

基于遗传算法的 AS-R 移动机器人路径规划研究

谢慕君, 余光伟

(长春工业大学 电气与电子工程学院, 吉林 长春 130012)

摘要:将遗传算法应用于机器人的全局路径规划,并在 AS-R 移动机器人上进行了实验研究。首先用栅格法对机器人的工作环境进行划分,得到机器人的环境模型;其次采用遗传算法进行路径搜索,并引入多种遗传算子,增强了算法的实用性。在 AS-R 机器人上采用 VC 开发,并在 5×5 的栅格环境中进行路径规划研究。实验结果表明,遗传算法结合栅格环境对移动机器人进行路径规划,具有简单且通用的效果,所得的折线路径也更适合于机器人进行轨迹跟踪。

关键词:遗传算法;路径规划;移动机器人;栅格法

中图分类号:TP24

文献标识码:A

Research of AS-R mobile robot path planning based on genetic algorithms

XIE Mu Jun, YU Guang Wei

(College of Electrical and Electronic Engineering, Changchun University of Technology, Changchun 130012, China)

Abstract:An approach of global path planning for mobile robot based on genetic algorithms, which is used to research on AS-R mobile robot. Firstly, use grid method to divide robot's work environment, which can get the model of robot's environment. Then, adopt genetic algorithms to search the path, and introduce multiple genetic operators to enhance universal of the algorithms. Use VC to program on AS-R robot, and do path planning research in 5 × 5 grid environment. Through experiment, it shows that genetic algorithms combines grid environment to do path planning has a simple and common effect, and it can get a poly-line path, which also fits mobile robot to track.

Key words: genetic algorithms; path planning; mobile robot; grid method

路径规划是移动机器人领域中的一个基本问题,也是机器人学中研究人工智能问题的一个重要方面。路径规划首先要解决的问题是如何在具有障碍物的环境中,根据环境信息搜索一条从初始位置到目标位置的无碰撞最优路径。

根据不同的环境信息,机器人路径规划分为环境信息完全已知的全局路径规划和环境信息完全未知或部分未知的局部路径规划^[1]。全局路径规划方法主要是以基于 C 空间的自由空间法等各种几何法为主^[2],它包括环境建模和路径搜索两个子问题。随着遗传算法(GA)的提出,机器人路径规划算法也得到了相应的发展,对于传统搜索方法难以解决的复杂和非线性问题具有良好的适用性。

AS-R 机器人是双轮驱动式自主移动机器人,自带声纳、红外传感器,并具有图像采集等功能^[3]。本文研究基于 AS-R 机器人的全局路径规划,通过对周边环境进行栅格化建模,并用遗传算法进行路径搜索,实验结果证明了这种方法具有良好的路径规划效果。

《微型机与应用》2010 年第 4 期

1 机器人工作环境

将机器人建模成轮子上的一个刚体,运行在水平面上。其实 AS-R 机器人就是一个双轮前向驱动,外加一个万向轮的构造。通过机器人在平面中的位置,便可以对其坐标和角度进行定位,如图 1 所示^[4]。

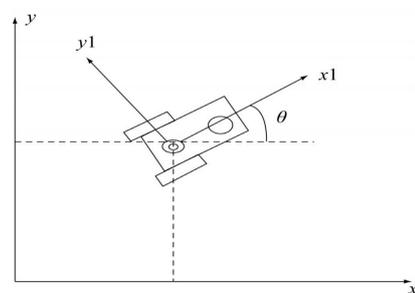


图 1 机器人在平面上的定位

假设机器人工作在二维结构化空间,并且障碍物位置、大小已知。根据起点和终点位置,用尺寸相同的栅格对机器人二维工作空间进行划分,在机器人运动过程中,障碍物的位置、大小均不发生变化,栅格化后的环境

欢迎网上投稿 www.pcachina.com 71

应用奇葩

Example of Application

模型如图 2 所示, S 代表机器人的起始位置, G 代表机器人的终点位置, 带阴影的栅格称为障碍物栅格, 机器人不能直接通过, 而空白的栅格为自由栅格, 机器人可以安全通过。在栅格化后的空间中, 用排列有序的十进制数字表示每个栅格, 以便于遗传算法进行编码, 并且以起点作为坐标的原点, 向右为 X 正半轴, 向下为 Y 轴正半轴, 由于栅格大小固定且相同, 则每个栅格的序号与所建立的直角坐标相对应, 这样能更好地对机器人定位, 同时通过调整机器人的偏角来调整机器人的姿态。

0 S	1	2	3	
5	6		8	9
10	11	12	13	14
15	16		18	19
	21	22	23	24 G

图 2 机器人的栅格化环境模型

2 遗传算法路径搜索

2.1 染色体编码

此处采用以环境的栅格序号进行实数编码, 则更简单直观, 便于运算。每个个体可表示为 $0(S)-a_1-a_2-\dots-a_{n-1}-G$, 其中 a_1, a_2, \dots, a_{n-1} 为除去起点和终点的自由栅格, 称为中间节点, 并且两两不重复, 而每个个体也是一条路径。

2.2 初始种群的产生

随机选取地图中的自由栅格不一定连续, 如果连接起点 S 和终点 G, 便构成一个个体(路径)。由于机器人运动路径可变, 因此个体长度也不确定, 这里采用变长度染色体, 随机选择个体长度也随机选择中间节点(自由栅格), 通过这种方法可以减少初始种群产生的困难。

2.3 适应值的确定

每条路径的优劣评价通过适应度函数来给出。本文中采取的个体评价函数^[5]为:

$$f = \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n+1}} \right) D$$

式中 n 为该个体通过栅格数的总和, D 为该个体中相邻序号间直线距离之和。

2.4 遗传算子操作

交叉算子: 采用单点交叉, 从父代中随机选择两个个体, 按照一定的交叉概率选择交叉点进行交叉, 产生新的个体来替换父代进而产生新的种群。

变异算子: 从一条路径中随机选择一个节点, 然后用随机产生的一个新节点来替换该节点。变异算子在增加种群多样性方面起关键作用, 所以变异后的个体不一定要优于变异前的个体。

插入算子: 引入插入操作主要是用自由栅格来填补

间断路径, 使其成为连续路径, 并且避免路径中含有障碍栅格, 保证原来的最短路径。本文建模时, 始终取左上角栅格为起点, 右下角为终点, 所以在进行插入操作时, 按照右、右下及下 3 个方向插入; 当 3 个方向都为自由栅格时, 右下栅格优先插入; 如果 3 个方向都为障碍栅格时, 则宣告插入失败, 并将该个体删除。

删除算子: 为了简化路径, 把同一个体中两个相同序号间的冗余序号删除, 并删除两个相同序号中的一个。

2.5 算法流程

(1) 种群初始化。本算法中采用随机方式生成初始种群, 并且每个个体长度也是随机产生的, 即为 $0-a_1-a_2-\dots-a_{n-1}-G$, 从而减少了产生初始种群的困难。

(2) 个体评价。利用评价函数, 计算种群中各个个体的适应值。

(3) 采用锦标赛选择和精英选择运算。父代种群进行锦标赛选择, 保留父代中最佳个体。

(4) 将交叉算子、变异算子、插入算子和删除算子作用于群体。群体经过选择、交叉、变异等运算之后得到下一代群体。

(5) 检查算法停止条件。取进化代数 N , 当达到 N 时, 算法结束并选择当前父代种群中的最优个体作为输出; 否则跳转至(2), 算法继续进行。

3 实验研究

考虑到机器人的实际大小, 取平面上方形区域 ($2500\text{cm} \times 2500\text{cm}$) 作为 AS-R 机器人的活动区域, 用 $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ 的栅格对方形区域进行栅格化划分。

在 AS-R 机器人实物上, 用 VC 进行开发, 在上述所取的方形区域上进行路径规划实验研究, 取种群规模为 20, 最大迭代数为 10, 交叉概率 $P_c=0.6$, 变异概率 $P_m=0.01$ 。通过引入插入算子和删除算子, 经过 10 次迭代得到的机器人规划路径如图 3 和图 4 所示, 其中灰色区域为障碍物占领区域, 所得两条路径的长度相同且都为最短路径, 其长度 $f_1=f_2=370.7\text{cm}$ 。

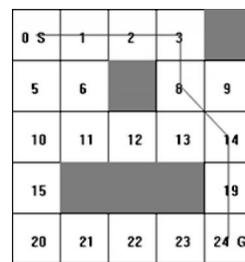


图 3 机器人路径规划结果一 图 4 机器人路径规划结果二

变换机器人的障碍物位置, 从而得到不同的路径规划。由于环境地图所限栅格总数不多, 障碍物栅格越少, 可选路径越小, 则更能看出算法的性能。如图 5 所示, 其中栅格 8 和 11 为障碍物区域, 所得路径如图实线所描述, 路径长度为 $f_3=312.1\text{cm}$, 为最短无碰撞路径。如图 6

《微型机与应用》2010 年第 4 期

应用奇葩

Example of Application

所示,其中栅格 7 和 17 为障碍物区域,经过 10 次迭代所得最短无碰撞路径如图,其长度 $f_4=291.4\text{cm}$ 。

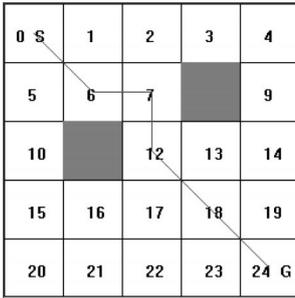


图 5 机器人路径规划结果三

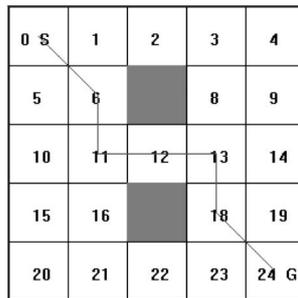


图 6 机器人路径规划结果四

本文研究了基于遗传算法的机器人全局路径规划,并在 AS-R 移动机器人上进行了实验研究,取得了很好的路径规划效果。选取一块矩形区域作为机器人的运行环境,并用栅格对其进行划分,具有简单直观的优点。在遗传算法上引入多种算子,增强了算法的通用性能。而实验规划的路径也是最优无碰撞路径,并能够很好地实现机器人的路径跟踪。

参考文献

[1] TU J, YANG S X. Genetic algorithm based path planning for a

mobile robot [J]. Proc. IEEE Intl. Conf. Robotics and Automation. Taipei, 2003:14-19.

[2] 柏艺琴,货怀清.移动机器人路径规划方法简介[J].中国民航学院学报,2003(2):203-205.

[3] 上海广茂达伙伴机器人有限公司.能力风暴智能机器人研究版 AS-R 操作手册[S]. 2008:73-75.

[4] SIEGWART R, NOURBAKHSH I R. 自主移动机器人导论[M].西安:西安交通大学出版社,2006.

[5] 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.

(收稿日期:2009-10-18)

作者简介

谢慕君,女,1969年生,教授,博士后,主要研究方向:智能控制理论研究;

余光伟,男,1984年生,硕士研究生,主要研究方向:运动控制系统。

NEC 电子推出内置 USB2.0 通信功能 16 位微控制器 实现业界尖端低功耗技术

NEC 电子日前推出 12 款内置 USB2.0 通信功能、实现业界尖端低功耗技术的 16 位全闪存微控制器“78K0R/Kx3-L”系列产品,并于即日起开始提供样品。

新产品包括 6 款外部引脚 48pin 的“78K0R/KC3-L”,以及 6 款 64 pin 的“78K0R/KE3-L”。样品价格根据存储容量、封装种类及引脚数而不同。以 128 KB 全闪存、8 KB RAM 的 64 pin QFP 封装“78K0R/KE3-L”为例,样品价格为 500 日元/个。预计 2010 年 6 月开始量产,2011 年 12 款产品的合计产量将达 100 万个/月。

作为电脑与周边设备数据传输通信规格,USB2.0 已经广泛普及。近年来,不仅仅电脑周边设备,数字影音设备、健康仪器等民生用品,在计量仪器等 FA 设备也开始采用 USB 接口。民生用品中诸如便携式音频播放器、血糖仪等多使用电池驱动。以上设备的厂商用户,对产品提出体积小、低功耗、开发周期短、成本低等需求。NEC 电子为满足以上需求推出该新产品。

新产品的特征有:

1, 实现业界最高水平低功耗,延长移动设备电池使用寿命

NEC 电子在低功耗 16 位微控制器“78K0R/Kx3-L”的基础上,集成 USB2.0 功能模块,与 NEC 电子以往的 8 位微控制器相比,待机电流只有原来的 1/7,低至 0.37 μA , 20 MHz 频率下电流为 6.4 mA(与 NEC 电子以往 8 位机产品相当)。实现了业界最高水平的低功耗,为 USB 接口的便携式设备延长电池寿命作贡献。

2, 与 8 位微控制器相比具有 7 倍处理性能

在 16 位产品上集成 USB2.0 功能控制,实现了以往 8 位微控制器 7 倍的处理性能,因此可支持电脑周边设备等复杂的民生用品及健康设备。

3, 提供含 USB 驱动在内的多种 USB 方案

推出新产品的同时,NEC 电子将免费提供 USB 功能模块用驱动。自 2010 年 1 月开始,由 Tessera 公司提供入门套件,包括 USB 评价板、开发环境、示例软件、说明文件。此外,新产品已通过 USB 相关规格制定团体“USB implementers forum”的认证试验,整机用户可在短期内构筑支持 USB 的系统。

4, 设备小型化

外部引脚 48pin 的产品为大小仅 7×7mm,厚度 1.0mm 的 TQFP 封装,64pin 的为 7×7mm,厚度 1.0mm 的 TQFP 封装。与 NEC 电子以往的 8 位产品相比,外部引脚数为 2 倍,内置闪存容量扩大到 8 倍,而封装面积降低了 17%。

更加小而薄的有外部引脚 64pin 的 5mm×5mm 的 BGA 封装,外部引脚为 48pin 的 7mm×7mm,0.75mm 厚的 QFP 封装(计划中),封装面积的降低有助于实现整机的小型化。

NEC 电子该新产品是帮助客户轻松普及 USB 通信接口的最佳选择,今后 NEC 电子仍将不断推进开发、扩充该系列产品线。

(日电电子(中国)有限公司供稿)