**附件：**

**哈尔滨工业大学（深圳）**

**大一年度项目立项报告**

**项目名称：** 具备自动导航与视觉模仿功能的仿生手协作机器人

**项目负责人：** 陈申煜  **学号：** 2023312320

**联系电话：** 17876762018 **电子邮箱：** 2023312320@stu.hit.edu.cn

**学 院：** 机电工程与自动化学院

**指导教师：**  **职称：**

**联系电话：**  **电子邮箱：**

**学 院：**

**填表日期： 年 月 日**

**一、项目团队成员**（包括项目负责人、按顺序）

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 姓名 | 性别 | 所在学院 | 学号 | 联系电话 | 本人签字 |
| 陈申煜 | 男 | 机电工程与自动化学院 | 2023312320 | 17876762018 |  |
| 何文瑞 | 男 | 机电工程与自动化学院 | 2023312332 | 15217761612 |  |
| 万徐亮 | 男 | 机电工程与自动化学院 | 2023312313 | 15814636635 |  |
| 苏福民 | 男 | 机电工程与自动化学院 | 2023312316 | 13480902117 |  |

**二、立项报告**（字数在2000字以上，篇幅不够可附页）

|  |
| --- |
| **（一）立项背景**  **一、协作机器人现状、趋势、意义：**  未来的智能工厂是人与机器和谐共处所缔造的，这就要求机器人能够与人一同协作，并与人类共同完成不同的任务。这既包括完成传统的“人干不了的、人不想干的、人干不好的”任务，又包括能够减轻人类劳动强度、提高人类生存质量的复杂任务。正因如此，人机协作可被看作新型工业机器人的必有属性[1]。协作机器人可以与人在生产线上协同作战，充分发挥机器人的效率及人类的智能。这种机器人不仅性价比高，而且安全方便，能够极大地促进制造企业的发展[2]。协作型机器人作为一种新型的工业机器人，扫除了人机协作的障碍，让机器人彻底摆脱护栏或围笼的束缚，其开创性的产品性能和广泛的应用领域，为工业机器人的发展开启了新时代 [1]。  图 2 协作机器人  图 1 协作机器人  在制造业转型升级的时代洪流中，智能机器人将越来越深入我们的工作与生活。如果忽视了智能机器人的研发与推广，整个《中国制造2025》发展战略可能会从根基上动摇。而人和设备、机器在一起工作的人机协作模式，可以提高企业效率、加强质量控制、增强生产的灵活性，可以减少物流线的成本，使得制造企业更靠近市场[3]。机器人是智能制造的支撑设备，而人机协作将成为下一代机器人的本质特征。  人机协作给未来工厂的工业生产和制造带来了根本性的变革，具有决定性的重要优势：生产过程中的灵活性最大；承接以前无法实现自动化且不符合人体工学的手动工序，减轻员工负担；降低受伤和感染危险，例如使用专用的人机协作型夹持器；；采用内置的传感系统，提高生产率和设备复杂程度[3]。  基于人机协作的优点，顺应市场需求，更加灵活的协作型机器人成为一种承担组装和提取工作的可行性方案。它可以把人和机器人各自的优势发挥到极致，让机器人更好地和工人配合，能够适应更广泛的工作挑战。  人类的生产经历了全手工劳动，到半自动、全自动等生产模式，未来必将走进人与机器人的协作时代，并且成为一种常态的工作模式。今天，可能只在生产线的上下料等上下游使用机器人，在装配过程中，采用手工来装配，配合输送带系统，追求单元的精益生产。未来，在生产线中，人与机器人将实现混合搭配，协作型机器人将使用多功能的爪钳，采用引导式的高效编程，提高整个装配系统成本竞争力[4]。未来的协作机器人在人机的工作分配方面，将简单重复、劳动强度大的劳动留给机器人，复杂的智力劳动留给人类自己，协作机器人正在打破传统机器人的桎梏，在追求低价、高效、安全和生产多样化的今天或将起一场制造业机器换人的风暴[5]。  **二、具备自主导航与视觉模仿功能的仿生手协作机器人的意义与应用场景：**  ① 仿生手协作机器人可以实现更精确的协作，相较于使用机械夹爪进行夹持，仿生手的灵活性更强，可完成更复杂的动作，可以更真实地模拟出一名助手，协同操作员完成各种任务。  图 3 仿生机械手  ② 具备自主导航功能，可以使协作机器人灵活穿梭于室内场景，更高效地完成任务；同时可以设定跟随模式，让机器人跟随操作员行走，使得操作更加方便。  图 4 激光雷达SLAM建图  ③ 具备视觉模仿功能，可以使协作机器人在操作员的引导下完成更复杂且多样的动作，避免了预设动作方案不能满足操作员需求的情况。    图 5 OpenCV手势识别  这样的协作机器人可应用于实验室中，作为实验员的协助者，既能节省人力，也更加方便。在工业领域，这种协作机器人可以应用于装配、搬运和操作等任务。在医疗领域，它们可以用于手术辅助和康复训练等应用。此外，在日常生活中，这种机器人还可以帮助老年人或行动不便的人完成一些日常任务，提高他们的生活质量。  **（二）项目研究内容及实施方案**  **具备自主导航与视觉模仿功能的仿生手协作机器人：**  ①底盘设计采用了全向轮（omni-directional wheel）结构，使得机器人在平面上能够实现全方位移动。这种设计在提高机器人灵活性的同时，也确保了机器人在狭小空间内的安全性，使其能够在任意方向上移动，包括直线、曲线以及旋转等。通过运动解算，这种全向轮底盘可以实现精确的全向移动，从而满足各种复杂环境下的工作需求。  图 6 全向轮底盘  ②在视觉模仿方面，该协作机器人运用了基于OpenCV的视觉识别功能。OpenCV是一款强大的计算机视觉和机器学习软件库，包含了众多的图像处理和计算机视觉方面的算法。通过这些算法，机器人可以实现对人类手势的识别以及对操作员的识别。例如，当操作员做出某个特定的手势时，机器人可以识别该手势并做出相应的动作回应，从而实现人机之间的直观互动。  图 7 OpenCV手势识别  ③为了实现自主导航，该协作机器人结合了IMU（惯性测量单元）与激光雷达SLAM（Simultaneous Localization and Mapping）技术。激光雷达可以精确地获取环境信息，构建出详细的室内地图，而IMU则可以提供机器人自身的运动数据。两者相互配合，可以实现机器人在复杂环境中的自主导航，避免障碍物，并寻找到最佳的路径。  图 8 激光雷达扫描  ④最后，为了实现仿生手的动作模仿，该协作机器人通过调节PWM（脉宽调制）占空比来操控舵机。这些舵机能够模拟出人类手指的各种动作，如抓握、捏取等。此外，我们计划对各种动作进行封装，使得机器人可以根据操作员的手势返回相应的动作结果。这样一来，操作员只需简单的手势就能操控机器人的仿生手进行各种复杂的操作，大大提高了人机交互的便利性和效率。    图 9 PWM控制舵机示意图  **（三）进度安排**  ①春季学期开学前：   1. 实现全向轮底盘的控制 2. 学会运用OpenCV，实现简单的识别 3. 学会运用ROS2，实现通信功能     ②暑假前：   1. 基本实现计算机对手势的识别能力 2. 不同手势对应的舵机控制有初步框架 3. 基本实现底盘功能   ③秋季学期开学前：   1. 完善对底盘的控制，更加精准地实现跟随、导航的功能 2. 将手势识别与舵机控制实现初步连接     ④秋季学期：  完成全部工作  **（四）中期及结题预期目标（即中期检查和结题验收时考核的依据）**  **①中期检查：**  (1)底盘功能基本实现  (2)能初步实现手势识别  (3)能通过直接控制舵机实现仿生手的多种手势  **②结题预期目标：**  制作成品，实现预期功能：  (1)能够跟随操作员行进  (2)能自主导航、避障  (3)能通过摄像头识别操作员的手势，实现任务协作  **（五）经费使用计划**  ①R3 系列全向轮底盘+拓展 ￥299+39+18  ②机械臂+舵机+舵机架 ￥459+  ③树莓派+摄像头+其它 ￥929  ④激光雷达+IMU 惯导模块+支架 ￥688+8  ⑤双路电机驱动模块 TB6612 x2 ￥84  ⑥12V 锂电池组电源+充电器+转接头 ￥39  合计： ￥2661  **（六）主要参考文献（参考文献书写顺序：序号 作者.文章名.学术刊物名.年，卷（期）：引用起止页.）**  **[1]张明文,工业机器人技术基础及应用,哈尔滨工业大学出版社,2017.08,第216-217页**  **[2]刘芳栋著,机器人+ 正在席卷全球的机器人革命,中国铁道出版社,2016.08,第155页**  **[3]朴松昊，谭庆吉，汤承江，孙福才,工业机器人技术基础,中国铁道出版社,2018.06,第290页**  **[4]德州学院，青岛英谷教育科技股份有限公司编著,智能制造导论,西安电子科技大学出版社,2016.08,第107-108页**  **[5]陈鹏展,个体行为的机器识别与决策协同,知识产权出版社,2018.07,第243-245页** |
|  |

|  |
| --- |
|  |
|  |

**三、指导教师意见**

|  |
| --- |
| 签 名：  年 月 日 |

**四、评审专家组意见**

|  |
| --- |
| 批准经费： 元组长签名：  年 月 日 |