**《ROS机械臂原理与应用》教学大纲**

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程类别** | 专业 | **课程性质** | 理论 | **课程属性** | 选修 |
| **课程名称** | ROS机械臂技术与应用 | **课程英文名称** | The principle and application of ROS Robotic Arm |
| **课程编码** | H36X023F | **适用专业** | 机器人工程 |
| **考核方式** | 考查 | **先修课程** | Linux操作系统应用、机器人系统设计  |
| **总学时** | 48 | **学分** | 3 | **理论学时** | 32 |
| **实验学时/实训学时/ 实践学时/上机学时** | 实验学时：16 |
| **开课单位** | 智能制造学院 |

**二、课程简介**

《机器人系统设计》是机器人工程专业的一门专业选修课程，本课程旨在介绍机器人操作系统（ROS）在机械臂领域的应用和开发。主要涵盖ROS控制、规划和协调机械臂的运动，ROS与机械臂传感器、执行器结合进行智能操作和任务执行。通过典型应用案例，完整地展示ROS机械臂原理与应用，结合企业的实际技术问题，分析并解决问题。

**三、课程教学目标**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **课程教学目标** | **支撑人才培养规格指标点** | **支撑人才培养规格** |
| **知****识****目****标** | **目标1：**机器人设计的基本理念，ROS机器人系统的功能，双轮机器人开发、建模、部署。 | 1.3：掌握机电、传动、控制类基础和专业知识，能够对机器人控制系统的运行进行分析、设计。 | 1.工程知识 |
| **能****力****目****标** | **目标2：**机器人系统设计开发方法。ROS机器人系统在双轮机器人上高级主题的应用：SLAM算法、感知、自主导航、路径规划等。 | 3.2：能够针对工业机器人复杂系统的设计方案，进行单元（部件）结构设计、计算、建模和仿真分析等。4.1：能够将科学原理和工程方法应用于设计和规划解决工业机器人系统复杂工程问题及工程项目。 | 3.设计/开发解决方案4.研究 |
| **素质目标** | **目标3：**机器人系统进化趋势，根据市场需求，学生运用课堂知识，学会分析解决问题的方法，提出创新性方案，优化已有的技术。 | 12.2：能够通过有效手段，掌握自主学习方法， 能够持续学习并适应社会的进步和发展。。 | 12.终身学习 |

**四、课程主要教学内容、学时安排及教学策略**

**（一）理论教学**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学模块**  | **学时** | **主要教学内容与策略** | **学习任务安排** | **支撑课程目标** |
| ROS基础原理与编程 | 4 | **重点：**ROS项目开发流程，ROS话题编程，ROS服务编程，ROS机械臂控制系统设计方法。**难点：**ROS话题编程，ROS服务编程。**思政元素**：操作系统卡脖子案例。**教学方法与策略：**在线下教学过程中采用电子教案、经典案例。 | 课前：熟悉各类移动机器人课堂：了解移动机器人主要技术要点课后：复习课堂知识与案例 | 目标1目标2 |
| ROS常用组件 | 4 | **重点：**ROS Launch启动文件，ROS TF坐标变换，ROS常用可视化工具。**难点：**ROSLaunch启动文件，TF坐标变换。**教学方法与策略：**在线下教学过程中采用电子教案、经典案例。 | 课前：熟悉Linux的基本操作课堂：ROS常用组件使用课后：复习ROS搭建及使用 | 目标1目标2 |
| 机械臂操作平台MoveIt | 4 | **重点：**MoveIt系统架构简介，MoveIt可视化配置流程，MoveIt可视化控制方法。**难点：**MoveIt可视化配置流程，MoveIt可视化控制方法。**教学方法与策略：**结合多媒体教学、课堂实操演示。 | 课前：预习MoveIt系统课堂：MoveIt系统可视化配置课后：MoveIt系统练习 | 目标1目标2 |
| 机械臂仿真系统构建与仿真 | 5 | **重点：**ROS中的控制器插件，机械臂仿真框架介绍，MoveIt+Gazebo搭建仿真环境。**难点：**MoveIt+Gazebo搭建仿真环境。**思政元素：**优质软件是国家科技力量的显著标志之一。**教学方法与策略：**实例过程分析增强课堂教学吸引力，提升课堂教学效果。 | 课前：机械臂建模方法课堂：学习MoveIt+Gazebo搭建仿真环境课后：CSDN 、B站等网络资源自我学习、MoveIt+Gazebo上机练习 | 目标1目标2 |
| MoveIt编程方法 | 5 | **重点：**关节空间运动，笛卡尔空间运动，自主避障运动、圆弧运动规划，轨迹重定义，更换运动学插件。**难点：**笛卡尔空间运动，自主避障运动、圆弧运动规划。**思政元素：****教学方法与策略：**课堂讲解、启发问答、讨论。结合多媒体教学、课堂实操演示。 | 课前：了解自主避障运动课堂：MoveIt编程方法课后：CSDN 、B站等网络资源自我学习MoveIt编程上机练习 | 目标2目标3 |
| 高级ROS机械臂主题1-ROS机器视觉与机械臂抓取 | 6 | **重点：**OpenCV应用，单目视觉传感器的使用，相机标定，摄像头驱动与ROS图像接口，物体识别，机械臂抓取。**难点：**相机内参与外参标定、体识别，机械臂抓取。**教学方法与策略：**课堂讲解、启发问答、讨论。**思政元素：****教学方法与策略：**课堂讲解、启发问答、讨论。结合多媒体教学、课堂实操演示。 | 课前：复习OpenCV/机器视觉应用课中：OpenCV应用+物体识别+驱动实现物体抓取。课后：CSDN 、B站等网络资源自我学习、算法上机练习 | 目标1目标2 |
| 高级ROS机械臂主题2-控制系统案例研究 | 4 | **重点：**ROS-Industrial架构介绍，ROS-Industrial核心应用，ROS-Industrial实现原理，ROS控制系统设计方法，ROBCELL控制系统剖析。**难点：**ROS-Industrial核心应用，ROS控制系统设计方法。**教学方法与策略：**课堂讲解、启发问答、讨论。**思政元素：****教学方法与策略：**课堂讲解、启发问答、讨论。结合多媒体教学、课堂实操演示。 | 课前：了解ROS机械臂在应用中存在问题。课中：ROS-Industrial实现原理，ROS控制系统设计方法。课后：ROS-Industrial核心应用 |  |

**（二）实践教学**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **实践类型** | **项目名称** | **学时** | **主要教学内容** | **项目****类型** | **项目****要求** | **支撑课程目标** |
| 实验 | ROS通信编程与Launch文件使用 | 2 | **重点：**ROS通信系统、Launch文件使用。**难点：**Launch文件使用**思政元素：**要求学生具有认真、严谨、细致的科学态度及团队合作精神。 | 验证 | 实验2人一组，须完成实验报告。实验报告含有数据记录与分析。 | 目标1目标2目标3 |
| 实验 | ROS可视化工具启动与使用 | 2 | **重点：**RViz、Gazebo、QT可视化工具使用。**难点：**RViz、Gazebo可视化工具使用，如绘制速度曲线等。 | 验证 | 实验2人一组，记录数据并完成实验报告。实验报告含有数据记录与分析。 | 目标1目标2目标3 |
| 实验 | 机械被仿真与运动学功能配置 | 4 | **重点：**MoveIt可视化配置、机械臂仿真环境搭建、机械臂运动学功能配置。**难点：**机械臂仿真环境搭建、机械臂运动学功能配置。 | 设计 | 实验2人一组，记录数据并完成实验报告。实验报告含有数据记录与分析。 | 目标1目标2目标3 |
| 实验 | 机械臂抓取应用开发 | 4 | **重点：**OpenCV的应用，机械臂运动规划编程、机械臂抓取。**难点：**目标识别，机械臂运动规划编程。 | 设计 | 实验2人一组，记录数据并完成实验报告。实验报告含有数据记录与分析。 | 目标1目标2目标3 |
| 实验 | 智能分拣系统开发 | 4 | **重点：**机械臂开发，OpenCV应用，机械臂抓取。**难点：**机械臂开发，机械臂抓取。 | 综合 | 实验2人一组，记录数据并完成实验报告。实验报告含有数据记录与分析。 | 目标1目标2目标3 |
|  | 备注： 项目类型填写验证、综合、设计、训练等。 |

**五、学生学习成效评估方式及标准**

考核与评价是对课程教学目标中的知识目标、能力目标和素质目标等进行综合评价。在本课程中，学生的最终成绩是由平时成绩、期末成绩3个部分组成。

1. 平时成绩（占总成绩的50%）：采用百分制。平时成绩分作业（占10%）、实验成绩（30%）、考勤（占10%）三个部分。评分标准如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| **等级** | **评 分 标 准** |
| **1.**作业**；2.实验成绩；3.**考勤 |
| 优秀（90～100分） | 1. 作业书写工整、书面整洁；90％以上的习题解答正确。
2. 实验结果、数据正确，实验态度端正、实验报告书写规范。

3．考勤无迟到、缺勤。 |
| 良好（80～89分） | 1. 作业书写工整、书面整洁；80％以上的习题解答正确。
2. 实验结果、数据基本正确，实验态度端正、实验报告书写规范。

3．迟到、缺勤占考勤记录的10%。 |
| 中等（70～79分） | 1. 作业书写工整、书面整洁；70％以上的习题解答正确。
2. 实验结果、数据基本正确，实验态度端正、实验报告书写规范。

3．迟到、缺勤占考勤记录的20%。 |
| 及格（60～69分） | 1. 作业书写较工整、书面较整洁；60％以上的习题解答正确。
2. 实验结果、数据基本正确，实验态度端正、实验报告书写基本规范。

3. 迟到、缺勤占考勤记录的30%。 |
| 不及格（60以下） | 1. 字迹模糊、卷面书写零乱；超过40％的习题解答不正确。
2. 实验结果、数据基本正确，实验态度端正、实验报告书写基本规范。

3．迟到、缺勤占考勤记录的40%以上。 |

2.期末考查（占总成绩的50%）采用百分制。期末考查为大作业形式，考核内容和分值分配情况请见下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **考核****模块** | **考核内容** | **支撑目标** | **分值** |
| ROS基础原理与编程、常用组件 | 如何根据需求，通过查阅资料对ROS系统进行结构、设计。ROS的搭建、常用工具使用、建立通信机制、Launch文件等。 | 目标1目标2 | 10 |
| 机械臂仿真系统构建与仿真、 | 结合设计，对符合要求的机械臂进行建模、构建、仿真、系统采集参数进行可视化处理等 | 目标1目标2 | 20 |
| 机械臂操作平台MoveIt、MoveIt编程方法 | MoveIt+Gazebo搭建仿真环境，关节空间运动，笛卡尔空间运动，自主避障运动、圆弧运动规划，轨迹重定义，更换运动学插件等。 | 目标1目标2 | 25 |
| 高级ROS机械臂主题 | 根据实际需要，对机械臂系统进行设计，包括传感、抓取、定位、驱动等技术应用及融合；融入最新科学技术--人工智能、机器人、机械设计等。 | 目标2目标3 | 45 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **教学安排事项** | **要 求** |
| 1 | 授课教师 | 职称：副教授，学历（位）：硕士研究生以上其他：具有硕士研究生及以上学历的工程师或讲师。 |
| 2 | 课程时间 | 周次：16 节次：3 |
| 3 | 授课地点 | √教室 √实验室 □室外场地 □其他： |
| 4 | 学生辅导 | 线上方式及时间安排：经与学生沟通另行安排线下地点及时间安排：经与学生沟通另行安排 |

1. **教学安排及要求**
2. **选用教材**

[1] 彭刚、林天麟等.机器人操作系统ROS应用实践[M]. 北京：中国工信出版社、电子工业出版社，2023年7月。

[2] 王晓云等.ROS机械臂开发与实践[M]. 北京：化学工业出版社，2023年6月。

[3] 张新钰、赵虚左等.ROS机器人理论与实践[M]..北京：清华大学出版社，2023年5月。

**八、参考资料**

[1] 徐海望. ROS 2机器人编程实战：基于现代C++和Python 3[M].北京：机械工业出版社,2023年2月。

[2] 陈雯柏.智能机器人原理与实践[M]. 北京：清华大学出版社，2021年8月。

[3] Wyatt Newman.ROS机器人编程:原理与应用[M]. 北京：机械工业出版社，2019年5月。

[4] ROS官方教程，http：//wiki.ros.org

执笔人： 李建辉

参与人: 吴蕾

系（教研室）主任：吴蕾

学院（部）审核人：刘甫