**《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