

基于 Memetic 算法的电子 AGV 路径规划

鲁子卉

(长春职业技术学院, 长春 130033)

摘要: 电子 AGV 配送车辆的路径规划问题是工厂与车间调度的重要环节, 基于遗传算法对电子 AGV 的工作路径规划问题进行了研究, 提出了优化方案设计方法。在 Matlab 环境下, 进行了算法实现与仿真, 仿真结果表明, 所提出的规划方案可以有效地降低配送过程中的车辆运行成本。

关键词: 路径规划; AGV; Memetic 算法

中图分类号: U116.2

文献标识码: A

文章编号: 1006-0707(2013)02-0123-03

Research on Electronic AGV Routing Planning Based on Memetic Algorithm

LU Zi-hui

(Changchun Vocational Institute of Technology, Changchun 130033, China)

Abstract: Abstract: Routing planning of electronic AGV delivery vehicle is a key point of factory and workshop plant scheduling. AGV routing planning problem is researched here based on Memetic algorithm, and design method is proposed for optimization scheme. Finally at MATLAB circumstance algorithm realization and simulation is operated. Simulation results indicate that the presented planning scheme can reduce the operating cost of delivery course effectively.

Key words: routing planning; AGV; Memetic algorithm

随着现如今工业技术的飞速发展, 工厂与车间内的局部物流技术显得越来越重要, 在这样的背景下, 电控自动导引小车系统 (automatic guided vehicle, AGV) 逐渐成为当今柔性工业系统和自动化管理系统中的局部物流运输的最主要手段之一。作为无人驾驶的小型电控工业货运车辆, AGV 在配送货物时往往需要遍历多个工作节点, AGV 工作路径规划问题是 AGV 控制研究的重点问题^[1-4]。通过对 AGV 行驶路径的优化管理可以有效地缩短工作时间周期, 提高车间工作效率, 具有重要意义。本文针对 AGV 的工作路径规划问题, 采用 Memetic 算法作为优化手段, 提出了一种针对 AGV 工作路径规划的优化设计方案, 以实现 AGV 工作路径选取的最优决策。

1 电子 AGV 导航控制

1.1 AGV

AGV 是目前各大工厂车间内的主要的自动化载运工具

之一, 如图 1 所示。AGV 主要用于完成车间内的搬运与配送作业, 通常采用人力或自动移载装置将货物装载到 AGV 小车上, AGV 由综合管理系统负责发送指令行走各个指定地点之后, 再由人力或自动移载装置将货物卸下, 从而完成搬运任务。

AGV 的主要构成子系统如图 2 所示, 其中机械系统主要负责根据信息调度系统指令来执行车辆的运行功能, 例如直线行驶、转向等工作; 而动力系统则负责驱动车辆; 控制系统是 AGV 的关键部分, 控制系统一方面通过与信息调度系统的通讯来获得车辆当前位置和行驶目标指令, 另一方面通过传感器实时地获得车辆前方信息并向动力系统发送指令对车辆运行方向进行正确的导航控制。通过机械系统、动力系统和控制系统的协同工作, AGV 只要获得信息调度系统所决定的规划行驶路径就可以顺利地自主导航工作。

1.2 AGV 路径规划

合理的 AGV 路径规划将会非常有效地提高车间工作效率。AGV 的规划行驶路径是由信息调度系统来决策的, 所规

划的路径是否合理将直接决定 AGV 的工作有效性和车间工作效率。在车间工作过程中,AGV 需要连续遍历多个工作点,部分工作点是具有优先级顺序的,但是大部分工作点之间是完全平行的,如何规划 AGV 的行驶路线,就具有十分重要的意义。



图1 电子导航AGV实物

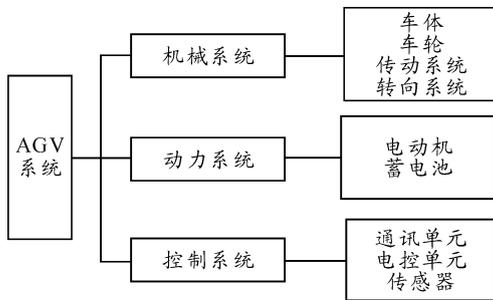


图2 AGV系统结构构架

2 数学模型

为了便于研究 AGV 路径规划策略,首先对 AGV 行驶问题进行数学描述。由于在配送开始时 AGV 当前所在的位置可以由传感器获得并通过总线发送给综合控制器,而各个需求节点的位置也可以由数据库调度,因此可以假设行驶起点和各个节点的地理位置均为固定且已知,则 VRP 可行解可以描述为一系列行驶路径的决策的集合,即

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_n\} \quad (1)$$

式中, k_i 表示第 i 条路段决策。

AGV 路径规划问题的目标函数由总行驶里程最小化来描述

$$\min J = \sum_{i=1}^n L(k_i) \quad (2)$$

其中: $L(\cdot)$ 为距离运算符; n 为行驶路段的总数量。

行驶路段的距离运算需要参考各个节点之间的位置信息,位置信息可以由节点间的距离矩阵表示

$$D = [D_{ij}] \quad (3)$$

另外,考虑到在实际工作过程中有一定的条件限制,因此为了缩小规划问题的可行解的范围剔除一些强烈的不可行解,在目标函数上施加一定的约束条件,主要包括:AGV 工作时过程中所携带的货物上限和单次配送时间的限制,如式

(4)、式(5)所表示

$$\max \left\{ \sum_{i=1}^n L(k_i) \right\} \leq uT \quad (4)$$

$$M \leq Q_{\max} \quad (5)$$

其中: Q_{\max} 为 AGV 承重上限; M 为 AGV 实际载货量, u 为 AGV 车速; T 为配送任务所要求的最大时间限度。

3 路径规划方法研究

结合上述分析与模型,基于 Memetic 算法对 AGV 路径规划问题进行研究。将任何可行的路径规划方案定义为一个可行解,首先对每个候选解进行编码并称之为抗体,每一个抗体都具有一个亲和度,亲和度的表示方法来自于 AGV 路径规划的目标函数 J 。算法通过连续的进行迭代来逐渐逼近最优解,在每一次迭代过程中,都从抗体种群中选出 m 个抗体,选择的概率正比与抗体的亲和度,然后这 m 个抗体开始自我复制和变异从而使行程一个持续运作的库,算法终止于给定的迭代次数或者直到找到一个符合条件的最优解,再获得最优解之后,通过解码将最优解转换为路径规划的执行方案,算法的执行过程如图 3 所示。

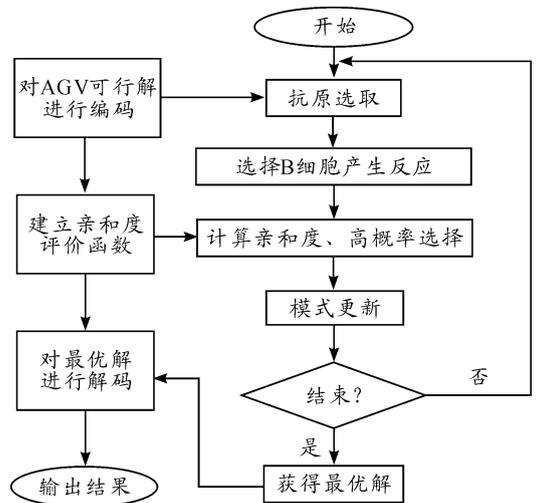


图3 Memetic 算法基本流程

重组与变异是 Memetic 算法里的重要操作,首先对不同的编码进行重组从而获得新的候选解,根据 AGV 行驶路径规划问题的特点,首选选择出两个个体编码来进行重组,对随机生成的向量进行克隆选择,任意组合在一起的 2 个 t 代个体,会产生一个新的 $t+1$ 代个体,同时对原 t 代个体进行高概率复制。

当群体中的个体按照亲和度来进行高概率复制之后,对每一个个体进行一次变异操作,变异后的个体的亲和度是未知的,也许比变异之前高,但也可能比变异之前低,但是只要在变异之后存在任意一个个体比变异之前的亲和度高,则说明此次变异是成功的,对于完整的编码进行变异前确定的每个个体变异位数为

$$b = \frac{(f_{\max} - f)(c - s)}{f_{\max} - f_{\min}} + s \quad (6)$$

其中: b 为变异的位数; f 为等待变异操作的个体的亲和度; f_{\max} 和 f_{\min} 为当前整个群体的最大和最小亲和度; c 和 s 分别为预设的最大和最小变异位数。

每一个候选解都对应一个可行的 AGV 行驶路线,根据距离信息矩阵可以算的行驶总距离目标函数,从而可以得到亲和度函数

$$\chi_s = \sum \xi(k_i) \quad (7)$$

其中, χ_s 表示第 s 个可行解的亲和度。

4 算法实例

结合上述遗传算法设计方案,计算结果绘制成有向图,为了便于分析算法的有效性,将 Memtic 算法所获得的 AGV 行驶路径规划方案与随机生成的初始方案进行对比如图 4 所示。

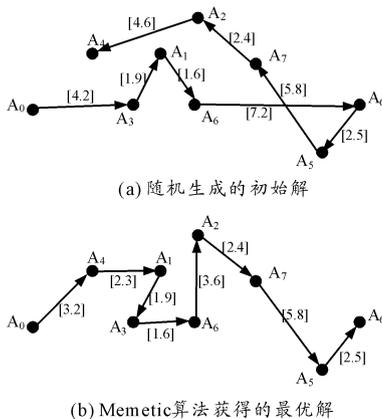


图 4 AGV 路径规划结果

随机生成的初始解所对应的 AGV 工作路径需要行驶 30.2 m, Memetic 算法所得到的最优工作路径需要行驶 23.3 m,可以看出:采用 Memetic 算法之后所获得的最优解对应的行驶路径与初始解相比共节约行驶里程 6.9 m,说明基于 Memetic 算法的路径规划方案可以有效完成 AGV 工作路径规划的优化,节约行驶路程,提高车间工作效率。

5 结束语

本文基于 Memetic 算法对电子 AGV 小车在车间内的工作路径规划问题进行了研究,得到结论:采用 Memetic 算法非常适用于 AGV 工作路径规划问题的研究,通过 Memetic 算法所确定的 AGV 路径规划方案可以有效地提高车间工作效率。

参考文献:

- [1] 曹进. 物流配送优化与跟踪研究及系统实现[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学,2006.
- [2] Montemanni R, Gambardella L M, Rizzoli A E, et al. Ant Colony System for a Dynamic Vehicle Routing Problem[J]. Journal of Combinatorial Optimization, 2005 (4): 327 - 343.
- [3] Funke B, Grunert T, Imrich S. Local Search for Vehicle Routing and Scheduling Problems; Review and Conceptual Integration[J]. Journal of Heuristics, 2005, 4 (11): 267 - 306.
- [4] 谢秉磊, 李军, 郭耀煌. 有时间窗的车辆调度问题的遗传算法[J]. 系统工程学报, 2000, 6(3): 290 - 294.

(责任编辑 杨继森)

(上接第 110 页)

- [3] 王海英. 对推进我军信息化建设的几点思考[C]//军事电子信息学术会议, 2006.
- [4] 信息协同管理项目[C]//2010年中国造船工程学会 MIS/S&A 学术交流会议.
- [5] 蔡勇. FTP 服务器技术研究及实现[D]. 四川:电子科技大学, 2005.
- [6] 聂岩峰, 彭向军, 徐先超. FTP 服务器枢纽中的文件处理引擎设计[J]. 计算机工程, 2010, 36(22): 245 - 247.
- [7] 伍志聪. MySQL 数据库在中小型业务系统的应用[J]. 数字技术与应用, 2011(11): 122.
- [8] 傅仕伟, 严隽琪, 陈文培, 等. 基于实例设计中的产品数据模型及实例库设计[J]. 2000, 12(2): 132 - 136.

- [9] Heng Zhu Liu, Hong Song Cao, Wei Ning Yang, et al[J]. Advanced Materials Research, 2012: 482 - 484.
- [10] 吴慧明. 建设涉密信息集中存储平台[C]//第七届(2008年)海峡两岸科技与经济论坛, 2008.
- [11] 何丽孙, 文磊, 王宏伟. 基于 UG 的 Web 三维零件库系统开发[J]. 机床与液压, 2012, 40(11): 91 - 94.
- [12] 黄勇. UG/OPEN 应用开发典型实例精解[M]. 北京:国防工业出版社, 2010.
- [13] 徐民, 牟亚伟, 韦韧, 等. 电子签名在医院信息系统中的应用与实践[J]. 中国数字医学, 2012, 7(3): 103 - 104.

(责任编辑 鲁进)