

基于 Dijkstra 和 GIS 的湖南省应急物流模型研究

谢金龙, 武献宇

(湖南现代物流职业技术学院, 湖南 长沙 410001)

摘要: 针对应急物流的特点和需求, 以湖南省区域物流为研究对象, 提出了一种基于 Dijkstra 算法和 GIS 的应急物资配送模型和算法, 并用实例对模型进行了验证。

关键词: 应急物流; 地理信息系统; 最短时间选择

中图分类号: TP311.5

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)01-0009-02

Model study of emergency logistics in Hunan Province based on Dijkstra and GIS

Xie Jinlong, Wu Xianyu

(Hunan Vocational College of Modern Logistics, Changsha 410001, China)

Abstract: Characteristics and logistics for the emergency needs of the logistics for the study area in Hunan Province. emergency supplies distribution models and algorithms based on the Dijkstra algorithm and GIS is proposed, and examples of the model is validated.

Key words: emergency logistics; GIS; choose the shortest time

应急物流是以提供突发性自然灾害、突发性公共卫生事件、战争等所需应急物资为目的, 以追求时间效益最大化和损失最小化为目标的一种特殊的物流活动^[1]。因此, 应急物流以追求时间效益最大化和灾害损失最小化为目标, 具有突发性、不确定性、非常规性、弱经济性等突出特点。

为了保证应急物资的调运、缩短配送时间、满足应急物资调运的时效性需求, 应急物资调运信息系统具有重要的研究价值。目前对应急物资调运信息系统的研究工作大致可以分为两大类: (1) 利用定性分析方法, 研究应急物资调运信息系统构建的相关理论、系统概念模型的结构和功能模块分析, 以及数据仓库、GIS 等信息技术在应急物流信息系统中的应用等; (2) 采用定量分析方法, 通过数学模型分析, 研究应急物资调运信息系统中的路径优化、物资分配、车辆优化调度等核心问题^[2]。在目前的研究中, 两大类别的研究工作相结合的文献并不多见, 而本文在此方面进行了一定的探索。

针对应急物流的特点和需求, 本文以湖南省区域物流为研究对象, 提出了一种基于 Dijkstra 算法和 GIS (Geographic Information System) 的应急物资配送模型^[3], 对应急物流调运中的优化路径选择问题进行探索

和研究。

1 问题提出

在应急物流调运中, 选取时间最短的运输路径是其中的核心问题。在实际应用中, 主要包括距离最短, 或时间最短、距离和时间的加权组合最短等问题^[4]。

可以把交通网络抽象为一个赋权有向图 $G=(V, E, w)$, $V=\{v_i | i=1, 2, \dots, n\}$ 为交叉路口构成的点集, $E=\{e_{ij} | i, j=1, \dots, n\}$ 为连接各交叉路口的边集, w 为权值函数, $w(e_{i,j})$ 表示边 $e_{i,j}$ 的权值, 如图 1 所示。

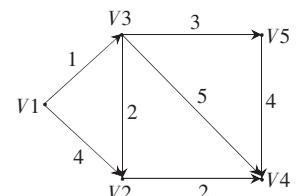


图 1 节点间关系的有向示意图

2 研究基础

2.1 GIS 系统

地理信息系统 (GIS) 是以地理空间数据库为基础, 在计算机软硬件的支持下, 对空间相关数据进行采集、管理、操作、分析、模拟和显示, 并采用地理模型分析方法, 适时提供多种空间和动态的地理信息, 为地理研究和地理决策服务建立起的计算机技术系统^[5]。将 GIS 等现代信息技术应用于应急物流中, 可以实现应急物流系统的快速响应、准确定位和实时更新^[6]。

GIS 系统的功能:

(1) 具有地图显示功能, 通过空间属性信息查询可以了解备选区域的地理位置、地形、地貌, 从而准确地确定应急物流配送点的位置及线路。

(2) GIS 地图上, 可以获得应急物流配送点和需求点的精确地理位置(用经纬度表示)。由于应急物流中心和需求点等空间实体已经数据化, 所以能方便地得到物资运输地道路情况和运输条件, 从而确定最优路径。

(3) GIS 是一个动态的系统, 具有良好的动态交互性, 它强大的数据库系统可以保持数据的实时更新, 地理空间上的任何变化, GIS 都可以更新其数据库以备调用。同时, 利用 GIS 的空间查询分析功能, 在应急物流配送过程中能很好地实现时效性, 以保证应急物流的实施。

MapInfo Professional 7.0 SCP 软件绘制的湖南省区域物流城市节点如图 2 所示。



图 2 湖南省区域物流城市节点示意

本文以 Visual Basic 和 GIS 软件 MapInfo Professional 7.0 SCP 作为开发工具, 以长沙市为研究对象, 利用 MapX 软件模拟实现一定区域内应急物流的配送, 其系统功能图结构如图 3 所示。



图 3 系统功能结构图

2.2 算法实现

假定 v_s 和 v_t 分别为路径的起点和终点, 路径集 $P_{s,t}$ 表示所有 $v_s \rightarrow v_t$ 的路径, 路径 $p \in P_{s,t}$ 的长度可以定义为:

$$l(p) = \sum_{i,j \in p} w(v_{i,j}) \quad (1)$$

其中, $v_{i,j}$ 为构成路径 p 的每一条边。最短路径问题则可表示为求解节点序列 $p_o = (v_s, \dots, v_t)$ 使其满足:

$$l(p_o) = \min(l(p)) \quad p \in P \quad (2)$$

Dijkstra 算法是经典的单源最短路径算法^[8], 其算法思想为:

(1) 把 V 分解为两个子集 S 和 T , 初始状态时 $S = \{v_s\}$, $T = V - S$;

(2) 对于每个 $v_i \in T$ 计算 $l(v_s, v_i)$, 根据 $l(v_s, v_i)$ 的值找出 T 中距 v_s 最短的节点 v_x , 并用 $v_s \rightarrow v_x$ 的最短路径长度进行标记;

(3) 设 $S = S \cup \{v_x\}$, $T = T - \{v_x\}$, 若 $T = \{t\}$, 则停止; 否则重复(2)。

当算法执行完毕时, 就可以求出起点 v_s 到其余所有节点的最短路径。如果仅要求 v_s 到指定节点 v_t 的最短路径, 则在 v_t 被从集合 T 中删除时即可退出算法, 对节点标记过程进行回溯即可得到相关的路径。

3 仿真实验

某地区突发公共卫生事件, 需要对各个医院运送药品, 物资配送中心为该地某医药公司。位置已知, 有 8 个医院需要紧急救援物资, 物资种类有两种, 每个医院编号以及需求量已知, 各个需求点允许到达最晚时间已知。如表 1 所示, 车辆运输速度为 60 km/h, 车辆数为 5, 车辆载重量为 10 t, 配送中心以及各医院间的距离如表 2 所示, 配送中心对各医院送货, 使每个医院在规定时间内得到物资, 同时使配送时间最短。

表 1 各医院对物资的需求量

医院	1	2	3	4	5	6	7	8
对物资 P_1 的需求量 m_1/t	5	2	3	1	4	1	0	3
对物资 P_2 的需求量 m_2/t	4	2	0	3	2	3	2	1
要求到达最晚时间 l_i/min	30	35	24	15	50	62	80	100

表 2 配送中心到各医院的距离及受灾点间的距离/km

d_{ij}	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	16	6	14	7	18	19	7	9
1		0	18	13	20	13	15	14	19
2			0	12	5	10	14	12	12
3				0	14	14	9	16	18
4					0	8	18	8	11
5						0	14	10	12
6							0	13	15
7								0	8
8									0

利用 Dijkstra 算法, 采用 Matlab 7.0 编程对距离矩阵求解, 得到 4 条路径为: 1-5-3-1、1-2-1、1-9-6-1、1-4-7-8-1。

因为在编程时将配送中心定义为编号 1, 医院定义为编号 2~9, 所以实际得出 4 条路径为: 第一辆车的配

送路径为:配送中心-4-2-配送中心;第二辆车的配送路径为:配送中心-1-配送中心;第四辆车的配送路径为:配送中心-8-5-配送中心;第五辆车的配送路径为:配送中心-3-6-7-配送中心。

针对应急物流追求时间效益最大化、灾害损失最小化、灾害救援时间紧迫性等特点,本文提出的基于Dijkstra算法和GIS的动态优化路径选择方法能实现灾后应急物资调运路径的优化选择,较好地满足了应急物资调运的时效性需求,对实际应急物流的实施也有一定的参考价值。

参考文献

- [1] 谢金龙,翟玲英,段圣贤.物流地理[M].北京:高等教育出版社,2011.
- [2] 谢金龙,刘亚梅,王凯.物流信息技术与应用[M].北京:北京大学出版社,2011.
- [3] 严寒冰,刘迎春.基于GIS的城市道路网最短路径算法探讨[J].计算机学报,2000(2).
- [4] 汪定伟,张国祥.突发性灾害救援中心选址优化的模型与算法[J].东北大学学报,2005(10).
- [5] 王占全,赵斯思,徐慧.地理信息系统(GIS)开发工程案例精选[M].北京:人民邮电出版社,2009.
- [6] 陈曦,傅明.GIS环境下物流配送中心选址模型与算法研究[J].计算机技术与自动化,2001(4).
- [7] Liu Hougzhi, Ou Jianjun, Li Wenzheng, et al. Research on public emergency rank. assesment based on BP neural network [C]. The Second International Workshop on Education Technology and Computer Science,2010.
- [8] Chang Meishiang, Tseng Yaling, Chen Jingwen. A scenario planning approach for the flood emergency logistics preparation problem under uncertainty [Z]. Transportation Research Part E43, 2007.

(收稿日期:2011-09-14)

作者简介:

谢金龙,男,1974年生,副教授,讲师,主要研究方向:物流信息技术和信息管理。