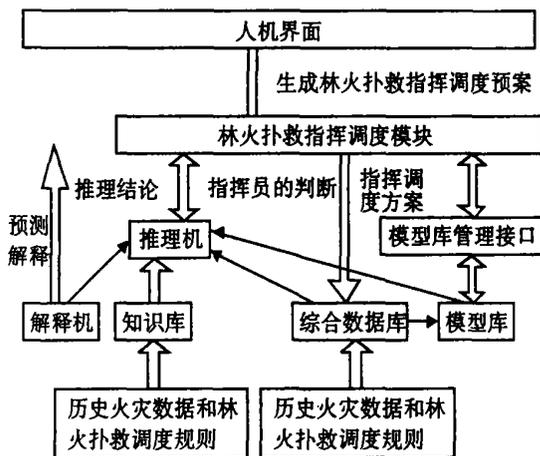


图4 林火扑救决策模型

3.1 知识表示方法

通常在 DDS 知识库中进行知识表示的方法有:一阶谓词逻辑、语义网络、产生式规则、框架理论、面向对象表示等.由于产生式规则具有完备地理论基础;各产生式之间相互较为独立,修改与扩充都较容易,所以在本系统的构建中采用产生式规则表示法构造一个简单高效的知识库.同时由于火场信息瞬息万变,具有不确定性,因此在知识库的规则中引用了可信度表示方法.

如果风力为5级以上的大风天气,那么火灾等级为大火或特大火灾,可信度为0.8.

IF 风力 \geq 5 THEN 火灾等级 \geq 大火 (0.8)

3.2 推理策略

林火扑救决策支持主要目标是通过大量的火场实时信息与静态信息的处理,为指挥人员提供较优的林火扑救方案.在林火扑救过程中,方案的选取是以安全性与经济性为主要考虑的因素,因此在系统中除了采用正向推理机制,还引入基于实例的推理模型(Case-based Reasoning, CBR),使推理结果更适用于实际操作.基于实例的推理模型是一种典型的利用以前的实例和经验进行推理的、新的问题求解机制.它具有求解问题简单快速、效率高;实例库的建立比较方便,不一定需要专家参与;实例库的维护、学习比较方便等特点.因此,在有成功案例的前提下,它是对正向推理结果的一种有效的精简方式.

4 结束语

笔者参加了“泰山森林防火微波视频监控与指挥调度系统”项目中泰山森林防火指挥系统的构建,该系统是在GIS平台上构建的林火扑救决策支持系统,此系统尚在建设中.它的实现在森林防火领域将具有可行性与实效性,可以为指挥人员提供可靠、稳定的决策支持能力,它的实现将成为森林防火工作中的一项强有力的现代化工具.

参考文献:

- [1]刘宝国编译.战术指挥官反潜专家系统模型[J].情报指挥控制系统与仿真技术,2001,4:15-18.
- [2]张雷,孙金萍,雷英杰.基于思维模拟的实时战术级地面防空C3I智能辅助决策模型[J].系统工程与电子技术,2001,10:31-34.
- [3]吴朝军,孟亚辉.GIS在防汛决策辅助系统设计中的应用[J].软件世界,2001,03:22-25.
- [4]郭衡,李德生.森林防火原理与方法[M].北京:中国农业科技出版社,2001.

A Decision Support System Based on GIS for Forest Fire

XIONG Xiao-yun

(School of Information Eng., East China Jiaotong Univ., Nanchang 330013, China)

Abstract: The construction of a decision support system based on GIS for forest fire will improve its reliability, real-time and stability performance. In this paper, the techniques of realization about this model are discussed in detail.

Key words: decision support system; GIS; model base