

未知环境下移动机器人通路拓扑图的自主建立方案

田永毅, 尚冬梅

(陕西工业职业技术学院 电气工程学院, 陕西 咸阳 712000)

摘要:针对传统的移动机器人自主环境探索算法复杂度高的缺点,提出了一种未知环境通路拓扑图的自主建立方案。该方案利用区域划分、超声波测距法确定通路点,利用里程计获得通路点坐标,再根据通路点间的关联性构建全局通路拓扑图。实际应用表明,该方法具有控制结构简单、算法的复杂度低的优点。

关键词:移动机器人;超声波测距;通路点;拓扑图

中图分类号:TP271 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3044(2013)02-0376-03

The Autonomous Creating Scheme of Access Topology for Mobile Robot in Unknown Environment

TIAN Yong-yi, SHANG Dong-mei

(Department of Electrical Engineering, Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712000, China)

Abstract: Aiming at the defect of high complexity in the traditional Environment Marks algorithm for mobile robot, an autonomous creating scheme of access topology in unknown environment is researched. In this scheme, the access point is determined by use of regional division and ultrasound ranging. Secondly, the access point coordinate is obtained by milemeter. Finally, in accordance with relevancy of access points, the global topology can be created. Practical application showed that this scheme has the virtues of simple control structure and lower complexity.

Key words: mobile robot; ultrasound ranging; access point; topology

移动机器人是集环境感知、路径规划与导航、行为执行等功能于一体的综合系统。而在未知环境下,由于缺少环境的面积、形状、障碍物等信息的支持,这就要求移动机器人必须要具备自主环境识别的能力并构建全局通路点拓扑图从而进行路径规划与导航。文献[1-3]提出了几种自主环境探索的方法,但均只注重于算法的有效性和可靠性,硬件结构复杂、算法的复杂度很高。为此,该文提出了一种移动机器人对未知环境全局通路拓扑图建立方法。该方法对未知环境进行区域划分,利用超声波测距实时提取区域环境信息,获得区域环境通路点,利用罗盘里程计获得通路点坐标,再根据区域环境通路点间的拓扑连接关系构建近似完整的未知环境全局拓扑图,以期在保证算法可靠性的同时降低算法的复杂度。

1 系统硬件结构

移动机器人平台主要由微控制器、电机驱动模块(L293)、直流电机、超声波测距电路和里程计组成。其硬件结构如图1所示。

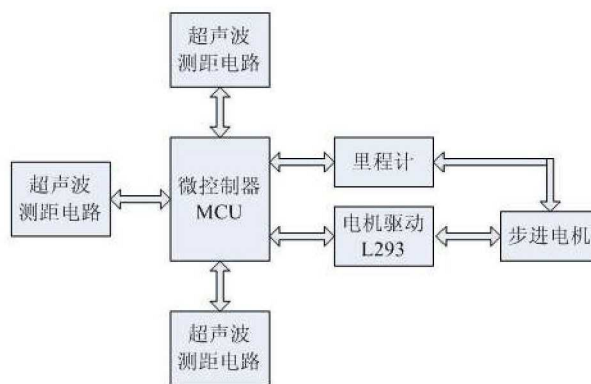


图1 移动机器人系统硬件结构图

收稿日期:2012-12-18

作者简介:田永毅(1974-),男,陕西户县人,硕士,讲师,主要研究方向为信息与通信系统;尚冬梅(1964-),女,陕西蒲城人,副教授,硕士,主要研究方向为电子测量。

3个超声波测距电路分别安装在移动机器人的前方、左侧和右侧,分别负责检测移动机器人与前方、左侧、右侧障碍物的距离并传递给微控制器。微处理器根据障碍物的位置进行区域路径规划,设定下一个通路点,并驱动电机到达该通路点。里程计根据行进距离确定当前通路点与前一个通路点的相对坐标。然后重复以上动作,寻找下一个通路点。最后,微处理器根据各通路点的关系构建全局通路点拓扑图。

2 传感器模型

机器人在空间的位置、方向、环境信息的获取是路径规划的前提和保障,这些信息的获得是依靠传感器来完成的。实验中,移动机器人系统装配的主要传感器有:超声波测距传感器和里程计。

2.1 超声波测距传感器

本文选用超声波传感器实现移动机器人测距功能。超声波传感器通过测得声源和目标物体之间的声波往返时间,便可以求得目标物体距离机器人的距离。

其工作原理是^[2]:超声波发射器向某一方向发射超声波,在发射时刻的同时开始计时,超声波在空气中传播,途中碰到障碍物就立即返回来,超声波接收器收到反射波就立即停止计时。通过不断检测超声波发射后遇到障碍物所反射的回波,测出发射超声波和接收到回波的时间差 ΔT ,然后根据下式求出距离 $S = C \times \Delta T / 2$,其中C为超声波波速即声速,常温下取值为340m/s。波速确定后,只要测得超声波往返的时间,即可求得距离。

超声波信号在空气中传播会有衰减,随着传播距离的增大,衰减也会越来越大,回波信号也越来越微弱。并且会有干扰叠加在返回信号中,因此需要对返回信号进行放大、滤波、比较等处理。该文采用CX20106芯片来实现上述过程,确保超声波测距的可靠性。CX20106芯片结构如图2所示。

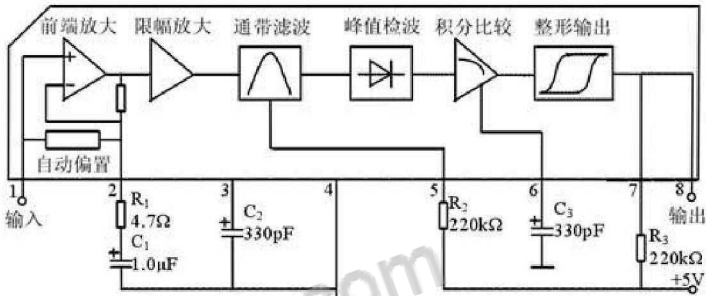


图2 CX20106芯片结构图

2.2 里程计

里程计主要原理是通过安装在移动机器人轮子上的光电编码器对轮子在单位时间内转过的弧度进行检测,并利用航迹推算法估算出机器人的实时相对位置。假设车轮半径为一光电编码器为p线/转, Δt 时间内光电编码器输出的脉冲数为N,则机器人轮子在出时间

内移动的距离 Δd (弧度)为:

$$\Delta d = 2 \times (N / p) \times \pi$$
 (1)

假设移动机器人从当前位置 P_i ——设该点坐标为(0,0),移动到位置 P_{i+1} 时,左右两个轮子的移动距离分别为 Δd_L 和 Δd_R ,且两轮间距为 a ,则位置 P_{i+1} 点坐标为:

$$x \approx (\Delta d_L - \Delta d_R) / 2$$
 (2)

$$y \approx \sqrt{a^2 - (d_L - d_R)^2}$$
 (3)

值得注意的是这种里程计存在累积误差,且随着机器人移动距离和航向角的增加,其累积误差将越来越大,因此测量精度较差。

3 自主环境探索与通路点拓扑图构建

移动机器人对所在未知环境进行自主探索以获取环境信息和构建环境地图。与传统的路径规划^[3-4]相比较,自主环境探索并不是简单的使机器人到达某一特定的目标点,而是要基于传感器所获知的环境信息来指导机器人在未知区域不断的到达一系列的通路点,直至完全遍历,以便构建整个未知环境通路点拓扑图。

3.1 环境通路点的探索

移动机器人未知环境的探索遵循以下规则:

- 1)将未知环境分割成面积为 $2r \times r$ (其中r为超声波传感器的有效测量距离)的若干区域,设定机器人初始位置坐标为(0,0)。
- 2)根据前、左、右三个不同的超声波传感器测量结果进行判断,如果三个方向的障碍物与机器人距离均大于预先设定的门限距离(考虑到机器人的转向需要,该门限距离m一般设置为转向半径的二倍,其中 $m < r$),则说明该区域存在通路点。

3)导向方案采用前方导向最优(然后左、右、后方的导向顺序)、距离最优原则。

4)向下一个通路点行进过程中,左右方向连续检测障碍。一旦测得某一侧 r 范围内无障碍,读取里程表数值;再次出现障碍时再读取里程表数值以获得无障碍区域中心点坐标。若无障碍区域宽度大于门限距离,存储无障碍区域中心点坐标并设为一个新通路点,但并不停留(即该通路点未探索)。

5)如果某一通路点前、左、右三个方向无新通路点,则返回最近的未探测通路点。

6)通路点坐标通过里程计计算。为避免里程计的累积误差,每到达一个通路点对里程计清零。即通路点坐标是通过里程计计算的与前一个通路点的相对坐标。

随着通路点状态不断被标记,移动机器人完成对所处未知环境的遍历,当整个环境中不存在尚未探索的探索通路点时,则整个环境自主探索过程结束,环境通路点的探索流程图3所示。

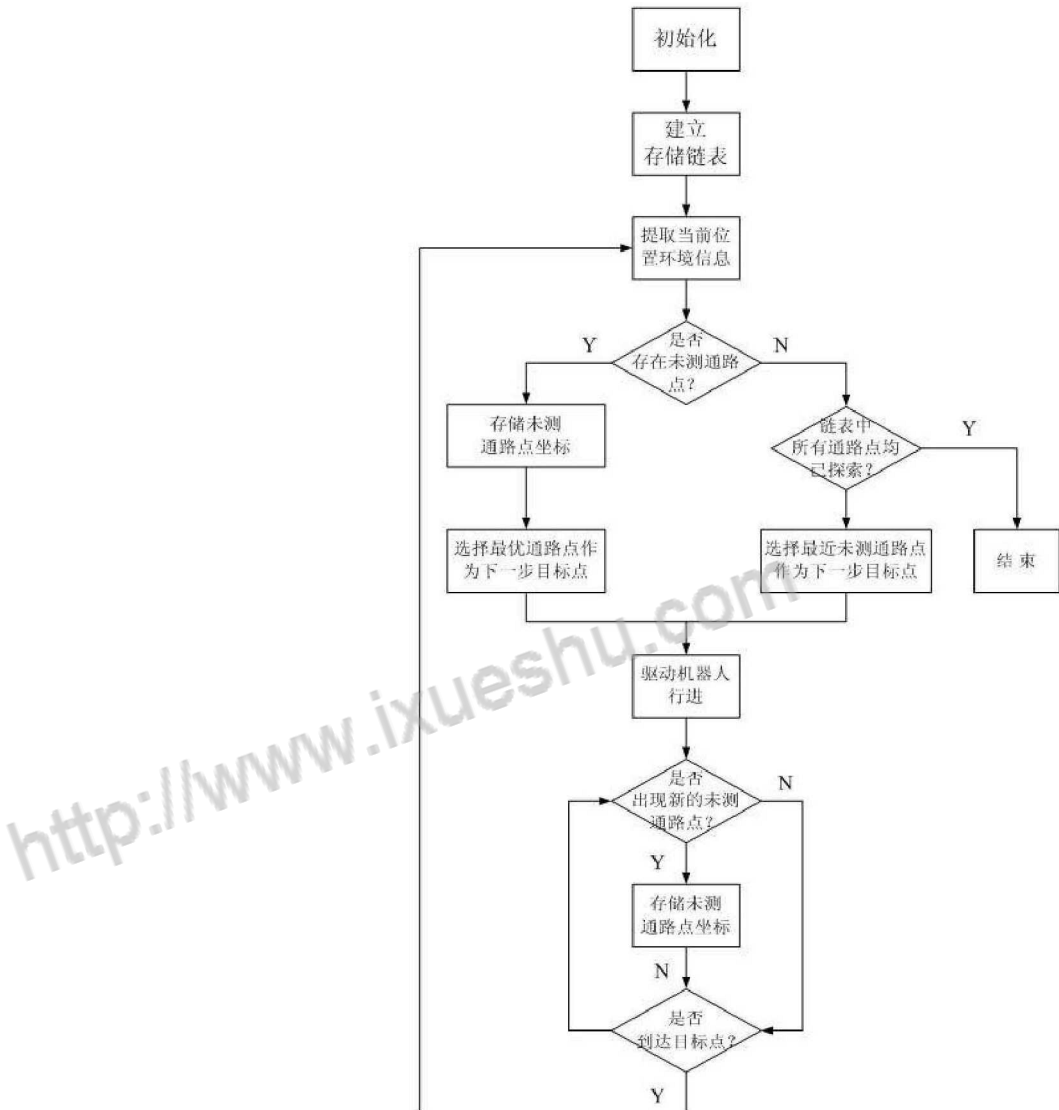


图3 环境通路点的探索流程

3.2 通路点拓扑图结构

当移动机器人完成对所处未知环境的遍历后,根据区域环境通路点间的拓扑连接关系即可构建未知环境全局拓扑图。实际应用中,为了便于通路点拓扑图的构建及维护,全局通路点可按表1所示数据结构进行存储。

表1 全局通路点数据存储结构

当前通路点编号	当前通路点坐标		相邻通路点编号			
	X	Y	前	左	右	后
1字节	1字节	1字节	1字节	1字节	1字节	1字节

(下转第382页)

米病害知识和玉米虫害知识按发病时期和发病部位、虫害类别(即虫害科目)和虫害部位进行分类,最后存入数据库中。

3.3 知识表示

知识表示就是对知识的一种描述,或者说是一组约定,是一种计算机可以识别的用于描述知识的数据结构。对知识进行表示的过程就是把知识编码成某种数据结构的过程。

本专家系统采用产生式规则知识表示法^[9],它是知识表示的一种方式,通常表示的具有因果关系的知识,一般形式如下:

IF P Then Q 或 $P \rightarrow Q$;

其中,P是产生式的前提,也可称为前件、条件或前提条件,用于指出该产生式是否可用的条件;Q是产生式的结论,或者是操作、后件,用于指出当前P所指示的条件被满足时,应该得出的结论或操作。本系统中将结论Q规定为标识号,如果条件成立,则Q为此条记录的标识ID。整个产生式的含义是:如果条件P被满足,那么可以推出Q。

以玉米斑枯病为例,ID:25,发病时期:成株期,发病部位:叶部,症状:玉蜀黍生壳针抱和玉蜀黍壳针抱引起的斑枯病主要为害叶片。初生病斑椭圆形,红褐色,后中央变为灰白色、边缘浅褐色的不规则形斑,致叶片局部枯死。两者常混合发生,较难区别。将知识用规则描述如下:

Rule2 :IF 发病时期="成株期" AND 发病部位="叶部" AND 症状="所选症状"

THEN flag="ID"

然后通过标识ID快速定位到数据表中该条记录,把灾害的防治方法输出到人机界面。

4 结束语

甘肃省玉米病、虫害诊断专家系统的开发,弥补了专家人才的紧缺,实现了专家知识的普及。而在整个系统中,知识库承担着整个系统的知识支持,因此,知识库的构建是专家系统的重点之一,也是核心模块之一。该文以关系型数据库SQL Server 2005为数据库管理系统,详细地阐述了玉米病虫害诊断专家系统知识库构建技术、知识表示技术,系统采用“Web浏览器/Web服务器/数据库系统”三层分布的工作模式,整个系统运行正常,效率高,对该领域知识库的开发具有一定的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 顾炜江.银杏种植专家系统设计及开发[D].南京:南京林业大学,2010:2-3.
- [2] 王霓虹,窦智勇.城市绿化林带病虫害专家系统知识库设计与实现[J].林业机械与木工设备,2009,37(8):36-40.
- [3] 明日科技.郑齐心.ASP.NET项目开发案例全程实录[M].北京:清华大学出版社,2011:12-15.
- [4] 刘道华,乔春平.专家系统中知识的关系化表示方法[J].信阳师范学院学报,2005,18(4):491-493.
- [5] 顾静秋.农业专家系统的知识获取、表示与推理[J].办公自动化杂志,2004,1:32-34.
- [6] 刘菲.基于GIS的吉林省玉米病虫草害专家系统的研究与实现[D].吉林:吉林大学信息技术学院,2011:14-16.

(上接第378页)

微处理器获得每一个通路点坐标及与之联通的通路点编号,即获得了移动机器人所处未知环境的全局拓扑图。在后续的路径规划和导航中就可以计算出任意两点间存在的通路,并计算出每条路径的长度,从而做出最优路径选择。

4 结束语

本文构建了一种多传感器移动机器人系统,并以此为平台,提出了一种未知环境全局通路拓扑图的自主建立方案。该方案对未知环境进行区域划分,利用超声波测距实时提取区域环境信息,获得区域环境通路点;利用罗盘里程计确定通路点坐标,再根据区域环境通路点间的拓扑连接关系构建近似完整的未知环境全局通路拓扑图,为后续的路径规划与导航提供保障。实验表明,该方案系统结构简单、成本低、通路点算法的复杂度较低的优点。

参考文献:

- [1] 蔡自兴,贺汗根,陈虹.未知环境中移动机器人导航控制理论与方法[M].北京:科学出版社,2009.
- [2] 刘喜昂,周志宇.基于多超声传感器的机器人安全避障技术[J].测控技术,2004,23(2):71-73.
- [3] Carpin S, Pagello E. On parallel RRTs for multirobot systems[C]//Processing of the 8th Conference of the Italian Association for Artificial Intelligence, Siena, 2002:834-841.
- [4] Lindemann S R, LaValle S M. A multi-resolution approach for motion planning under differential constraints[C]//Proceeding of IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006:139-144.
- [5] 郝宗波,洪炳熔.未知环境下基于传感器的移动机器人路径规划[J].电子学报,2006,25(9):40-45.
- [6] 王醒策,张汝波,顾国昌.基于势场栅格法的机器人全局路径规划[J].哈尔滨工程大学学报,2003,24(4):170-172.



论文写作，论文降重，
论文格式排版，论文发表，
专业硕博团队，十年论文服务经验



SCI期刊发表，论文润色，
英文翻译，提供全流程发表支持
全程美籍资深编辑顾问贴心服务

免费论文查重：<http://free.paperyy.com>

3亿免费文献下载：<http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重：http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载：<http://ppt.ixueshu.com>

阅读此文的还阅读了：

- [1. 未知环境中移动机器人实时导航与避障的分层模糊控制](#)
- [2. 未知环境下的机载自主导航](#)
- [3. “环保拯救生存环境” 话题演练](#)
- [4. 未知环境下移动机器人运动目标 跟踪技术研究进展](#)
- [5. 未知环境下移动机器人安全路径规划的一种神经网络方法](#)
- [6. 在未知环境中作业移动机器人的定位算法](#)
- [7. “三标一体” 管理体系在测绘单位持续有效运行探讨](#)
- [8. 基于主动探测的室内未知环境下移动机器人地图创建算法](#)
- [9. 未知环境下改进的基于RRT算法的移动机器人路径规划](#)
- [10. 轮式移动机器人在未知环境下路径规划](#)
- [11. 移动机器人在部分未知环境中作业的定位算法](#)
- [12. 完善项目质量管理,创建和谐施工环境](#)
- [13. 未知环境下移动机器人运动目标跟踪技术研究进展](#)
- [14. 移动机器人未知环境自主探测的一种高效算法](#)
- [15. 未知环境下的移动机器人环境建模研究](#)
- [16. 未知环境中多移动机器人协作围捕的研究\(英文\)](#)

- [17. 未知环境下的移动机器人主动寻径导航策略](#)
- [18. 移动机器人条件反射能力的实现](#)
- [19. 网络环境下大学英语自主学习策略的研究](#)
- [20. 未知环境下基于FSA的移动机器人导航策略](#)
- [21. 未知环境中移动机器人基于行为的自主导航与环境构建](#)
- [22. 环境和职业健康安全管理体系中的管理方案和运行控制的关系](#)
- [23. 幼儿园区域活动的创设和利用](#)
- [24. 未知环境下移动机器人遍历路径规划](#)
- [25. 未知环境中多Agent自主协作规划策略](#)
- [26. 未知环境中基于强化学习的移动机器人路径规划](#)
- [27. 轮式移动机器人个体在未知环境中实时免碰路径规划](#)
- [28. 如何提高初中英语课堂教学质量](#)
- [29. 浅谈北京市大气污染与基于交通规划的环境解决方案](#)
- [30. 基于模糊控制器的未知环境下移动机器人导航](#)
- [31. 未知室外环境下移动机器人的三维场景重建](#)
- [32. “政学研” 联合共建西部资源环境科研中心](#)
- [33. 动态未知环境下移动机器人的路径规划新方法](#)
- [34. 临江西路道路工程设计的回顾与思考](#)
- [35. 室内未知环境下移动机器人特征地图创建研究](#)
- [36. 教师要善于优化自主研修环境](#)
- [37. 未知环境下基于传感器的移动机器人路径规划新方法](#)
- [38. 未知环境下移动机器人自主搜索技术研究](#)
- [39. 移动机器人未知环境地图构建仿真平台](#)
- [40. 未知环境下的移动机器人仿真平台设计](#)
- [41. 电子商务环境安全性探讨](#)
- [42. 移动机器人在未知环境下的同步定位与地图重建方法](#)
- [43. 基于概率数据关联交互多模滤波的移动机器人未知环境下动态目标跟踪](#)
- [44. 在未知环境中在于模糊逻辑的移动机器人行为控制](#)
- [45. 动态未知环境下基于相对坐标系的移动机器人实时运动规划](#)
- [46. 浅谈河南三门峡职业技术学院3#教学楼的方案构思](#)
- [47. 浅谈小学语文高效课堂的构建](#)
- [48. 在英语合作学习中培养学生的表现欲](#)
- [49. 基于扫描法在线构造拓扑图的路经规划算法](#)
- [50. 初中数学自主探究性教学方式在“Z+Z”环境下的应用](#)