第 25 卷　第 4 期　　华侨大学学报(自然科学版)　　Vol. 25　No. 4
2004 年 10 月　　Journal of Huaqiao University (Natural Science)　　Oct. 2004

文章编号　1000-5013(2004)04-0371-04

元素判别值分配法的综合求解算法设计

张　银　明

(华侨大学信息科学与工程学院,福建 泉州 362021)

摘要　元素判别值分配法在用于求解运筹学一般运输调配与货郎担问题时,鉴于两类问题求解的不同,故使用的算法与调用的程序也不同.现已研制成功综合的求解算法与求解程序,则调用综合算法的程序.它既可求解一般运筹学的调配问题,也可求解货郎担问题;既可求最小值的问题,也可用于求解目标函数为最大值的问题.由于它只需一次调用,便可求解所属问题的最优解,是目前最有效的求解新方法.

关键词　元素判别值分配法,运筹学,调配,货郎担,算法设计

中图分类号　O 226　　　　文献标识码　A

元素判别值分配法是求解运筹学中调运、货郎担、排序、指派等一类问题的一个具有通用性的新方法.通过进一步的研究与逐步完善,它既可求解一般运输调配问题,也可求解货郎担问题;既可求解目标函数为最小值的问题,也可用于求解目标函数为最大值的问题.该方法已使用 Visual FoxPro 编制成求解系统,具有综合的求解功能.它能根据求解问题提供的属性,一次调用,便可获得求解问题的最优解.

1　综合求解的基本思想

元素判别值分配法主要是根据元素的判别值、总检验数与耗费数据的大小进行分配.假设 X_{ij} 为求解问题的待分配元素,C_{ij} 为相应的耗费,元素判别值和总检验数分别表示为 dX_{ij} 与 ZX_{ij}.

1.1　计算 X_{ij} 元素判别值的数学模型[1]

$$dX_{ij}=\sum_{s=1}^{(m-1)(n-1)} f_s(\triangle X_{ij})=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} f(C_{ij}-C_{i,j+k}+C_{i+l,j+k}-C_{i+l,j}), \qquad (\mathrm{I})$$

其中 $1-i\leqslant l\leqslant = m-i$ 且 $l\neq 0$, $1-j\leqslant k<\leqslant n-j$ 且 $k\neq 0$.

1.2　元素 X_{ij} 总检验数的计算模型[2]

$$ZX_{ij}=\sum\Delta X_{ij}=\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}(C_{ij}-C_{i,j+k}+C_{i+l,j+k}-C_{i+l,j}), \qquad (\mathrm{II})$$

其中 $1-i\leqslant l\leqslant = m-i$ 且 $l\neq 0$, $1-j\leqslant k<\leqslant n-j$ 且 $k\neq 0$.

1.3　一般运筹学调配问题与货郎担问题求解的主要区别

(1) 调配问题需要进行供需平衡的计算与判别,而货郎担则不必. (2) 货郎担问题,不允许 X_{ii} 得到调配,故必须赋予 C_{ii} 足够大的正数.算法中置为 $C_{ii}=2\times\max(C_{ij})$.又因为当 C_{ij} 得到分配时,不允许 C_{ji} 也得到分配,因而,需要去除 C_{ji} 的分配权. 但调运问题无须作这方面的处理.

1.4　求最小值与求最大值的区别

根据一个函数的最小值是其反函数的最大值的原理,对求最小值的问题,按照元素判别值的分别原则进行调配.而对求最大值的问题,则将其元素判别值与总检验数取负,再按元素判别值的分配原则进行调配.求解的结果正是最大值.

1.5　求解问题的分类

指派或分配问题可作为特殊的调配问题,即供需量全为 1,且供需平衡可将问题分为两大类,货郎

收稿日期　2004-01-27

作者简介　张银明(1939-),男,教授,主要从事计算机应用软件 MIS 及运筹学的研究. E-mail: dzx@hqu.edu.cn

担与非货郎担类的运筹学问题.这两类皆可含有求最大与最小值的问题.

2　综合求解的算法设计

2.1　主要数据文件及数据结构

按照问题求解需要,系统设计主要的数据文件有求解问题(T_MN.dbf)、供点情况(T_GD.dbf)、求点情况(T_QD.dbf)、耗费情况(T_HF.dbf)及调配结果文件(T_VL.dbf).下面述其相应的数据结构.(1) T_MN.dbf.问题编号(BH, N, 3)+问题名称(MC, C, 24)+供点数目(M, N, 3)+求点数目(N, N, 3)+货郎担标志(HLDBZ, L, 1)+求最大值标志(ZDZBZ, L, 1)+供点输入标志(GDBZ, N, 1)+求点输入标志(QDBZ, N, 1)+耗费输入标志(HFBZ, N, 1)+求解标志(QJBZ, N, 1)+最优解(ZYJ, N, 12, 2)+求解起始时间(T_1, C, 8)+求解终止时间(T_2, C, 8).(a) 货郎担标志,用于标识所登记的求解问题是否为货郎担类型的问题.(b) 求最大值标志.如该标志为真(T),说明目标是要求最大值.因此,在求解中应将元素判别值和总判别值的数值取负.(c) 供点输入标志、求点输入标志及耗费输入标志.同一个编号的问题,只有这3个文件的数据全部登记完成后方可进行,缺一不可.(d) 求解标志.问题求解后,该标志置为1.(e) 最优解.登记求解的结果.(f) 求解起始时间及求解终止时间.记录求解所费时间.(2) T_GD.DBF.问题编号(BH, N, 3)+供点编号(GDBH, N, 3)+供点名称(GDMC, C, 12)+供应数量(GL, N, 8).(3) T_QD. DBF.问题编号(BH, N, 3)+求点编号(QDBH, N, 3)+求点名称(QDMC, C, 12)+需求数量(QL, N, 8).(4) T_HF. DBF.问题编号(BH, N, 3)+供点编号(GDBH, N, 3)+耗费1(Y_1, N, 8, 2)+耗费2(Y_2, N, 8, 2)+…+耗费20(Y_{20}, N, 8, 2).说明一个记录登记耗费数据矩阵的一行数据,则 $Y_j=C_{ij}$.目前为20列,可据需扩展.(5)T_VL. DBF.问题编号(BH, N, 3)+供点编号(IV, N, 3)+求点编号(JV, N, 3)+耗费(CIJ, N, 8, 2)+元素判别值(PBZ, N, 3)+元素总检验数(ZJYS, N, 15)+分配值(FPZ, N, 9, 2)+分配标志(BZ, N, 1).以上每个文件都以问题编号(BH)为关键字建立索引文件,并建立相应的索引标识.

2.2　综合求解算法

元素判别值分配法现已扩展成既可求货郎担,也可求非货郎担问题.既可求max,也可求min,因而更具有通用性.居于求解系统使用VFP(Visual FoxPro)编制,故其综合算法应用VFP的相关语言描述.(1) 定义数组 $A(25,25)$, $B(25,25)$, $U(25)$, $S(25)$, $Z(25,25)$, $C(25,25)$,及定义变量 I, J, K, L, M, N, UU, SS,并赋初值.(2) 在第1区打开问题登记文件T_MN.DBF.进行求解标志为0(SET FILT TO QJBZ=0)的过滤,转向过滤后的首记录.(3) 若文件为空,则进行‘尚无问题需要求解’的提示,并返回;否则继续.(4) 将当前记录的问题编号、供应点数、需求点数、货郎担及求最大值标志分别赋给相应的变量,则BH0=BH, $M=M1$, $N=N1$, HLD=HLDBZ, ZDZ=ZDZBZ; $T10$=TIME().(5) 检查供点输入标志(GDBZ)、求点输入标志(QDBZ)与耗费输入标志(HFBZ).若有任一个标志不为1,便提示相应的数据尚未输入,释放所定义的数组与变量,关闭数据文件,并返回;否则执行(6).(6) 在第2区打开数据文件T_GD.DBF.将BH=BH0的 M 个供应量(GL)读入数组 $S(i)(i=1,2,\cdots,m)$,并求供应量的总和 SS.(7) 在第2区打开数据文件T_QD.DBF.将BH=BH0的 N 个需求量(QL)读入数组 $U(j)(j=1,2,\cdots,n)$,并求供应量的总和 UU.(8) 若为非货郎担求解问题(HLD=.F.),则执行(9);否则转(11).(9) 进行供需平衡的检查与调整.如SS≠UU,执行(10);否则转(11).(10) 若 $SS>UU$,便增设一个虚需求点,即 $A(i,N+1)=0(i=1,2,\cdots,m)$, $U(N+1)=SS-UU$, $N=N+1$;否则,增设一个虚供应点,即 $A(M+1,j)=0(j=1,2,\cdots,n)$, $S(M+1)=UU-SS$, $M=M+1$.(11) 在第2区打开数据文件T_IBT.DBF.将编号为BH0中 M 个记录的耗费数据存入 $A(M,N)$(T_IBT.DBF记录的第1个为问题编号,第2个为供点编号或者称为行号.从第3个至第 $N+2$ 个为耗费数据,存入数组 A),即对 $i=1$ 到 m, $A(i,j)=Y_j(j=1,2,\cdots,n)$.(12) 若为货郎担求解问题(HLD=.T.),则转向(13);否则执行(14).(13) 求耗费的最大值 $Z=\max(A(i,j))(i,j=1,2,\cdots,m)$(货郎担问题 $M=N$),并置 $A(i,j)=2\times Z(i=1,2,\cdots,m)$.(14) 按计算 X_{ij} 元素判别值的数学模型(Ⅰ)和计算总检验数的数学模型(Ⅱ).计算各个元素的判别值和总检验数,并分别存入数组 $C(i,j)$, $Z(i,j)(i=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n)$.(15) 如果求最大值标志为真,亦即ZDZ=.T.,则可以将元素判别值与总检验数取负,即 $C(i,j)=-C(i,j)$, $Z(i,j)=-Z(i,j)(i=1,2,\cdots,m;j=1,2,\cdots,n)$.(16) 在第3数据区以独占方式打开T_VL.DBF.如查有编号为BH0的记录,便对这些记

录进行删除. (17) 对 i 从 1 至 M, j 从 1 至 N, 按编号= BH0, IV= i, JV= j, PBZ= $C(i,j)$, ZJYS= $Z(i,j)$ 及 $C_{ij}=A(i,j)$ 的顺序, 给 T _VL. DBF 添加记录. (18) 将 T _VL. DBF 中编号为 BH0 的记录, 按元素判别值降序、耗费升序、总检验数升序、IV 及 JV 升序的顺序进行排序, 并将排序的结果存入文件 T _VLLS. DBF. 即 SORT TO T _VLLS ON PBZ/ D, C_{ij}/ A, ZJYS/ A, IV/ A, JV/ A FOR BH= BH0. (19) 在第 4 区打开 T _VLLS, 将所有的 FPZ 及 BZ 字段置 0. 若 HLD= . T. , 对货郎担问题求解进行分配, 执行(20) ; 否则, 对一般运筹学的调配问题进行调配, 执行(22) . (20) 查 T _VLLS 文件 BZ= 0 的记录. 若查到, 则转(21) ; 否则, 说明已经分配完成, 转(23) . (21) 给该记录的元素进行分配, 即 FPZ 及 BZ 分别置 1. 将 IV 等于当前记录 IV, JV 等于当前记录 JV 的记录, 置 FPZ= 0, BZ= 1. 将 IV 等于当前记录的 JV, JV 等于当前记录的 IV 的记录, 置 FPZ= 0, BZ= 1. 转(20) . (22) 转向 T _VLLS 文件的首记录. (a) 读取当前记录的有关数据 i= IV, j = JV, RN0= RECN0( ) . (b) 如当前记录的 BZ= 11, 及 $A(I, N+1)>0$ 或 $A(i, n+1)>0$, 则 FPZ0= MIN($A(I,N+1)$, $A(M+1,J)$), $A(I,N+1)=A(I,N+1)-$ FPZ0, $A(M+1,J)=A(M+1,J)-$ FPZ0. 将当前记录的 BH 置为 BH0, FPZ 置为 FPZ0, BZ 置为 1. (c) 若 $A(I,N+1)=0$, 将 IV= I 记录的 BZ 置为 1. (d) 如 A($M+1$, J) = 0, 便将 JV= j 记录的 BZ 置为 1. (e) 转向 T _VLLS 的 RN0, 且将记录指针移向下一个记录. 如文件尚未结束, 则转向(a) ; 否则分配已经结束, 转(23) . (23) 将 T _VLLS 文件的结果数据, 按 IV, JV 存入 T _VL 的对应记录. (24) 计算耗费值. 对 T _VLLS 进行 FPZ 不为 0 的过滤, YF0= 0. 对过滤后的记录, 计算 YF0= YF0+ FPZ × CIJ. (25) 关闭 T _VLLS 文件. (26) 将 T _MN 当前记录的 JSBZ 置为 1, YF 置为 YF0, $T1$ 置为 $T10$, $T2$ 置为 TIME( ) . (27) 记录指针转向 T _MN 的下一个记录. 若文件未结束, 则转向(4) ; 否则继续. (28) 进行结束处理. 算法结束.

3　综合求解算法的应用

该综合求解算法已用于求解表 1 所列出的各类问题. 表中的各项对应于文件 T _MN 的相应字段, 其中的各标志位有 6 位, 分别对应于货郎担标志(HLDBZ) 、最大值标志(ZDZBZ) 、供点输入标志(GDBZ) 、求点输入标志(QDBZ) 、耗费输入标志(HFBZ) 及求解标志(QJBZ) . 表中列出的 28 题中, 货郎担问题为编号 8, 14, 15, 22, 23. 求最大值问题有编号 9, 16, 27, 28. 其余属于运筹学的一般调配问题, 包括指派问题[1~10]. 表 1 数据的获得是将计算后的 T _MN. DBF 复制成 TXT 文本文件的结果, 是在题名的后面加上参考文献的序号, 从表中的求解起止时间可以看到, 综合求解算法的求解速度是较快的. 求解 28 个问题, 只花费不到 3 s 的时间. 从编号 4 到编号 22, 在 1 s 内可解 19 个题目. 因此, 综合求解算法是一个具有较高效率的、成功的算法.

表 1　求解问题数据简述表

编号	名　称	M	N	各标志位	最优解	求解起时间	求解止时间
1	实用运筹学例	3	4	FF1111	375. 00	15 43 43	15 43 43
2	实用运筹学题	3	4	FF1111	85. 00	15 43 43	15 43 43
3	运筹学指派问题	4	4	FF1111	28. 00	15 43 43	15 43 44
4	实用数学规划	3	4	FF1111	280. 00	15 43 44	15 43 44
5	运筹学例 7	3	4	FF1111	2 950. 00	15 43 44	15 43 44
6	B. E. GILLETT EXP4	8	5	FF1111	870. 00	15 43 44	15 43 44
7	实用数学规划 73 例	4	4	FF1111	28. 00	15 43 44	15 43 44
8	实用数学规划	5	5	TF1111	9. 00	15 43 44	15 43 44
9	最优化与最优控制	3	3	FT1111	1. 90	15 43 44	15 43 44
10	运筹学常用算法手册	3	3	FF1111	67. 00	15 43 44	15 43 44
11	常用算法手册	4	4	FF1111	16. 00	15 43 44	15 43 44
12	运输问题事例	4	4	FF1111	249. 00	15 43 44	15 43 44
13	运筹学匈牙利法	4	4	FF1111	28. 00	15 43 44	15 43 44
14	Hamilton 圈问题	6	6	TF1111	90. 00	15 43 44	15 43 44

续表

编号	名 称	M	N	各标志位	最优解	求解起时间	求解止时间
15	Hamilton 通路问题	6	6	TF1111	8.00	15:43:44	15:43:44
16	数学规划任务分配	3	3	FT1111	686.00	15:43:44	15:43:44
17	产销不平衡运输问题	3	4	FF1111	35.00	15:43:44	15:43:44
18	运筹学运输问题	3	4	FF1111	85.00	15:43:44	15:43:44
19	运筹学产销不平衡	3	4	FF1111	35.00	15:43:44	15:43:44
20	运筹学指派问题	4	4	FF1111	28.00	15:43:44	15:43:44
21	指派问题例	5	5	FF1111	32.00	15:43:44	15:43:44
22	TSP 问题例	5	5	TF1111	43.00	15:43:44	15:43:44
23	非对称 TSP 问题	4	4	TF1111	3.50	15:43:44	15:43:45
24	运筹学化肥调拨	4	6	FF1111	2 460.00	15:43:45	15:43:45
25	运筹学习题	4	4	FF1111	71.00	15:43:45	15:43:45
26	运筹学通论匹配问题	5	5	FF1111	5.00	15:43:45	15:43:45
27	最大效益问题	4	4	FT1111	364.00	15:43:45	15:43:45
28	运筹学习题	3	4	FT1111	72 000.00	15:43:45	15:43:45

参 考 文 献

1 魏国华, 傅家良, 周仲良. 实用运筹学[M]. 上海: 复旦大学出版社, 1993. 99~114
2 甘应爱, 田 丰. 运筹学[M]. 修订版. 北京: 清华大学出版社, 1994. 110~133
3 吴文江, 袁仪方. 实用数学规划[M]]. 北京: 机械工业出版社, 1993. 99~114
4 吉勒特 B E 著. 运筹学导论——计算机算法[M]. 蔡宣三等译. 北京: 机械工业出版社, 1982. 165~169
5 蔡宣三. 最优化与最优控制[M]. 北京: 清华大学出版社, 1983. 114~116
6 艾赛特 H A 著. 运筹学常用算法手册[M]. 关 世译. 北京: 国防工业出版社, 1984. 31~63, 142~150
7 王永县. 运筹学——规划论及网络[M]. 北京: 清华大学出版社, 1993. 46~51, 83~87
8 中国人民大学数学教研室编. 运筹学通论[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1990. 41~42, 220~225
9 运筹学试用教材编写组编. 运筹学[M]. 北京: 清华大学出版社, 1983. 83~93, 96~100, 129~132
10 刑文训, 谢金星. 现代优化计算方法[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000. 54~68

Designing a Comphrehensive Solving Algorithm for the Allocation Method of Element Discrimination Value

Zhang Yinming

(College of Info. Sci. & Eng., Huaqiao Univ., 362021, Quanzhou, China)

Abstract When the allocation method of element discrimination value is used in solving ordinary transportation dispatching as an issue of operational research and street vendor's load, the issues to be solved are different and so also the algorithms to be used and the programs to be invoked. The author has successfully developed a comphrensive solving algorithm and solving program known as solver. By invoking the comprehensive program of algorithm, you may solve not only ordinary dispatching of operational research but also street vendor's load and you may solve not only minimun value but also maximum value of target function. It needs but once invoking to achieve the optimal solution, so it is the most effective method of solving at present.

Keywords allocation method of element discrimination value, operational research, dispatching, street vendor's load, algorithm design