

文章编号: 1005—0523(2004)06—0025—04

多车场车辆调度智能优化研究

钟石泉, 贺国光

(天津大学 管理学院, 天津 300072)

摘要:针对物流配送中的多车场车辆调度问题提出了两种多车场的智能处理方法, 并且用禁忌算法优化了容量约束的多车场 VSP 问题. 本文介绍了此智能处理方法和禁忌算法的原理, 给出了具有代表性的一个算例试验结果和结果分析. 试验结果表明了此方法对求解多车场容量约束的车辆调度问题的有效性.

关 键 词:车辆调度; 多车场; 禁忌算法; 容量约束

中图分类号:C936

文献标识码:A

0 引 言

随着市场竞争的日益激烈, 物流成本对经济活动的影响已经越来越受到人们的重视, 成为了重要的竞争领域. 物流配送是物流中的一个重要与消费者相连的环节, 是货物从物流节点送达收货人的过程^[1], 而车辆调度问题 (Vehicle Scheduling Problem, 简称 VSP) 是物流配送的核心问题, 实现配送车辆的优化调度对物流企业增加利润起着关键作用. 车辆调度问题研究的是配送车辆从配送中心出发, 按一定的次序通过配送点并完成相关的服务后, 回到配送中心. 它的优化目标是总费用最小, 包括配送里程、配送时间、配送车辆等各种因素.

VSP 问题是运筹学一个很活跃的领域, 自 1959 年 Dantzig 和 Ramser 首先提出该问题以来, 就引起了人们的高度重视. VSP 实用性很强, 应用非常广泛, 如在传统汽车运输领域的牛奶配送、报纸投递、垃圾车线路优化、连锁店送货路线安排等. 近年来, 随着 VSP 理论的成熟以及计算机等硬件性能的飞速提高, VSP 的研究已经深入到了各行各业, 在水运、航空、通讯、电力、工业管理等各领域都有重要

的应用. 对于这种 N—P 难题, 多车场的车辆调度问题 (multi—depots vehicle scheduling problem, 简称 MD—VSP), 处理方法比单车场条件下更加复杂. 国外有不少学者正在研究这个问题并且取得了一些成果. Laporte 分别针对对称和非对称的多车场车辆调度问题提出了分支定界的精确算法; Tillman, Wren, Holliday, Golden, Raft 和 Chao 等^{[2]~[8]} 学者针对不同约束的多车场问题提出了不同的启发式算法. 在国内, 李军、郭耀煌、杭省策等人^{[1][9]} 把先多车场 VSP 化为单车场 VSP, 在此基础上用解决单车场 VSP 的方法进行处理, 除此之外, 很少见到有影响力的文献. 本文提出了两种多车场 VSP 的智能处理方法, 并且用禁忌算法优化了容量约束的多车场 VSP 问题, 通过实验取得了较好结果.

1 多车场的传统处理方法及分析

在文献中, 多车场问题常常转化为单车场来处理, 即对每个车场首先确定它所服务的任务. 如 sweep 算法, 是根据就近分配的原则, 通过计算每个任务点离车场最近距离与次近距离的比值, 按比值从大到小的顺序, 将任务分派给车场. 又如 saving 算

收稿日期: 2004—04—08

作者简介: 钟石泉 (1980—), 男, 湖南岳阳人, 天津大学管理学院硕士研究生, 研究方向: 物流配送智能优化

法,类似TSP的节约算法,首先将每个点分派给最近的车场,然后根据节约值修改初始分派^[1].这些方法用启发式算法把多车场问题转化为单车场,进而可以用处理单车场VSP的方法来处理多车场问题,是可行的.但是这些启发式算法并没有把各个车场以一个整体来考虑,而只是以一定的规则来划分各个车场的管辖范围,因此,很难得到整体最少费用.

2 多车场的智能处理方法

2.1 多车场转化为单车场的智能方法

先设一个虚拟车场,把各个配送点和实际车场都看作虚拟车场的配送点,然后让所有的配送车辆都从这个虚拟车场出发,去各个配送点完成配送任务.实际车场和普通配送点不同的是,虚拟车场到实际车场的过程中是以零费用(包括时间、路程、油耗等)运行的,而且规定:从虚拟车场发出的车辆,只能先到达实际车场,然后根据客户的要求再去完成配送任务,完成任务后再回到实际车场,而这个从虚拟车场到具体的实际车场的选择,都是由智能算法自动进行的.这样,既可以比较方便的用一条路径表达多个配送任务,又能够把各个车场都考虑进来整体优化,得到最小费用.用图1表示如下.

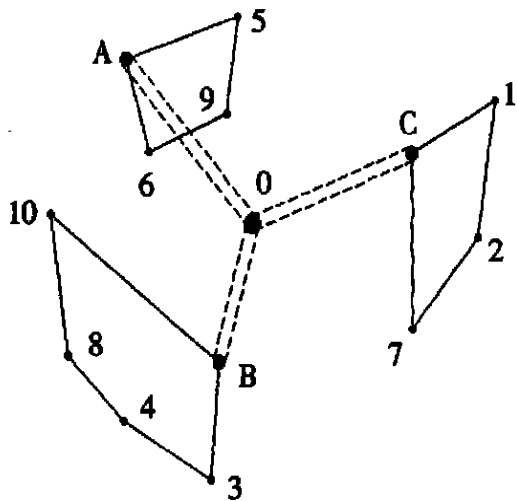


图1 多车场转化为单车场图

图中0为虚拟车场,A、B、C为实际车场,1到10为各个配送点,此路径可表达为: $0 \rightarrow A \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 6 \rightarrow A \rightarrow 0 \rightarrow B \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow B \rightarrow 0 \rightarrow C \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 7 \rightarrow C \rightarrow 0$.图中实线表示实际配送费用,虚线表示零费用配送路线.它所表示的各条配送路线为: $A \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 6 \rightarrow A$, $B \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow B$, $C \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 7 \rightarrow C$.

2.2 多车场同时优化方法

让各个车场同时选择配送点,强制让第一个点为车场,达到约束限制之后再插入一个车场,且车场的插入必须成对,例如,如果配送点选择车场成 $A \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 6$ 这种状况后,达到了约束的限制,则此时应该插入A,表示为 $A \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 6 \rightarrow A$,而不是其它的车场.这样才能保证是车场是封闭式的(派出的车辆全部回到原车场).用图2表示如下.该图表示的线路为: $A \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 6 \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 7 \rightarrow C$.对应路径: $A \rightarrow 5 \rightarrow 9 \rightarrow 6 \rightarrow A$, $B \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 8 \rightarrow 10 \rightarrow B$, $C \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 7 \rightarrow C$.图2中实线表示实际配送费用,虚线表示零费用配送路线.

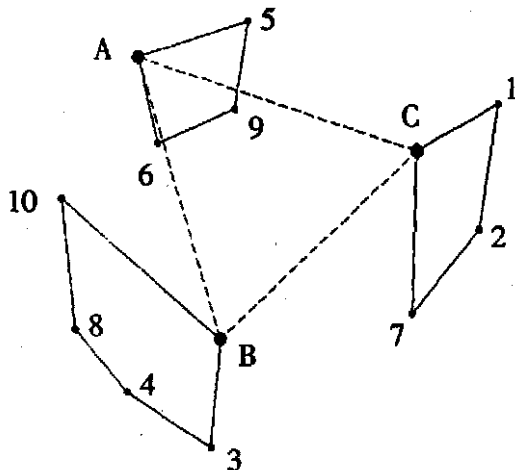


图2 多车场同时优化图

3 处理多车场VSP的禁忌算法设计

3.1 初始解的产生

采用自然数编码,用一个结构体表示各送货点的信息(序号、货物重量等).用0表示车场,其它自然数表示送货点.首先产生一组自然数序列,再根据容量约束插入车场0,例如初始解可表达为: $0-4-5-2-0-1-3-0$,这初始解表示两条路径:第一条是从车场出发,到4、5、2顺序送货点送货后再返回车场;第二条是从车场出发,到1、3顺序送货后再返回车场.本文中禁忌算法采用多初始解,即以一组初始解的邻域作为搜索空间,突破点点操作,这样可以减少禁忌算法对初始解好坏的依赖.

3.2 禁忌表的处理

采用两种禁忌表,一种为局部禁忌表,用来存放每一个初始解经过邻域搜索后的禁忌对象,使搜索方向能以这个初始解为基础向优化解扩展,因此对于多初始解的禁忌算法,这种局部禁忌表有多

个.另一种为全局禁忌表,这个禁忌表存放的是各个局部禁忌表中的有重复的禁忌对象,把各个禁忌表联系起来,避免进行重复搜索,加快寻优速度.这种禁忌表只有一个且比较长.

3.3 邻域的搜索

邻域函数采用 2 交换产生,每变换一次,重新根据容量约束分配车场,例如路径 0-4-5-2-0-1-1-3-0,如果选择 5 和 1 进行交换,则交换后为:0-4-1-2-0-5-3-0,如果 1 送货点的货物比较多,根据容量约束条件分配车场后路线最终变为:0-4-1-0-2-5-3-0.

3.4 TS 禁忌对象的选择

存储在禁忌表中的同一条路径会有多种表达方式,例如:0-4-5-2-0-1-1-3-0,0-2-5-4-0-0-1-3-0,0-4-5-2-0-3-1-0,0-2-5-4-0-0-3-1-0,0-1-3-0-2-5-4-0,0-3-1-0-0-2-5-4-0,0-1-3-0-4-5-2-0,0-3-1-0-0-4-5-2-0,这八种表达方式都表示同一条路径,当送货点增多时,路径表达方式会更多.如果禁忌表禁忌对象的处理要考虑这么多的情况,则计算的时间会大大增加.作者经过多次试验分析,当把各种约束加入路径之后,不同路径的适应度重复率不大,可以把各条路径的适应度加入禁忌表,作为禁忌的对象,这样的处理过程操作简单且算法搜索速率明显加快.

3.5 容量约束的处理

本文用它来控制车场的插入点,如上述 3.3 的邻域的搜索,每进行一次搜索,都要判断一次容量约束,当路径中的客户的需求达到车辆的容量限

制,则在路径中的这个地方插入车场 0.经过这样的约束处理之后,能够使解呈现多样性,搜索范围扩大.

4 TS 优化多车场 VSP 问题的主要流程

TS 优化多车场容量约束 VSP 问题的主要流程如下:

- step1:初始化,产生 N 组初始路径.
- step2:搜索循环次数加 1, $i=1$, i 表示第 i 个初始解.
- step3: i 加 1.
- step4:搜索第 i 个初始解邻域.
- step5:加入零费用的强制环节.
- step6:加入容量约束,计算路线适应值.
- step7:局部禁忌表处理.
- step8:全局禁忌表处理.
- step9:判断是否 $i \leq N$,是则返回 step3,否则继续.
- step10:判断是否满足终止条件,否则返回 step2,是则继续.
- step11:结束算法.

5 试验结果及分析

用 C 语言实现改进的 TS 求解多车场、容量约束的 VSP 问题,在 Turbo C 2.0 上调试成功,并做了试验,下面给出其中 1 个试验结果及分析.车辆的容量为 4.0,其中 16、17、18 点为车场,具体资料如下表 1.

表 1 15 个送货点组成的多车场 VSP 的送货点坐标、货物重量

配送点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
X 坐标	19	33	73	49	70	27	10	39	16
Y 坐标	0	3	85	73	94	44	69	25	81
配送量	1.0	1.8	1.1	0.6	1.9	1.4	1.2	0.2	1.7
配送点	10	11	12	13	14	15	16	17	18
X 坐标	68	10	83	88	32	70	33	26	57
Y 坐标	76	57	43	52	58	18	77	30	0
配送量	0.8	0.9	0.8	1.9	1.6	0.9	0	0	0

5.1 多车场转化为单车场智能方法的优化结果

设虚拟车场 0 的坐标为 (50, 50), 试验 20 次,得到的费用最小路线为:0→16→9→7→11→16→0→16→5→3→10→16→0→16→4→16→12→16→0→17

→6→14→17→0→17→8→2→1→17→0→18→15→18→0,总路程为 484.23,该解对应路径为:16→9→7→11→16,16→5→3→10→16,16→4→13→12→16,17→6→14→17,17→8→2→1→17,18→15→18,示于

图 3 中. 各配送车辆的具体配送数据见下表 2.

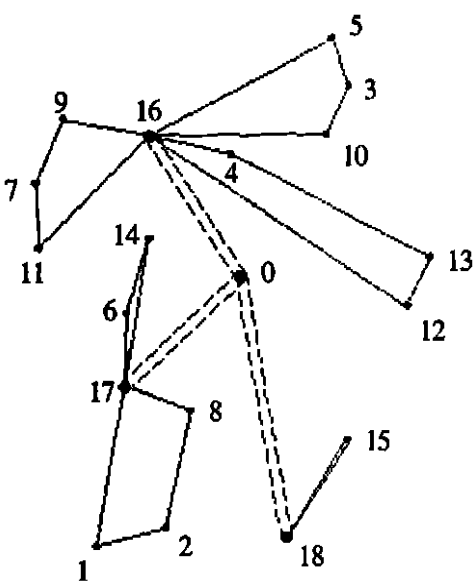


图 3

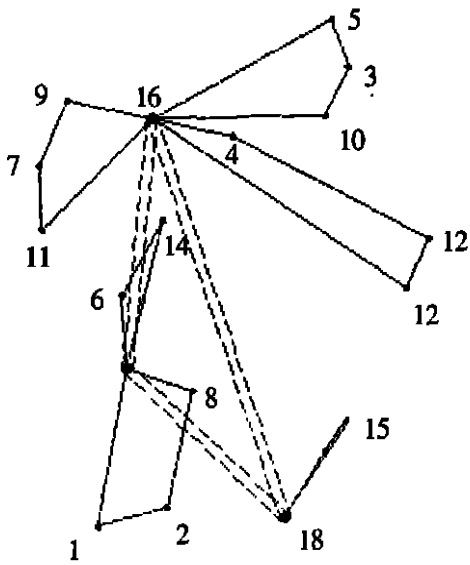


图 4

表 2 各配送车辆的配送数据

出发车场	配送路径	配送重量	配送里程	总配送里程
16	16→9→7→11→16	3.8	73.76	484.23
16	16→5→3→10→16	3.8	95.52	
16	16→4→13→12→16	3.3	131.54	
17	17→8→2→1→17	3.0	81.86	
17	17→6→14→17	3.0	57.55	
18	18→15→18	0.9	44.40	

5.2 多车场同时优化方法的优化结果

用多车场同时优化的智能处理方式, 试验 20 次, 得到的最小费用路线为: 16→9→7→11→16→16→5→3→10→16→16→4→13→12→16→17→6→14→17→17→8→2→1→17→18→15→18, 总路程为 484.22, 该解对应路径为: 16→9→7→11→16, 16→5→3→10→16, 16→4→13→12→16, 17→6→14→17, 17→8→2→1→17, 18→15→18, 示于图 4 中. 各配送车辆的具体配送数据见上表 2.

5.3 结果分析

由于多车场容量约束的 VSP 问题是 NP 难题, 以上结果缺乏以穷举的方式得到的最优解作为参考, 不能确定本文得到的最优解即为全局最优解. 但是至少我们可以认为本文得到的最优解是全局满意解. 从实验结果来看, 本文的两种多车场 VSP 智能处理方法得出的最优结果相同; 计算时间都比较短, 给出的数据每次实验在 PIV2.0 机器上的计算时间都不超过 10 秒. 由此可见, 本文提出的多车场

VSP 智能处理方式无疑是一种比较好的解决多车场车辆调度优化的方法.

参考文献:

[1] 李军, 郭耀煌. 物流配送车辆优化调度理论与方法[M]. 北京: 中国物资出版社, 2001.

[2] G. Laporte, Y. Nohert and D. Arpin. Optimal Solutions to capacitated vehicle routing problems[J]. Congressus Numerantium 44, 283—292 (1984).

[3] G. Laporte, Y. Nohert and S. Taillefer, Solving a family of multi-depot vehicle routing and location—routing problems[J]. Transp. Sci. 22. 161—172 (1988).

[4] F. A. Tillman. The multiple terminal delivery problem with probabilistic demands[J]. Transp. Sci. 3, (1969), 192—204

[5] A. Wren and A. Holliday, Computer scheduling of vehicles from one or more depots to a number of delivery points[J]. Opns Res. Q. 23, 333—344 (1972).

[6] B. L. Golden, T. L. Magnanti and H. Q. Nguyen. Implementing vehicle routing algorithms [J]. Networks. 7, 113—148. (1973).

[7] I. M. Chao, B. L. Golden and E. Wasil, A new heuristic for the multi-depot vehicle routing problem that improves upon best-known solutions[J]. Am. J. Math. Mgmt. Sci. 13, 371—406 (1983).

[8] O. M. Raft, A modular algorithm for an extended vehicle scheduling problem [J]. Eur. J. Opl. Res. 11, 67—76 (1982).

[9] 杭省策·李怀祖·多车场车流分配的广义指派模型及其分解算法[J]. 西安交通大学学报·vol. 31 No12. Dec. 1997;111—116.

On Intelligent Optimization of Multi—Depots Vehicle Scheduling Problem

ZHONG Shi-quan, HE Guo-guang

(School of management, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract:This paper presents two kinds of intelligent methods for multi-depots vehicle scheduling problem (MDVSP), and uses Tabu Search algorithm (TS) to optimize MDVSP with weight limit. This paper introduces the principium of the intelligent methods and TS. A typical result and the analysis of experiment indicate the validity of the method to solve the MDVSP with weight limit.

Key words:Vehicle Scheduling Problem; multi-depots; tabu search; weight limit

(上接第 15 页)

- 4) 如实地向用人单位介绍学生的情况,做好推荐工作;
- 5) 在确保用人单位及学生相关权力的同时,为协议双方履行职责提供条件.

7 几点建议

1) 行业企业要加大力度研究措施吸引人才.由于目前许多大学生特别是交通类毕业生就业期望值很高,出现了职业选择的理想化、功利化,大多数毕业生把就业的目光放在大城市、有发展前景、能施展才干、高薪酬福利的单位,使得经济发达的地方就业竞争将日益激烈.对此,高校相关指导老师

- 要加强就业引导,行业企业更要研究吸引人才的有利措施.
- 2) 行业部门有义务资助高校特色专业教学.当前行业建设发展迅速,新技术、新工艺、新设备大量应用.但相关高校的特色专业教育中缺乏先进的仪器设备,因此,行业主管部门应考虑专项资金资助特色专业的特色教学.
- 3) 行业部门要主动参与特色专业教学管理.特色专业人才的培养是行业部门与企业共同的责任,行业部门或企业要主动相关教学管理,如及时提供企业信息,提出人才目标要求,满足高校在资料或经费上的要求等.

The Shortage of Specialized Talented Person and some Measures in Profession Department

LI Ming-hua

(School of Civil Engineering and Architecture ,East China Jiaotong University ,Nanchang 330013, China)

Abstract:After the system of higher education reformation in our country, the talented person shortage occurred in some enterprises, what are the solutions of the problem? In this paper, author has analyzed the reason of talented person shortage and has presented some measures. The best proposal is “3+1” that the incorporation of enterprise and university.

Key words:enterprise; talented person; shortage; measures