

# 一种基于遗传算法的AGV路径规划方法

郭二东,刘楠嶓,吴立辉,武照云

(河南工业大学机电工程学院,河南 郑州 450007)

**摘 要** 针对 AGV 在栅格化环境下用遗传算法进行路径规划时易产生较大拐弯角度的缺点,笔者采用一种改进的遗传算法,通过对变异算子进行改进,编制相应的 Matlab 程序进行仿真,与参考文献中的结果进行对比可以看出,此改进遗传算法能够得到路径长度更短和拐弯角度更小的路径,其能够对 AGV 进行更好的路径规划。

**关键词** AGV 遗传算法 路径规划

**中图分类号** U116.2 **文献标志码** A **DOI** 10.3969/j.issn.1674-9146.2016.08.087

AGV 是一种装备有各种智能检测装置并且能够沿规划好的轨迹进行行驶的运输小车。AGV 在运动的过程中会遇到各种各样的物体,如其工作环境中的充电站、障碍物、工作站等。AGV 在运动的过程中不仅要避开障碍物,而且在满足基本生产流程的前提下还要满足更高的要求,如 AGV 运行时间最短,路径长度最短,AGV 运载货物量达到最大等,这就迫切要求对 AGV 的运行路径进行更好地优化,以满足日益增长的生产需求。

AGV 路径规划就是在 AGV 的运动过程中,避开各种障碍物,从起始点到达目标点,并且满足各种优化指标,如路径长度最短,运行时间最短等<sup>[1]</sup>。目前已知对 AGV 工作环境的建模方法有栅格地图法、可视图法、拓扑图法等,栅格地图法就是把 AGV 工作环境均匀地划分为一个个小的栅格,常常以 0 和 1 来标识自由栅格和障碍栅格<sup>[2]</sup>。目前对 AGV 路径规划运用的方法多种多样,随着遗传算法的广泛应用,其对路径规划不断取得新的进展<sup>[3]</sup>。遗传算法最早产生于 20 世纪 60 年代,由美国的 Holland 教授开创,它借鉴于达尔文的生物进化论,通过对实际问题的分析,建立相应的生物进化模型,并对种群中的个体进行选择,交叉和变异等一系列遗传操作,使种群中的个体向有利的方向进

化,直至生成或接近最优个体。

在栅格环境下进行 AGV 路径规划时,由于工作环境被分为一个一个的小的栅格,在此环境下的 AGV 运动路径也被分为多段,此时由遗传算法规划出的路径往往会有不圆滑的缺点,主要由于路径是由多段直线连接而成,这就使得在两条线段的连接处会产生一定的角度,角度的大小直接影响到路径的长度和圆滑度。因此如何优化两路径直线段形成的角度对栅格环境下运用遗传算法具有一定的积极意义。针对此问题,笔者采用改进的遗传算法,通过设计新的变异算子来对 AGV 的路径进行规划。

## 1 改进的遗传算法

### 1.1 改进的遗传算法实现步骤

1) 随机生成初始种群。取种群中个体数目的大小为 popsize,个体的基因长度大小为 poplength,并利用适应度函数求出每个个体的适应度值。

2) 对初始种群中的个体进行选择操作。文中采用轮盘赌的选择方式。首先,计算出群体中所有个体总的适应度值和 prob。其次,计算出种群中每个个体适应度值与种群中总的适应度的比例值 prob1。然后,采用转动轮盘的方式确定每个个体被选中的次数  $i$ 。

3) 进行单点交叉操作。其具体过程为以下两

收稿日期 2016-06-04;修回日期 2016-07-05

作者简介 郭二东(1989-)男,河南开封人,在读硕士,主要从事工业工程研究 E-mail:717311925@qq.com。

步：首先，确定染色体交叉时的配对策略，笔者采用前一半种群个体和后一半种群个体进行交叉的配对方式，当满足交叉条件时进行交叉操作。

4) 对种群中的每个个体进行变异操作。首先产生一个随机数  $\text{rand}$ ，与变异概率  $P_m$  进行比较，若满足  $\text{rand} < P_m$ ，则采用随机数的办法来随机确定个体中的变异位置，并对变异点的基因进行变异。

5) 然后计算种群中每个个体的适应度值，并对个体按适应度值的大小进行排序。

6) 判断是否达到最大迭代次数，若达到，则迭代完成，并输出最佳个体；若不满足，则转入步骤 2 继续运行。

## 1.2 改进的变异算子

一般情况下，变异概率都会取一个很小的值，若变异概率取值太大则会使大量的优良个体遭到破坏，若取的太小，则会使种群个体在优化过程中过早收敛，这是因为变异的过程即会产生优良个体，同时也会产生劣质个体<sup>[4]</sup>。文中采用一种新的变异算子，通过对变异算子的改进，使路径个体总是向着对个体有利的方向进行变异，过程如下：

若设路径个体  $d = (N_1, N_2, N_3, \dots, N_{i-1}, N_i, N_{i+1}, \dots, N_m)$ ，当变异点基因位置与其前一个基因点位置和后一个基因点位置出现如下 3 种情况时，在路径中对此点进行删除的变异操作。

1) 若变异点基因位置的栅格序号与其前一个基因点位置的栅格序号和后一个基因点位置的栅格序号满足如下两公式之一：

$$N_{i+1} - N_{i-1} = 10. \quad (1)$$

$$N_{i+1} - N_{i-1} = 1. \quad (2)$$

则  $N_{i-1}, N_i, N_{i+1}$  形成  $45^\circ$  角，此时则把基因  $N_i$  删掉，形成新的路径。

2) 若变异点基因位置的栅格序号与其前一个基因点位置的栅格序号和后一个基因点位置的栅格序号满足如下公式：

$$N_{i+1} - N_{i-1} = 11. \quad (3)$$

则  $N_{i-1}, N_i, N_{i+1}$  形成  $90^\circ$  角，此时则把基因  $N_i$  删掉。

3) 若变异点基因位置的栅格序号与其前一个基因点位置的栅格序号和后一个基因点位置的栅格序号满足如下两公式之一：

$$N_{i+1} - N_{i-1} = 12. \quad (4)$$

$$N_{i+1} - N_{i-1} = 21. \quad (5)$$

则  $N_{i-1}, N_i, N_{i+1}$  形成  $135^\circ$  角，若满足变异点基因位置的上栅格和下栅格为自由栅格，此时则把基因  $N_i$  删掉。

采用此变异算子形成新的路径为  $d = (N_1, N_2, N_3, \dots, N_{i-1}, N_{i+1}, \dots, N_m)$ ，形成的新路径具有长度更短，拐弯次数更少，拐弯角度更小的优点。因此，变异概率越大越好，所以取变异概率  $P_m = 1$ 。

## 2 对 AGV 路径规划的仿真和结果分析

参照文献 [1]，建立与文献 [1] 相同的模型，并选取与参考文献相同的迭代次数和种群规模，取交叉概率  $P_c = 0.8$ ，变异概率  $P_m = 1$ ，然后进行编制 Matlab 程序，运行程序后得到的仿真结果与文献 [1] 中的仿真结果进行比较（见表 1）。

通过表 1 可以看出，当迭代次数分别为  $\text{gen} =$

表 1 两种算法的仿真结果比较

环境建模	算法	迭代次数	路径长度	拐弯次数	45°弯个数	90°弯个数	135°弯个数
1	参考文献遗传算法	gen=45	14.07	6	0	2	2
	笔者改进遗传算法	gen=45	13.50	5	0	0	0
2	参考文献遗传算法	gen=40	14.82	8	0	5	3
	笔者改进遗传算法	gen=40	13.19	4	0	0	0

45， $\text{gen} = 40$  时，采用笔者改进遗传算法生成的路径，不论是在路径的  $45^\circ$ ， $90^\circ$ ， $135^\circ$  弯的个数，还是在路径的长度和拐弯次数上都有所优化，证明笔者的改进遗传算法对路径规划具有一定的改进作用。

## 3 结论

通过采用笔者改进的变异算子，并对种群个体进行选择、交叉、变异操作，取得了一系列优化效果，证明此遗传算法对 AGV 路径规划具有一定的改进作用，但同时也存在着不足，如路径拐弯处并未达到完全圆滑的效果，仍然具有易发生早熟，易

陷入局部最优解的缺点，此问题有待进一步研究。

参考文献：

- [1] 周明,孙树栋.遗传算法原理及应用[M].北京:国防工业出版社,1999.
- [2] 孙奇. AGV 系统路径规划技术研究[D].浙江:浙江大学电气工程学院,2012:29-36.
- [3] 张荣松.基于改进遗传算法的移动机器人路径规划[J].计算机技术与发展,2009(7):20-23.
- [4] 朱天宇.移动机器人路径规划的研究[D].重庆:重庆大学机械工程学院,2014(6):18-28.

(责任编辑 王 雯)

(英文部分下转第 91 页)

开关信号,以实现回原点、保护等功能,这些开关信号由运动控制卡自动检测并做出反应。

MPC运动控制卡通过 62 芯屏蔽电缆与 I/O 箱内的 P62-01 转接板相连。计算机信号通过 P62-01 转接板与驱动器的连线控制驱动器,从而控制步进电机的各种运动。其中,限位器控制部分电路是由返回的原点信号通过 62 芯屏蔽电缆与 I/O 箱内的 P62-01 转接板输送到 MPC 运动控制卡,计算机即可识别位移执行器的原点。

## 5 仿真软件设计

### 5.1 设计思路

该项目在设计和实现技术思路方面,采用以下设计方案。

1) 利用 Windows 平台,采用面向对象的程序设计,缩短开发时间。

2) 根据 FBO 高度阀和差压阀试验规范,编写测试程序。

3) 根据数据检测结果自定义了数据报表的打印格式。

4) 考虑该装置检测与 KMIS 连接问题,预留了 KMIS 数据接口。

5) 采用底层控制与应用层软件分离。

### 5.2 FBO 双阀试验台客户端程序设计

FBO 双阀试验台客户端程序由标准设置模块、性能试验模块、密码设置模块、机能试验模块、数

据管理模块、系统标定模块组成。

1) 标准设置:设置 FBO 双阀试验参数,以此来判定 FBO 双阀试验是否合格。

2) 性能试验:通过点击相应的按钮可以选择单项试验或连续试验两种不同的方式进行试验。

3) 密码设置:主要用来设置不同权限用户的密码信息。

4) 机能试验:主要是用来进行 FBO 双阀试验台机能试验,也可使用单项试验、连续试验两种方式进行。

5) 数据管理:主要用来查询打印 FBO 双阀试验结果。

6) 系统标定:主要对系统的传感器进行校零和定标。

## 6 结束语

新型 FBO 双阀试验台满足我国车辆检修的要求,从各车辆段试用情况来看,该 FBO 双阀试验台测试数据准确,工作效率高,性能可靠稳定,能有力保证车辆的运行安全。

参考文献:

- [1] 张靖.检测技术与系统设计[M].北京:中国电力出版,2002.
- [2] 史敬灼.步进电动机伺服控制技术[M].北京:科学出版社,2006.

(责任编辑 石俊仙)

# Development of New FBO Double Valve Simulation Test Bench

Hu Yao-hua

(No.33 Research Institute of CETC, Taiyuan 030006 China)

**Abstract:** The paper introduces the working principle of FBO leveling valve, differential pressure valve on the 25T railway passenger car, and the main indexes, features, working principle, hardware and software design of FBO double valve simulation test bench. The test results show that the data from FBO test bench is accurate and efficient, its performance is stable. It can effectively ensure the safe operation of the vehicle.

**Key words:** FBO leveling valve; differential pressure valve; spring air cylinder

(上接第 88 页)

# A Path Planning for AGV Based on Genetic Algorithm

Guo Er-dong, Liu Nan-bo, Wu Li-hui, Wu Zhao-yun

(College of Mechanical Engineering, Henan University of Technology, Zhengzhou 450007 China)

**Abstract:** It is easy to make large turning angle using genetic algorithm for path planning under the grid environment, so the paper uses an improved genetic algorithm. Through improving the mutation operator and carrying out simulation with corresponding MATLAB program, it can get shorter path length and smaller turning angle, provide better path planning for AGV.

**Key words:** AGV; genetic algorithm; path planning