

# 关于人工势场法局部极小问题的一种解决方法

张明开<sup>1</sup>, 李龙澍<sup>2</sup>

(1. 安徽大学 计算机科学与技术学院, 安徽 合肥 230039;

2. 安徽大学 计算智能与信号处理教育部重点实验室, 安徽 合肥 230039)

**摘要:**利用人工势场法进行移动机器人路径规划是十分有效的,在使用人工势场法进行避障的时候,由于移动机器人对周围环境信息的感知具有局限性,容易导致局部极小问题的出现。针对此问题提出一种基于“沿边行为”的方法,当移动机器人进入局部极小状态时激活该行为,使机器人沿着障碍物的边缘运动,使移动机器人在只感知局部信息的条件下,能迅速地摆脱局部极小的状态。仿真实验表明这种方法是可行的,可以有效地解决移动机器人因获取的环境信息不足而陷入局部极小点。

**关键词:**人工势场法;局部极小;沿边行为

**中图分类号:** TP18

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2007)05-0137-03

## A Method for Solving Local Minimization Problem of Artificial Potential Field

ZHANG Ming-kai<sup>1</sup>, LI Long-shu<sup>2</sup>

(1. School of Computer Science and Technology, Anhui Univ., Hefei 230039, China;

2. Ministry of Edu. Key Lab. of Intelligence Computing and Signal Processing at Anhui Univ., Hefei 230039, China)

**Abstract:** It's extremely effective for path planning using artificial potential field (APF). While using APF in avoiding obstacle, it's easy to bring local minimum problem because of the limiting information of environment. A "follow-wall" is proposed for solving the problem. When the mobile robot enters into the region of local minimization, "follow-wall" begins to work. The mobile robot moves along the border of obstacle. It gets rid of local minimization rapidly. The simulated experiments show the feasibility of this method. It can avoid the mobile robot fall into local minimization for the limiting information.

**Key words:** artificial potential field; local minimization; follow-wall

### 0 引言

基于人工势场的方法是机器人运动规划中较为常用的方法,该方法具有较高的反应速度。它对障碍物建立排斥势场,对目标点建立引力势场,综合目标对机器人的吸引力以及障碍物对机器人的排斥力使机器人避开障碍物向目标点移动而形成运动规划<sup>[1]</sup>。但由于该算法依据的是局部信息环境,缺乏宏观的自我调控能力,从而容易产生局部极小的问题,导致机器人无法达到目标点,限制了人工势场法的应用。

### 1 问题的提出

人工势场法用于路径规划是由 Khatib 于 1986 年

提出的,基本思想是构造目标位姿引力场和障碍物周围斥力场共同作用的人工势场,搜索势函数的下降方向来寻找无碰撞路径<sup>[2]</sup>。图 1 为建立的人工势场, O 和 G 分别表示障碍物和目标。

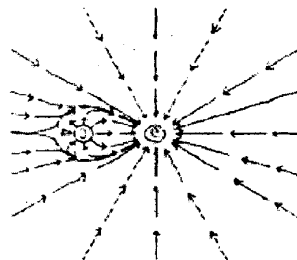


图 1 人工势场

采用人工势场的方法,在简单的环境中,很容易找出一条无碰撞的路径到达目标点。但是在复杂多变的环境中,机器人要获得环境的全局信息,一旦环境发生变化,就必须向机器人提供新的信息,如果环境变更频

收稿日期:2006-08-30

作者简介:张明开(1983-),男,安徽合肥人,硕士研究生,研究方向为机器人足球;李龙澍,教授,博士生导师,研究方向为智能软件和知识工程。

繁,那么所需的通信量将会非常的大,所以机器人不可能获得环境的全局信息。在获得环境的局部信息情况下,机器人就有可能处在如图 2 所示的两种环境中,在仿真中机器人的任务是从起始点  $S$  运动到目标点  $G$ 。由于机器人所受到的引力和斥力的反复作用,使得它在  $P$  点做震荡运动无法到达目标点  $G$ 。此时如果把机器人的运动规划看作通过梯度法求二元非线性函数极值的过程(将  $S$  点看作初值点,  $G$  点看作该函数的极值点),则图中的  $P$  点实际上类似于该函数的一个局部极小点。为方便起见,将  $P$  点称为该环境中的一个“局部极小”。

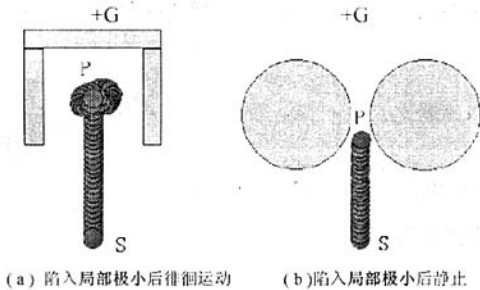


图 2 两种局部极小情况

局部极小问题出现的根本原因是机器人无法完全掌握全局信息,但是可以通过改进型的人工势场法解决,考虑机器人和障碍物的速度、加速度等动态特性,对传统的人工势场进行调节<sup>[3,4]</sup>;还可以将机器人与目标点之间的相对距离考虑进去,建立新的势场函数来解决<sup>[5]</sup>。如果机器人陷入局部极小点,解决此问题的方法有:重新定义势函数,利用模拟退火算法跳出局部极小点等<sup>[6]</sup>。文中介绍一种简单易懂的方法:基于“沿边行为”的方法。

## 2 基于“沿边行为”的方法

所谓沿边行为,顾名思义,就是当移动机器人到达局部极小点的时候,选择一个合适的方向,让机器人沿着障碍物的边缘运动,直到移动机器人跳出隐患区域,再停止该行为,那么首先要确定何时激活沿边行为,何时退出沿边行为。

### 2.1 激活和推出条件

因为沿边行为是解决机器人运动规划中的局部极小问题的,所以应该通过判断机器人是否处在局部极小点再决定何时激活该行为。针对图 2(a)中局部极小的特点是机器人到达后反复震荡,目标点位于机器人的左后方,机器人的左边存在障碍物,也可以说目标点位于机器人的右后方,机器人的右边存在障碍物;图 2(b)中局部极小的特点是机器人到达后停止不动,左右两边都很接近障碍物,因此激活条件可以表示为:

$$(1) L > M_{\max} \cap R > M_{\max} \text{ 或者}$$

$$(2) \arg\left(\frac{G-P}{DIR}\right) > \frac{\pi}{2} \cap d_{11} > 0 \cap d_{12} > 0 \text{ 或者}$$

$$(3) \arg\left(\frac{G-P}{DIR}\right) < -\frac{\pi}{2} \cap d_3 > 0 \cap d_4 > 0$$

其中:  $L$  和  $R$  表示机器人当前位置左右两边障碍物的迫近程度;  $M_{\max}$  是用于确保机器人不会与障碍物碰撞临界距离;  $\arg(X)$  表示向量  $X$  的幅角;  $G$  和  $P$  分别为用向量表示目标点和机器人的当前位置;  $DIR$  表示机器人的当前方向;  $d_i$  的含义如图 3 所示,表示机器人在  $S_i$  方向上是否存在障碍物。

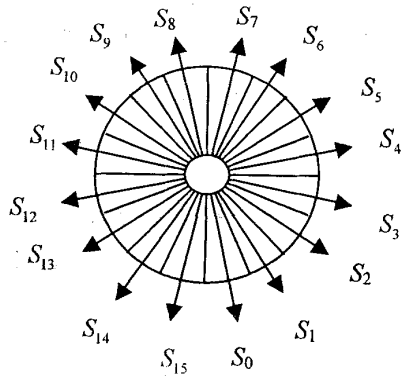


图 3  $S_i$  的示意图

沿边行为的退出条件对应着机器人摆脱局部极小的状态,可以描述为:

$$\arg\left(\frac{G-P}{DIR}\right) \in \left(-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right) \cap d_7 < 0 \cap d_8 < 0$$

式中参数的含义同上。

### 2.2 方法的描述

确定了沿边行为的激活和推出条件后,再来看一下沿边行为的具体过程。假设移动机器人可以沿 5 个方向运动,分别为  $\theta_0, \theta_1, \theta_2, \theta_3$  和  $\theta_4$ ,记  $\theta$  为沿边行为的输出,那么该方法的基本步骤如下:

1) 假设机器人沿  $\theta_i$  方向运动,下一步的位置为  $P$ ,计算  $P$  点与障碍物之间的最小距离,记为  $\text{Dis}[i]$ 。

2) 挑出满足条件  $\text{Dis}[i] > d_m$  的最小的  $\text{Dis}[i]$ ,记作  $\text{MinDis}$ 。其中  $d_m$  是一个裕量,用于确保机器人与障碍物保持一定的距离。

3) 如果  $\text{MinDis}$  不存在,说明机器人无论向哪个方向运动都不能保持与障碍物的最小距离,此时机器人保持不动。否则机器人以最大速度沿  $\theta_i$  方向运动。

流程图如图 4 所示。

### 2.3 仿真实验

针对图 2 中两种局部极小情况,采用沿边行为后,仿真结果如图 5 所示。当机器人到达  $A$  点后,沿边行为被激活,机器人沿着障碍物边沿运动。当机器人到达  $B$  点后退出条件满足,机器人摆脱了局部极小。

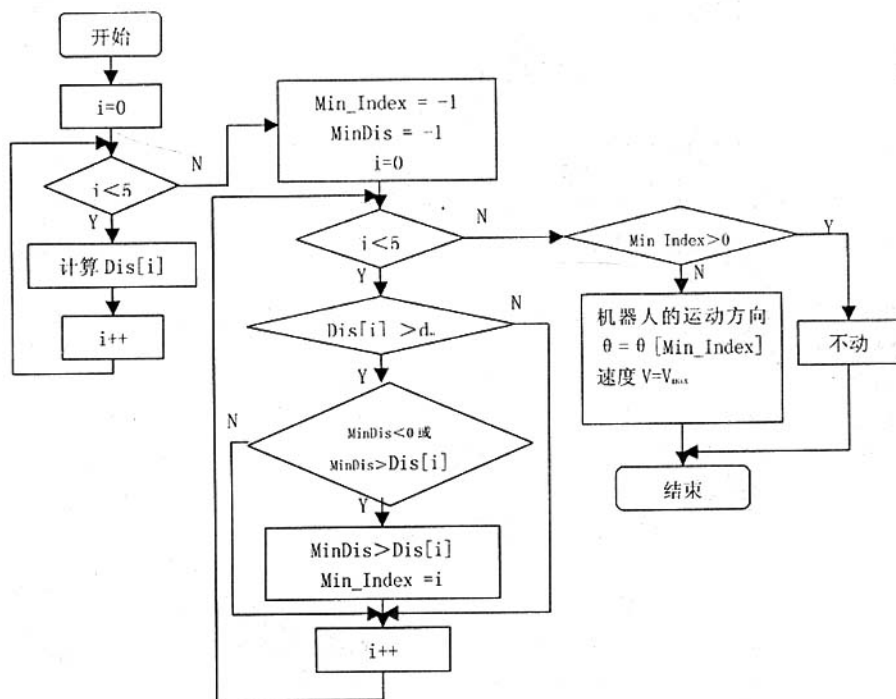


图4 沿边行为的流程图

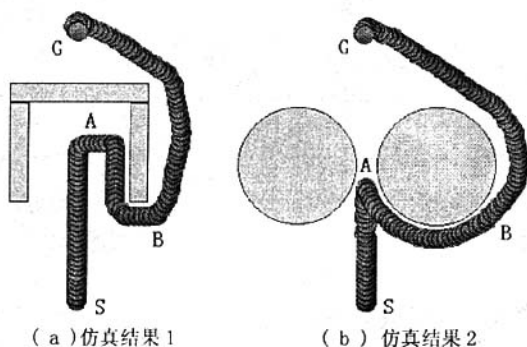


图5 采用沿边行为后的仿真实验

### 3 结束语

针对人工势场法因环境信息量有限而陷入局部极小的情况,提出一种沿边行为,通过判断移动机器人进入局部极小点激活该行为,使机器人沿着障碍物的边缘运动,从而跳出局部极小,并进行了仿真实验,证明此方法是有效的。

#### 参考文献:

- [1] 陈波,杨宜民.关于足球机器人避障控制的研究[J].机器人,2004(2):111-113.
- [2] 张祺,杨宜民.基于改进人工势场法的足球机器人避障控制[J].机器人,2002(1):12-15.
- [3] 王肖青,王奇志.传统人工势场的改进[J].计算机技术与发展,2006,16(4):96-98.
- [4] 谢雅,彭军,吴敏.足球机器人路径规划的改进型人工势场算法研究[J].计算机工程与应用,2006(9):176-179.
- [5] 王会丽,傅卫平,方宗德,等.基于改进的势场函数的移动机器人路径规划[J].机床与液压,2002(6):67-68.
- [6] 张培艳,吕恬生.基于模拟退火-人工势场法的足球机器人路径规划研究[J].机械科学与技术,2003(4):547-548.

(上接第88页)

比是最理想的,既可以保证图像的失真度,又有效地控制了图像的大小。整个压缩过程可在5s内完成。在最坏的网络条件下,一幅压缩后的JPEG图像也可以在30s内发送邮件服务器端,平均时间在10s左右。

### 3 总结

基于M22的无线图像传输系统,在实现了大数据量的无线传输的同时,利用JPEG压缩,也有效地控制了无线传输的时间。并充分利用GPRS公网资源,有效降低了系统设计成本。因此,可广泛地应用于遥控遥测、工业现场以及道路交通路口监视等领域。

#### 参考文献:

- [1] BenQ Inc. GSM/GPRS M22 datasheet and design guide, Version 0.3.0[S].2004.
- [2] 丁展,刘海英. Visual C++网络通信编程实用案例精选[M].北京:人民邮电出版社,2004.
- [3] Meyers S. More Effective C++[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [4] 大恒公司.大恒图像系列板卡DHCG300使用手册[M].北京:北京大恒公司,2003.
- [5] 张益贞,刘滔. Visual C++实现MPEG/JPEG编解码技术[M].北京:人民邮电出版社,2002.