

应急资源调度管理系统的设计与实现

金保华, 霍鸣震

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001)

摘要:针对目前大部分应急资源调度管理系统反应慢、效率低、步骤多等问题,采用B/S三层架构,使用WebGIS开发技术,SuperMap SDX+空间数据库技术以及最短路径算法Dijkstra,设计了应急资源调度管理系统。系统将资源储备点、中间配送点和受灾地抽象为一个一个的节点,将整个的资源调度路线看做是网络图中的路段,将它们组织成一个空间的网络交通图,使调度的图表和表格在GIS中通过空间网络图进行表达。测试结果表明,该系统功能多样、性能稳定,提高了物资调度决策的可视化程度和直观性,达到了预期的目的。

关键词:GIS;应急资源调度管理系统;空间分析

中图分类号:TP311 **文献标志码:**A **DOI:**10.3969/j.issn.2095-476X.2014.04.020

Design and implementation of emergency resource scheduling management system

JIN Bao-hua, HUO Ming-zhen

(College of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Aiming at the problems of the most of the emergency resource scheduling management system at the present such as response slow, low efficiency, step overstaff and so on, a GIS-based emergency resource scheduling management system was designed. The system used B/S three-tier architecture, WebGIS development techniques, SuperMap SDX + spatial database technology and the shortest path algorithm Dijkstra to design. The system abstracted resource reserves points, intermediate distribution points and the distribution of the affected land for each point, and the entire route was seen as a resource scheduling network diagram sections, basing it to organize them into a space network traffic map, making scheduling charts and tables in the GIS for expression through space network diagram. The test results showed that the system was versatile, stable in performance, which improved the visualization and intuition of material scheduling decisions to achieve the desired goal.

Key words: GIS; emergency resource scheduling management system; spatial analysis

0 引言

近年来,各种突发事件频繁发生,给人民生命和财产安全带来了严重威胁^[1],如何及时高效地对突发事件进行处理成为政府和公众关注的焦点^[2]。

为了保证突发事件发生后相关部门能快速响应和合理调配人力物力,需要建立并完善应急调度管理系统,目前相关研究主要有:戴更新等^[3]研究了多资源组合情况下的应急调度问题;李连宏等^[4]建立了多资源在非恒定消耗前提下的调度优化模型;刘

收稿日期:2013-10-24

作者简介:金保华(1966—),男,河南省郑州市人,郑州轻工业学院教授,博士,主要研究方向为人工智能计算机辅助决策系统。

北林等^[5]研究了传统的应急救灾物资的紧急调度问题.但是,目前大部分应急调度管理系统还需要相关部门进行人工定位与分析,存在反应慢、效率低、步骤多等问题.而 GIS 作为一种采集、存储、管理、分析、显示与应用地理信息的计算机系统,凭借其海量数据处理和分析的能力,以及可视化功能,在各个行业的应用越来越广泛^[6].本文拟将资源调度的优化方法和 GIS 空间分析技术相结合,对资源调度过程中的车辆运输路线进行优化,使其在为救灾工作提供相应支持的同时尽量减小调度所造成的损失.

1 系统设计

1.1 系统架构设计

应急资源调度管理体系应能够提供各种资源的现状信息,同时为实现系统资源的合理布局、动态调配、储存维护提供支持.本系统采用 B/S 三层架构,将系统功能实现的核心部分集中到服务器上,简化了系统的开发、维护和使用,通过 Web Server 同数据库进行数据交互.系统主要分为数据层、业务逻辑层和表现层.数据层支撑服务为系统提供所需的各种模型算法,包括应急资源调度模型、应急资源调度分布决策模型、最短路径算法、车辆定位技术等技术支持.业务逻辑层为应急资源调度业务制定基本功能,为系统定义了应急资源查询、资源分布决策分析、车辆交通信息查询以及应急资源调度方案查询.表现层通过 GIS 地图展示相关应急资源调度方案,包括行车路线、资源供应位置、资源数量、交通路线等.

本系统是整个应急管理工作的基础,所有的应急处理都要在充足的资源基础上才能进行,而应急资源管理只有在有助于应急指挥和调度的前提下才显得更有价值.因此,应急资源调度管理系统应通过与其他模块的通信,以多种形式与相关用户进行交互.其整体架构如图 1 所示.

1.2 系统功能模块

为了有效地组织和管理多源数据信息,根据资源保障数据特征,应急资源管理和保障系统分为资源调配管理、资源监控管理、资源配置管理、资源储备管理和资源编码管理 5 个子功能模块.

资源调配管理:在日常资源正常储存与维护的基础上,当预警系统预测到某突发事件发生的可能性增大并超过警戒点,或者某突发公共事件发生时,有关部门负责人根据指挥调度系统的指令和救助资源的需求情况,确定调度的资源数量和存放地

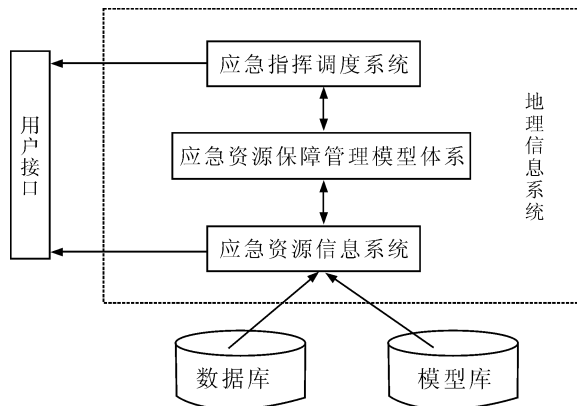


图 1 系统架构图

点,制定资源的运输路线,并根据突发事件的发展变化情况,多阶段地跟踪调度资源.

资源监控管理:对应急物资储备情况进行监控,使应急物资始终维持在合理的水平上,及时对物资进行清点、补充、维护和维修.

资源配置管理:对资源和危险源的分布进行监控,及时调整资源的布局 and 配置.战时,能够根据资源分布、应急资源的需求,通过采用运筹学、人工智能等技术,提供最优化的配置.

资源储备管理:对应急物资资源和人力资源状况进行更新与维护,为资源的综合利用、整合和共享提供支持.

资源编码管理:根据国家相关标准,对各类应急物资进行分类编码,实现统一管理.

1.3 数据库系统

Oracle 数据库是一个对象-关系数据库管理系统.它提供开放的、全面的和集成的信息管理方法,并且它的体系结构包括物理存储结构和逻辑存储结构.由于它们是相分离的,所以在管理数据的物理存储结构时并不会影响对逻辑存储结构的存取.结合本系统的特点,采用 Oracle 数据库作为开发数据库.本系统数据库包括交通路网基础地理数据库、紧急突发事件基础数据库、应急救援队伍数据库、应急设备设施数据库、应急物资需求数据库、车辆定位数据库、实时交通数据库、预案库、模型库等.

2 系统实现关键技术

2.1 WebGIS 技术

万维网地理信息系统 (WebGIS) 是指利用 Web 技术进行扩展和完善的地理信息系统.它是基于 Internet 平台,客户端应用软件采用 WWW 协议,可以进行交流协作、数据共享、信息发布的地理信息系统. Internet 用户不用在本地计算机安装 GIS 软件就可以

浏览 WebGIS 站点中的空间数据、制作专题图,以及进行空间检索和空间分析. WebGIS 的关键特征是面向对象、分布式和互操作性. 其主要作用是进行地理信息的空间分布式获取、地理信息的空间查询与检索、空间模型的分析服务、互联网上资源的共享等.

本系统将 WebGIS 技术与车辆定位技术相结合,将资源储备点、中间配送点和受灾地抽象为一个一个的节点,将整个资源调度路线看做是网络图中的路段,将它们组织成一个空间的网络交通图,使调度的路线和图表在 GIS 中通过空间网络图进行表达,资源的调度更加直观和形象. 在系统中接入车辆定位与导航系统,可将实际资源调度过程中的位置实时传回,通过一定时间的数据获取,使得资源的调度具有可视化效果. 系统原理如图 2 所示.

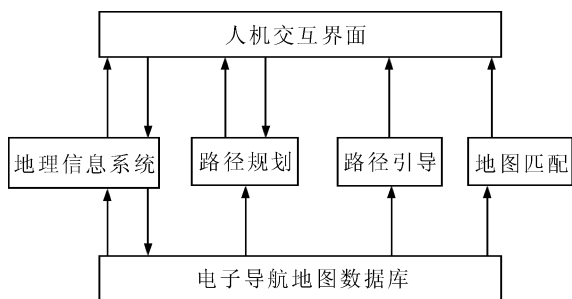


图 2 车辆定位与导航系统原理框图

2.2 SDX + 数据引擎技术

空间数据扩展 SDX + 是 SuperMap GIS 软件数据模型的组成部分,采用空间数据库存储技术、索引技术和查询技术,具备一体化管理海量空间数据和属性数据的能力. 空间数据库引擎技术是 GIS 技术和数据库技术的紧密结合,利用数据库技术能解决 GIS 应用系统中并发操作、数据安全性、一致性维护等问题. 与传统文件技术相比,空间数据库技术有明显的技术优点,包括海量数据管理能力、数据一体化存储、多用户并发访问、访问权限控制和数据安全机制等. 本系统采用 SuperMap SDX + 空间数据库技术,并对空间数据库存储和索引技术进行优化处理,对其提供访问空间数据的能力,通过它对 DBMS 的访问可以实现对海量空间数据的存储、索引、读取和更新.

2.3 最短路径算法

资源调度过程中,在资源的出库和装卸时间一定的前提下,可以将调度时间最短简化为调度路径最短. 目前,求最短路径的算法很多^[7-8]. 本文主要采用的是 Dijkstra 算法,即按路径长度递增的次序产生最短路径的算法^[9].

该算法可用模型表示: 给定一个赋权无向图

$G = (V, E)$, 其中 V 为顶点的集合, E 为边的集合. 对每一条边 $e = (v_i, v_j)$, 相应地有权 $l(e) = w(v_i, v_j)$, 其中 v_i, v_j 为 G 中相邻的 2 个顶点. 设 p 是 G 中从顶点 s 到顶点 t 的一条路径, p 的权是 p 中所有边的权之和, 记为 l_p , 则

$$l_p = \sum_{\langle s, t \rangle \in p} W(s, t)$$

最短路径问题就是要在所有从 s 至 t 的路中, 求一条权最小的路, 把满足上式的 p 叫作从 s 到 t 的一条最短路径.

由于受灾位置以及周围环境的差异, 资源调度的最短路径问题成为选择最佳调度方案、进行资源调度的关键问题. 在车辆非满载的情况下, 配送中心需要安排车辆对不同的受灾地进行物资配送, 该系统通过 Dijkstra 算法优化配送车辆行驶的路线和经过受灾点的顺序, 做到资源储存库、资源配送站和受灾地的合理布局, 使得资源运输的速度得到极大地加快.

3 系统运行效果

在河南省科技攻关项目的支持下, 对应急资源保障在突发事件处置处理的各个阶段中的作用和相关问题的解决方法进行研讨. 重点研究了在应急物资调度过程中, 最关键的阶段即应急物资调度及其车辆调度优化问题. 本系统为应急资源保障原型系统开发, 以 SuperMap 公司的 SuperMap Objects Java 6R 为基础, 采用交通基础路网 GIS 数据库和应急资源数据库, 用 Jsp, Java, JavaScript 进行应用开发. 该系统中关于物资调度部分的主界面如图 3 所示.

在进行应急物资选择后, 便可以进行应急物资调度路径的分析. 最终的分析结果会在地图中以高亮的方式显示, 同时, 还可以查看各类物资调度的详细路线, 如图 4 所示.

4 结语

设计了应急资源调度管理系统. 该系统采用 B/S 开发模式, 使用 WebGIS 开发技术, 通过 Oracle 管理空间数据和资源数据, 构建了满足应急资源连续消耗的多出救点、多物资的调度模型, 并给出求解算法. 该系统最大程度地节约了整个应急物资调度的成本, 提高了物资调度决策的可视化程度、直观性. 通过测试, 系统功能多样、性能稳定, 符合规定的要求, 达到了预期的目标. 下一步将研究在资源调度时, 调度路径权值评估中的各种影响因素, 并就此建立相应的调度模型, 设计求解算法, 进一



图3 物资调度部分主界面

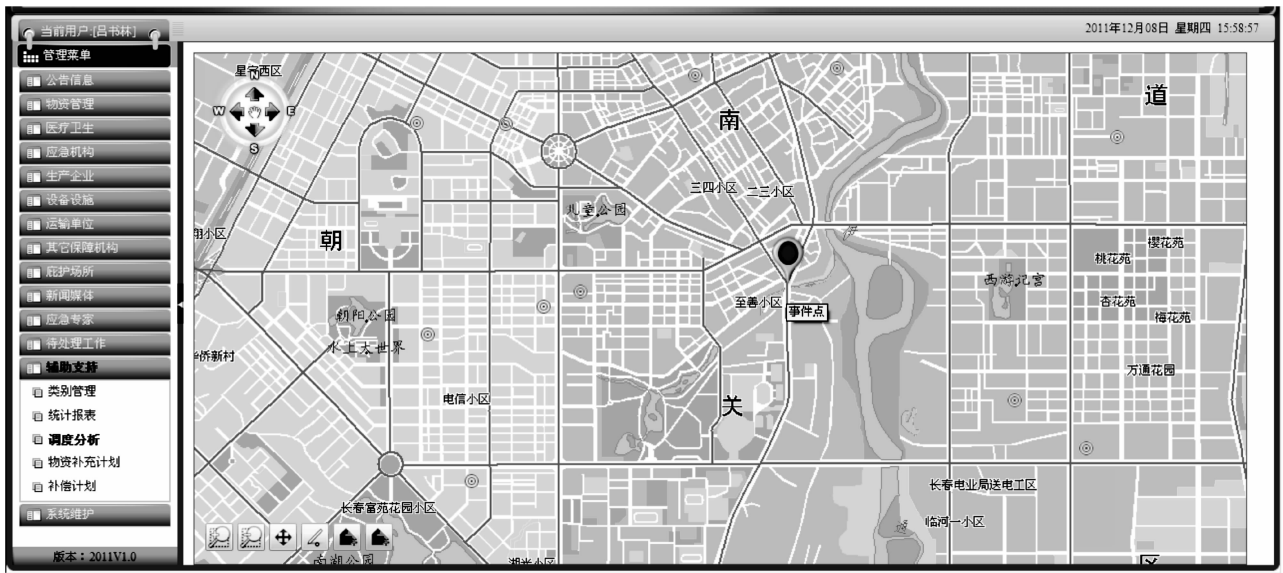


图4 调度路径详细清单

步完善应急资源调度系统.

参考文献:

[1] 朱庙生. 影像技术与放疗设备结合[N]. 中国医学论坛报, 2004-04: (B8).

[2] 朱付保, 郭倩倩. 基于 Flex 的应急网络地理信息系统架构设计与实现[J]. 郑州轻工业学院学报: 自然科学版, 2012, 27(6): 20.

[3] 戴更新, 达庆利. 多资源组合应急调度问题的研究[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 8(11): 52.

[4] 李连宏, 王永军, 李俊峰, 等. 多资源非恒定消耗应急调度优化模型研究[J]. 北京理工大学学报, 2006, 26(15): 157.

[5] 刘北林, 马婷. 应急救灾物资紧急调度问题研究[J].

哈尔滨商业大学学报, 2007, 15(3): 3.

[6] 曾远跃. 基于 GIS 的特种设备应急救援系统的研发[J]. 机电技术, 2009(3): 16.

[7] Zhan F B. Three fastest shortest path a lgorithms on real road networks[J]. Journal of Geographic Information and Decision Analysis, 1997(1): 69.

[8] 周培德. 交通道路网中任意两点之间最短路径的快速算法[J]. 计算机工程与科学, 2002(4): 35.

[9] 夏冰, 鲍远律. 矢量地图下最短路径问题的研究[J]. 微机发展, 2001(5): 30.

[10] Hung Y K, Ho J M, Chen M S. WISDOM: Web Intrap age informative structure mining based on document object model[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2005, 17(5): 614.