

doi:10.3969/j.issn.1674-4993.2020.01.028

货到人拣选系统订单分配问题研究

□ 范继东

(南京医药股份有限公司,江苏 南京 210000)

【摘要】文中主要针对多层穿梭车的“货到人”拣选系统中的订单分配问题进行研究,为了规避传统订单分配策略带来的订单耦合问题,对“货到人”拣选系统的订单分配问题进行了分析,建立了订单分配问题的数学模型,以最小化订单拣选完成时间为目标,求得较优的货箱到达顺序。为了避免求解大规模订单量时,传统算法容易陷入局部最优解的问题,文中提出基于邻域搜索的自适应遗传算法。相比于标准遗传算法,改进遗传算法做出了两点优化:①采用自适应交叉和变异概率,避免破坏优秀子代;②在变异操作之后加入邻域搜索,以提高算法的局部搜索能力,避免算法过早收敛。采用 MATLAB 作为仿真平台来对比传统订单分配策略、标准遗传算法和自适应邻域搜索遗传算法的求解性能。仿真结果表明,在解的优劣性方面,自适应邻域搜索遗传算法优于标准遗传算法。

【关键词】医药拆零拣选;订单分配;遗传算法;自适应邻域搜索

【中图分类号】 F252.22

【文献标识码】 B

【文章编号】 1674-4993(2020)01-0075-05

Research on Order Assignment of Goods - to - person Order Picking System

□ FAN Ji - dong

(Nanjing Pharmaceutical Co. ,Ltd. ,Nanjing 210000 ,China)

【Abstract】 This paper mainly studies the order assignment problem in the goods - to - person order picking system based on multi - layer shuttle. In order to avoid the order coupling problem brought by the traditional order assignment strategy ,the order assignment problem of the goods - to - person order picking system is analyzed ,the mathematical model of the order assignment problem is established. In order to minimize the order picking completion time ,the optimal container arrival order is obtained . An adaptive genetic algorithm based on neighborhood search is proposed in order to solve the problem that the standard genetic algorithm is easy to get trapped into the local optimal solution when solving the large - scale order quantity . Compared with the standard genetic algorithm ,the optimization is carried out from two aspects :①Adopt adaptive crossover and mutation probability to avoid destroying the excellent offspring ;②Add the neighborhood search after the mutation operation to improve the local search ability of algorithm in order to avoid premature convergence of the algorithm . MATLAB is used as the simulation platform to compare the performance of the traditional order assignment strategy ,the standard genetic algorithm and the adaptive neighborhood search genetic algorithm. The simulation results show that the adaptive neighborhood search genetic algorithm is superior to the standard genetic algorithm in the aspect of the average deviation distance and the standard deviation of the solution .

【Key words】 pharmaceutical piece picking ;order assignment ;genetic algorithm ;adaptive neighborhood search

近些年,国家出台了一系列政策对医药行业进行改革,如“两票制”、“分级诊疗”、“处方药外流”和“处方药网上销售”等,这些政策对医药流通行业的影响不容小觑。我国推行的医药政策对医药流通行业的影响主要体现在行业集中度提升、药企销售渠道下沉和医药零售终端崛起三方面,其在物流系统中主要表现为订单总量增加、订单碎片化明显、拆零拣选需求增加等。

相比于其他行业,医药物流更加注重时效性。如何在有限的拣选作业时间内,完成大量拆零订单的拣选作业成为医药流通行业普遍面临的重大难题。目前的订单拣选系统主要分为三类:“人到货”拣选系统、“货到人”拣选系统和全自动

化拣选系统。

现有的基于多层穿梭车的“货到人”拣选系统存在瓶颈环节,首先是库端出入库料箱提升机的效率无法与多层穿梭车每层小车的料箱搬运出入库效率进行匹配,导致多层穿梭车的出入库能力受限;其次是订单分批策略和订单分配策略匹配不当,容易导致各个拣选台之间的订单耦合问题,一旦任务料箱被占用,受影响的其他拣选台无法进行拣选作业,导致整个系统不能达到最优的拣选效率。相比于其他行业,医药流通行业的订单耦合问题尤为突出,这是由其行业特点所决定的。药品作为一种特殊商品,在流通过程中有专门的规范来对其进行约束,即《药品经营质量管理规范》(GSP)。根据

【收稿日期】 2019-10-15

【作者简介】 范继东(1968—),福建人,南京医药股份有限公司。

GSP 的相关规定,药品出入库需要基于批号先进先出,某种药品某批次的尾箱储存在一个料箱中的情况在医药物流中心较为常见,相比于其他行业同一种商品的不同批次可以同时出库进行拣选作业,医药流通行业的这种特点会使订单耦合问题更加严重。

所以,本文针对多层穿梭车的“货到人”拣选系统的订单分配问题进行研究,求解得出订单拣选完成时间最短的货箱到达顺序,既能够满足医药物流中心迫切需要提高拣选效率的需求,也可以为行业应用提供一些参考。

1 问题分析

订单分配是指按照一定的分配规则将某一波次的订单分配到拣选台,不同的订单分配结果对应不同的拣选完成时间。通过合理的订单分配,可以增加拣选台内部的订单任务耦合,降低拣选台之间的订单任务耦合,减少不必要的等待时间,从而提高拣选效率。刘明等人将订单排序问题建模为多属性决策问题,并根据拓展的理想解法(TOPSIS)选择出最合适的订单排序方案^[1]。王旭坪等人以总服务时间最小和分区任务量均衡为目标,建立了双目标订单合并优化模型,并采用双目标遗传算法进行求解。结果表明并行分区订单合并优化尤其适用于小批量订单的分区拣选^[2]。吴思沛研究了制造业 B2C 模式下的基于多层穿梭车的自动分拣系统设计与订单分配优化,以出入库次数最少为目标,建立数学模型,并利用聚类算法求解该模型^[3]。Claeys 等人对“货到人”拣选系统的订单流动时间进行研究,利用公式求解出了订单流动时间的界限,结果对于料箱到达率的选择具有重大意义^[4]。

在基于多层穿梭车的“货到人”拣选系统中,订单分配是影响系统拣选效率的重要问题。传统的订单分配策略是非聚类订单分配策略,现有的研究的订单分配问题在医药行业的研究几乎是空白,而且现有的算法基本无特定应用场景,皆为普适型的算法。在医药物流中心,因其特殊的批次批号管理规定,订单耦合问题会比其他行业更突出。

本文将对订单分配问题进行优化,在拣选台订单确定的情况下,建立订单解耦模型,并采用自适应邻域搜索遗传算法求解订单分配问题求解出优化后的每个拣选台任务料箱的拣选顺序,通过合理分配任务料箱到达每个拣选台的顺序,来尽量减少因订单耦合而产生的等待时间,从而最小化订单拣选时间,提升系统处理能力。

2 问题描述

在基于多层穿梭车的“货到人”拣选系统中,料箱由多层穿梭车和料箱提升机相互配合搬运出库,再经输送辊道传送到拣选台。这种“货到人”系统的瓶颈主要在于两点,一是多层穿梭车和出入库料箱提升机的配合问题;二是因订单分配产生的订单耦合问题。后者是本文研究的主要问题。

订单分配问题的目标是该批次订单的拣选完成时间最短,而拣选完成时间包括三部分,任务料箱出库时间、拣选时间和等待时间。任务料箱出库时间是指拣选台需要的任务料箱从仓库中出库到达拣选台的时间;拣选时间是指拣选人员拣选任务货箱的时间,一般与拣选次数成正比;等待时间是指

因任务料箱被其他拣选台锁定,拣选人员等待料箱到达而产生的空闲时间,这部分时间是由于订单耦合产生的。由于任务料箱出库时间对拣选完成时间的趋势影响不大,并且还涉及多层穿梭车和料箱提升机的配合问题,所以本文忽略这部分时间,在研究过程中,只考虑拣选时间和等待时间之和作为拣选完成时间。系统假设条件如下:

- > 每个拣选台需要拣选的订单已知;
- > 一种 SKU 只存储在一个料箱中;
- > 单个拣选台的拣选完成时间为拣选时间和等待时间之和,任务料箱出库时间忽略不计;
- > 不同 SKU 拣选一个或拣选一次的时间为固定值 t_{pick} ;
- > 拣选台不存在缓存区。

3 订单分配优化模型

本文提出的订单分配优化模型存在以下变量,模型中所有变量均为非负整数:

S : 系统中工作站的数目, $t = 1, \dots, S$;

M : 系统中 SKU 的数目, $j = 1, \dots, M$;

x_{ij} : 表示拣选台 t 是否需要拣选 SKU j , 需要拣选则赋值为 1, 不需要则赋值为 0;

$weight_{ij}$: 表示拣选台 t 中 SKU j 所需的拣选数量或拣选次数, 如果需要拣选则为需要拣选的次数或数量, 如果不需要拣选则赋值为 0;

r_{ij} : 表示在拣选台 t 需要拣选的所有 SKU 中, SKU j 的拣选顺序为 r_{ij} , 其中当 $weight_{ij} = 0$ 时, r_{ij} 取值为 0, 当 $weight_{ij} \neq 0$ 时, $r_{ij} = 1, \dots, \sum_{j=1}^M x_{ij}$;

c_{ij} : 表示需要拣选 SKU j 的所有拣选台中, SKU j 到达拣选台 t 的顺序为 c_{ij} , 其中当 $weight_{ij} = 0$ 时, c_{ij} 取值为 0, 当 $weight_{ij} \neq 0$ 时, $c_{ij} = 1, \dots, \sum_{i=1}^S x_{ij}$;

m_{ij} : 辅助变量, 用于寻找下一个拣选位置:

$$m_{ij} = \begin{cases} r_{ij}, r_{ij} \neq 0 \\ Max, r_{ij} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

式(1)为 m_{ij} 的初始化矩阵, 其中 Max 为一个很大的数, 当所对应的拣选位置拣选完成后, 将该拣选位置对应的 m_{ij} 赋值为 Max 。

n_{ij} : 辅助变量, 用于寻找下一个拣选位置:

$$n_{ij} = \begin{cases} c_{ij}, c_{ij} \neq 0 \\ Max, c_{ij} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

式(2)为 n_{ij} 的初始化矩阵, 其中 Max 为一个很大的数, 当所对应的拣选位置拣选完成后, 将该拣选位置对应的 n_{ij} 赋值为 Max 。

T_{ij} : 表示 SKU j 在拣选台 t 的拣选完成时间, 将同一个拣选台拣选顺序为最后的 SKU 的拣选完成时间作为该拣选台的拣选完成时间, 即 $T_i = T_{ik}$, 其中 $r_{ik} = \max r_{ij}, \forall j = 1, \dots, M$;

tw_{ij} : 表示当拣选台 t 需要拣选 SKU j 时的等待时间;

t_{pick} : 拣货员拣选一个商品或做一次拣选动作所需要的平均时间;

$tp_{u'}$: 任务料箱从拣选台 t 到达拣选台 t' 的路程时间。 $tp_{u'}$ 分为两种情况, 一种是顺序移动, 例如从 1 号拣选台移动到 2

号拣选台,另一种是逆序移动,例如从2号拣选台移动到1号拣选台:

$$tp_{it'} = \begin{cases} (t' - t)t_p & t' > t, \\ (S + t' - t - 1)t_p + t_{fix}, & t' < t \end{cases} \quad (3)$$

其中, t 为当前拣选工作站, t' 为目标拣选工作站, S 为系统拣选工作站总数量, t_p 为任务料箱在两个相邻工作站之间流转的时间, t_{fix} 为第 S 个工作站到第1个工作站的折返路程时间。

由上述可知,本文旨在最小化订单拣选完成时间,最后一个完成拣选任务的拣选台的拣选完成时间即为该批订单的拣选完成时间,所以本文目标函数为最小化各个拣选台中最大的拣选完成时间。

$$\min \max T_i = TP_i + TW_i \quad (4)$$

$$TP_i = \sum_{j=1}^M weight_{ij} \cdot t_{pick} \quad (5)$$

$$TW_i = \sum_{j=1}^M \max(T_{ij'} + tp_{it'} - T_{ij'}, 0) \quad (6)$$

其中, TP_i 表示拣选台 t 所需的拣选时间; TW_i 表示因订单耦合,拣选台 t 的等待时间,其中 $r_{ij'} = r_{ij} - 1$, $c_{ij'} = c_{ij} - 1$ 。

本文约束条件如下:

$$r_{ij} \neq r_{ij'} \quad (7)$$

$$c_{ij} \neq c_{ij'} \quad (8)$$

$$c_{ij} = r_{ij} = 1 \quad (9)$$

$$m_{i'j'} = \min m_{ij'}, n_{i'j'} = \min n_{ij'} \quad (10)$$

其中,式(7)表示同一个拣选台,任意两个任务料箱的拣选顺序不能相同,对 $\forall j, j' = 1, \dots, M, j \neq j', r_{ij}, r_{ij'} \in N^*$, $weight_{ij}, weight_{ij'} \neq 0$ 成立;式(8)表示同一个任务料箱在不同拣选台的拣选顺序不能相同,对 $\forall t, t' = 1, \dots, S, t \neq t', c_{ij}, c_{ij'} \in N^*$, $weight_{ij}, weight_{ij'} \neq 0$ 成立;式(9)表示个体必须存在拣选起始点,即 $\exists t = 1, \dots, S, j = 1, \dots, M$,使得某一个SKU在某拣选台的拣选顺序为1,并且该SKU在不同的拣选台之中到达该拣选台的顺序也为1;式(10)表示必须存在下一个拣选位置可供拣选,以防死锁的情况出现,即每次拣选完成之后,必须存在一个位置,该位置在 m_{ij} 中为其对应行的最小值,在 n_{ij} 中为其对应列的最小值。

4 自适应邻域搜索遗传算法求解订单分配问题

虽然遗传算法具有潜在的并行性及问题领域无关性等优点,但是,遗传算法也存在一些众所周知的缺点,如随着种群规模的增加,交叉操作生成合法个体的概率逐渐降低,致使交叉操作不能将父代的价值遗传到子代,即编码不具有拉马克性质;整数编码方式中,交叉和变异操作大概率会生成不合法个体,导致种群多样性无明显提升,算法易陷入“早熟”;某些参数的选择一般依靠经验,如种群规模,迭代次数,交叉和变异概率等参数的选择可能也会使算法陷入局部最优解。

本文对标准遗传算法在以下两方面做出了改进:

4.1 自适应交叉和变异概率

在标准遗传算法中,根据经验将交叉和变异概率设为定值。在每次交叉操作后,会存在四个个体,即两个父代和新生成的两个子代,计算这四个个体的适应度,如果交叉生成的子代不合法,则直接剔除该子代,在剩下的个体中,选择适应度

值最优的两个个体遗传到下一代。变异操作与交叉操作类似,如果变异后个体不合法,则直接剔除,保留变异前个体到下一代,如果变异后个体合法,则计算两者适应度的值,保留其中最优秀的个体到下一代。但是,随着系统规模的增大,交叉和变异之后生成不合法个体的概率增加,致使保留到下一代种群中的个体几乎皆为父代个体,导致种群多样性降低,易在大规模系统中陷入局部最优解。

针对上述问题,设想了两个改进策略。策略一是在每次交叉和变异操作时,直至生成合法子代,交叉和变异操作才会终止,采用这种策略可以提高种群的多样性,从而提高算法的局部搜索能力,但是这种方式在系统规模比较大的情况下算法易陷入交叉和变异的死循环,导致算法运行时间过长。策略二是交叉和变异概率不取定值,而是根据种群特征自适应变化。在算法运行初期,对适应度高的个体,应减少交叉和变异的概率,以避免破坏优秀个体,在算法运行后期,因为种群多样性减少,应提高交叉和变异的概率,以增加种群的多样性。不同个体的交叉和变异概率如式(11)和式(12)所示:

$$P_c = \begin{cases} \frac{k_1(f_{\max} - f)}{f_{\max} - f_{\text{avg}}} & f \geq f_{\text{avg}} \\ k_2 & f < f_{\text{avg}} \end{cases} \quad (11)$$

$$P_m = \begin{cases} \frac{k_3(f_{\max} - f)}{f_{\max} - f_{\text{avg}}} & f \geq f_{\text{avg}} \\ k_4 & f < f_{\text{avg}} \end{cases} \quad (12)$$

式(11)表示自适应的交叉概率,其中 f 表示父代中适应度的较大值, f_{\max} 表示该代的最大适应度, f_{avg} 表示该代的平均适应度, k_1, k_2 为常数,且 $k_1, k_2 \leq 1$ 。式(12)表示自适应的变异概率,其中 f 表示个体的适应度, f_{\max} 表示该代的最大适应度, f_{avg} 表示该代的平均适应度, k_3, k_4 为常数,且 $k_3, k_4 \leq 1$ 。本文改进遗传算法中采用第二种策略,即采用自适应的交叉和变异概率。

4.2 邻域搜索

在标准遗传算法中,正是由于算法的局部搜索能力不够,才会导致算法易陷入局部最优解。为了解决这个问题,在算法中引入了邻域搜索,采用局部搜索算法来提高算法的局部搜索能力。邻域搜索有很多种方法,如爬山法、贪心算法、模拟退火算法和禁忌搜索算法等。在本文中采用贪心算法对每个个体进行局部搜索,即在局部搜索过程中,保留其中适应度最高的个体。

改进遗传算法步骤如图1所示:

①在算法搜索空间内随机生成初始种群。在种群生成过程中,如果生成的个体不合法,则重新生成新个体,直到生成的个体合法,以保证初始种群均为合法个体。

②对种群进行选择操作。首先,根据适应度对种群进行精英保留,将种群中最好的个体保留,其次,进行轮盘赌选择,最后,选择种群中适应度值最小的个体并将其从种群中剔除,将之前精英保留的个体加入到种群中。

③对种群进行交叉操作。按照自适应交叉概率的公式对个体进行交叉操作。将选择操作之后的个体按照顺序两两进

行交叉操作,如果生成的子代个体不合法,则将其从中剔除,之后从两个父代和生成的合法子代中选择适应度最高的两个个体,并将其保留至下一代,以此类推,直至整个种群交叉完成。

④对种群进行变异操作。按照自适应变异概率的公式对个体进行变异操作。将交叉操作之后的个体随机选取两个基因位置进行互换,如果生成的个体不合法,则将其从种群中剔除,保留变异前个体到下一代,如果生成的个体合法,则比较变异前个体和变异后个体适应度的值,选取适应度较高的个体遗传到下一代。

⑤对种群进行邻域搜索。对变异之后的每一个个体,在其邻域进行搜索,并计算其邻域个体的适应度,利用贪心策略保留其中适应度最高的个体。

⑥终止条件判定。判断算法是否满足终止条件,对本文来说,即算法是否到达最大迭代次数,如果到达最大迭代次数,则终止运算,如果未达到最大迭代次数,则返回步骤(2)。

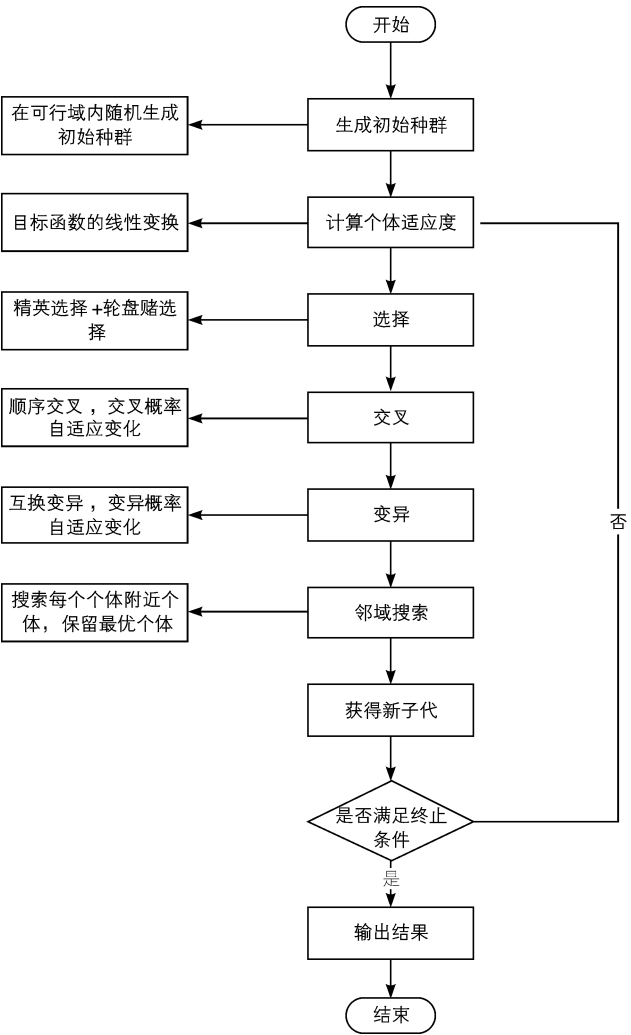


图 1 自适应邻域搜索遗传算法流程图

5 仿真实验验证

对模型和算法进行了仿真实验验证。分别验证了非聚类订单分配策略、标准遗传算法和自适应邻域搜索遗传算法在

中小规模订单系统中的性能,包括其解的优劣与运算效率。为了公正地评价解的优劣,本文引入了平均偏离距 $R(s,M)$ 与偏离距标准差 $\sigma(s,M)$ 两个评价指标,计算公式如下:

$$R(s,M) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \|r^i - r^*\| \tag{13}$$

$$\sigma(s,M) = \left(\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (\|r^i - r^*\| - R(s,M))^2 \right)^{1/2} \tag{14}$$

式(13)为平均偏离距的计算公式,是对解的平均评价,其中, M 为算法的运行次数, r^i 为第*i*次运行算法求得的解, r^* 为模型的理论最优解, $\|r^i - r^*\|$ 为 $(r^i - r^*)$ 的 2 - 范数。式(14)为偏离距标准差的计算公式,用于评价解的分散程度,参数含义与式(13)中相同。

5.1 非聚类订单分配策略仿真实例验证

非聚类订单分配策略是指订单按照到达的先后顺序或者随机分配到拣选台,而订单对应的 SKU 所在的货箱也随机到达拣选台,所以可以通过编写程序来随机生成货箱到达序列矩阵来模拟实际系统中的随机到达。在中小规模系统中,分别在低耦合、中度耦合、高度耦合三种情况下进行实验。基础参数设置为:程序运行次数为 10 次,中小规模系统的拣选台数量为 4,SKU 数目为 10。低耦合度为 0.3,中等耦合为 0.5,高度耦合为 0.8。此处耦合度的概念是指拣选台之间的耦合次数占系统最多耦合次数的比例。

表 1 中小规模系统中非聚类订单分配策略的求解性能

	平均偏离距	偏离距标准差	平均求解时间(秒)
低耦合	34.1	9.41	0.01
中耦合	50.2	14.86	0.0558
高耦合	63.2	15.12	0.2889

由表 1 可知,在中小规模系统中,随着耦合度的增加,非聚类订单分配策略的平均偏离距、偏离距标准差和平均求解时间都呈现上升趋势,即求解性能逐渐降低。

5.2 标准遗传算法仿真实例验证

采用标准遗传算法来求解订单分配优化模型。基础参数设置为:种群规模为 100,最大迭代次数为 200,交叉概率为 0.9,变异概率为 0.1,程序运行次数为 10 次。其余参数设置与第 5.1 节相同。

表 2 中小规模系统中标准遗传算法的求解性能

	均偏离距	偏离距标准差	平均求解时间(秒)
低耦合	5.3	2.49	29.913
中耦合	17.3	3.00	45.504
高耦合	24.9	3.08	83.706

由表 2 可知,在中小规模的系统中,随着耦合度的增加,标准遗传算法的平均偏离距、偏离距标准差和平均求解时间都在增加,即随着耦合度的增加,标准遗传算法的求解结果与最优解的偏差越来越大,分散程度越来越大,且算法求解时间越来越长。

5.3 自适应邻域搜索遗传算法仿真实例验证

采用自适应邻域搜索遗传算法来求解订单分配优化模型。基础参数设置与标准遗传算法一致,其中交叉概率由式(11)决

定, $k_1 = 0.9, k_2 = 1$, 变异概率由式 (12) 决定, $k_3 = 0.1, k_4 = 1$ 。

表 3 中小规模系统中自适应邻域搜索遗传算法的求解性能

	平均偏离距	偏离距标准差	平均求解时间(秒)
低耦合	1	0.77	91.933
中耦合	1.8	1.25	377.193
高耦合	4	2.28	916.356

由表 3 可知,在中小规模系统中,随着耦合度的增加,自适应邻域搜索遗传算法的平均偏离距、偏离距标准差和平均求解时间均增加,即随着系统耦合度的增加,算法的求解性能下降。

表 4 标准遗传算法与自适应邻域搜索遗传算法性能对比

拣选台 数目	SKU 数目	耦合 程度	标准遗传算法			自适应邻域搜索遗传算法		
			平均 偏离距	偏离距 标准差	平均求 解时间	平均 偏离距	偏离距 标准差	平均求 解时间
3	4	低	0	0	6.577	0	0	9.556
3	4	中	0.6	0.49	7.149	0.1	0.3	10.549
3	4	高	1.9	0.83	10.824	0.5	0.5	18.717
4	10	低	5.3	2.49	29.913	1	0.77	91.933
4	10	中	17.3	3.00	45.504	1.8	1.25	377.193
4	10	高	24.9	3.08	83.706	4	2.28	916.356

通过对比表 1 和表 4 可知,标准遗传算法和自适应邻域搜索的平均偏离距和偏离距标准差均优于非聚类订单分配策略,只是在求解效率上劣于非聚类订单分配策略。从表 1 可知,非聚类订单分配策略的结果受随机性影响较大,解的差异性和分散程度都太大,一旦求解不当,还可能会出现死锁情

(上接第 72 页)

3 结语

区块链原产地溯源体系以进口商品作为溯源的对象,对其整个流通过程进行数据记录。利用区块链技术的去中心化、公开透明和匿名性等特性对交易信息进行链式存储,保证数据安全完整。习总书记在中央政治局第十八次集体学习中重点强调区块链技术的集成应用对我国产业变革的重要作用,本文所提出的原产地溯源系统从实际应用场景的可行性出发,有效解决了传统模式下的原产地溯源问题,是区块链技术应用延伸的典范。溯源系统将智能合约中交易信息上到公有链中,发挥了区块链在原产地溯源中的应用优势,大大减少了原产地造假现象,有效实现了原产地溯源,对我国能够在区块链领域达到理论前沿、技术创新和产业优势具有重要意义。

[参考文献]

[1] 庄芮,杨超,常远. 中国进口贸易 70 年变迁与未来发展路径思考[J]. 国际贸易,2019(4):35-45.

[2] 徐义吉. 去中心化是区块链的精髓所在[J]. 华东科技,2016(10):32-35.

[3] 左春,梁赓,徐昊. 区块链技术与传统软件技术对比分析

况,所以不适用于求解订单分配模型。

6 结论

通过将标准遗传算法与自适应邻域搜索遗传算法两者的求解性能进行对比,可以看到,无论是求解小规模系统还是求解中小规模系统,无论是低耦合度、中耦合度还是高耦合度,自适应邻域搜索遗传算法的平均偏离距和偏离距标准差都小于标准遗传算法,即自适应邻域搜索遗传算法求得的解普遍优于标准遗传算法,且系统规模越大,耦合度越高,这种优势表现得越明显。因此,在医药物流中心的多层穿梭车的“货到人”拣选系统中的订单分配问题中采用邻域搜索的自适应遗传算法有较好的应用价值。

[参考文献]

[1] 刘明,董绍华,庞慧,黄永青. 基于拓展 TOPSIS 法的订单排序问题研究[J]. 物流技术,2014,33(01):122-126.

[2] 王旭坪,张琚,易彩玉. 电子商务人工并行分区拣选系统服务效率优化研究[J]. 管理工程学报,2017,31(02):209-215.

[3] 吴思沛. 面向制造业 B2C 模式的多层穿梭车自动分拣系统设计及订单分配优化[D]. 济南:山东大学,2018.

[4] Claey s D,I Adan,O Boxma. Stochastic bounds for order flow times in parts - to - picker warehouses with remotely located order - picking workstations [J]. European Journal of Operational Research,2016,254(3):895-906.

[J]. 信息技术与标准化,2017(5):23-27.

[4] 王之磊,刘丰,周晓玲,孙刚,邢厚绢. 黑龙江省疯牛病和非洲猪瘟的流行病学调查[J]. 畜牧兽科技信息,2017(6):14-15.

[5] 卫龙宝,王倩倩. 进口奶粉价格对我国原料奶价格的影响——基于 VAR 模型的实例分析[J]. 畜牧经济,2018(1):134-137.

[6] Seuring S. A review of modeling approaches for sustainable supply chain management [J]. Decision Support Systems, 2013,54(4):1513-1520.

[7] 余益民,陈韬伟,赵昆. 基于区块链技术的原产地证明数据交换模型及应用[J]. 电子商务,2018(3):53-33.

[8] 袁勇,王飞跃. 区块链技术发展现状与展望[J]. 自动化学报,2016,42(4):481-494.

[9] 顾彦. 区块链+大数据:给数据“加戳”、“加密”[J]. 中国战略新兴产业,2016(19):38-40.

[10] Yang Y. Semantic Information Retrieval over P2P Network[C]. Conférence En Recherche D'informations Et Applications - Coria 2011,French Information Retrieval Conference,Avignon, France,March 16-18,2011. Proceedings. 2011.