

基于改进遗传算法的路径规划问题研究

王嘉琦

(南京师范大学外国语学院, 南京 210046)

摘要: 本课题研究基于改进遗传算法的机器人路径规划问题。对个体的编码方案和基本遗传操作等进行改进, 并引入插入算法将离散路径点完善成一条连续无碰的路径。在总体流程上, 仍然采用种群初始化、计算适应值、选择、交叉、变异等基本动作。仿真实验结果表明, 本方法可以获得最优或较优解, 达到了预期的效果。

关键词: 栅格法; 遗传算法; 路径规划

1 引言

机器人是一种高度灵活的自动化机器, 它们实时地采集周围的环境信息, 建立环境地图, 并进行定位、自主避障和路径规划等。路径规划技术是使得机器人能够按照某一个指标搜索从起始状态到目标状态的最优或近似最优的无碰路径^[1]。遗传算法是目前最常用的一种解决该方法的方法, 它将可能的解编码成染色体, 用达尔文的自然选择学说进行选择、交叉、变异等操作, 经过若干代进化后, 输出当前最优个体。

在经典遗传算法的基础上, 对于个体的编码方案和遗传操作中的交叉等操作进行改进, 特别针对路径规划问题的特点引入插入算法, 以期将离散点完善成一条连续无碰的路径。

2 路径规划

机器人的路径规划主要涉及到如下几个问题:

(1) 机器人如何利用传感器获取周围的障碍物信息和其他的相关信息来构建环境地图。

(2) 机器人如何根据自己目前所处的位置, 来决定自己下一步的行动策略。

2.1 构建基于栅格法的环境地图

将机器人运动的环境简化为二维空间。用栅格法将环境地图分成大小相等的格子, 格数取决于环境和机器人本身的大小, 要保证在机器人运动时不会因为机器人体积过大而碰到障碍物。分好格子后, 按照从左到右、从下到上的顺序对其进行编号, 使其分布在一个直角坐标系中。如图 1 所示, 其中蓝色格子表示障碍物栅格。

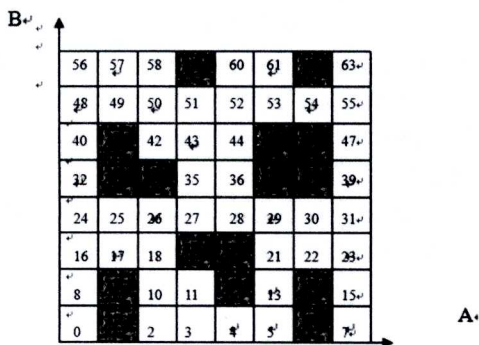


图 1 分割后的环境地图

2.2 基于遗传算法的路径规划思路描述

第一步是初始化种群, 然后进行遗传基本操作: 选择、交叉、变异和插入。经过若干次进化后, 过程停止, 输出得到的最优或较优个体。

2.2.1 种群初始化

在路径规划问题中, 一个个体代表一条从起点到终点的路径。一定数量个体的集合就是种群。初始确定了起点和终点; 首先随机生成离散点, 将由离散点组成的个体变成一条连续的无碰路径; 然后删去路径中的回路, 使个体变成一条连续无碰且没有回路的路径; 最后删去种群中相同的个体。

2.2.2 计算适应值

适应值用来衡量某个物种对于生存环境的适应程度。在路径规划问题中, 就是度量一个个体是否优越。路径越长, 有可能表示这条路径越来越被完善, 通过所有相邻点的距离之和表示。因此选取适应值函数^[2]为:

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

其中 n 代表个体路过的栅格个数, D 表示个体中所有相邻点的距离之和。

2.2.3 选择操作

选择操作是指以一定的概率从种群中选择若干个体, 它是一种基于适应度的优胜劣汰的过程。最常用的是轮盘赌算法, 转动轮盘, 获得每次轮盘停止时指针的位置, 指针停在某一扇区, 该扇区代表的个体即被选中^[3]。适应值越高的个体被选中的几率越大。

2.2.4 交叉操作

交叉操作是指生物在繁殖下一代时两个染色体之间通过交叉重组。也就是以一定的概率, 在两个染色体的某一相同位置处切断 DNA, 前后两串分别交叉组合形成两个新的染色体^[4], 并替换原父代个体。

2.2.5 变异操作

为避免造成近亲繁殖, 可以在进化过程中加入有新遗传基因的个体, 这种方法就是变异。根据自然界规律, 变异的

收稿日期: 2016-06-22

发生是小概率的。变异操作是将所有个体的每一位（除了第一位和最后一位）按照一定的概率 p 进行删除，代替父个体。

2.2.6 插入算法

在上述遗传算法的基本操作的基础上，引入插入算法的目的是将本来离散的路径点逐渐完善成一条连续的无障碍的路径。

对于个体中任意两相邻点，做如下操作：

(1) 若 A、B 两点垂直或水平有一条边相邻，说明已连续，如图 2 所示。



图 2 A,B 水平、垂直相邻示意图

(白色表示非障碍物点，蓝色表示该格子为障碍物)

(2) 若 A、B 两点斜着相邻，即有一个点相连，如图 3 所示。



图 3 A,B 斜着相邻示意图

- 1) 若其余两个点均不为障碍物，则 A、B 已连续。
- 2) 若其余两个有一个为障碍物，则将另一点 C 加入个体，插入 A 与 B 之间，该两点已连续。
- 3) 若其余两个均为障碍物，则表示这条路已被堵死，不再对其进行处理，抛弃这个个体。

(3) 若 A、B 完全不相邻，采用中值法添加点，设要添加的点为 C，如图 4 所示。

$$\begin{aligned} Cx &= \text{int}[1.0 / 2.0 * (Ax + Bx)] \\ Cy &= \text{int}[1.0 / 2.0 * (Ay + By)] \\ N &= Cy * \text{COL} + Cx \end{aligned}$$

- 1) 若 N 代表的格子不是障碍物，那么将 C 插入 A 与 B 之间。
- 2) 若 N 代表的格子是障碍物，则找到与之最近的非障碍物格子 C，将其插入 A 与 B 之间。



图 4 A,B 完全不相邻示意图

对于个体中每两个相邻的格子做如上操作，重复进行，直至该个体已经可以表示一条连续无碰撞的路径，成功；或者无法找到新的点，将该个体舍弃。

2.2.7 删除算法

经过插入算法能够将本来离散的一组路径点完善成一条

连续的路径，但有可能产生回路，删除算法就是将路径中的回路删去，使其进化成一条连续无碰且无回路的路径。

2.2.8 结束条件

遗传算法是一种随机算法，虽然在宏观上有一定的方向性，仍然要人为设置一个明确的结束条件。这里用设定最大进化代数的方法，同时若种群内只剩一个个体，也强行终止。

3 仿真结果

本算法在 VS2010 上实现，交叉概率为 60%，变异概率为 1%。如下所示几个仿真实例，当环境地图的分辨率分别为 8*8、20*20 时，具体仿真结果如下：

(1) 当分辨率为 8*8 时，设定初始种群规模为 6，最大进化代数为 100，进过三代进化得到的最优路径如图 5 所示。

(2) 当分辨率为 20*20 时，设定初始种群规模为 200，障碍物栅格 174 个，最大进化代数为 100，得到的最优路径如图 5 所示。

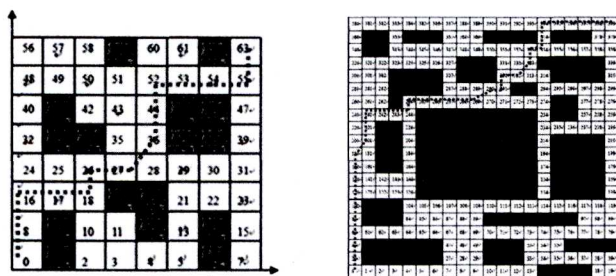


图 5 分辨率为 8*8 和 20*20 时得到的最优解

4 结语

提出了基于改进遗传算法的路径规划方法，详细论述了构建环境地图和遗传操作，并引入插入算法将离散路径点完善成一条连续无碰的路径。最后分别在分辨率为 8*8、20*20 的栅格环境下进行了仿真。

参考文献

- [1] 李磊. 移动机器人技术研究现状与未来 [J]. 机器人, 2002, 24 (5): 475-480.
- [2] 孙自广, 李春贵. 基于遗传算法的机器人路径规划 [J]. 自动化与仪表, 2009, (6): 5-7.
- [3] 刘天孚, 程如意. 基于遗传算法的移动机器人路径规划. 计算机工程, 2008, 34 (17): 214-215.
- [4] 唐国新, 陈雄, 袁杨. 机器人路径规划中的改进型遗传算法. 计算机工程与应用, 2007, 43 (22): 67-70.