**《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