d附件4-1

|  |  |
| --- | --- |
| 是否参加“青年红色筑梦之旅”项目 | 〇是 〇否 |

大学生创新创业训练计划创新训练项目申报表

|  |  |
| --- | --- |
| 推 荐 学 校 | 西安电子科技大学 |
| 项 目 名 称 | “玃如”大众化桌面机械臂 |
| 项 目 类 型 | 创新训练项目 |
| 项 目 负 责 人 |  |
| 申 报 日 期 | 2021.1.5 |

陕西省教育厅 制

二○二一年四月

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | | “玃如”大众化桌面机械臂 | | | | | | | | |
| 项目类型 | | （ √）创新训练项目 （ ）创业训练项目 （ ）创业实践项目 | | | | | | | | |
| 是否为“青年红色筑梦之旅”项目（否） | | | | | | | | |
| 项目实施时间 | | 起始时间：2022 年 1 月 10 完成时间： 2022 年 12 月 30 | | | | | | | | |
| 申  请  人  或  申  请  团  队 |  | 姓名 | | 年级 | | 学校 | 所在院系  /专业 | 联系电话 | | E-mail |
| 主持人 |  | |  | |  |  |  | |  |
| 成 员 | 吴谨汝 | | 2019 | | 西安电子科技大学 | 计算机科学与技术 | 13874875026 | | 19050100149@stu.xidian.edu.cn |
|  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  | |  |  |  | |  |
|  | |  | |  |  |  | |  |
| 指  导  教  师 | 姓名 | | 付少锋 | | | | 研究方向 | 基于智能感知的嵌入式系统 | | |
| 年龄 | | 47 | | | | 行政职务/专业技术职务 | | | 副教授 |
| 手机 | | 13991120095 | | | | 电子邮箱 | | | fushaofeng@sina.com |
| 主  要  成  果 | | 参加和主持了九·五、十·五、十一·五期间计算机输入输出设备方面的国防预研项目，主持了某型军用设备的研制工作；获得测绘科技进步二等奖、国防科技进步二等奖、三等奖、西安市科技进步奖等多项科研奖励、指导学生参加课外科技竞赛获得多个国家级奖项；发表研究论文10余篇。 | | | | | | | |
| 一、项目简介（200字以内）  本项目基于传统机械臂进行改装，让其走进日常生活，使得操作者趣味性地获得自身手臂延展的“机械手臂”。主要应用机器人视觉技术，将RGB-D摄像头与机械臂结合，赋予传统机械臂“眼睛”，从而达到直接模仿人类手臂动作的功能的目的。这增强了机械臂的人机交互性，不仅让使用者以更直观的方式操纵机械臂，更提高了示教的效率。 | | | | | | | | | | |
| 二、项目相关研究现状及发展动态（不少于200字）  机械臂属于工业机器人，也是当下应用最广泛的工业机器人之一。1980年为国际上公认的“机器人元年”，距今不过四十年，而随着廉价且高性能的计算机普及，其发展相当迅速。  美国、日本等国的机械臂相关研究与应用较早，挤占了大部分国际市场，国内机械臂也紧随其后，快速追赶，但机械臂的发展目前还有以下问题：   1. 机械臂控制系统的实时性不足：已有的研究大多集中在通过离线或可控智能穿戴化设备的方式控制机械臂的运动 2. 国内产教研相对脱节：由于国外的机械臂发展较为成熟，我国工业高精度应用上普遍采用国外产品，国内的研究尚较少得到广泛应用，形成了脱节。高校中也缺乏机械臂相关的理论、实验教育。   目前国际上的机械臂精度控制水平已经相当高，工业上通常提供了示教器等编程操作接口，按照指定程序实现刚性自动化，机械臂按照指定程序实现高效的刚性自动化任务完全不成问题。但缺乏创新性，人机交互接口相对固化。  而机器和机器人的区别就在于可编程的复杂性不同，机器一般限定为完成某一类任务，机器人更倾向于可以编程完成多种不同的应用任务。机器人智能化、多感官化、拟人化逐渐成为人们的期待。所以本项目不聚焦机械臂的工业精度，而将重点放在拓展机械臂的人机交互接口。  机械臂现有的人机交互接口有：①手机app或电脑上位机操作；②手持式或穿戴式示教器设备；③离线编程系统。其中前两点通常是给机械臂末端一确定的工具坐标，利用逆运动学分析计算出运动轨迹并记录，使得机械臂重复执行此项操作，而离线编程系统侧重于让工业机械臂长时间保持工作状态，编程时不必要干扰机械臂当前工作。 | | | | | | | | | | |
| 1. 项目实施的目的、意义（不少于200字）   目的：实现机械臂实时模仿被观测人的行为，拓展其人机交互能力。  现实意义：①功能强大的工业机械臂价格昂贵、体型较大、往往面向专用工作场 景设计。教学用机械臂性能不高，对非专业人士来说操作繁琐。导致机械臂的技术虽然成熟，但并未走进日常生活场景。②早教机器人、教学用机械臂设备、机器人相关玩具逐渐代替传统布偶类、机械类玩具，成为新时代的玩具热点，例如vector、bittle、各种可编程机器动物。而玩具市场同样面临进口的机器人玩具昂贵，国内的机器人玩具功能不足的问题。假如增加了机械臂的可交互性，不需了解专业知识用手臂直接控制机械臂，不仅具有趣味性，还能创造性的解决一些生活化问题，在国内机器人类玩具市场焕发蓬勃生机的大背景下，有不容忽视的潜在市场。③传统六轴机械臂仅获取手掌位置，通过逆运动学解析确定各电机角度，所解得的运动路径有限，无法有效应对机械臂与目标之间有障碍物的情况，而通过对人手臂真实状态的模拟，可赋予机械臂运动更大的灵活性与智能度，拓展机械臂的使用场景。  科研意义：机械臂不仅是工业生产线上的重要角色，还是仿生机器人的一部分，我们希望机器人越来越像人类，具有自身的控制力和判断力，从而更好的为人服务。而人工智能的发展需要大量的学习数据，机械臂若能把每次正确模拟人类手臂这一过程中运动的具体参数记录下来，这些数据经过分析将对机器人手臂控制有重要参考价值。  拓展意义：在本项目的基础之上，综合工业机器人所能达到的强度和精度，可以实现拓展人手臂功能的作用。比如代替人在高温环境下作业、搬取人力所不能承受的重物等等。 | | | | | | | | | | |
| 四、项目研究内容和拟解决的关键问题（不少于300字）  1、人类手臂识别  这部分工作有：选择合适的卷积核和算法进行图像预处理、选出性能较好的特征指标进行特征提取、探索合理的特征描述方式进行图像特征识别，以实现机械臂正确识别与跟踪人的手臂。在连续变化的系统中,考虑采用卡尔曼滤波方法对图像进行滤波。  在这个阶段，主要处理机械臂视觉识别，拟解决的关键问题有：①人手臂实时示教的过程中，无法要求示教人相对于机械臂的位置不变，那么就要求识别算法具有一定的位移、尺度等不变性特征，同时人手臂若运动过快，相机采集时出现重影的问题也不容小觑、②降低图像遮挡对动作识别的影响。图像特征的完整性是算法成败的关键点，而遮挡所引发的特征损失，对准误差和局部混叠会造成动作识别困难。为了提高视觉跟踪精度和鲁棒性，可以尝试对遮挡区域的特征进行恢复或者设计和使用Attention的机制去识别没有被遮挡的动作。③设计良好的机械臂运动学算法协调识别的实时性与准确性之间的矛盾。  2、模拟手臂建模  识别出人手臂后，如何协调设计机械臂上各个电机，使得机械臂的运动更符合人的手臂运动。  3、力控制和速度控制  实现了复刻人手臂的运动轨迹后，如何把握机械臂末端与表面接触时的力，以及如何把握复杂易变的人手臂运动速度。 | | | | | | | | | | |
| 1. 项目研究与实施的基础条件（不少于300字） 2. 项目成员：计算机专业学生，熟练使用至少两门编程语言进行算法的设计与验证，熟悉matlab开发和仿真环境；有C51、stm32单片机开发经验，及对简单实时操作系统内核进行修改的经验；掌握模数电基础知识和计算机视觉相关知识。学习能力和资料检索能力强、项目统筹能力较好。指导老师有丰富的教学和项目指导经验，能为解决项目关键问题提供有效指导。 3. 硬件条件：用以改装的机械臂、RGB-D相机、舵机、线材、基础元器件、嵌入式开发板等等。 4. 软件条件： linux、windows操作系统，集成开发环境，以及各种专业软件，如matlab、ros。 5. 开发环境：供小组成员日常开发、研究、讨论的实验室。 6. 社会条件：计算机领域有着良好的开源社区环境，与项目研究主题不相关的必要步骤，可以学习前人研究资料，比如操作臂的运动学和力学分析不是本项目原创性研究重点，而这个部分已有诸多较成熟的算法。 | | | | | | | | | | |
| 六、项目实施方案（不少于300字）   1. 确定机械臂定位及其所需实现的功能。 2. 根据预期功能进行流程设计。具体设计细节为：    1. 利用RGB-D 摄像头，如奥比中光3D摄像头，不断拍摄和记录目标人物的手臂动作，并读取摄像头的图像。RGB-D摄像头可以直接读出像素点的三维坐标。    2. 通过机器视觉进行图像滤波，提取提取图像特征，得到精确的图像信息。    3. 利用所提取的图像特征对被遮挡部分进行还原，确定动作关键点的坐标，如手肘，手指等关键位置的坐标，建立以相机为中心的三维坐标系模型，并利用T变换将相机三维坐标转换为世界三维坐标。    4. 根据动作的要求和实际的需求等等进行机械臂运动学分析以及运动轨迹、抓取姿态规划。    5. 通过控制机械臂末端的执行器来控制机械臂的动作与运动状态，执行预定动作。 3. 查找相关资料，进行知识储备，并购置所需的硬件设备。 4. 进行机器视觉相关算法设计，包括目标任务手臂的检测算法与被遮挡部分的补全算法，提取或生成手肘等关键位置坐标，最终形成完整的手臂三维模型。 5. 进行机械臂运动学算法设计。 6. 整合测试与迭代改进。   另外，为由于项目实施时间处在疫情期间，针对项目成员无法线下见面的特殊情况做了疫情预案：①知识储备期团队成员自行进行，加强线上讨论，并每周定期开线上会议总结交流一周的学习成果；②软件设计，进行详细的分工，将项目代码托管到私有代码仓库（根据实际情况选择具体的仓库）中，并使用git进行管理；③硬件调试，机械臂等较大型硬件设备交给一人保管，软件功能模块设计好之后，交给此人调试；单元电路设计和调试可其他成员设计调试好后将原理图共享或用快递方式寄出。 | | | | | | | | | | |
| 七、项目创新点及特色（不少于300字）   1. 创新性的将直接模拟人手臂活动作为机械臂示教方式，降低了机械臂的使用门槛，增加了人机交互的趣味性。通常机械臂示教原理是末端指引、逆运动学解析，人机互动模式是上位机编程、示教器传感等，而本项目提出直接模仿人的手臂，以最符合直觉的方式操纵机械臂，同时赋予机械臂的运动路径更大的灵活性，可有效绕过与目标点之间的障碍物，拓展机械臂的使用场景。 2. 一改机械臂的常规使用场景，给流程化、工业化的机械臂赋予视觉感官和实时性特征，贴近日常生活：典型的机械臂使用场景是工厂作业，重复性执行专业操作，适应工厂批量化生产的场景。而本项目提出将机械臂的使用范围拓宽，走进日常生活，以手臂模拟的特点使机械臂的重复性操作改为实时性操作，完成个性化的短期任务。 3. 为获取手臂信息的摄像头摆放位置提供更大的自由度。给操作臂赋予视觉特征，通常有两种方式，‘eye in hand’和‘eye to hand’，即摄像机在手臂上还是摄像机在手臂外照向手臂。为了使机械臂的末端位置可观测，拟选用‘eye in hand’的方案。另外，考虑到本项目机械臂使用场景的特殊性，再综合考虑‘eye on hand’和‘eye to arm’的设计方案，增加一个使能端，当人在手臂前时，使用‘eye on hand’摄像头；人需要与机械臂相隔一定距离时，使用‘eye to arm’摄像头照向人手臂。为了调试方便，增添一个实时显示摄像头拍摄范围的屏幕。 | | | | | | | | | | |
| 八、已有基础（包括与本项目有关的研究积累和已取得的成绩、学校可以提供的条件、尚缺少的条件及解决方法）   1. 项目组成员不仅有一定的编程能力，能够熟练使用各种编程语言，并且对于新技术的探索和应用具有强烈的热情和足够的耐力。 2. 项目成员之间有良好的沟通互助、相互合作能力。 3. 指导老师长期从事项目相关方向的科研工作，可以给予有效的帮助。   4、学校提供了实验室供研究学习  5、校图书馆有丰富的专业书籍可供借阅，同时提供了知网、万方等网站的校vpn访问途径；另外，学校软件正版化支持各版本matlab专业软件 | | | | | | | | | | |
| 九、项目研究进度安排及各阶段预期成果(本栏内容为中期检查及结题答辩重要参考)   1. 项目开始到1月31日，文献查阅、知识储备，确定具体功能的实现方式，购置所需的硬件设备。 2. 2月1到2月15日，熟悉所购置的硬件设备使用方法，并开始调试旋转最适宜的图像预处理算法。 3. 2月1日到3月15日，完成手臂的建模，计算出各关节夹角。 4. 3月16日到4月8日，实现操作臂在二维平面上对手臂的实时模仿，并合理设置调试接口。 5. 4月9日到**中期答辩**，研究手臂和操作臂运动轨迹的映射关系，编写算法并调试，实现操作臂在三维平面上对手臂的实时模仿。 6. 中期答辩到7月16日，优化项目，完成对已有成果进行封装，添加使能端，记录测试数据等工作。 7. 7月17日到8月31日， 对于测试数据不佳的功能，修改算法，让人手臂识别的过程更加准确、抗干扰能力更强。重新调试、记录测试数据。 8. 9月1日到9月30日，添加机械臂末端执行器，用手掌手势识别或外置控制器的方式，控制末端执行器的操作。 9. 10月1日到12月15日，修改成品机械臂的上位机代码，当机械臂识别错误时，可通过上位机进行调整并上报问题。 | | | | | | | | | | |
| 十、经费预算 | | | | | | | | | | |
| 开支科目 | | | | | 预算经费（元） | | | | 主要用途 | |
| 材料费用 | | | | | 3500 | | | | 购买合适的机械臂、RGB-D摄像头、以及其它元器件、设备的费用 | |
| 外协费用 | | | | | 2000 | | | | 实验消耗、加工制作费用等 | |
| 学习成本 | | | | | 700 | | | | 专业书籍费用、专业软件费用、文献资料费用等 | |
| 杂项 | | | | | 500 | | | | 资料打印、车费等 | |
| 专项业务费用 | | | | | 2000 | | | | 知识产权、专利申请费用 | |
| 总计 | | | | | | | | | 8700 元 | |
| 十一、导师推荐意见(必须明确表述项目结题成果及呈现方式)  签名：  年 月 日 | | | | | | | | | | |
| 十二、院系推荐意见  院系负责人签名： 学院盖章  年 月 日 | | | | | | | | | | |
| 十三、学校推荐意见  学校负责人签名： 学校盖章  年 月 日 | | | | | | | | | | |
| 十四、省教育厅评审意见  单位盖章  年 月 日 | | | | | | | | | | |

注：表格栏高不够可增加。