

物资调运时间为区间数的最短路问题研究

郭瑞鹏

(国防大学 国防经济研究中心, 北京 100091)

摘要: 针对紧急状态下物资调配时间为区间数问题, 在经典的 Dijkstra 算法基础上, 通过定义一个算子, 把区间数序关系转换成实数序关系, 对区间数进行排序, 给出了区间数的最短路算法。

关键词: 调运时间; 区间数; 最短路

中图分类号: C931.1; C934

文献标识码: A

文章编号: 1009-3370(2006)06-0029-02

应急物资调配主要是在最短的时间内把物资由动员点运送到需求点, 其核心问题是最短路径选择问题。由于信息的不确定性, 系统的复杂性和人类思维的模糊性, 国民经济动员管理人员在制定物资调配方案时, 不可能给出物资动员网络中每段弧所对应的边权值的确切值, 有时只能给出一个它所在的区间。因此, 研究物资调运时间为区间数时的最短路选择模型, 对于在不确定动员环境条件下制定科学的物资动员决策方案具有重要作用。

一、问题的数学描述

区间数最短路问题可描述为: 给定一个赋权有向图 $D=(V, A)$, 对于每段时间弧 $t=(v_i, v_j)$, 相应的权 $w(e)=t_i=[t_i^-, t_i^+]$ 为一区间数, 又给定 D 中的两个顶点 v_s, v_t , 设 P 是 D 中从 v_s 到 v_t 的一条路, 定义路 P 中的权是 P 中所有弧的权之和, 记为 $w(p)$ 。最短路问题就是要从 v_s 到 v_t 的所有路中, 求一条权最小的路, 即求一条从 v_s 到 v_t 的路 P_0 , 使得

$$w(p_0) = \min_p \sum_p w(p) \quad (1)$$

二、问题分析

区间数最短路问题核心在于区间数的排序, 目前有关区间数的排序的研究还没有一个统一的方法, 大致可以分为四大类^[1], 第一类是从数学的角度, 提出区间数序关系的公理化定义, 进而讨论某些具体的区间数序关系满足公理化定义的条件, 根据这些区间数序关系对所有区间数进行排序^[2]; 第二类是在区间数集合上建立某种线性次序的关系, 进而利用所建立的线性次序关系对区间数进行排序^[3]; 第三

类是通过刻画区间数大小比较的可能度, 借助区间数的两两比较对区间数进行排序^[4-9]; 第四类是在区间数多指标决策中引进区间数理想方案, 通过计算区间数决策方案对区间数理想方案的贴近度对区间数决策方案进行排序^[10]。

文章在研究过程中根据区间数不确定性的特点, 充分考虑到决策者的偏好信息, 通过定义加入决策者偏好参数的算子, 把区间数序关系映射为实数序关系, 然后再利用 Dijkstra 算法进行求解, 得到不同偏好下的区间数最短路。

三、模型求解及算法

[定义 1] $[a, b]$ 为区间数 $a, b \in R, a \leq b, a, b$ 称为区间数的端点。

设 $I(R) = \{[a, b] | a, b \in R, a \leq b\}$, 显然, $R \subseteq I(R)$, 也就是说, 实数可以看成是两个端点重合的区间数。

[定义 2] 对于区间数 $a = [a^-, a^+]$, $w(a) = a^+ - a^-$ 为区间数 a 的区间宽度, $m(a) = \frac{a^- + a^+}{2}$ 为区间中点。

[定义 3] 设 $[a, b], [c, d] \in I(R)$, 区间数的运算定义如下:

$$[a, b] + [c, d] = [a+c, b+d] \quad (2)$$

$$[a, b] - [c, d] = [a-d, b-c] \quad (3)$$

$$k[a, b] = \begin{cases} [ka, kb] & k \geq 0 \\ [kb, ka] & k < 0 \end{cases} \quad k \in R \quad (4)$$

为了对区间数进行比较大小, 在这里定义一个算子, 把区间数映射到实数集上。

$$O: I \rightarrow R, w(a) = m(a) + w(a) \quad (5)$$

式中: I —区间数域;

R —实数域;

收稿日期: 2006-09-19

作者简介: 郭瑞鹏(1978—), 男, 北京理工大学博士, 研究方向为管理决策的理论与方法、国民经济动员管理决策的理论与方法, E-mail: ggrpp@126.com

—偏好参数。

对于冒险型的决策者,取 $-\frac{1}{2}$; 对于中立型决策者,取 $=0$; 对于保守型决策者,取 0 。
 这样就不可比的区间数转化为可比的实数,并把决策者的偏好作为参数融入到最短路径的选择中。

通过上述分析处理,可把区间数最短路径问题转化为确定条件下的最短路径,然后,利用 Dijkstra 算法的基本原理,给出边权为区间数最短路径的扩展 Dijkstra 算法。

具体算法步骤如下:

开始($i=0$),令 $S_0=\{v_s\}$, $P(v_s)=[0,0]$, $N(v_s)=0$, 对于每个 $v \in v_s$, 令 $T(v)=[+, +]$, $N(v)=M$, 令 $k=s$ 。

STEP1: 如果 $S_k=V$, 算法终止, 这时已经找到了 v_s 到 v 的区间最短路径, 路径长为 $P(v)$, 路径可从 (v) 反推出来, 计算结束; 否则转入 STEP2。

STEP2: 对于每个使 $(v_k, v_j) \in E$ 且 $v_j \notin S_k$ 的点 v_j , 如果 $w(T(v_j)) > w(P(v_k) + w(e_{kj}))$, 则把 $T(v_j)$ 修改为 $P(v_k) + w(e_{kj})$, 把 (v_j) 修改为 k ; 否则转入 STEP3。

STEP3: 令 $T(v_{j_i}) = T(v_j) | w(T_{j_i}) = \min_{v_j \in S} w(T(v_j))$, 如果 $w(T(v_{j_i})) < +$, 则把 v_{j_i} 的 T 标号变为 P 标号 $P(v_{j_i}) = T(v_{j_i})$, 令 $S_{k+1} = S_k \cup \{v_{j_i}\}$, $k = j_i$ 把 i 换成 $i+1$, 转入 STEP1; 否则终止, 这时对每一个 $v \in S_k$, $d(v_s, v) = P(v)$, 而对每一个 $v \notin S_k$, $d(v_s, v) = T(v)$ 。

四、仿真算例

为了说明算法的过程和检验算法的正确性, 在这里选用文献[11]中的数据进行试算, 区间数网络如图 1 所示:

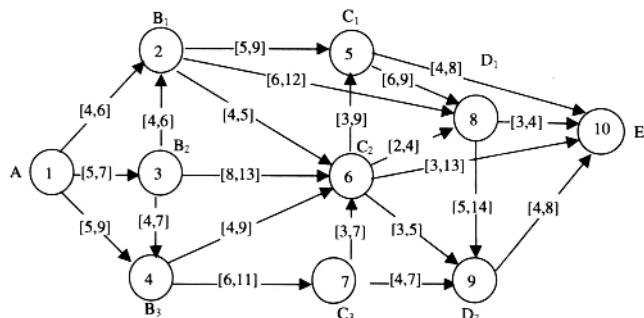


图 5-4 无限制时期的区间数网络

假设决策者采用中立的态度, 取 $=0$, 利用本小节给出的算法, 可以求出从节点 1 到节点 10 的最短路径为 1 2 6 8 10, 最短路径长 $P=[13,19]$, 解释为当决策者采取中立态度 $=0$ 时, 最可能的路径长为 16, 存在着减小 3 和延长 3 的不确定性。与文献[11]的计算结果一致, 说明算法的正确性, 从而把经典的 Dijkstra 算法扩展到边权为区间数的应用领域。

同理, 还可分别计算出 $=-\frac{1}{2}$, $=\frac{1}{2}$ 时的最短路径长和最短路径, 计算结果见表 1, 当 $=-\frac{1}{2}$ 时, 从节点 1 到节点 10 的最短路径为 1 2 6 10; 当 $=\frac{1}{2}$ 时, 从节点 1 到节点 10 的最短路径为 1 2 6 8 10。决策者可以根据动员状态下的具体情况, 结合自身偏好, 给出估计值, 或者计算出不同取值所对应的最优路径, 决策者再根据自身的偏好, 选择一条最佳的路径, 作为最后的调配路径。

表 1 决策者不同偏好下对应的区间数量最短路径

边 $e(i,j)$	$w(e)$		
	冒险型决策 $=-\frac{1}{2}$	中立型决策 $=0$	保守型决策 $=\frac{1}{2}$
(1,2)	4	5	6
(1,3)	5	6	7
(1,4)	5	7.5	10
(2,5)	5	7	9
(2,8)	6	9	12
(2,6)	4	4.5	5
(3,2)	4	5	6
(3,6)	8	10.5	13
(3,4)	4	5.5	7
(4,6)	4	6.5	9
(4,7)	6	8.5	11
(5,10)	4	6	8
(5,8)	6	7.5	9
(6,5)	3	6	9
(6,8)	2	3	4
(6,10)	3	8	13
(6,9)	3	4	5
(7,6)	3	5	7
(7,9)	4	5.5	7
(8,10)	3	3.5	4
(8,9)	5	9.5	14
(9,10)	4	6	8
P	11	16	16

表示在最短路径中选中的边

(下转第 40 页)

参考文献:

- [1] 薛薇. SPSS 统计分析方法及应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2004
- [2] 王冬, 殷华东. 我国煤炭行业上市公司业绩评价[J]. 煤炭经济研究, 2003(10)
- [3] 史本山, 刘晶等. 我国上市公司经营绩效综合评价实证分析及行业发展趋势研究[J]. 技术经济与管理研究, 2005(1)
- [4] 朱顺泉. 基于因子分析法的上市公司财务状况评价研究[J]. 统计与信息论坛, 2004(4)

An Evaluation of the Financial Standing of the Listed Companies in the Coal Industry in China

LUO Xun, ZHANG Ming-xing, LIU Dian-zhen

(School of Economics & Management, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081)

Abstract: This paper proposes an evaluation index system of the financial standing of listed companies in China, and adopts a factor analysis approach to evaluate the financial standing of the listed companies in the coal industry in China and concludes that the industry's financial standing is faring well. In conclusion, this paper offers some advices to help improve the financial standing.

Key words: Financial standing; evaluation index system; factor analysis

[责任编辑: 箫姚]

(上接第 30 页)

参考文献:

- [1] 张吉军. 区间数的排序方法研究[J]. 运筹与管理, 2003, 12(3): 18~22
- [2] 刘进生, 王绪柱, 张宝玉. 区间数排序[J]. 工程数学学报, 2001, 18(4): 103~109
- [3] 陈顺怀, 冯恩德, 王呈方. 闭区间数多属性决策方法[J]. 武汉交通科技大学学报, 1999, 23(3): 267~269
- [4] 徐泽水, 达庆利. 区间数的排序方法研究[J]. 系统工程, 2001, 19(6): 94~96
- [5] 徐泽水, 达庆利. 区间数排序的可能度法及其应用[J]. 系统工程学报, 2003, 18(1): 67~70
- [6] 钱钢, 徐泽水. 部分信息下的策略排序方法研究[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 12: 85~110
- [7] 徐泽水. 区间数互补判断矩阵排序的一种实用方法[J]. 运筹与管理, 2001, 10(1): 16~19
- [8] 张全, 樊治平, 潘德惠. 区间数多属性决策中一种带有可能度的排序方法[J]. 控制与决策, 1999, 14(6): 703~706
- [9] 张全, 樊治平, 潘德惠. 不确定性多属性决策中区间数的一种排序方法[J]. 系统工程理论与实践, 1999, 19(5): 129~133
- [10] 张吉军, 刘家才. 区间数多指标决策问题的决策方法研究[J]. 预测, 2002, 21(1): 73~75
- [11] 汪泽焱, 刁兴春, 汪挺. 带均匀分布权值的最短路问题[J]. 计算机工程与应用, 2005, 17: 138~142

Research on the Shortest Path of Material Transportation in Interval Time

GUO Rui-peng

(National Defense Economics Research center, National Defense University, Beijing 100091)

Abstract: For the question of material transportation in emergency situation, the paper gives an arithmetic operators, which changes the interval number order into real number order, and gives the arithmetic of interval number shortest path.

Key words: Transportation time; interval number; shortest path

[责任编辑: 箫姚]