**辽宁石油化工大学**

**本科生毕业设计（论文）开题报告**

**毕业设计（论文）题目：**捡球机器人控制系统设计

学 院： 创新创业学院

专业班级： 实验1806

姓 名： 张宇航

学 号： 1802060201

指导教师： 王越

本科学生毕业设计（论文）开题报告表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 设计（论文）题目 | 捡球机器人控制系统设计 | | | | |
| 设计（论文）来源 | 导师课题 | 设计（论文）类型 | 应用设计 | 设计（论文）地点 | 校内 |
| 文献综述（包括调研资料的准备和收集）  服务机器人是一种能够为人类提供辅助功能、扩展人类能力、给人类带来方便并有一定自主能力的智能机器人。服务机器人的研究从自主推理、路径规划等方面起步，经历了环境感知、避障、场景理解等研究历程，理论和技术逐渐成熟[1]。  根据前瞻产业研究院发布的《中国服务机器人行业市场现状研究报告》一文中的数据表明：从中国市场来看，服务机器人是中国机器人产业增长最快的领域。2014-2019年，我国服务机器人市场规模持续扩大，2019年增长至22亿美元，与上年相比增加了33.1%。  由此可见，服务机器人已经充分地融入到了人们的日常生活当中。但是将服务机器人应用到文体领域尚处于起步阶段，所以目前对于捡球机器人的相关研究开发相对较少，还没有形成一套完备的理论实践体系。  李红楠团队[2]使用stm32f407做为主控芯片，先控制机器人在原地旋转的同时使用摄像头识别并标记乒乓球的位置，然后驱动电机使机器人到达乒乓球前方，在使用捡球模块将乒乓球收入储存空间。就全过程来看其主要使用了超声波传感器进行避障，红外传感器检测已经拾取乒乓球的数量，缺少一定的智能性，并且精度也得不到保障。  广东工业大学团队[3]设计的自动捡球机器人，使用ARM做为主控制器，依靠风扇旋转产生的吸力来拾取乒乓球，识别乒乓球则是使用了CMOS图像传感器，再通过红外传感器检测周围环境达到自动避障的效果。就其设计而言，机器要使用风扇并且要想产生足够的吸力就对设备环境提出了要求，所以可靠性一般。  整体而言，目前国内捡球机器人的发力点主要集中在网球拾取上，研究内容主要是路径规划[4]、机器视觉[5]和拾取装置的设计[6]、球类和障碍物的识别判断和机器人运动控制。  在国外，对捡球机器人的研究也相对较少，而且更注重于商业使用。截至现在，问世的相关产品有高尔夫捡球机器人和网球机器人Tennibot等，不过相对于乒乓球而言，高尔夫和网球的场馆面积更大，避障和路径规划的重要性大打折扣，所以设计难度有所降低。  对于乒乓球的检测识别目前两大主流方法是机器学习检测[7]和传统图像处理检测[8]。机器学习需要大量的训练样本，总结出乒乓球的特征，最后得到一个通用的模型。而传统的图像处理检测有成熟的Opencv库可以使用，只要使用摄像头抓取当前帧的图像，分割出图像与中乒乓球颜色相似的部分，在找出图像中的圆形部分就可以找到图中的乒乓球。由于使用场景较为固定单一，而且机器学习训练时间较长并且对主控制器的要求较高，所以使用传统的图像检测再加Opencv就可以取得很好的结果。  目前对于乒乓球的空间定位方法主要是基于双目相机和深度相机两种方法。双目相机工作时需要两个摄像头同时工作，通过内参和外参，根据同一物体在两部摄像机的坐标位置的差异进行重构，从而确定乒乓球的空间位置[9-10]。这个方法使用中由于只要有一部摄像机出现故障就无法定位乒乓球空间位置，所以对摄像机要求较高，除此之外这个方法的计算比较复杂。如果使用深度摄像机就可以避免这个问题，可以直接获取乒乓球离摄像机的距离，这个方法实现较为简单，且精度可以得到保障。  乒乓球的捡球路径规划方法很多。常见方法有全局遍历法、最邻近法等等。全局遍历法虽然设计难度低，而且可靠性高，但是对于大场景而言效率就会大大降低。对此优化的方法最邻近法就应运而生，其每次都会选择距离最近的求做为目标，但是不一定能够保证求得的解是全局最优解。在实际应用中主要还是使用模糊求解的方法来解决路径规划问题，比较常见的是蚁群算法和A\*算法，目前有关学者还提出了一种基于改进遗传算法的移动机器人动态路径规划[11]，不仅能够避免过早收敛，还能加速收敛并且找到更多的最优路径。  **参考文献**  [1] 任云青. 智能乒乓球自动捡球机器人的设计与实现[D]. 南京：南京邮电大学, 2020.  [2] 宋安琦,李红楠,申立佳,等. 智能乒乓球拾取机器人设计[J]. 科技创新导报, 2018, 15(36): 2-4.  [3] 许东伟,刘建群,林淦. 乒乓球捡球机器人的设计与实现[J]. 机床与液压, 2014, 42(3): 16-19, 50.  [4] Harshal S. Dewang and Prases K. Mohanty and Shubhasri Kundu. A Robust Path Planning For Mobile Robot Using Smart Particle Swarm Optimization[J]. Procedia Computer Science, 2018, 133 : 290-297.  [5] 程鹏,周朱德,陈章宝. 视觉导航网球捡球机器人控制系统设计[J]. 工业控制计算机, 2019, 32(3): 120-121.  [6] 林广茂,王天雷,招展鹏,陈文德,林海斌.基于视觉识别的全自动网球拾取机器人设计[J].机电工程技术,2017,46(03):80-84.  [7] Pereira, Nino et al. Autonomous golf ball picking robot design and development[J]. The Industrial Robot, 2012, 39(6) : 541-550.  [8] Mao Qi Chao et al. Fast and Efficient Non-Contact Ball Detector for Picking Robots[J]. IEEE Access, 2019, 7 : 175487-175498.  [9] 戴亮亮. 基于视觉的乒乓球及击球人识别系统研究[D]. 马鞍山：安徽工业大学, 2018.  [10] 王兴华. 基于嵌入式系统的双目视觉识别与定位技术研究[D]. 哈尔滨：哈尔滨工业大学, 2016.  [11] Adem Tuncer,Mehmet Yildirim. Dynamic path planning of mobile robots with improved genetic algorithm[J]. Computers & Electrical Engineering, 2012, 38(6): 1564. | | | | | |
| 选题意义（包括选题的理论价值和实践意义）  体育强国是新时期我国体育工作改革和发展的目标与任务，我国要力争实现体育大国向体育强国的转变。国家体育总局提出全民健身的口号，开展全民运动。球类运动具有锻炼思维反应速度、运动量灵活等特点，是种较好的有氧运动，深受大家喜爱。但是同时球类运动的快速发展造成了许多球场设备供不应求的问题，特别是在捡球工作方面，需要大量的人力和财力。因此，研究捡球机器人具有较好的市场价值和现实意义  本课题的主要研究目的是开发一种乒乓球自动捡球机,可以更加快速有效的捡取乒乓球，提高乒乓球的捡取效率，使乒乓球回收不再繁琐。 | | | | | |
| 设计（研究）方法（包括主要内容、思路及技术路线）  一、主要内容：  本课题的目的是研究开发出能够自主拾取乒乓球的智能移动机器人，设计主要内容是四方面：机器人机械结构设计、控制方案设计、硬件、软件设计。  机械结构设计和硬件设计包括主控器树莓派，OpenCV相机，4WD智能小车底盘，普通车轮，370总线电机，超声波传感器和耙轮机构等。耙轮容错性好，噪音很小，捡球效率较高，结构简便且适合轮式机器人使用。  控制方案设计上采用了电机驱动的差速转向和PID算法，分别用以实现机器人的移动、转向控制和解决小车移动的稳定性、快速性和准确性问题。  软件设计使用了Raspberry Pi OS系统，采用Python做为开发语言，要实现的功能包括乒乓球检测和定位、捡球路径规划、导航避障算法等。检测识别乒乓球模块中使用了 OpenCV 库。OpenCV 开源计算机视觉库程序执行效率高，可以在多个操作系统中运行。使用OpenCV 中封装好的模块可以加快图像处理的算法实现速度，提高研发效率。  二、思路及技术路线：  机械结构设计是要通过耙轮的滚动实现捡球功能。当视觉系统识别到乒乓球后，机器人驶向乒乓球并启动耙轮电机带动耙轮转动，将乒乓球滚入耙轮。  硬件模块的设计主要包括三大模块，分别是：图像处理模块、驱动模块、检测与避障模块。图像处理模块采用OpenCV相机提取周围环境信息，该摄像头具有低功耗、低成本和体积小等特点，能够较好地实现机器视觉应用。驱动模块采用的则是五个电机，其中四个来驱动机器人和一个用来驱动耙轮拾取球体。检测和避障模块采用了超声波传感器。捡球机器人的实时检测与避障模块作为机器人行进 过程中的辅助功能设计能使机器人在运动过程中避免遇到障碍物而停止，保证捡球机器人能够顺利畅行。  软件设计采用的是霍夫变换做为主要算法来检测、识别球体。本文选择OpenCV摄像头作为基于乒乓球颜色特征识别算法的图像采集设备。通过乒乓球的颜色特征、轮廓特征、高度信息，完成对乒乓球的识别，输出识别结果。乒乓球的识别过程中使用的霍夫变换检测圆形算法法和检测直线的原理差别不大。圆形的一般性方程表示为。那么就有三个自由度圆心坐标和半径r。这就意味着需要更多的计算量，而OpenCV中提供的cvHoughCircle()函数里面可以设定半径r的取值范围，相当于有一个先验设定，在每一个r来说，在二维空间内寻找a和b就可以了，能够减少计算量。  控制方案设计使用的是PID算法精确控制机器人运动。可以实现球体检测识别过程中同时满足准确性、实时性和鲁棒性的要求。PID 控制器以一定的采样间隔读取被控对象的实际值（输出），根据实际值与设定值计算得到偏差，再将偏差进行 PID 计算生成控制量输入到被控对象，形成一个闭环系统。算法方面采用点到点行走算法是指让机器人在当前位置驶向指定坐标位置的算法。当前机器人位置是,目标点位置是，就是机器人从当前点）驶向目标点的过程。点到点走行在机器人捡乒乓球、球时有着重要的应用，当识别到一个乒乓球，得到乒乓球的坐标，就可以将乒乓球的坐标发给运动系统，运动系统运行点到点走行算法就可以将乒乓球拾取。 | | | | | |
| 时间进度（任务完成的阶段内容及时间安排）    第1-2周：查阅中外文献，了解捡球机器人控制系统基本原理与发展历程，翻译外文文献。  第3周：确定课题的研究内容及总体思路，撰写开题报告，完成外文文献翻译。  第4-5周：研究捡球机器人控制系统总体设计，完成总体控制方案。  第6-7周：进一步完善总体设计，确定具体的控制方案及详细的控制流程。  第8-10周：完成捡球机器人控制系统硬件元器件的选型、I/O口接线图。  第11-12周：绘制程序流程图、编写控制程序，并调试程序。  第13-14周：撰写毕业论文。  第15周：检查修改论文中可能存在的漏洞及错误。  第16周：准备答辩材料，并答辩。 | | | | | |
| 预期达到的目标  本文设计实现了乒乓球捡球机器人的乒乓球识别、乒乓球拾取、机器人运动控制等，从而能够流畅高效的拾取乒乓球。设计的捡球机器人能够通过霍夫检测准确识别出环境中的乒乓球位置，再通过OpenCV摄像机准确获取乒乓球的位置，之后将乒乓球的位置传递到运动控制系统上，驱动电机前进行驶到乒乓球前面，再通过耙轮结构拾取乒乓球。机器人的最大移动速度可以达到0.8m/s,。并且运动流畅。  综上所述，所设计的乒乓球捡球机器人可以实时准确的识别乒乓球，拾取机构在运动系统的承载下可以高效的拾取乒乓球，达到预期功能。 | | | | | |
| 指导教师意见  研究内容符合任务要求，进度安排合理，同意开题    指导教师签名： 日期：2022年3月10日 | | | | | |
| 教研室意见  同意。  主任签名：  日期：2022年3月11日 | | | | | |

设计（论文）来源：导师课题、社会实践、自选课题、其他等

设计（论文）类型：理论研究、应用研究、实验研究、应用设计、软件设计等