

论文检测全文报告

基本信息

报告编号: 20210424514480451D0709830

文档名称: 基于SLAM激光雷达的送餐机器人

提交方式: 上传文档检测

提交时间: 2021年04月24日

正文字符数: 19252

正文字数: 14154

检测范围: 大雅全文库

总体结论

文献相似度: 42.79%

去除参考文献相似度: 42.79%

去除本人已发表论文相似度: 42.79%

重复字符数: 8237

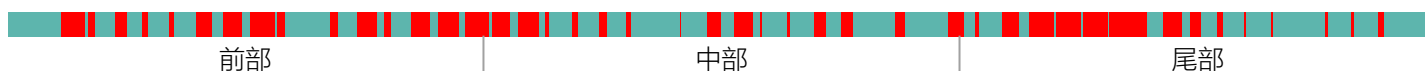
文献原创度: 57.21%

单篇最大相似度: 7.11%

单篇最大重复数: 1421

最相似文献题名: 基于移动互联智慧学生餐厅的设计与应用

相似片段分布



最密集相似段: 13

前部相似段: 14

密集相似段: 13

中部相似段: 16

非密集相似段: 19

尾部相似段: 15

典型相似文献

相似图书

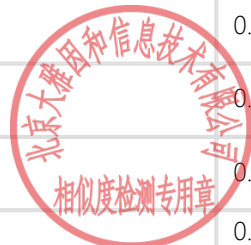
序号	题名	作者	出处	相似度
1	ROS机器人开发实践	胡春旭	北京: 机械工业出版社, 2018.05	6.02%
2	精通ROS机器人编程	郎坦·约瑟夫 (Lentin Joseph); 乔纳森·卡卡切 (Jonathan Cacace)	北京: 机械工业出版社, 2019.02	5.41%
3	ROS机器人编程与SLAM算法解析指南	陶满礼	北京: 人民邮电出版社, 2020.02	3.8%
4	2018年地面无人系统大会论文集	中国国防工业企业协会	北京: 科学技术文献出版社, 2018.12	2.6%
5	全国高等院校应用型创新规划教材·计算机系列 Python程序设计实用教程	杨连贺;董禹龙;房超;毕璐琪;梁润宇;杨阳;彭进香	北京: 清华大学出版社, 2018.06	1.58%
6	Python程序设计习题解析	周元哲	北京: 清华大学出版社, 2017.05	1.32%
7	普通高等教育新工科人才培养规划教材 Python程序设计教程 大数据专业	李治国;武春岭;唐乾林;梁雪梅;鲁先志;周璐璐;赵怡	北京: 中国水利水电出版社, 2018.07	1.21%
8	Android移动开发项目化教程	李扬;任学雯	航空工业出版社, 2017.01	1.19%
9	ANDROID移动应用开发任务驱动教程 ANDROID STUDIO + GENYMOTION	陈承欢;赵志茹	北京: 电子工业出版社, 2016.01	1.19%

10	ArcGIS开发权威指南	陈于立	北京：电子工业出版社，2015.09	1.19%
11	Python程序设计基础	周元哲	北京：清华大学出版社，2015.08	1.08%
12	App Inventor Android移动应用开发实战	范士喜	北京：清华大学出版社，2019	0.94%
13	变身程序猿ANDROID应用开发	北京育知同创科技有限公司组;陈川;韩炳开;王向军;石倩倩	北京：电子工业出版社，2017.01	0.91%
14	计算机网络基础实验与课程设计 第2版	袁宗福;邓秀慧	南京：南京大学出版社，2014.01	0.88%
15	ARM接口编程	唐振明;田荣华;杨健	北京：电子工业出版社，2012.06	0.88%
16	现代数字电路与逻辑设计实验教程	袁东明;史晓东;陈凌霄	北京：北京邮电大学出版社，2013.04	0.88%
17	现代数字电路与逻辑设计实验教程	袁东明;史晓东;陈凌霄	北京：北京邮电大学出版社，2011.03	0.88%
18	Python程序设计案例教程	徐光侠;常光辉;解绍词;黄德玲	北京：人民邮电出版社，2017.05	0.86%
19	ROS机器人高效编程 原书第3版	阿尼尔·马哈塔尼;路易斯·桑切斯;亚伦·马丁内斯等;张瑞雪;刘锦涛	机械工业出版社，2017.09	0.83%
20	ROS机器人程序设计 原书第2版	恩里克·费尔南德斯等;刘锦涛;张瑞雷	北京：机械工业出版社，2016.11	0.8%
21	ROS机器人程序设计	马丁内斯	北京：机械工业出版社，2014.09	0.78%
22	Python程序设计与算法基础教程	江红;余青松	北京：清华大学出版社，2017.07	0.77%
23	高等学校计算机教育规划教材 Python程序设计	翟萍;王军锋;翟震;郎博;赵丹;张魏华	北京：清华大学出版社，2020.02	0.77%
24	Python程序设计教程	江红;余青松	清华大学出版社；北京交通大学出版社，2014.09	0.77%
25	Python程序设计与算法基础教程	江红;余青松	北京：清华大学出版社，2019	0.77%
26	高等学校计算机教育规划教材 Python程序设计实验教程	翟萍;王军锋;翟震;郎博;赵丹;张魏华	北京：清华大学出版社，2020.01	0.77%
27	Linux操作系统实用任务教程	邱建新	北京：清华大学出版社，2015.07	0.76%
28	数据科学与大数据技术导论实验	陈明	北京：北京师范大学出版社，2018.07	0.76%
29	机电一体化系统设计及应用	祁文军;姜宏	上海：华东师范大学出版社，2017.11	0.74%
30	数控机床电气故障诊断与维修技术 高职	金玉	西安：西安电子科技大学出版社，2018.06	0.74%
31	电力电子与运动控制系统	李月芳;陈束;蒋正炎	北京：中国铁道出版社，2013.12	0.74%
32	工业自动化系统与技术	徐立芳;莫宏伟	哈尔滨：哈尔滨工程大学出版社，2014.08	0.74%
33	可编程序控制系统设计师 S7-1200系列自动线教程	韩琳;邵忠良	广州：华南理工大学出版社，2014.03	0.74%
34	纺织印染电气控制技术400问	孙同鑫	北京：中国纺织出版社，2007.02	0.74%
35	机器视觉与传感器技术	邵欣;马晓明;徐红英;张方杰	北京：北京航空航天大学出版社，2017.08	0.74%
36	变频器与步进伺服驱动技术完全精通教程	向晓汉;宋昕;钱晓忠审	北京：化学工业出版社，2015.03	0.74%
37	大型游乐设施安全技术丛书 大型游乐设施设计	付恒生;林明;梁朝虎	上海：同济大学出版社，2015.07	0.74%
38	机器人系统设计及其应用技术	赵建伟	北京：清华大学出版社，2017.11	0.74%
39	第十一届全国大学生电子设计竞赛获奖作品选编 2013 本科组	全国大学生电子设计竞赛组委会	北京：北京理工大学出版社，2015.05	0.74%
40	风力发电机组机械装调工 中级	《风力发电职业技能鉴定教材》编写委员会组织	北京：知识产权出版社，2015.12	0.74%
41	大学计算机应用技术	董卫军;索琦;邢为民	北京：科学出版社，2014.05	0.72%
42	小型智能系统设计与制作	何小河	武汉：武汉理工大学出版社，2011.06	0.72%
43	Python 3.5从零开始学	刘宇宙	北京：清华大学出版社，2017.08	0.71%

44	Python 3.7从零开始学	刘宇宙;刘艳	北京: 清华大学出版社, 2018.10	0.71%
45	Linux基础	陈明	北京: 北京师范大学出版社, 2017.08	0.7%
46	网络安全协议综合实验教程	杨浩淼;李洪伟;冉鹏	北京: 清华大学出版社, 2016.06	0.7%
47	网络操作系统项目教程	冯思泉;蔺玉珂	北京: 中国水利水电出版社, 2014.01	0.7%
48	网络安全技术项目化教程	刘坤	北京: 北京理工大学出版社, 2017.09	0.7%
49	仿龟机器人的设计与制作	罗庆生;罗霄;李铭浩	北京: 北京理工大学出版社, 2019.07	0.7%
50	计算机硬件基础与维护技术	柳炳祥;卢荣华;江晓强;林洋;江伴东	北京: 清华大学出版社, 2015.08	0.7%

相似期刊

序号	题名	作者	出处	相似度
1	智能机器人避障路径规划算法研究	张永妮	中小企业管理与科技, 2016, 第4期	4.01%
2	基于SLAM的移动机器人自主返航控制系统设计	高波;施家栋;王建中;闫国栋	机器人技术与应用, 2017, 第5期	2.55%
3	警用巡逻机器人导航系统设计及关键技术研究	刘彪;柏林;周科	中国安全防范技术与应用, 2018, 第3期	2.34%
4	基于改进D*算法的移动机器人路径规划	张贺;胡越黎;王权;燕明	工业控制计算机, 2016, 第11期	1.75%
5	基于树莓派的无人值守信息处理系统	罗顺元;李志强;马文颢	计算机测量与控制, 2018, 第9期	1.22%
6	基于传统中医理论的“二十四节气传统文化及其时节养生”手机APP软件的研发	张云龙;丁兴;蔡靓;黄陈杰;杨旭明	医学信息, 2019, 第1期	1.19%
7	基于互联网+的专家服务平台APP设计与实现 *	李平;陈杰;王杰	自动化技术与应用, 2019, 第8期	1.11%
8	智能小车自主路径规划算法的设计与改进	王汉元	电子技术与软件工程, 2018, 第4期	1.08%
9	基于RFID射频识别技术的物品寻找APP设计与实现	聂壹琦;金力	现代信息科技, 2020, 第1期	0.88%
10	基于BIM的建筑机器人自主路径规划及避障研究	王凡;李铁军;刘今越;赵海文	计算机工程与应用, 2020, 第17期	0.85%
11	基于Android平台的PT系统App设计与实现①	周兆永;黄志刚;李力;杨彩飞	科技资讯, 2016, 第23期	0.81%
12	台站地面综合观测业务软件二次开发接口分析	张戈	南方农机, 2018, 第16期	0.79%
13	基于C#与SQLite的银行财政非税收入管理软件的研发	邓杰海;全智龙;周红娟	电脑知识与技术(学术交流), 2017, 第4期	0.79%
14	基于C#与SQLite 的银行财政非税收入管理软件的研发	邓杰海;全智龙;周红娟	电脑知识与技术, 2017, 第10期	0.79%
15	改进互动速度障碍的多机器人协同避障	徐鹏;康雪晶	自动化与仪表, 2020, 第9期	0.78%
16	浅析塔式光热项目定日镜位置角度测量设备的应用	聂建	科学与信息化, 2020, 第30期	0.74%
17	港口大型设备编码器故障判断及处理方法	李凯亮	港口装卸, 2011, 第1期	0.74%
18	虚拟机技术在高职计算机实践教学中的应用	王桂武;罗红阳;于薇	电脑知识与技术, 2010, 第14期	0.7%
19	无人机航磁测量系统通信协议转换器的设计*	刘俊杰;李军峰;李文杰;余洋;吴珊;刘磊	微型机与应用, 2015, 第9期	0.69%
20	基于stm32蓝牙监测室内温湿度计的设计	杜豪;侯华胜;何睿;张鹏	中国科技博览, 2019, 第4期	0.69%
21	基于MLX90621的电梯电机及控制回路温度采集系统设计*	王维佳;喻青;段航;易勇强	工业安全与环保, 2019, 第3期	0.69%
22	一种基于STM32F407的智能香烟探测器	张明纯;韩迎鸽	科技信息, 2018, 第33期	0.69%



23	基于特征值统计的语音识别算法的研究与设计①	彭熙;钱莹晶;黄锦;龚萧楠;陈双婷;杨惠先	科技资讯, 2019, 第22期	0.69%
24	基于stm32的简易示波器设计	毛叶星;刘娟;杜豪;周超	中国科技博览, 2019, 第10期	0.69%
25	一种查表与插值法在微控制器中的实现	史永胜;胡双;许梦芸;王喜锋	陕西科技大学学报, 2015, 第2期	0.69%
26	基于ROS系统自主路径规划与避障小车的研究	李阳;卢健;何耀帧	科技风, 2018, 第4期	0.68%
27	讯飞语音识别在计算器中的应用	周宸;刘嶝	电子世界, 2019, 第8期	0.65%
28	基于ROS的AGV定位导航系统制作	邹诗楠;陈泽义;王晓瀛;庞溢林;杨桂燕;刘育成;吴彰伟	电子元器件与信息技术, 2020, 第1期	0.62%
29	消防岗位资格考试辅助学习系统的设计与实现	张辉	武警学院学报, 2016, 第2期	0.61%
30	激光切割机的控制	朱晓丽	钣金与制作, 2014, 第4期	0.61%
31	LED交通诱导屏设计方案	秦威	企业科技与发展, 2019, 第7期	0.61%
32	煤矿辅助运输机器人关键技术研究	袁晓明;郝明锐	工矿自动化, 2020, 第8期	0.59%
33	基于Android开发的无线智能台签的设计与制作	易鹏;宋武	黄冈职业技术学院学报, 2019, 第2期	0.57%
34	基于iOS平台的网络购物APP软件现状分析	焦长义	魅力中国, 2017, 第8期	0.56%
35	融合改进A*算法和动态窗口法的全局动态路径规划	程传奇;郝向阳;李建胜;张振杰;孙国鹏	西安交通大学学报, 2017, 第11期	0.52%
36	无刷直流电机驱动系统设计研究	金浩然;孙祥娥	电脑知识与技术, 2018, 第9期	0.51%
37	"净舍"——基于Android平台的学生公寓卫生检查App	谢云超	电子世界, 2019, 第6期	0.5%
38	基于双层协调体系的多移动机器人路径规划方法	钟佩思;徐东方;李东民;梁中源;刘梅;陈修龙	科学技术与工程, 2020, 第29期	0.5%
39	煤矿井下移动机器人运动规划方法研究	杨林;马宏伟;王岩;王川伟	工矿自动化, 2020, 第6期	0.5%
40	浅谈虚拟技术在教学中的应用	毛铅	计算机光盘软件与应用, 2014, 第15期	0.47%
41	舞台机械技术与设备系列谈(二)——编码器	侯鹏强;唐伟;向飞	演艺科技, 2020, 第7期	0.47%
42	火炮控制系统健康管理①	张原;王栋才	计算机系统应用, 2020, 第11期	0.47%
43	基于STM32F4控制的低功耗热敏电阻温度无线监测系统设计	刘晨;耿淑琴;汪金辉;侯立刚;彭晓宏;袁颖	信息工程期刊(中英文版), 2015, 第2期	0.45%
44	自动避障和火焰搜索在智能灭火机器人中的实现	陆斌	工业控制计算机, 2012, 第2期	0.44%
45	基于STM32F4的时栅位移传感器信号处理系统集成化设计	杨继森;许强;冯济琴	传感器与微系统, 2013, 第12期	0.43%
46	ST针对物联网应用推出STM32L4	薛士然	单片机与嵌入式系统应用, 2015, 第7期	0.42%
47	基于光纤应力传感器的智能光电系统	李妍;张婉怡;刘喆;吕东	电子技术与软件工程, 2018, 第10期	0.4%
48	基于STM32的物联网门禁系统设计	张棚;于娟;刘星;程洪强;张波	电子技术与软件工程, 2020, 第6期	0.4%
49	基于串口通信的YDG-1型RTU参数配置与调试系统的实现	张红卫;张永兵;陈志峰;曹小洁;杜红娟;蒋新新	现代电子技术, 2014, 第2期	0.39%
50	基于Socket的网络聊天程序设计与实现	张雪坤	电脑编程技巧与维护, 2018, 第4期	0.38%

相似报纸

序号	题名	作者	出处	相似度
----	----	----	----	-----

1	江城部分餐厅引进机器人送餐		楚天都市报, 2021.02.02	0.31%
2	澳研发机器人提高农业生产率	董煜坤	粮油市场报, 2013.06.01	0.16%
3	餐饮公司前两月注销1.3万家		江苏金融报道, 2020.03.04	0.14%
4	餐饮行业时兴数码点菜	茅云华	海门日报, 2016.08.18	0.11%
5	“六届九龙”与“一年三冠”		梅州日报, 2013.12.30	0.11%
6	走进我市首栋3D打印房	涂家福;吴明河;曾嵘峰	赣州晚报, 2018.04.20	0.11%

相似网络文档

序号	题名	作者	相似度
1	基于移动互联智慧学生餐厅的设计与应用	邱建全	7.11%
2	用于自动驾驶系统的路径规划技术研究	景旭蕊	1.44%
3	基于Arduino平台的送餐机器人控制系统设计与实现	沃佳龙	1.41%
4	基于RGB-D图像的移动机器人三维地图构建与导航系统研究与设计	舒凯翔	1.28%
5	营口市客运站网上售票系统的设计与实现	彭鹤然	1.19%
6	基于Android的城市智能停车APP设计与研究	罗贤珊	1.19%
7	《Python编程金典》读书笔记		1.11%
8	基于Kinect传感器移动机器人自主导航技术研究	邹永卫	1.08%
9	融合动态窗口法与A*算法的港口AGV路径规划方法研究	张晓熠	0.98%
10	基于激光雷达的SLAM和路径规划算法研究与实现	刘文之	0.94%
11	多功能金融可视卡的设计与实现	宋亚冬	0.94%
12	基于ROS的全向移动机器人系统设计与实现	张鹏	0.91%
13	基于Cartographer的室内SLAM系统研究与实现	吴成鼎	0.89%
14	基于Android平台无线点餐系统的开发与实现	邓春丽	0.89%
15	导航网络传输系统数据可靠性方法的研究	李仲玉	0.88%
16	基于视觉传感器的服务机器人SLAM技术研究	张京林	0.83%
17	GaAs光电阴极激活工艺的自动控制研究	叶钧	0.83%
18	基于iOS的共享旅游客户端设计与实现	林擎鑫	0.79%
19	基于RGB-D相机的室内移动机器人定位研究	杨浩	0.77%
20	移动机器人SLAM与路径规划研究	孟奇	0.74%
21	基于ROS的移动机器人建图导航技术研究	许玉龙	0.74%
22	vmware虚拟机		0.7%
23	基于RFID技术的煤矿绩效考核系统	李宗斌	0.7%
24	基本使用		0.7%
25	气动人工肌肉驱动的双关节灵巧手指位置控制	葛林林	0.69%
26	基于Android和HTML5的企业渠道拜访管理软件的设计与实现	袁鹏	0.69%
27	嵌入式电梯变频门机控制器研制	黄波	0.69%
28	全数字化弧焊逆变电源控制系统的研制	林万	0.69%
29	公交自动报站系统的设计与实现	陆俊骅	0.69%

全文对比

本科生毕业设计

基于SLAM激光雷达的智能送餐机器人



学 院 信息工程学院

专 业 物联网工程

班 级 2017级本科1班

学 号 5006170044

学 生 姓 名 马豪勇

联 系 方 式 17665201525

指 导 教 师 张向群 职称：副教授

2021年4月

独 创 性 声 明

本人郑重声明：所呈交的毕业论文（设计）是本人在指导老师指导下取得的科研成果。除了文中特别加以注释和致谢的地方外，论文（设计）中不包含其他人已经发表的科研成果。与本研究成果相关的所有人所做出的任何贡献均已在论文（设计）中作了明确的说明并表示了谢意。

签名：_____

_____年____月____日

授权声明

本人完全了解许昌学院有关保留、使用本科生毕业论文（设计）的规定，即：有权保留并向国家有关部门或机构送交毕业论文（设计）的复印件和磁盘，允许毕业论文（设计）被查阅和借阅。本人授权许昌学院可以将毕业论文（设计）的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编论文（设计）。

本人论文（设计）中有原创性数据需要保密的部分为（如没有，请填写“无”）：

学生签名：

年 月 日

指导教师签名：

年 月 日

基于SLAM激光雷达的智能送餐机器人

摘 要

在我国餐饮业中，顾客点餐和送餐等服务是最繁琐的工作。随着我国人口红利的逐渐消失，餐厅服务员的薪资、社会保险费用也在不断增加。在就餐高峰期，顾客秩序混乱无法保证就餐顺序，加之餐厅工作人员工作量加大，无法保证为顾客提供优质的服务质量。自新型冠状病毒爆发以来，为避免交叉感染，众多餐饮门店宣布暂停营业，餐饮市场损失严重。在餐饮市场正处于稳步增长的大背景下，为了进一步提升自动化餐饮服务质量和降低其服务费用的成本，同时也降低交叉感染的风险，可以把物联网技术引入到餐饮市场服务行业，本文设计了一种能够实现自主点餐送餐的机器人控制系统。

按照送餐机器人的设计要求，本文设计了点餐APP、商家网页后台、室内环境检测装置以及智能送餐机器人。能够实现在无服务员情况下完成点餐送餐及支付整个流程，较为有效的提高了餐厅在人员较多情况下的服务效率。硬件系统方面，本文完成了基于Raspberry Pi 4B的室内环境监测的安装调试以及基于SLAM激光雷达的送餐机器人的安装调试；软件系统方面，完成了客人点餐APP设计以及餐厅室内环境监测系统的设计。根据机器人的功能性需求，整个系统采用目前比较热门的SLAM算法+激光雷达，完成了送餐机器人的控制系统的开发，实现机器人的各种基本

动作，包括构建地图，路径规划，导航，避障等，达到设计目标。

关键词：点餐APP；web网页；Raspberry Pi；激光雷达；SLAM算法

Intelligent Food Delivery Robot Based on SLAM Lidar

ABSTRACT

In China's catering industry, customer ordering and delivery services are the most tedious work. With the gradual disappearance of China's demographic dividend, the salaries of restaurant waiters and social insurance costs are also increasing. In the peak period, the order of customers is in disorder and the dining order cannot be guaranteed. In addition, the workload of restaurant staff is increased, so it is impossible to guarantee the quality of service for customers. Since the outbreak of novel coronavirus, in order to avoid cross-infection, many restaurants announced the suspension of business, food and beverage market losses. In food and beverage market is under the background of steady growth, in order to further enhance the automation of catering service quality and reduce the cost of the service fee, but also reduce the risk of cross infection, can put the Internet of things technology is introduced into the food and beverage market service industry, this paper designed a kind of can realize the independent order meals robot control system.

According to the design requirements of the food delivery robot, this paper designs the ordering APP, the backstage of the business website, the indoor detection system and the intelligent food delivery robot. It can complete the ordering, delivery and payment without a waiter, which effectively improves the service efficiency of the restaurant in the case of large number of staff. In terms of hardware system, this paper completed the installation and debugging of indoor environment monitoring based on Raspberry Pi 4B and the installation and debugging of food delivery robot based on SLAM Lidar. In terms of software system, I completed the design of APP for ordering meals and the design of indoor environment monitoring system of the restaurant. According to the functional requirements of the robot, the whole system adopts the current popular SLAM algorithm + lidar to complete the development of the control system of the food delivery robot and realize various basic actions of the robot, including map construction, path planning, navigation, obstacle avoidance, etc., to achieve the design goal.

Key words: Order the APP; The web page; Raspberry pie; Laser radar; SLAM algorithm

目录

1.绪论.....	2
1.1研究背景及意义.....	2
1.1.1研究背景.....	2
1.1.2研究意义.....	2
1.2国内外研究现状.....	2
1.2.1国外现状.....	2
1.2.2国内现状.....	3
1.3送餐机器人发展趋势.....	3
2.系统需求分析.....	4
2.1硬件需求.....	4
2.1.1室内环境检测装置.....	4
2.1.2送餐机器人.....	4



2.2软件需求.....	4
2.2.1开发工具.....	4
2.2.2开发语言.....	5
2.2.3开发框架.....	5
2.2.4开发环境.....	6
2.3性能需求.....	6
3.硬件设计.....	7
3.1室内环境检测装置系统设计.....	7
3.1.1装置组成.....	7
3.1.2核心控制模块.....	7
3.1.3网络传输模块.....	7
3.1.4RGB-LED灯模块.....	7
3.1.5烟雾报警传感器模块.....	8
3.1.6火焰报警传感器模块.....	8
4.软件设计.....	9
4.1智能点餐系统设计.....	9
4.1.1系统功能及组成.....	9
4.1.2智能点餐系统的总体流程设计.....	10
4.2点餐APP的实现.....	11
4.2.1登录注册功能.....	12
4.2.2选座功能.....	13
4.2.3订餐管理功能.....	14
4.2.4呼叫服务员功能.....	16
4.2.5一键支付功能.....	17
4.3商家管理平台的实现.....	18
4.3.1登录注册功能.....	19
4.3.2查看当前订单功能.....	20
4.3.3查看历史订单功能.....	20
4.3.4智能分析功能.....	21
4.3.5查看室内环境状态功能.....	22



4.4服务器端设计.....	22
4.4.1点餐APP服务器设计.....	22
4.4.2室内环境检测装置服务器设计.....	24
4.5数据库设计.....	24
4.5.1数据库概念结构设计.....	24
4.5.2数据库逻辑结构设计.....	25
5.送餐机器人的整体设计.....	27
5.1硬件设计.....	27
5.2激光雷达节点.....	29
5.2.1激光雷达介绍.....	29
5.2.2激光雷达消息格式.....	29
5.2.3消息类型详述.....	30
5.2STM32和ROS通信.....	30
5.2.1通信内容和原理.....	30
5.2.2STM32的串口通信.....	31
5.3Gmapping建图算法.....	32
5.3.1Gmapping介绍.....	32
5.3.2Gmapping功能包实现的前提.....	32
5.3.3Gmapping功能包参数说明.....	32
5.4DWA局部路径规划算法.....	34
5.4.1概述.....	34
5.4.2机器人的运动模型.....	34
5.4.3速度采样.....	36
5.4.4评价函数.....	37
6.系统调试.....	39
6.1Gmapping建图.....	39
6.1DWA导航.....	43
参考文献.....	46
附录.....	2
致谢.....	3



1. 绪论

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

目前,国内餐饮信息化的发展正处于萌芽阶段,餐饮行业管理者计算机水平限制、对餐饮体系缺乏了解以及传统餐饮经营模式的深层次制约等因素,使得餐饮行业信息化的普及严重落后于其他行业的信息化进程。效率低、易出错,客人查找慢,服务员等待时间过长等问题逐渐暴露出来。2020年,面对新冠肺炎这场突如其来的危机,餐饮行业遭遇了销售难题,面对客源的骤降以及众多的限制性要求,许多餐企停业止损。

中国老龄化社会的步伐加剧,这种发展状况在一定程度上促使了劳动力市场的新增,促使智能化机器人业务得到普遍的开展。激光雷达机器人作为智能机器人的最新系列产品,它通过自带传感装置来实现对周围环境的感知,结合优化算法如SLAM算法等来精确获得起始点至最终目标位置的优化路径,从而提升作业效率。近年来,送餐机器人受到了越来越多人的关注,各餐厅纷纷效仿博眼球。随着科技的发展及工作环境的复杂性日益提升,面向不同人群的多样化需求,将逐步成为智能化机器人展开研发设计的关键素材,是方案设计的出发点。

1.1.2 研究意义

基于非接触式、高效、精准、智能送餐机器人解决方案,积极帮助餐饮行业复工复产。通过非接触式送餐机器人,可以减少人员的接触,保证用餐安全。送餐机器人已经成为许多餐馆的小明星,吸引了用餐者的注意。据报道,使用机器人作为服务员不仅可以吸引更多的顾客,也大大节省了餐厅的劳动力成本。越来越多的餐饮品牌将送餐的机械和非技术工作交给机器人,并利用它们宝贵的人力提供温暖和个性化的服务。送餐机器人不仅可以为餐饮企业增加新的卖点,提高品牌的附加值,还可以为增值服务带来巨大的空间,甚至导致餐饮模式的转变。

据武汉市餐饮行业协会会长刘国良介绍,机器人不仅降低了劳动力成本,提高了服务质量,还在营销中发挥了作用。引入送餐机器人等人工智能技术打造智能餐厅,让科技感成为品牌餐厅的加分点,也是未来餐饮行业的一大趋势。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国外现状

国外发达国家餐饮业的信息化发展则风起云涌。国外餐饮业的无线点餐系统主要是基于wince、Android平台的Pad、ISO的iPad等等。他们通过WIFI无线连接,借助各种移动终端设备进行由点菜到支付的一连串订购业务,节省了用餐者大量的时间,这种人性化的软件开发设计,也是当前餐饮业无线点餐系统实现标新立异的一面镜子。

据专家预测,2020年将是送餐机器人的海外爆发之年。人工智能的蓬勃发展,以无人驾驶和机器人技术为代表的出现,为彻底解放廉价的劳动力提供了积极的信号。相对于国内而言,欧美等发达国家,人力成本高是市场的一大痛点,这也是送餐机器人在国外市场拥有广阔市场的原因。其次,国外送餐机器人发展水平低于国内,在国内,以普渡科技为代表的的新锐公司已经有了基本型产品,在国内市场已经广泛的普及,技术不断的创新,并走向海外市场。

1.2.2 国内现状

根据国家统计局相关报告指出,餐饮行业发展势头迅猛,但是行业中存在不少问题暂时还未解决。首先,近年来餐饮行业成本不断上涨,房租店面费用、食材的成本、店员工资的逐年上涨,智慧餐厅的发展少不了技术的支持,技术成本较高,很容易导致入不敷出,经营难度大;其次跨界行业的不断涌入,加剧了智慧餐饮行业的竞争;再次,用户的消费习惯改变加速了智慧餐饮行业的进程。手机作为我们生活中必不可少的工具,促使餐饮行业充分利用手机的便捷给予消费者快速就餐、结账的服务。

1.3 送餐机器人发展趋势

从目前国内的研究现状来看,送餐机器人具有很好的发展空间。随着移动互联网、人工智能技术的快速发展,科技餐厅盛行及送餐机器人、领位机器人的涌入,中国餐饮市场随着消费升级和智能化进程已经进入发展新阶段,也迎来了新的机遇和挑战。用送餐机器人优化人力,提升服务效率,以及引流聚客,我认为这个是一个趋势。

2. 系统需求分析

2.1 硬件需求



2.1.1 室内环境检测装置

核心控制模块是整个硬件系统的核心部分，承载着驱动传感器、接收数据信息、处理信息的中央任务。经过对系统的流程以及实现功能的分析，选用Raspberry Pi 4B作为核心控制模块，并选用以下硬件实现：

- (1) Raspberry Pi 4B主板，为该系统的核心控制模块，用于接收传感器数据信息，处理信息，信息转发和接收。
- (2) 远红外火焰传感器，检测外界红外光的强弱。
- (3) MQ-2烟雾传感器，检测外界烟雾浓度强弱。
- (4) RGB-LED灯，模拟室内灯光。
- (5) 无源蜂鸣器，模拟警报器。

2.1.2 送餐机器人

在选择机器人平台时需要考虑的主要因素包括易用性，根据需求，我们选用HiBot机器人平台。送餐机器人的主控核心部分采用Raspberry Pi 4B，并选用以下硬件实现：

- (1) Raspberry Pi 4B主控核心模块，基于ARM的微型电脑主板，支持Python，C等编程语言。
- (2) RPLIDAR A1激光雷达 测距传感器，很容易应用到SLAM算法中并且很容易实现较高的测量精度。
- (3) 基于STM32F405的底盘驱动板 在该驱动板上设置了丰富的接口，比如，激光雷达接口，树莓派通信接口，GPIO功能口，充电管理模块等。
- (4) 直流有刷电机。
- (5) 增量式编码器。
- (6) MPU6050 姿态传感器。

2.2 软件需求

2.2.1 开发工具

(1) Android Studio

Android Studio是一个基于IntelliJ IDEA的Android开发环境。Android Studio为开发和调试提供了集成的Android开发工具。在IDEA之上，Android Studio提供了：基于Gradle的构建支持。Android独特的重构和快速修复。提示工具以捕获性能、可用性、版本兼容性和其他问题。基于模板的向导来生成通用的Android应用程序设计和组件。强大的布局编辑器，让您拖放UI控件和预览其效果。

(2) PyCharm

PyCharm是一个Python IDE,它提供了一套完整的工具来帮助用户在使用Python语言进行开发时提高生产力,例如调试、语法高亮显示、项目管理、代码跳过、智能提示、完成、单元测试和版本控制。

(3) VMware Workstation

VMware Workstation是一款功能强大的桌面虚拟计算机软件，为用户提供开发、测试和部署在同一台式机上同时运行不同操作系统的新应用程序的最佳解决方案。VMware Workstation 可以在物理机器上模拟一个完整的网络环境，也可以模拟一个可移植的虚拟机。它比市场上其他虚拟计算机软件具有更好的灵活性和先进的技术。

(4) Navicat

Navicat 是一种快速、可靠且相当便宜的数据库管理工具，旨在简化数据库管理并降低系统管理成本。它旨在满足数据库管理员、开发人员和中小型企业的需求。Navicat是建立在一个直观的图形用户界面，允许您创建，组织，访问和共享信息在一个安全和简单的方式。

(5) SQLite

SQLite是一个进程内库，它实现了一个自给自足的、无服务器的、零配置的事务性SQL数据库引擎。它是一个零配置的数据库，这意味着与其他数据库不同，您不需要在系统上配置它。与其他数据库一样，SQLite引擎不是一个单独的进程，可以根据应用程序需求进行静态或动态连接。SQLite直接访问它的存储文件。

2.2.2 开发语言

(1) 用户点餐APP主要使用Java语言，Java语言使用可跨平台，开发资源分享，面向对象的设计使项目更安全。

(2) 商家管理平台系统和送餐机器人主要使用Python语言开发的。Python是一种解释型语言，具有可移植性强、可扩展性多并且有丰富的库。Python提供了许多接口和库，方便我们进行扩展。

2.2.3 开发框架

框架开发具有效率高、系统安全性高的优点。系统服务器与客人手机里的点餐APP和室内环境检测装置之间的数据交互使用Python socket框架进行开发，Python提供了两个基本的socket模块。一个是socket，它提供了标准的BSD Socket API；另一个是socketServer，它提供了服务器中心类，可以简化网络服务器的开发。此论文设计了服务器开发，其基础实现结构为以下文件：

(1) appserver.py 接收点餐APP发来的数据流，解析并存入sqlite数据库。

(2) pserver.py 接收室内环境检测装置中各种传感器检测的数据。

2.2.4 开发环境

点餐APP的开发使用的是android studio开发，需要配置android studio运行所需的环境，JDK版本选择jdk 11.0.11版本。商家管理平台的开发使用的是Python Flask框架，需要配置Python运行所需的环境，选择PyCharm软件。送餐机器人的开发使用的是Ros系统，需要在Linux的环境下安装Ros系统。室内环境检测装置的数据通信模块与服务器程序进行通信，服务器在后台运行才能进行正常的数据交互。

2.3 性能需求

智能点餐系统需要在餐厅营业期间保持后台运行状态，商家管理员可以登录到商家管理平台上查看客人的订餐情况，并做出一系列操作。综合实用性以及管理员的体验，对本系统做出以下性能需求：

(1) 点餐APP操作方便，使用简单，后期可维护强。

(2) 数据传输安全可靠，准确，不容易丢失，响应速度高。

3. 硬件设计

3.1 室内环境检测装置系统设计

3.1.1 装置组成

本装置的主控的核心部分使用 Raspberry Pi 4B 主板，其上搭载核心控制模块，网络传输模块，供电模块，外接 RGB_LED 灯、烟雾传感器、火焰传感器、蜂鸣器作为环境采集模块，各个模块协同运行，完成室内环境检测工作。总体框架图如图3-1所示

图3-1 室内环境检测装置总体框架图

3.1.2 核心控制模块

核心控制模块作为整个室内环境检测装置的核心部件，具有数据传输与处理、资源管理4B、运算与控制等系统核心功能。而将Raspberry Pi 4B主板选为系统的核心控制硬件板块，正是因为它几乎具备传统PC的所有基本功能，并具有丰富的GPIO接口，支持包括I2C协议、SPI协议、串口通信协议等主流信息传输协议，同时兼顾极高的可扩展性，能够在保证基础硬件正常运作的同时，搭载多种外接器件，采用时分复用的模块来解决控制器IO资源分配的难题[1]。

3.1.3 网络传输模块

Raspberry Pi 4B主板具有板载 WIFI 模块,通过 python socket 编程可完成双机数据的互传工作。可实现本地数据上传至远程监控端。

3.1.4 RGB-LED 灯模块

RGB-LED 模块可以发出各种颜色的光。红色,绿色和蓝色的三个 LED 被封装到透明或半透明塑料外壳中,并带有四个引脚。红色,绿色和蓝色三原色可以按照亮度混合并组合各种颜色。因此可以通过控制电路使 RGB-LED 发出彩色光。

3.1.5 烟雾报警传感器模块

MQ-2型烟雾传感器由二氧化锡半导体气敏材料组成,对可燃气体、烟雾等气体灵敏度高,基于MQ-2的烟雾传感器模块通过电路设计,提供了两种输出方式:一种是数字量输出:通过板载电位器设定浓度阈值,当检测到环境气体浓度超过阈值时,通过数字引脚DO输出低电平。另一种是模拟量输出:浓度越高,AO引脚输出的电压值越高,通过ADC采集的模拟值越高。

MQ-2型烟雾报警传感器有两个LED指示灯。接通电源后,POWER-LED 电源指示灯常亮。上电后循环读取引脚口的输入高低电平状态,数字输出指示灯DO-LED,当没有检测到烟雾时,DO输出高电平,灯灭;当检测到烟雾时,DO输出低电平,灯亮,同时蜂鸣器发出警报。

3.1.6 火焰报警传感器模块

远红外火焰传感器可以检测波长范围为700nm~1000nm的红外光,检测角度为60°,当红外光波长在880nm左右时灵敏度达到最大。远红外线火焰探测器将外部红外线的强度变化转换成电流的变化,将火焰传感器模块的引脚DO连接到Raspberry Pi 4B的GPIO,通过检测引脚的高低电平状态判断是否存在火焰。当检测到火焰的同时,蜂鸣器会发出警报。

4. 软件设计

4.1 智能点餐系统设计

4.1.1 系统功能及组成

智能点餐系统由点餐 APP 和商家管理平台系统组成。智能点餐系统开发之前需要选择开发语言、开发平台以及工具等。程序开发环境包括的主要:手机应用系统选择的Android系统;服务器端数据库选择的是轻量型的数据库SQLite。

智能点餐系统采用多方式就餐,主要为移动终端的网上订餐方式。客人可以在所使用的移动设备终端智能手机上下载点餐APP软件,连接餐厅的WIFI,进行网上选餐订餐,商家管理员登录商家管理平台可以实时的接收客人的订单详情,并及时的处理。鉴于以上情况题,针对性设计了如下的智能点餐系统。

图4-1 智能点餐系统架构图

如图4-1显示,该系统主要包括五大功能模块,分别为:点餐客户端、商家管理平台、TCP服务器、无线传输、智能分析。下面将分别对每一个功能模块进行详细的介绍。

(1) 点餐客户端:在该系统中,客人所使用的点餐工具就是 Android 智能手机,在连接餐厅 WIFI 的情况下,客人可以通过智能手机客户端进行点餐、呼叫服务员以及支付等功能,方便了客人的使用,节省了时间。

(2) 商家服务平台:在该系统中,商家可以通过网页查看客人的点餐信息,比如座位号、人数、菜名、点餐时间等信息,可以实时的更新订单的状态信息。

(3) TCP服务器:所有的应用系统都是需要服务器来支撑的,而对于基于智能手机的这种应用开发,更需要数据库服务器和 TCP 服务器的支撑。在该系统中,客人与商家管理平台之间的交互都是通过 TCP 服务器作为中介来完成交互的。

(4) 无线传输:该系统客户端就是智能手机,服务器端就是 TCP 服务器,这两者之间的通信是通过无线传输技术来完成的。

(5) 智能分析:客人的点餐行为直接决定了餐厅的未来发展的趋势,所以,对客人点餐行为的分析是非常重要的。在日常的系统应用的过程中,将所有客人的点餐信息存储到数据库服务器中,然后采用智能分析技术对这些历史数据进行分析比对,从中分析出哪些菜品是比较受客人欢迎的?哪些菜品是最不受欢迎的?荤菜中都喜欢吃什么菜?素菜中喜欢吃什么菜?等。通过分析出的这些数据信息,餐厅领导可以做出科学的决策。通过智能分析还可以给客人一些健康饮食的意见和建议。

所以本系统的物理架构图如图4-2所示。Android客户端采用局域网通信协议,通过无线路由器访问 PC 机的服务器终端。数据库服务器用于

储存信息，并可由管理人员使用 PC 机，通过服务端可以查看订单信息、及智能分析结果。

4.1.2 智能点餐系统的总体流程设计

根据以上图例对点餐流程进行梳理。

- 1.客人在智能手机登录点餐系统。
- 2.客人填写座位号，用餐人数，点餐，并确定餐单。
- 3.商家管理平台接收餐单。
- 4.送餐机器人开始送餐。
- 5.客人用餐结束，付款结账，结束。

总体流程图如图4-3所示：

图4-3 总体流程图

4.2 点餐APP的实现

智能点餐系统的点餐 APP 包含以下功能：登陆注册、选座、订餐管理、呼叫服务员以及一键支付等功能，如图4-4所示。每个功能模块提供了一种对应的服务，包含了一组功能操作，界面简单明了，方便客人操作。

图4-4 点餐APP功能图

4.2.1 登录注册功能

(1) 登录注册功能描述

客人打开点餐APP软件，首先出现登录界面，点击右上角注册按钮，即可进入注册界面，在注册界面，需要填写用户名，密码，确认密码以及验证码等信息，填写内容的格式准确无误即注册成功。返回登录界面，填写刚注册的账号和密码，填写准确无误即登录成功，进入点餐APP首页。

(2) 登录注册功能界面设计

点餐 APP 的注册登录界面主要是客人自己来进行操作的，界面设计比较简单明了，易于操作。客人输入自己的手机号和密码后，点击登录事件后，系统就会把数据提交到业务逻辑层，后台进行验证无误后即可登录到系统。由于每个人都是利用自己的手机号以及相应的密码来登陆的，所以每份订单都对应了一个人，不会出现人单混乱的现象。

点餐APP注册界面如图4-5所示

图4-5 点餐APP注册界面

点餐APP登陆界面如图4-6所示

图4-6 点餐APP登录界面

4.2.2 选座功能

(1) 选座功能描述

客人登录成功后跳转到选座功能界面，需要填写客人所坐的座位号以及用餐人数的信息。

(2) 选座功能界面设计

点餐APP的选座功能界面设计比较简单明了，易于操作。客人输入座位号和人数信息后，点击确认按钮后，系统就会把数据暂时存到本地，等待选菜完毕一起发送给商家管理平台。



点餐APP的选座界面如图4-7所示

图4-7 点餐APP选座界面

4.2.3 订餐管理功能

(1) 订餐管理功能描述

客人通过填写自己所在的座位号以及用餐人数后进入订餐首页，在订餐首页，点击右下角的加号，选择选餐选项，进入选餐界面。选餐完成后点击提交，即将选座信息，用餐人数信息，选餐信息一同发往商家管理平台，等待上菜。

(2) 订餐管理功能界面设计

点餐APP的订餐管理功能界面设计新颖。客人点击右下角的加号，会出现三个选项，选择选餐选项，跳转到选餐界面，选餐完成后会跳转到订单界面，在订单界面上会显示选餐详情，如果选餐少了，点击添菜按钮，即可在原有的基础上添加新的菜品。

点餐APP的订餐管理界面如图4-8，图4-9，图4-10所示

图4-8 点餐APP订餐主界面

图4-9 点餐APP订餐界面

图4-10 点餐APP订餐界面

4.2.4 呼叫服务员功能

(1) 呼叫服务员功能描述

客人在订餐首页界面点击右下角的加号，选择呼叫服务员选项，即可实现呼叫服务员。

(2) 呼叫服务员功能界面设计

点餐APP的呼叫服务员界面非常简单明了，实现一键呼叫服务员，无需繁琐的操作。

点餐APP呼叫服务员界面如图4-11所示

图4-11 点餐APP呼叫服务员界面

4.2.5 一键支付功能

(1) 一键支付功能描述

客人在订餐首页界面会显示订餐详情，以及总价格。点击右下角的加号，选择一键支付选项，即可实现自动跳转到支付宝里，完成支付，实现一键支付功能。

(2) 一键支付功能界面设计

点餐APP的一键支付功能界面非常简单明了，实现一键支付，无需繁琐的操作。

点餐APP一键支付界面如图4-12所示

图4-11 点餐APP支付界面

4.3 商家管理平台的实现

商家管理平台采用Python的Flask框架构建的，Flask是一个使用Python编写的轻量级Web应用框架。主要面向需求简单，项目周期短的小应用。Flask的特点为可定制性，通过扩展增加其功能。两个核心应用是Werkzeug和模板引擎Jinja，其工作模式如图4-12所示。

图4-12 Flask工作模式



商家管理平台有五大功能模块，登录注册功能，查看当前订单功能，查看历史订单功能，智能分析，查看室内环境状态功能。如图4-13所示。下面将详细介绍这五大功能。

图4-13 商家管理平台功能图

4.3.1 登录注册功能

(1) 登录注册功能描述

商家管理员通过在商家管理平台的注册界面上注册账号成功后，在登录界面输入已经注册的账号，即可进入商家管理平台主界面。

(2) 登录注册功能界面设计

商家管理平台的登录注册界面设计非常的简单明了，易于操作。商家管理员在注册界面按照要求完成注册后，在登录界面输入账号和密码，点击登录事件后，系统首先获取输入框里的内容，之后在数据库内进行查找，如果匹配成功即可进入商家管理平台首页。

商家管理平台注册界面如图所示

商家管理平台登录界面如图所示

4.3.2 查看当前订单功能

(1) 查看当前订单功能描述

商家管理员登录成功后进入商家管理平台主界，点击左侧的查看当前订单按钮，即可实时的显示当前订单详情。订单详情主要包含桌号，人数，菜品，总价，订单时间，服务等信息。

(2) 查看当前订单功能界面设计

商家管理平台的查看当前订单功能界面设计简单明了，商家管理员可以清楚的查看当前订单详情。

商家管理平台查看当前订单界面如图所示

4.3.3 查看历史订单功能

(1) 查看历史订单功能描述

商家管理员登录成功后进入商家管理平台主界，点击左侧的查看历史订单按钮，即可显示历史订单详情。订单详情主要包含编号，桌号，人数，菜品，总价，订单时间等信息。

(2) 查看历史订单功能界面设计

商家管理平台的查看当前订单功能界面设计简单明了，商家管理员可以清楚的查看历史订单详情。

商家管理平台查看历史订单界面如图所示

4.3.4 智能分析功能

(1) 智能分析功能描述

商家管理员登录成功后进入商家管理平台主界面，点击左侧的统计按钮，即可实时的显示对餐厅人数，点餐信息等的统计。方便商家管理员分析比对，做出科学的决策。

(2) 智能分析功能界面设计

商家管理平台的智能分析界面设计非常的简单明了。商家管理员在商家管理平台主界面点击统计按钮，即可动态地显示对餐厅人数，点餐信息等的统计分析。

商家管理智能分析界面如图所示



4.3.5 查看室内环境状态功能

(1) 查看室内环境状态功能描述

商家管理员登录成功后进入商家管理平台主界面，点击左侧管理界面的按钮，即可实时的显示对餐厅环境检测的状态，商家管理员可以更方便的查看餐厅的环境，可以在界面上远程控制灯的开关，如果发生火灾险情，会及时的发现并处理。

(2) 查看室内环境状态功能界面设计

商家管理平台的查看室内环境状态界面设计的十分简单明了，商家管理员可以清楚的查看火焰传感器，烟雾传感器的状态，以及对灯的控制，易于操作。

商家管理平台查看室内环境状态界面如图所示

4.4 服务器端设计

4.4.1 点餐APP服务器设计

商家管理平台需要处理点餐 APP 客户端发送过来的各种访问请求，包括了订单信息提交、是否呼叫服务员、订单结算支付等各业务流程的业务逻辑。因此需要建立一个 TCP 服务器端来直接接收客户端的数据传送。由于就餐高峰期，客人人流量大，所以服务器采用多线程的方式接收客户端发送的数据。

示意图：

编写服务器步骤：

第一步创建socket对象。调用socket构造函数。

第二步将socket绑定到指定地址。

第三步使用socket套接字的listen方法接收连接请求。

第四步是服务器套接字通过socket的accept方法等待客户请求一个连接。

第五步处理阶段，服务器和客户端通过send和recv方法传输数据。

第六步传输结束，服务器调用socket的close方法关闭连接。

编写客户端步骤：

第一步创建一个socket连接服务器。

第二步如果连接成功，客户端就可与服务器进行通信。

第三步处理阶段，客户端和服务器通过send方法和recv方法通信。

第四步传输结束，客户端调用socket的close方法关闭连接。

点餐APP的TCP服务器的核心代码：

4.4.2 室内环境检测装置服务器设计

商家管理平台同时需要处理物联网模块发送的数据，并实时的显示在网页上。

室内环境检测装置TCP服务器核心代码：

4.5 数据库设计

4.5.1 数据库概念结构设计



对于系统要实现数据的存储、访问等数据库操作，必须首先进行数据的连接。在软件设计中，数据是最核心的组成部分。在本设计中，主要有客人实体和座位实体。UserId 用来唯一标记客人，对当前系统唯一。客人的账号属性，密码属性，不可为空也不能重复。为座位实体进行编号 seatId 作为主码，拥有人数属性、点餐信息属性、总价属性、订单日期属性、是否呼叫服务员标记属性。是否呼叫服务员标记是用来标记当前客人是否有呼叫服务。

客人实体和座位实体分别如图、如图所示。

图 客人实体图

图 座位实体图

4.5.2 数据库逻辑结构设计

客人信息表如表4-1所示。

表4-1 客人信息表 (User)

客人编号 账号名称 密码

userId(char) UserName(char) password (char)

1 小刘 0324383

2 小杨 5201525

座位信息表如表4-2所示。

表4-2 座位信息表 (Seat)

座位编号 人数 点餐信息 总价 订单日期 标志

seatId(char) Num(int) orders(char) Prices(int) date(TimeStamp) flag(char)

01 5 鸳鸯火锅*1 虾滑*1 毛肚*1 火锅牛排*1 土豆*1 206.00 2021-03-25 20:34:45 无

02 6 牛油火锅*1 毛肚*1 土豆*1 娃娃菜*1 金针菇*1 藕片*1 166.00 2021-03-25 20:36:50 呼叫服务员

5. 送餐机器人的整体设计

5.1 硬件设计

HiBot具有高精度的定位性能，定位性能主要衡量机器人仅根据自身的运动对自身位置进行估计的能力。机器人的定位精度非常高，我们也可以采用相应的算法对其定位性能优化提升。

(1) HiBot底盘驱动板

HiBot底盘驱动板采用STM32F405底盘控制器，自适应实时加速器能够完全释放Cortex-M4内核的性能；当CPU工作于所有允许的频率（≤168MHz）时，在闪存中运行的程序，可以达到相当于零等待周期的性能。STM32F4系列微控制器集成了单周期DSP指令和FPU（浮点单元），提升了计算能力，可以进行一些复杂的计算和控制。

(2) RPLIDAR A1激光雷达

使用激光测距方法进行距离测量。其可以很容易实现较高的测量精度并且很容易应用于SLAM中。采用RPLIDAR A1完全满足功能需求，详细性能如下：

(3) 核心控制模块

HiBot机器人核心控制模块采用Raspberry Pi 4B主板



(4) 运动模组

HiBot配备直流有刷电机，有刷直流电机是直流电机的一种，在使用时需要配备电机驱动器，驱动器主要对电机的电流速度做高精度的控制。

HiBot使用增量式编码器，对于机器人从开始运动时刻累计里程，累计的里程我们可以转化为统一的单位，如ms、rads等单位使用。增量型就是每转过单位的角度就发出一个脉冲信号(也有发正余弦信号，然后对其进行细分，斩波出频率更高的脉冲)，通常为A相、B相、Z相输出，A相、B相为相互延迟14周期的脉冲输出，根据延迟关系可以区别正反转，而且通过取A相、B相的上升和下降沿可以进行2或4倍频；Z相为单圈脉冲，即每圈发出一个脉冲。

(5) IMU姿态传感器

在HiBot上我们所采用的是MPU6050，芯片内部包含三个单轴的加速度计和三个单轴的陀螺仪，对于原始的加速度和角速度可以通过I2C总线读取，然后使用AHRS算法对系统的姿态进行融合，可以得到比较高精度的姿态数据。

5.2 激光雷达节点

5.2.1 激光雷达介绍

在送餐机器人送餐的过程中，激光雷达是很重要的传感器，它需要时刻的反馈周围行人或者障碍物的信息，在机器人建图、定位、导航算法中起到了重要的作用。在树莓派固件中，编写和编译ROS的激光雷达节点。在 HiBot 平台上提供的激光雷达配置如下：

Items Specification

Supply Voltage 5VDC \pm 5%

Power consumption Less than 700mA

Measuring distance 120 ~ 3,500mm

Distance accuracy 120 ~ 499mm: \pm 15mm 500 ~ 3,500mm: \pm 5%

Distance precision 120 ~ 499mm: \pm 10mm 500 ~ 3,500mm: \pm 3.5%

Angular resolution Step angle:approx,1 $^{\circ}$ (360 $^{\circ}$ /360steps)

Safety Lsser safety class 1

Scan speed 300 \pm 10rpm

Interface 3.3V USART(230,400bps)

Weight About 125g

5.2.2 激光雷达消息格式

在 ROS 开发中传感器数据都要被封装为相应格式的消息。雷达的消息格式如下

5.2.3 消息类型详述

Header :是一个结构体，包含 seq、stamp、frame_id。

seq 扫描顺序增加的 id 序列。

stamp 激光数据的时间戳。

frame-id 是扫描数据的名字。

angle_min: 开始扫描的角度。



angle_max: 结束扫描的角度。

angle_increment: 每次扫描增加的角度。

time_increment: 测量的时间间隔。

scan_time : 扫描的时间间隔。

range_min: 测距的最小值。

range_max: 测距的最大值。

ranges: 测量的距离数据, 数组长度和雷达分辨率相关。

intensities: 与设备有关, 输出测距强度数据。

5.2 STM32和ROS通信

5.2.1 通信内容和原理

底盘驱动板和ROS的通信是基于串口通信的, 我们要将机器人的底层里程计、电池状态、IMU姿态信息等数据提交到ROS系统当中。在定义STM32和ROS之间的通信协议时, 需要考虑传输的速度、大小、数据内容等问题, 然后进行统一的封装, 最后调用串口发送函数将封装好的数据按照字节序发送出去。在数据通信协议的定义上, 使用一个union类型来定义两个相同大小的域, 一个是数据收发的缓存区数据buffer, 另一个是数据域结构体。我们知道union类型只会分配最大域大小的内存空间。当两个域的大小相同时(同时约定内存对齐为1个字节), 这时只需要通过串口去操作收发缓存数据, 即可完成数据的透传过程。

5.2.2 STM32的串口通信

串行通信是数据传输的一种形式, 数据在通信介质中逐位传输。在传输过程中, 每一位数据占用固定的时间。串行接口是串行通信设备的接口。其功能是将外部设备与CPU相连, 通过串行传输实现信息的收发。

STM32中串口异步通信需要定义的参数有:起始位、数据位、奇偶位、停止位、波特率设置。UART串行通信的数据包以帧为单位, 常用的帧结构为:1位起始位+8位数据位+1位奇偶校验位(可选)+1位停止位。如下图所示: 对于两个进行通信的端口, 这些参数必须匹配。

串行通信的概念很简单。串行端口按位发送和接收字节。尽管在字节上比并行通信慢, 串行端口可以在一条线上发送数据, 在另一条线上接收数据。它很简单, 可以用来进行长距离通信。通信采用GND、发送(TX)、接收(RX)三行来完成。由于串行通信是异步的, 端口可以在一行上发送数据, 在另一行上接收数据。

在底盘驱动板中, 初始化了 USART1 的串口接收和发送, 用于透传数据到树莓派的ROS 系统当中, 在源码的 Huanyu_usart.c 文件中可以看到串口的初始化配置。

5.3 Gmapping建图算法

5.3.1 Gmapping介绍

在地图构建方面, SLAM又称CML(Concurrent Mapping and Localization), 包括机器人定位和地图构建。

首先, 要建立地图, 需要知道机器人的准确位置和姿态, 需要给定的地图作为参考, 进行准确定位。让我们从地图创建开始, 其中的确切位置和姿态(坐标和方向)是已知的。给定机器人的位置, 利用激光雷达扫描环境特征, 即障碍物的距离。通过机器人的坐标、方向和障碍物的距离可以计算出障碍物的坐标。采用Bresenham线段扫描算法将障碍物所在的网格标记为Occupy。在机器人所在的网格和障碍物所在的网格之间画一条直线。这条直线无论走到哪里都是自由的。当然, 每个网格不是简单的0或1, 网格的占用率可以表示为一个概率。如果在A激光束和B激光束的扫描下, 确定某一网格为占用, 则该网格被占用的概率会增加。否则, 它会减少。通过这种方式, 机器人的环境可以在二维栅格地图上表示。

5.3.2 Gmapping功能包实现的前提

(1) 提供了两个tf。首先是base_footprint与laser之间的TF, 即机器人底盘与激光雷达之间的转换。我们在huanyu_robot_start的开头提供了这个。使用静态TF转换启动文件。一个是base_footprint和odom_combined之间的TF, 它是底盘和里程表原点之间的坐标转换。

ODOM_combined可以被认为是里程表开始的坐标系。

(2) scan :激光雷达数据, 类型为 sensor_msgsLaserScan。

5.3.3 Gmapping功能包参数说明

launch

arg name="scan_topic" default="scan"

arg name="base_frame" default="base_footprint"

arg name="odom_frame" default="odom_combined"

node pkg="gmapping" type="slam_gmapping" name="slam_gmapping" output="screen"

param name="base_frame" value="\$(arg base_frame)"

param name="odom_frame" value="\$(arg odom_frame)"

param name="map_update_interval" value="0.01"

param name="maxUrange" value="4.0"set maxUrange maximum range of the real senso

r = maxRange

param name="maxRange" value="5.0"

param name="sigma" value="0.05"

param name="kernelSize" value="3"

param name="lstep" value="0.05"

param name="astep" value="0.05"

param name="iterations" value="5"

param name="lsigma" value="0.075"

param name="ogain" value="3.0"

param name="lskip" value="0"

param name="minimumScore" value="30"

param name="srr" value="0.01"

param name="srt" value="0.02"

param name="str" value="0.01"

param name="stt" value="0.02"

param name="linearUpdate" value="0.05"

param name="angularUpdate" value="0.0436"

param name="temporalUpdate" value="-1.0"



```
param name="resampleThreshold" value="0.5"

param name="particles" value="8"

param name="xmin" value="-1.0"

param name="ymin" value="-1.0"

param name="xmax" value="1.0"

param name="ymax" value="1.0"

param name="delta" value="0.05"

param name="llsamplerange" value="0.01"

param name="llsamplestep" value="0.01"

param name="lasamplerange" value="0.005"

param name="lasamplestep" value="0.005"

remap from="scan" to="$(arg scan_topic)"

node

launch
```

5.4 DWA局部路径规划算法

5.4.1 概述

机器人局部路径规划方法有很多，ROS 中主要采用的是动态窗口法。动态窗口法主要是在速度空间中采样多组速度，并模拟机器人在这些速度下一定时间（sim_period）内的轨迹。在得到多组轨迹以后，对这些轨迹进行评价，选取最优轨迹对应的速度来驱动机器人运动。该算法突出点在于动态窗口这个名词，它的含义是依据移动机器人的加减速性能限定速度采样空间在一个可行的动态范围内。

5.4.2 机器人的运动模型

在动态窗口算法中，要模拟机器人的轨迹，需要知道机器人的运动模型。它采用的是两轮移动机器人，差分移动机器人的轨迹是一段一段的圆弧或者直线(旋转速度为0 时)，一对就代表一个圆弧轨迹。

具体推导如下：假设机器人不是全向移动的，即不能纵向移动，只能前进和旋转。计算机器人轨迹时，先考虑两个相邻时刻，如下图所示。为简单起见，由于机器人相邻时刻（传感器融合周期内运动距离短，因此可以将两相邻点之间的运动轨迹看成直线，即沿机器人坐标系 x 轴移动了（）。只需将该段距离分别投影在世界坐标系 x 轴和 y 轴上就能得到 t-1 时刻相对于 t 时刻机器人在世界坐标系中坐标移动的位移和。

以此类推，如果你想推算一段时间内的轨迹，只需要将这段时间位移增量累计求和就可以了：

如果机器人是全方位的，它的速度是y，如何计算轨迹？机器人坐标系的速度在y轴上。根据该模型，只需将机器人在机器人坐标系y轴上的行走距离投影到世界坐标系：

此时的轨迹推演只需要将 y 轴的移动的距离叠加在之前计算的公式上即可：

在 HiBot 的启动节点包中，Huanyu_robot.cpp 中计算 odom 的轨迹推演过程就是以上公式的代码化。

Huanyu_robot.cpp

```
this-dt = (current_time - last_time).toSec()
```

```
double delta_x = (vx * cos(th) - vy * sin(th)) * dt;
```



```
double delta_y = (vx * sin(th) + vy * cos(th)) * dt;
```

```
x += delta_x;
```

```
y += delta_y;
```

```
th += delta_th;
```

```
Huanyu_robot.cpp
```

上面的计算中，假设相邻时间段内机器人的轨迹是直线，这是不准确的，更精确的做法是用圆弧来代替。正如论文原文中推导的那样，依然假设不是全向运动机器人，它做圆弧运动的半径为：

当旋转速度 w 不等于 0 时，机器人坐标为：

还有其他一些推到算法如下：

5.4.3 速度采样

机器人的轨迹运动模型产生后，根据速度就可以推算出轨迹。因此只需采样很多速度，然后分别推算轨迹，然后评价产生轨迹的好坏即可。速度如何采样是论文原著的第二个核心：在速度的二维空间中，存在无穷多组速度。但是根据机器人本身的限制和环境限制可以将采样速度控制在一定范围内：

移动机器人受自身最大速度最小速度的限制：

移动机器人受电机性能的影响：

由于电机转矩有限，存在最大加减速极限。因此，在移动机器人轨迹正向仿真的SIM_PERIOD内存在一个动态窗口，窗口中的速度为机器人实际能够达到的速度：

基于移动机器人的安全考虑：

为了能够在撞到障碍物前停下来，在最大减速的条件下有一个速度范围：

其中 $\text{dist}(v,w)$ 为速度 (v,w) 对应轨迹上离障碍物最近的距离，如下图弧线所示：

这一条件在抽样开始时没有得到。在模拟完机器人的轨迹后，我们需要找到障碍物的位置，计算出机器人与障碍物之间的距离，然后看当前的采样速度是否可以在撞到障碍物之前停止。如果它能停下来，那么正确的速度是可以接受的。如果停不下来，就放下速度对。

5.4.4 评价函数

在采样的速度组中，由若干组轨迹是可行的，因此采用评价函数的方式对每条轨迹进行评价。采用的评价函数如下：

方位角评价函数：

$\text{Heading}(v,w)$ 是用来评价机器人在当前设定的采样速度下，达到模拟轨迹末端时的朝向和目标之间的角度差距。

空隙

$\text{dist}(v,w)$ 代表机器人在当前轨迹上与最近障碍物之间的距离，如果这条轨迹上没有障碍物，那就将其设为常数。

速度

用来评价当前轨迹的速度大小。

平滑处理

其中， n 为采样的所有轨迹， i 为待评价的当前轨迹。



6. 系统调试

6.1 Gmapping建图

gmapping 建图是使用我们机器人上的激光雷达数据来创建环境的栅格地图，下面我们将使用已配置好的算法功能包来创建环境地图：

在建图前，先做以下准备：

首先，将机器人放置在四周 50cm 没有障碍物的地方（否则将影响后面地图在导航的使用）；

然后，打开机器人电源启动机器人；

然后，确认 ubuntu 开发环境已成功连接到机器人发出的 AP；

并确认已配置好 ROS 分布式组网；

并使用 ifconfig 查看开发环境的 IP 是不是和 ~/.bashrc 文件中的 ROS_HOSTNAME 变量的 IP 一样，若不是，则修改 ROS_HOSTNAME 变量的 IP，并 source ~/.bashrc 使之生效；

下面开始创建地图。

(1) 启动机器人底盘节点

在 ubuntu 开发环境中使用 Ctrl+Alt+T 快捷键打开终端，然后通过 ssh 远程连接机器人，执行：

```
ssh huike@192.168.12.1
```

远程连接机器人后，则需要更新系统的时钟，命令如下：

```
sudo date -s "2021-1-9 16:15:30" （修改为当前的日期和时间）
```

其中，2021-1-9 16:15:30 为当前的日期和时间，请将其修改为你现在的日期和时间。

然后，我们再使用前面的 date 命令，查看当前系统的时间是否设置成功，命令如下：

```
date
```

然后，输入启动机器人底盘控制器节点命令：

```
roslaunch huanyu_robot_start Huanyu_robot_start.launch
```

接下图，我们将看到机器人底盘控制器节点启动过程中的日志信息，机器人的雷达传感器、IMU 传感器和里程计等也都一起启动。

(2) 启动 gmapping 建图节点

使用 Ctrl+Alt+T 快捷键重新打开一个终端，同样通过 ssh 远程连接机器人，然后启动 gmapping 建图节点，命令如下：

```
roslaunch huanyu_robot_start gmapping_slam.launch
```

接下来我们将看到建图节点启动过程的日志，出现“Registering First Scan”，则说明开始建图了，第一帧地图创建成功，如下图中红框标记。

(3) 打开 Rviz

使用 Ctrl+Alt+T 快捷键重新打开一个终端，然后输入下面命令来打开 Rviz：

```
rviz
```

然后在打开的 Rviz 软件中，添加显示类型 RobotModel、LaserScan 和 PoseWithCovariance，并将 LaserScan 的 Topic 话题选择为 scan，PoseWithCovariance 的 Topic 话题选择为 robot_pose_ekfodom_combined，以及 Covariance 右边的复选框不勾选，则下面我们将看到



界面中出现了机器人的模型、机器人的方向箭头和激光雷达数据：

(4) 使用 arbotix_gui 移动机器人建图

使用 Ctrl+Alt+T 快捷键再新打开一个终端，然后输入 arbotix_gui 命令来打开程序ArbotiX Controller GUI：

```
arbotix_gui
```

接下来我们就会看到打开的 ArbotiX Controller GUI 界面如下图所示。

然后通过鼠标左键拖动界面中的红点来控制机器人移动，来扫描整个待建图的区域，如下图所示，一个小房间内的地图示例。

待我们扫描完整个待建图区域后，下一步我们将开始保存地图。

(5) 保存地图

使用 Ctrl+Alt+T 快捷键再新打开一个终端，然后通过 ssh 远程连接机器人，然后首先 cd 进入到保存地图的目录下，命令如下：

```
cd robot_wssrchuan_yu_robot_startmap
```

此时我们通过 ls 命令可以看到此目录下已有地图，则需要使用 rm 将其删除，命令如下：

```
ls
```

```
rm map.*
```

现在我们将保存地图到当前目录下，命令如下：

```
roslaunch map_server map_saver -f map
```

到此，环境地图已经创建完毕，我们可以将前面启动的节点和软件关掉。

6.1 DWA 导航

在导航前，先做以下准备：

首先，将机器人放置在地图原点，且方向与建图时的一样，否则导航前需要初始化机器人的位姿；

然后，打开机器人电源启动机器人；

然后，确认 ubuntu 开发环境已成功连接到机器人发出的 AP；

并确认已配置好 ROS 分布式组网；

并使用 ifconfig 查看开发环境的 IP 是不是和 ~/.bashrc 文件中的 ROS_HOSTNAME 变量的 IP 一样，若不是，则修改 ROS_HOSTNAME 变量的 IP，并 source ~/.bashrc 使之生效。

下面开始送餐机器人导航。

(1) 启动机器人底盘节点

在 ubuntu 开发环境中使用 Ctrl+Alt+T 快捷键打开终端，然后通过 ssh 远程连接机器人，执行：

```
ssh huike@192.168.12.1
```

远程连接机器人后，则需要更新系统的时钟，命令如下：

```
sudo date -s "2021-1-9 16:15:30" (修改为当前的日期和时间)
```



其中, 2021-1-9 16:15:30 为当前的日期和时间, 请将其修改为你现在的日期和时间。

然后, 我们再使用前面的 `date` 命令, 查看当前系统的时间是否设置成功, 命令如下:

```
date
```

然后, 输入启动机器人底盘控制器节点命令:

```
roslaunch huanyu_robot_start Huanyu_robot_start.launch
```

接下图, 我们将看到机器人底盘控制器节点启动过程中的日志信息, 机器人的雷达传感器、IMU 传感器和里程计等也都一起启动。

(2) 启动 DWA 导航节点

启动导航节点前, 要确保机器人的底盘节点已启动。

使用 `Ctrl+Alt+T` 快捷键重新打开一个终端, 同样通过 `ssh` 远程连接机器人, 然后启动导航节点, 命令如下:

```
roslaunch huanyu_robot_start navigation_slam.launch
```

接下来我们将看到导航节点启动过程的日志, 当看到 `odom received`, 则说明导航节点启动成功, 如下图中红框标注。

(3) 打开 Rviz

使用 `Ctrl+Alt+T` 快捷键重新打开一个终端, 然后输入下面命令来打开 Rviz:

```
rviz
```

然后在打开的Rviz软件中, 设置全局 Fixed Frame为map, 添加显示类型RobotModel、LaserScan 和 PoseArray, 并将 LaserScan 的 Topic 话题选择为scan, MarkerArray 的 Topic话题选择为move_baseTebLocalPlannerROSteb_poses (用于显示机器人局部规划路径中的机器人位姿), 设置其显示颜色为绿色, 则下面我们将看到界面中出现了机器人的模型和激光雷达数据, 如下图所示。机器人的位姿箭头在导航时会显示出来。

(4) 测试 DWA 导航

在前面已启动机器人底盘节点和导航节点后, 下面我们来测试机器人的导航效果, 发布机器人的导航目标:

在 Rviz 界面中使用鼠标左键点击界面上方工具栏中的按钮, 然后出现绿色箭头, 然后再将鼠标左键点击到地图中你想要机器人去的地方, 并且旋转箭头来设置机器人到达目标点后的方向, 然后松开鼠标, 则设置机器人的导航点完成。

参考文献

附录

致谢

说明:

- 1.文献相似度=送检论文中与检测范围所有文献的相似字数/送检论文正文字符数
- 2.去除参考文献相似度=送检论文中检测范围所有文献（不包括参考文献）的相似字数/送检论文正文字符数
- 3.去除本人已发表论文相似度=送检论文中与检测范围所有文献（不包括自引）的相似字数/送检论文正文字符数
- 4.单篇最大相似度：送检论文与某一文献的相似度高于全部其他文献
- 5.正文字符数:送检论文正文部分的总字符数, 包括汉字、非中文字符、标点符号、阿拉伯数字（不计入空格）
- 6.正文字数：送检论文正文部分的总字数, 正文不包括摘要、关键词、目录、图片、附录、参考文献等

