**《机器人系统设计》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** | 机器人系统设计 | | | **课程英文名称** | Robot system design | | |
| **课程编码** | H36X078F | | | **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、单片机原  理及应用 | | |
| **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系统设计基本概念、机器人操作系统（ROS）架构、功能和应用。通过理论+实践的方式掌握如何使用ROS构建、控制和协调机器人系统，以及如何开发和部署ROS节点和包。本课程还涵盖ROS的高级主题，如导航、感知、规划等。通过典型应用案例，完整地展示机器人系统设计，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基础概念和架构 | 4 | **重点：**机器人系统的硬件组成、传感器、机器人系统的软件组成。  **难点：**控制系统、驱动系统、传感系统，以及软件组成等。  **教学方法与策略：**课堂讲解、启发问答、讨论。 | 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工具和环境 | 7 | **重点：**ROS的起源、架构和特点；安装ROS和环境变量设置；ROS文件系统与通信机制以及ROS工作空间和功能包、ROS节点的编写和运行。  **难点：**ROS节点的编写和运行。  **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开发环境搭建及使用  课后：复习ROS搭建及使用 | 目标1  目标2 |
| ROS编程基础及模型建立 | 4 | **重点：**ROS常用组件、几种常见的轮式机器人运动模型与URDF建模、机器人视角下的环境感知和障碍物判断的方法。  **难点：**URDF建模、机器人视角下的环境感知和障碍物判断的方法。  **思政元素：**操作系统卡脖子案例。  **教学方法与策略：**结合多媒体教学、课堂实操演示。 | 课前：预习建模方法  课堂：双轮差动式机器人的建模方法  课后：URDF建模练习 | 目标1  目标2 |
| 高级ROS主题1--激光SLAM | 6 | **重点：**移动机器人激光SLAM、移动机器人自主导航。  **难点：**Gmapping算法、Hector SLAM算法。  **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：预习SLAM原理及应用  课堂：学习SLAM及算法  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 |
| ROS高级主题2--自主导航 | 5 | **重点：**基于地图的定位、基于地图的自主导航。**难点：**激光雷达进行地图构建；利用传感器信息确定机器人的位置，以及进行自主导航。  **思政元素：**定位是个人、企业、团体重要环节。  **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：熟悉定位及导航基本原理  课堂：地图建构、自主导航实现。  课后：CSDN 、B站等网络资源自我学习、算法上机练习 | 目标2  目标3 |
| ROS高级主题3--基于多传感器的SLAM | 6 | **重点：**惯性测量单元模型与标定、激光雷达与IMU的外参标定、差速轮式移动机器人的运动里程计模型、基于卡尔曼滤波的多传感器融合  Cartographer算法。  **难点：**基于激光雷达、IMU、里程计等的多传感器融合SLAM算法。  **思政元素：**电动汽车的飞速发展及技术领先，给我们带来的启示及后续存在隐患。  **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：熟悉卡尔曼滤波基本原理及应用场景。  课堂：基于激光雷达、IMU、里程计等的多传感器融合利用卡尔曼滤波算法实现融合。  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 |

**（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安装 | 2 | **重点：**ROS系统安装。  **难点：**ROS系统环境的设置与配置  **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 基本操作 | 2 | **重点：**ROS文件系统、通信机制、工作空间、功能包、节点的编写和运行。  **难点：**ROS通信机制、工作空间、  节点的编写和运行。  **思政元素：**领土意识，捍卫国家主权。 | 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 | 机器人模型建立 | 2 | **重点：**RViz、Gazebo建模工具使用。  **难点：**常见的轮式机器人运动模型与URDF建模；机器人视角下的环境感知和障碍物判断的方法。 | 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 | 移动机器人激光SLAM | 2 | **重点：**SLAM基本原理、Gmapping算法。  **难点：**2D激光SLAM算法的原理和使用方法。 | 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 | 移动机器人自主导航（1） | 2 | **重点：**基于地图的定位。  **难点：**激光雷达进行地图构建。 | 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 | 移动机器人自主导航（2） | 2 | **重点：**基于地图的自主导航。  **难点：**利用传感器信息确定机器人的位置，以及进行自主导航。 | 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 | 基于多传感器的SLAM | 4 | **重点：**基于激光雷达、IMU、里程计等的多传感器融合SLAM算法。  **难点：**惯性测量单元模型与标定，激光雷达与IMU的外参标定，差速轮式移动机器人的运动里程计模型，基于卡尔曼滤波的多传感器融合  Cartographer算法。 | 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40%）：采用百分制。平时成绩分作业（占10%）、实验成绩（20%）、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；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60%）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基础概念和架构 | 如何根据需求，通过查阅资料对ROS系统进行结构、设计。综合运用机电大类等知识，分析案例的设计思路与解决问题方法。 | 目标1目标2 | 10 |
| ROS 基本操作 | ROS的搭建、常用工具使用、建立通信机制、空间、节点编写与运行。 | 目标1目标2 | 15 |
| 机器人模型建立 | 机器人运动模型的建立。 | 目标1  目标2 | 10 |
| 高级ROS主题 | 根据实际需要，对机器人系统进行设计，包括传感器选型、地图建构、导航、算法的应用及融合；融入最新科学技术--人工智能、机器人、物联网等。 | 目标2目标3 | 55 |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **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] 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] 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