

# 基于ROS导航技术的应用实现

施维<sup>1</sup> 笄晨<sup>2</sup>

苏州大学应用技术学院 江苏昆山 215300

**摘要:** ROS作为机器人主流的操作系统,一直占据着十分重要的地位,轮式机器人具有环境感知、规划决策、自主定位等功能。本文在Gazebo仿真环境下搭建一个小车模型,利用Arbotix控制小车的运动,选择合适的SLAM功能包,最后实现小车的自主导航功能。通过在仿真环境下对小车进行测试,该小车能够完成实时定位与自主导航的任务,具有模块化、快速落地、稳定性等特点,为真实小车的实现奠定基础。

**关键词:** ROS系统;仿真;自主导航

## 一、引言

随着经济的发展,社会的进步,人们的生活水平越来越高。各种各样的机器人出现在我们生活当中:汽车装配中的机械臂、商场里的服务机器人<sup>[1]</sup>、医院的手术机器人、交通中的无人驾驶等等。这些机器人能够应对恶劣的工作环境,减少用工成本,高效地完成人类难以完成的任务。在无菌场所,地下管道,煤矿矿井等不适合人类工作的场所,机器人的应用就显得格外重要。本文旨在设计一款机器人移动底盘,在没有人工干预的条件下,自主导航到目标点,进而完成指定的工作任务。

## 二、ROS系统

ROS系统作为当下机器人研究的热点技术,各大高校都参与了机器人的技术研究,市面上的很多商品也都应用了ROS系统。斯坦福大学于21世纪初首次将ROS应用到了生活中,创造了许多机器人模型。ROS作为一个开发机器人软件的框架,集成了一系列的工具、依赖库以及案例,拥有庞大的开源社区。真实机器人硬件成本昂贵,小则几千,动辄上万,因此本文在Linux Ubuntu18.04的环境下,选取ROS Melodic版本,在Gazebo上搭建小车模型,构建仿真环境地图。利用其丰富的社区资料,搭建一款机器人小车,完成机器人的建图与自主导航<sup>[2]</sup>。

**基金项目:** 本项目来源于苏州大学应用技术学院第二十三批大学生课外学术科研基金项目(编号:KY20211216B)。

**作者简介:** 1.施维(1999-),男,汉族,江苏苏州,在读本科,研究方向:单片机与机器人控制。

**通讯作者简介:** 2.笄晨(1994-),男,汉族,江苏镇江,硕士,助教,研究方向:机器人与人工智能技术。

## 三、移动小车总体设计

移动小车的仿真设计主要包括物理模型设计和软件设计,物理模型设计包括外壳设计、编码器、传感器、激光雷达模型添加等等;软件设计包括机器人建图与自主导航功能包的集成,如图1所示。

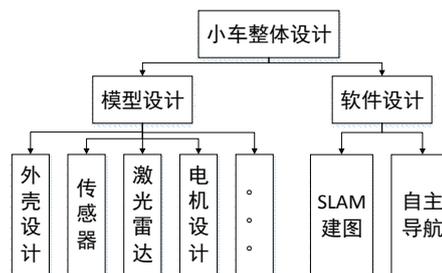


图1 整体架构设计

### 1. 硬件设计

#### (1) 仿真环境

由于硬件价格的限制,该实验在仿真环境下完成基本模型的搭建,集成ROS环境下的Gazebo、rviz、rqt等插件,完成机器人自主导航的应用与测试,具体的硬件版本如表1所示。

表1 硬件版本选择

版本型号选择		
序号	名称	版本/型号
1	Ubuntu	18.04
2	ROS	Melodic
3	处理器	Intel i5-3
4	内存	16G DDR3
5	Gazebo	9.0.0
6	激光雷达	50Hz

#### (2) 外壳设计

采用URDF模型进行机器人的外壳建模,根据规则利用joint与link之间的关系,完成小车模型关节间的设

计<sup>[3]</sup>。根据物体材料属性，合理地配置惯性属性和碰撞参数，能够模拟小车碰撞的特点。该模型具有结构简单、快速成型、方便修改的特点，同时也可以对小车进行运动学和动力学分析。

### (3) 移动设计

采用差速法对小车进行控制，选取 Arbotix 控制电机和舵机，继而控制小车的运动，Arbotix 拥有 ROS 功能包，提供了一个差速控制器，通过接收速度控制指令，更新机器人的里程计状态，适合机器人的快速开发。

### 2. 里程计

里程计是衡量我们从初始位姿到终点位姿的一个标准，在地图中要想实现机器人的定位与导航，必须事先知道机器人的位姿，所以需要加入里程计信息。常见的里程计有视觉里程计和轮式编码器，本文采用 Arbotix 自带的轮式编码器，通过测量车轮转过的圈数来估算小车的位置，同时辅以惯导模块，通过积分运算，估算机器人实时位姿，弥补编码器的不足。

### (1) 激光雷达

作为 ROS 导航的核心，激光雷达必不可少，通过雷达能够实时感知周围环境、获取环境深度信息，探测周边障碍，计算距离信息等。具有精度高、响应快、数据量小的特点，本文通过设置雷达扫描频率为 50Hz 来实时获取周围环境的数据。

### 3. 软件设计

#### (1) SLAM 建图功能包

本文选取激光 SLAM 进行建图，将 GMapping 跟 Hector 两种建图方式进行对比<sup>[4]</sup>，选取合适的地图作为导航地图，两者最终都是建立二维栅格地图，算法的不同导致最终建图的差异。GMapping 基于粒子滤波算法，需要里程计信息来保证运动模型的准确性；Hector 基于高斯牛顿法，转化成求解最小二乘的最优化问题，不需要里程计，但是要求高帧率的激光雷达。

#### (2) 自主导航功能包

导航有两个过程组成，定位与路径规划。机器人在导航的过程中需要时刻计算当前的位置，Navigation 使用 AMCL 来进行概率定位，融合多个传感器的信息，使用粒子滤波跟踪机器人的位姿；导航部分则采用 move\_base，通过对代价地图的计算，绕开障碍物完成全局和局部的路径规划<sup>[5]</sup>。

### 四、实验结果分析

采用 GMapping 跟 Hector 的进行建图，综合对比大地图、小地图场景以及机器人低速、中速场景下建图的效果，选择最优的二维栅格地图。如图 2、3 所示为 Gazebo

环境下 10m\*10m 与 20m\*20m 的地图，图 3 地图的面积是图 2 的 4 倍。蓝色代表的是机器人，周围物体代表的是障碍物。

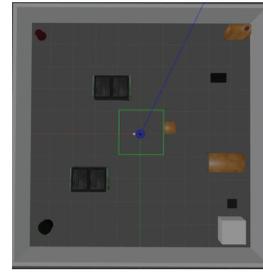


图 2 10\*10 的仿真环境

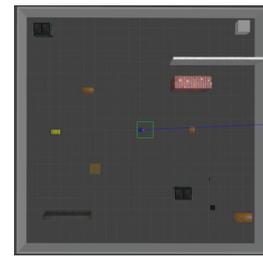


图 3 20\*20 的仿真环境

使用 GMapping 和 Hector 在中速 3.1cm/s 和低速 2.2cm/s 的速度下，在大小地图上分别建图，建图效果如图 4 所示，a、c 是小地图低速建图的结果，c、d 是大地图中速建图的结果，分别使用两种方法在小地图低速和大地图中速上进行地图的创建。使用 (GMapping\_G, Hector\_H, Big\_B, Small\_S, Low\_L, Middle\_M) 简写表示。

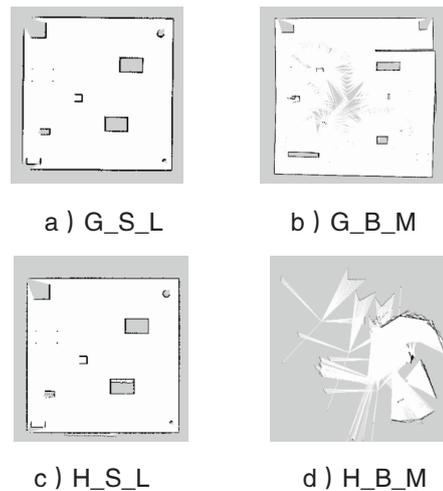


图 4 SLAM 建图效果对比

综合对比图 4 中四副图片，首先进行横向对比，GMapping 利用激光雷达检测出周围的特征点，利用粒子滤波算法在小地图中能够构建出较好的数据信息，但是每个粒子都需要携带一幅地图，在构建大地图的时候，速度很慢，中间区域因为缺少周围障碍物的参考点，导致机器人的位置发生了漂移，墙壁与障碍物也发生了些

许的扭曲,中间灰度区域可以通过后期图片修复技术或者机器人自旋转寻找特征点处理,但是因为没有回环检测,自旋转重采样的过程将会增大里程计的累积误差,在小场景建图中,GMapping具有较好的鲁棒性。图c与图d的对比过程中发现,因为Hector缺少里程计信息,在速度稍快,或转弯的过程中,很容易丢失特征点。在图a与图c的进行纵向对比中发现,两种建图方法在小地图与低速建图中,均有着较好的建图效果。

GMapping和Hector在小场景的地图中建图较好,在大地图、特征点少的场景,因为缺少回环检测建图效果欠佳。Hector缺少里程计的信息,建图的过程需要控制小车的速度。综合对比建图的效果,使用Navigation对Hector建立的小地图进行自主导航实验<sup>[6]</sup>。图5为导航前机器人位置,图6为机器人导航后的目标位置,全局路径规划需要进行大量的计算导致机器人运动速度缓慢,因此需要很长的时间才可以运动到导航点,而机器人在接近和到达目标点的过程中,机器人的雷达数据不稳定。

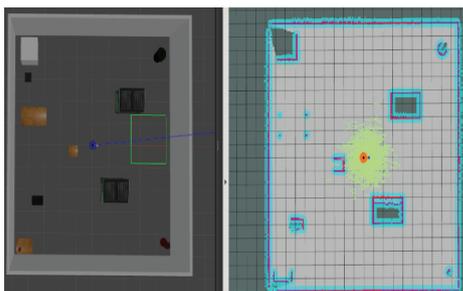


图5 导航前位置

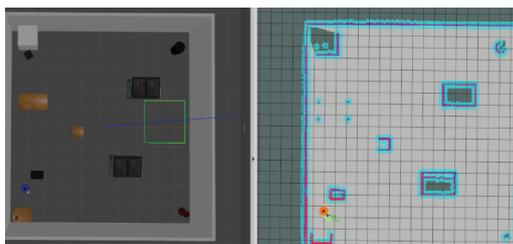


图6 导航后位置

## 五、总结与展望

本文结合ROS操作系统,在Gazebo环境中建立小车模型,配置传感器数据,对比两种激光SLAM建图的优缺点,分析建图算法间的差异。利用仿真环境,极大地减少了硬件成本,利于研发阶段的算法验证,为后期真实机器人的运行、建图、导航奠定基础。同时实验中也存在很多的不足,机器人模型仅是简单的几何图形拼装,缺少机器人的美感,真实环境地图只使用了10m\*10m和20m\*20m的地图,大小存在一定局限性;导航算法存在计算时间过长,规划缓慢的缺陷。

### 参考文献:

- [1]陈永圣,周龙翔,马尹琪.对ROS系统下的社区服务型机器人的研究[J].电子世界,北京市,2021.(14):13-14.
- [2]李润夺,崔旭晶等.激光雷达SLAM导航的智能巡检机器人[J].信息技术与信息化,山东省济南市,2021.(08):229-231.
- [3]朱建军,王明园,张博文.基于ROS的轮式机器人建模方法与仿真研究[J].吉林化工学院学报,吉林市,2021.38(03):61-65.
- [4]张睿,房守江.基于ROS的SLAM智能车[J].汽车维修与保养,北京市,2021.(06):86-87.
- [5]李峥.基于ROS平台的导航机器人路径规划研究[J].现代信息科技,广州市,2020.4(14):163-165.
- [6]Morgan Quigley等.ROS机器人编程实践[M].北京:机械工业出版社,2018.135-143.