

# 基于遗传算法的最短路径规划

南京大学金陵学院信息科学与工程学院 林煦涵 刘耀轩 孙海洋

**【摘要】**传统遗传算法在路径规划中对路径长短、终点选择以及路径安全度等参数进行多目标选择算法时,很难找到兼顾多个问题的合适路径。本文提出了一种改进遗传算法的思路,在遗传算法的选择、交叉、变异的基础上,增加了定调和引导收敛的方式,并加入了适应度函数的选取和判定方法。将多个问题的解决集成到一个目标函数内,解决了高效性和安全性无法兼顾的问题。最后利用Matlab进行仿真,证明了该改进算法的可行性及正确性。

**【关键词】**遗传算法;路径规划;收敛问题

The shortest path planning based on improved genetic algorithm

Lin XuHan, Liu YaoXuan, Sun Haiyang

(Information Science and Technology Academy, Nanjing University Jinling College, Nanjing 210089, China)

**Abstract:** In order to solve the traditional genetic algorithm in path planning on the problem of distance, selecting terminal points and security. We can find that it's hard to balance multiple targets. In this paper, we used an GA to solve this question as a theoretical basis. We add an idea with specified generation and guiding the convergence. It can help us to give consideration to both security and high efficiency. In the end, using the MATLAB to simulate is needful, it can also prove the correctness of this idea.

**Keywords:** Genetic Algorithm; Path planning; convergence

DOI:10.19353/j.cnki.dzsj.2017.08.134

## 引言

机器人路径规划问题是人工智能学术里必不可少的一个研究方向。通常我们关注两个方面:机器人如何获取最短的运行路径(高效性),机器人如何避开已知或未知的障碍物(安全性)<sup>[1]</sup>。因此,如何设计既兼顾高效性又兼顾安全性的路径规划算法就成了研究的难点和重点。

## 1 思路建模以及参数设置

### 1.1 建模

将路径的起点与终点规划成一个直角坐标系。其中,起点为原点(0,0),并以起点和终点作为矩形的两个顶点,画出一个矩形框<sup>[2]</sup>作为我们的路径地图。在矩形内设置若干个大小、位置随机的圆形作为障碍物,如图1所示。

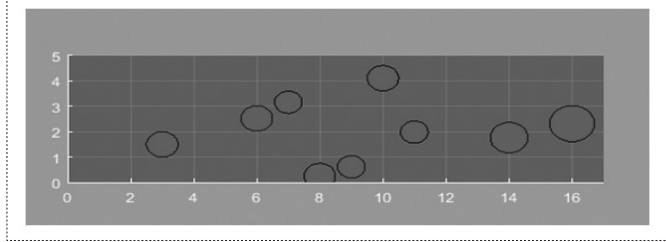


图1

### 1.2 环境参数

在Matlab程序中,如图1,用一段程序来随机产生障碍物(以圆形替代)。再用网格对我们的路径地图进行划分,每一个单位长度视作一步。

## 2 基于遗传算法的路径规划基本设计思路

### 2.1 坐标设定及编码产生

将每一步的终点横坐标 $x_n$ 和纵坐标 $y_n$ 记录下来作为下一步的起点。当进行到第 $n$ 步时,将纵坐标 $y$ 的数据通过一定比例转换成 $n$ 位二进制数,使它适用于遗传算法的各项操作,这种二进制数即为我们的编码组 $in$ 。

$$[(x_1, y_1) \rightarrow (x_2, y_2) \dots \rightarrow (x_n, y_n)]$$

### 2.2 初始种群的设定及产生

本文中,把每一步的目标位置都视作一个个体,许多不同的位

置和方向就构成了种群。而初始种群则是在算法开始运作之前,通过随机数产生的一些运行方向和位置。该种群需要包含足够多的随机因子(即有许多不同的运行方向和位置),因此必须让它足够大并且能够适应遗传算法的应用要求。将2.0中所设计的编码组 $in$ 随机的产生 $o$ 个,并进行逐一记录(即有 $o$ 个个体)。本文产生200个 $in$ 编码作为初始种群。这些个体的数值是由随机数构成的,数量也足够多。因此,可以对它们进行遗传算法操作。

### 2.3 遗传算法的参数设定

初始种群中的每个个体均都有自己的特征,而每个特征的定义都是未知的。通过一定的约束条件将它们的特征数据化,并通过数据对比来进行保留或舍弃,而保留的个体又会经历各种不同的变化(选择:保持不变、变异:发生定位变化、交叉:发生互相改变等),这就是遗传算法的基本思想。而在此之上,将约束条件也进行一定规律的数据化,使它们能够通过函数的改变来约束、引导算法达到预期的要求:

将每一步的终点数据应用在两个函数中进行对比。

①与最终目标点的距离函数 $d$

当前这一步要运行到的位置点 $(x_n, y_n)$ 到终点 $(x, y)$ 的距离 $d$ 为:

$$d = \sqrt{(x_n - x)^2 + (y_n - y)^2} \quad (1)$$

②已运行的路程函数 $L$

将每一步运行的位置点 $(x_n, y_n)$ 与这一步的起点即前一个点 $(x_{n-1}, y_{n-1})$ 的距离记录为 $l$ ,并将每一个 $l$ 进行累加,即为已运行的路程函数 $L$ 。

$$l = \sqrt{(x_n - x_{n-1})^2 + (y_n - y_{n-1})^2} \quad (2)$$

$$L = \sum l_n \quad (3)$$

有了以上参数,就可以通过算法兼顾到路径规划中的“全程最短”和“单步最短”的问题了。

当然对于路径规划来说,还应该考虑到运行时的安全问题,可加入一个参与判定的函数:

③判定障碍物与运行轨迹的距离函数 $M$

将每一步的起点 $(x_{n-1}, y_{n-1})$ 与终点 $(x_n, y_n)$ 所连成的直线 $l_n$ 与圆心 $O_n(x_0, y_0)$ 进行判定,计算出圆心到直线的距离 $M$ 。

$$M = \frac{|x_0(y_n - y_{n-1}) - y_0(x_n - x_{n-1}) + (x_n - x_{n-1})y_0 - (y_n - y_{n-1})x_0|}{\sqrt{(x_n - x_{n-1})^2 + (y_n - y_{n-1})^2}} \quad (4)$$

此时,通过 $M$ 与半径 $r$ 的数值比对,就有了判断运行轨迹是否会撞上障碍物的办法。

### 2.4 适应度函数的选择条件

适应度函数决定着某个体是否会被淘汰、是否是优质个体的问题<sup>[3]</sup>。它几乎掌握着遗传算法的“生杀大权”。因此,适应度函数的计算十分重要,而如果适应度函数的选取不当,则更有可能影响到算法的收敛速度以及准确地运行<sup>[4]</sup>。此处,考虑到最短路径问题里要求的“全程最短”和“单步最短”的两个参数,则有适应度函数:

$$f(x) = d + L \quad (5)$$

由于还需要考虑障碍物的存在,因此加入判定:若直线与圆心

基金项目:南京大学金陵学院2014教学改革重点立项项目(编号:0010521509);基于遗传算法的智能小车路径规划的研究与设计(编号201613646017X)。

的距离 $M$ 与圆半径 $r$ 的关系为 $M < r$ 时,将该个体的适应度函数 $f(x)$ 设为-1,便于算法在下次迭代时将这个个体进行舍弃或改变。而若 $M > r$ 时,则视作该条路径安全,将适应度函数的值准确的加入到个体特征中以作参考。

### 3 实例分析

流程图:

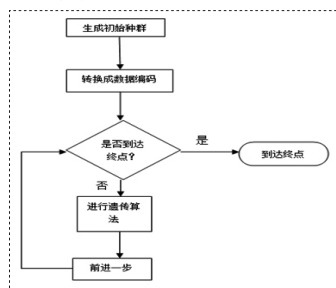


图2 路径规划流程图

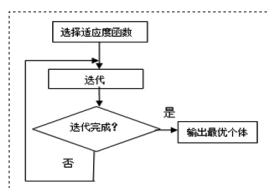


图3 遗传算法迭代流程图

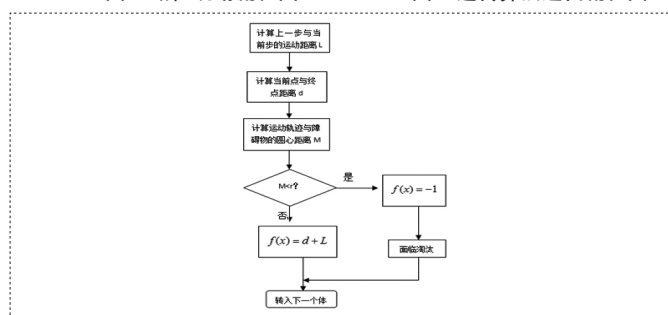


图4 适应度函数选择流程图

### 4 运行结果分析

使用Matlab仿真时,将路径地图的横坐标均分为 $n$ 步,在每一步目标点的选择时都进行了遗传算法,最后移动到终点,完成全程路径规划。如图5所示,圆为设定的障碍物,实线是由改进遗传算法计算出的最优路径,起点为 $(0,0)$ ,终点为 $(18,5)$ 路径总长度 $L$ 为18.7515。

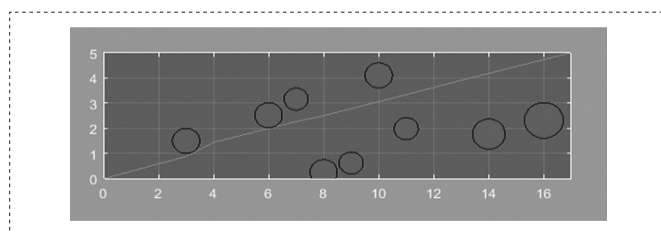


图5 运行轨迹示意图

计算出起点到终点之间的线段距离 $D$

$D=18.6815$

于是,规划出的路径 $L$ 与起点到终点的线段距离 $D$ 的差距为:

$\Delta l = L - D = 18.7515 - 18.6815 = 0.07$ 。

### 5 结束语

针对传统遗传算法<sup>[5]</sup>中无法兼顾多个目标的问题,通过对适应度函数的适当改变(加入判定)对算法进行优化,以达到避障的效果(安全性)。同时,兼顾到“全程最短”和“单步最短”的两个参数,选取出了最优最简的路径,使得路径的规划办法变得更加效率(高效性)。最后,通过Matlab仿真证明了这一思路的可行性及高效性。

### 参考文献

- [1]张颖,吴成东,于谦.基于遗传算法的机器人路径规划[J].沈阳建筑工程学院学报(自然科学版),2002(04).
- [2]成明,唐振民,赵春霞,刘华军等.移动机器人路径规划中的图方法应用综述[J].工程图学学报,2008(4):6~14.
- [3]张思才,张方晓.一种遗传算法适应度函数的改进方法[J].计算机应用与软件,2006(02).
- [4]李擎,张伟,尹怡欣,王志良.一种用于最优路径规划的改进遗传算法[J].信息与控制,2006(04).
- [5]陈国良.遗传算法及其应用[M].人民邮电出版社,1996.

### 作者简介:

林煦涵(1995—),男,本科,学生,主要研究方向:电子信息科学与技术、机器人。

孙海洋【通信作者】(1982—),男,讲师,主要研究方向:智能控制算法。

(上接第176页)

## 三、系统程序的设计

系统工作初始,需将整个程序进行初始化并清屏。系统开机时会先显示“088.0”,即预制发射频率为88MHz,该频率将送入BH1415F,之后进入键盘扫描和显示子程序的循环。当有按键按下时,程序将判断是哪个键被按下,然后执行相应的按键功能,并调用LCD显示所设置的发射频率;当没有键按下时,程序返回键盘扫描子程序,并继续判断是否有键被按下。图4为系统主程序流程图。

软件系统中的关键部分在于码制转换与合成算法的实现。频率数据需经码制转换程序由十进制BCD码转为十六进制,这是由于BH1415F的频率控制字为两个字。两个字中低11位(D0-D10)为频率数据,其值乘以0.1即为单位为MHz的输出频率。高5位(D11-D15)为控制位,D11(MONO)位为单声道/立体声控制位,D11=0时为单声道发射模式,D11=1时为立体声发射模式。D12(PD0)、D13(PD1)位用于相位控制,常规情况下均为0,当D12D13=01时,可使发射频率在最低处,D12D13=10时可使发射频率在最高处。D14(T0)和D15(T1)为测试模式控制,常规情况下为00,当T0T1=10时为测试模式。

## 四、结论

基于BH1415F的小功率无线调频发射器系统结构简单,频率设定性较高,可用于多布点同步。在环境电磁兼容要求上,既能够有选择地避开本地的调频电台,避免有意干扰,也能够低功率的条件下控制无意发射,对保障小调频同步广播技术的可靠性具有重要的意义。

### 参考文献

- [1]韩雁.C51单片机及应用系统设计[M].电子工业出版社,2016.
- [2]陈帮媛.射频通信电路[M].北京科学出版社,2002.
- [3]李雪梅.无线调频功放的设计与制作[J].电子世界,2013(6):123.
- [4]程俊红,戴青云.由BH1415F组成的数控调频台[J].黑龙江科技信息,2011(16):52.
- [5]燕济安.基于单片机的广播发射机监控系统设计分析[J].数字技术与应用,2015(2):5.

### 作者简介:

李晓林(1981—),女,吉林吉林人,硕士,长春职业技术学院工程分院讲师。