

连锁企业物流车辆调度模型及优化设计

李晓波

(潍坊学院 计算机与通信工程学院, 山东 潍坊 261061)

摘 要: 讨论了连锁经营企业物流车辆调度问题并建立数学模型, 利用改进的遗传算法优化设计车辆调度路径. 该算法兼顾时间限制和路径长度的需求, 针对连锁企业特点改进了编码方法, 交叉方法以及选择操作, 经实验证明该算法能较快地求出中小型连锁企业的车辆调度有效路径.

关键词: 改进的遗传算法; 物流车辆调度; 优化

中图分类号: TP182

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)07-0137-04

A Logistics Vehicle Scheduling Model in Chain Enterprises and Optimization Design

LI Xiao-bo

(College of Computer and Communication Engineering, Weifang University, Weifang 261061, China)

Abstract: This paper discussed the logistics vehicle scheduling problem in chain enterprises and a mathematical model, and used improved genetic algorithm to optimize the design of vehicle scheduling path. The algorithm took into account the time constraints and path length required, and improved the encoding method, crossover and selection operation according to the characteristics of chain enterprises. The experiment showed that the algorithm can quickly find the effective path of vehicle scheduling in chain enterprises.

Key words: improved genetic algorithm; logistics vehicle scheduling; optimize

1 引言

连锁经营作为一种现代化的商业模式和组织形式, 自 1990 年代在中国兴起并飞速发展. 随着连锁经营规模的扩大, 商品种类的繁多, 客户满意度要求的提高, 物流配送的地位日益突出, 成为连锁企业“第三利润源泉”. 而车辆调度问题是物流配送的核心问题. 目前有许多文献对配送车辆调度问题进行了研究, 但是对连锁经营的车辆调度问题研究较少. 连锁经营企业由于货物繁多, 制约因素较多而无法依赖于第三方物流, 自己必须有满足自己需求的物流运输系统. 本文参照物流车辆调度的遗传算法解决方法, 结合连锁企业特点, 改进遗传算法以适应连锁企业的需求^[1-2].

2 连锁企业的车辆调度问题描述

连锁企业一般采用统一配货制度, 即多辆配送车辆从一个统一配送中心, 向多个连锁点配送货物. 此问题可以描述为: 连锁企业有一个配送中心, m 个 $(1, 2, \dots, m)$ 连锁点, n 辆货车, 每辆货车的额定载重量为 $Q_k (k = 1, 2, \dots, n)$, 第 i 个连锁点的货运需求量为 $r_i (i = 1, 2, \dots, m)$, 需将所有货物从一个配送中心配送到各超市, 求满足连锁点对送货时间要求情况下的最经济行车线路.

3 连锁企业车辆调度问题的数学模型

基于上述问题的描述, 可以利用混合整数规划方法对该车辆调度问题建模^[3].

收稿日期: 2009-07-12; 修回日期: 2009-09-12

基金项目: 潍坊市 2009 年科学技术发展计划资助项目(106)

$$Z = \min \left[\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^m \sum_{k=0}^n C_{ij} x_{ijk} + \sum_{i=1}^m p_i(t_i) \right] \quad (1)$$

式中, Z 为最小运输成本, C_{ij} 为从连锁点 i 到连锁点 j 所需费用, 该费用包括车辆成本、人员成本. 本文在假定各线路路况相同的情况下进行研究, 因而车辆成本主要指完成本次配送任务所耗费的燃油费及车辆折旧费等. m 为连锁点总数, n 为车辆数, i, j 表示连锁点 i, j , k 表示第 k 辆货车. 若第 k 辆货车由连锁点 i 到连锁点 j , 则 $x_{ijk} = 1$, 否则为 0. $p(t)$ 为惩罚函数, 本研究问题中, 惩罚函数如图 1 所示.

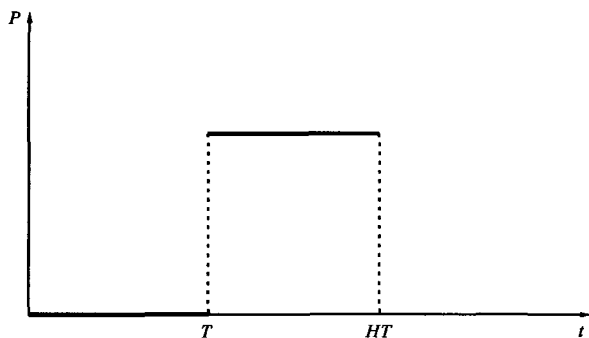


图 1 惩罚函数 $p(t)$

T 为连锁点要求的送货到达时间. 当 $t \in [0, T]$ 时, 惩罚函数等于 0; 当 $t \in [T, HT]$ 时, 即连锁点可以容忍的到货时间段, 给定一个特定的惩罚函数为固定值 P ; 当 t 大于 HT 时, 这种情况不允许发生, 因而 $p(t)$ 取一个足够大的数.

为了解决问题的需要, 上述模型需满足如下条件:

(1) 每个连锁点只由一辆货车服务, 一辆车可以为多个连锁点送货;

$$\sum_{k=1}^n y_{ik} = \begin{cases} n, & i = 0 \\ 1, & i = 1, \dots, m \end{cases} \quad (2)$$

当货车 k 为连锁点 i 服务时, y_{ik} 为 1, 否则为 0. 配送中心编号为 0, 默认每辆汽车都为配送中心服务.

(2) 所有车辆路线均起始并终止于配送中心.

(3) 一条线路上的连锁点的货物需求总量不超过负责该线路的车辆的额定载重量.

$$\sum q_i y_{ik} \leq Q_k, \forall k \in \{1, \dots, n\} \quad (3)$$

式中, q_i 为第 i 个连锁点的货物需求量.

(4) 每辆车的每次配送路径长度不超过该车一次配送的最大距离.

$$\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^m x_{ijk} = n_k, \forall k \in \{1, \dots, n\} \quad (4)$$

$$\sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^m d_{ij} x_{ijk} + d_{n_k} \leq D_k, \forall k \in \{1, \dots, n\} \quad (5)$$

式(4)说明货车 k 服务的连锁点数为 n_k , 式(5)规定每辆车的每次配送路径长度不超过该车一次配送的最大距离 D_k .

$$\sum x_{ijk} = y_{jk}, \forall j \in \{1, \dots, m\}, k \in \{1, \dots, n\} \quad (6)$$

$$\sum x_{ijk} = y_{ik}, \forall i \in \{1, \dots, m\}, k \in \{1, \dots, n\} \quad (7)$$

式(6)、(7)限定路径不重复.

(5) 车辆到达时间应该满足其服务路径上的连锁点的要求, 限制在某一时间段内, 若不在这一时间段, 则引入惩罚函数.

4 适应模型的遗传算法优化设计

遗传算法 (Genetic Algorithm, GA) 是生命科学与工程科学互相交叉、互相渗透的产物. 遗传算法是建立在自然选择和自然遗传学机理基础上的迭代自适应概率性搜索算法, 从 Holland 提出遗传算法到现在, 人们对遗传算法的兴趣日益增长, 并且经过近四十年的发展, 遗传算法不论是在应用上、算法设计上, 还是在基础理论上, 均取得了长足的发展, 并逐渐发展成为一种通过模拟自然进化过程解决最优化问题的计算模型^[4-5].

该算法包括以下六个基本要素: 编码、生成初始种群、适应度、选择、交叉、变异.

4.1 编码及其初始种群的生成

根据连锁企业物流配送路径优化问题的特点, 本文采用了自然数编码方法. 为了问题表示的方便, 设置 N 个虚拟配送中心 (N 为所需汽车总数, $N \leq n$). 每条配送路径都始于配送中心, 也终于配送中心. 这样从 1 到 $m + N - 1$ 个互不重复的自然数随机排列, 即形成一个染色体长度为 $m + N - 1$ 的个体. 例如, 一个连锁企业需要 3 辆车为 6 个连锁点供货, 则 1, 2, ..., 8 的一个随机排列 54823716 即表示一种物流配送方案, 由于 7, 8 表示配送中心, 那么上述配送路径的方案为: 路径 1: 0 - 5 - 4 - 8(0); 路径 2: 8(0) - 2 - 3 - 7(0); 路径 3: 7(0) - 1 - 6 - 0.

初始种群的生成: 随机产生一个 $m + N - 1$ 长度的染色体, 分解路径, 然后计算各路径上的连锁点的需求总和及路径长度, 依次在 N 辆车中选择额定载重量大于该路径上连锁点需求总和且路径长度不超过 D_k 的车辆进行服务. 如此反复直到达到种群规模为止.

4.2 适应度函数的选择

连锁企业在运输过程中, 连锁点对配送时间有

一定的限制,因而对每个个体所对应的配送路径方案逐一进行判断,根据式(1)求得目标函数值 $\min Z$. 看其是否满足约束条件(5),若染色体对应不可行解,则引入惩罚 $p(t)$, $\min Z$ 为一个很大的整数. 用 $F_j = b/\min Z$ 作为则该个体的适应度函数, b 为一常量, $\min Z$ 越小,表明染色体的性能越好,对应的解越接近最优解.

4.3 选择操作

选择操作采用轮盘赌法. 先计算每代种群中的每条染色体的适应度值,把每个染色体按适应度从大到小的顺序排列. 为了提高遗传算法的性能,在此引入最佳保留策略,即:将适应度值最高的染色体,直接复制进入下一代. 然后对其余的染色体实行轮盘赌法产生余下的染色体. 这样充分保证最优染色体进入下一代,又让大多数优秀“基因”在后代发生作用^[6-7].

4.4 交叉操作

由于物流配送的特殊性,因而简单的交叉方式难以满足本问题的需要,本文参照文献[3]结合本算法编码特点,采用如下的交叉方法:任意选择两条染色体,分别对其分组,分组的原则是两位一组,例如有双亲染色体(0)548(0)237(0)16 和(0)1367(0)528(0)4,将其分组为(0)54/82/37/16 和(0)13/67/52/84. 分别在双亲染色体中找到两端都为“0”的组,若不存在两端不全为 0 的组,则左移或右移“/”,直到存在两端为 0 的组为止. 然后保留该组及双亲中的所有 0 基因,将另一双亲中与之相同的基因删除,

顺序填入子代相同位置,获得新的染色体. 例如:双亲“(0)54823716”中的子串“54”两端都为 0,把“54”和该染色体中所有的“0”基因保留,并填充到空白染色体的相同位置上;删去双亲“(0)13675284”中的基因“5”和“4”及所有的“0”基因,然后把剩余基因按顺序填入子代空白位置,产生新子代“(0)54813762”. 使用同样的方法可以产生另一个代“(0)43175286”^[8].

使用该方法既能较好地保持个体编码串中优良性能的优良模式,又能够较为有效地产生出一些较好的新个体模式.

4.5 变异操作

变异操作是在满足一定的变异概率的条件下,将个体染色体编码串中的某些基因值用该染色体中的其它等位基因来代替,从而形成一个新的个体.

本文在变异概率为 0.03 的情况下,随机交换某一条染色体上两个基因的位置,交换之前先判断交换后的位置是否会导致两个 0 基因并列,若是重新选择交换基因位,以保证经过变异后的染色体为可行解.

5 实例分析

某连锁企业,具有 8 个连锁点,载重量为 10 吨的卡车 3 辆. 各连锁点的需求量及对时间的要求如表 1 所示.

配送中心与连锁点及连锁点之间的距离如表 2 所示.

表 1 连锁点需求情况表

连锁点编号	1	2	3	4	5	6	7	8
需求量 r_i/kg	1 200	4 080	1 000	5 000	1 800	1 500	3 000	2 000
最早到达时间 T	10:20	11:10	9:30	11:00	10:45	9:25	10:00	10:10
最迟到达时间 HT	10:40	11:30	10:00	11:30	11:00	9:45	10:30	10:20

表 2 连锁点与配送中心道路情况表

(km)

$i \backslash j$	0	1	2	3	4	5	6	7	8
0	0	46	28	45	40	55	30	35	50
1	46	0	10.9	6.8	7.1	10	13.6	15	12
2	28	10.9	0	11	5.6	11	5	8.3	9
3	45	6.8	11	0	6.3	3	16	18	10.5
4	40	7.1	5.6	6.3	0	4	5	8.2	4.6
5	55	10	11	3	4	0	13.7	15	10.1
6	30	13.6	5	16	5	13.7	0	5	7.9
7	35	15	8.3	18	8.2	15	5	0	20
8	50	12	9	10.5	4.6	10.1	7.9	20	0

遗传算法的参数设置为:群体大小 = 100,交叉概率 $p_c = 0.7$,变异概率 $p_m = 0.03$,终止迭代次数为 100. 车辆早上 8 点从配送中心出发,最大运输距离不超过 100km. 在 Pentium R 4 CPU 2.00 GHz 机器上计算,耗时 21 s,求出满足条件的最佳车辆调度计划见表 3^[9-10].

表 3 最佳调度情况表

运行线路	总装载量/kg	运行总里程/km
0-3-8-2-0	7 080	92.5
0-5-4-0	6 800	99
0-6-7-1-0	5 700	96

表 3 显示在有时间约束的条件下,同时给定一个合适的车辆行驶最大距离可以找到最佳调度方案,最大距离的设定与车辆类型等有关.

6 结束语

文中针对连锁企业各连锁点对送货时间有限制,企业运输成本不能太高的要求,改进遗传算法以适应连锁企业的需求,在满足合适的送达时间的情况下,又将车辆运送成本控制在一定范围内.实践证明,该算法用在小规模连锁企业效果较好,对于大型连锁企业的配送尚需作进一步研究和实践.

参考文献:

[1] 严峻. 基于 XML 的连锁企业物流配送信息系统研究与

实现[D]. 西安:西安理工大学,2004.

[2] 陈火根,丁红岗,程耀东. 物流配送中心车辆调度模型与遗传算法设计[J]. 浙江大学学报:工学版,2003,37(5): 512.

[3] 唐坤. 车辆路径问题中的遗传算法设计[J]. 东华大学学报:自然科学版,2002,28(1):66-70.

[4] 井祥鹤. 陆路物流物资配载及输送路径优化问题的模型与算法[D]. 南京:南京理工大学,2007.

[5] 柳林,朱建荣. 基于遗传算法的物流配送路径优化问题的研究[J]. 计算机工程与应用,2005(27):227.

[6] 廖良才,王栋,周峰. 基于混合遗传算法的物流配送车辆调度优化问题求解方法[J]. 系统工程,2008,176(8): 27.

[7] 余玥,胡宏智. 基于改进遗传算法的物流配送路径求解[J]. 计算机技术与发展,2009,19(3):52.

[8] Ho W K. Ahybrid search algorithm for the vehicle routing problem with time windows[J]. International Journal on Artificial Intelligence Tools,2001,10(3):431-449.

[9] 柳林,朱建荣. 基于遗传算法的物流配送路径优化问题的研究[J]. 计算机工程与应用,2005(27):227-229.

[10] 张翠军,张敬敬,王占锋. 基于车辆路径问题的蚁群遗传融合优化算法[J]. 计算机工程与应用,2008,44(4):233-235.

作者简介:

李晓波 女,(1971-),硕士,讲师.研究方向为智能算法、软件工程.

(上接第 136 页)

[5] 徐正,吉村猛. 用于大规模集成电路的多级布局规划设计[J]. 电子测量技术,2009,32(5):47-49.

[6] 梁俊斌,苏德富. 基于二维云模型的网格服务可靠性评价[J]. 微电子学与计算机,2005,22(2):77-80.

[7] 高键,李众. 一维云模型映射器设计及其应用研究[J]. 系统仿真学报,2006,18(7):1861-1865.

作者简介:

李王辉 女,(1977-),硕士,讲师.研究方向为电子技术及电子线路设计与制板.

白钢华 男,(1975-),讲师,工程师.研究方向为计算机科学技术、网络工程.