**《机器人系统集成与应用》教学大纲**

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程类别** | 专业选修课程 | **课程性质** | 理论 | **课程属性** | 选修 |
| **课程名称** | 机器人系统集成与应用 | **课程英文名称** | Robot System Integration and Application |
| **课程编码** | F10ZX45E | **适用专业** | 机器人工程 |
| **考核方式** | 考查 | **先修课程** | 线性代数 |
| **总学时** | 48 | **学分** | 3 | **理论学时** | 40 |
| **实验学时/实训学时/ 实践学时/上机学时** | 实验学时：8 |
| **开课单位** | 智能制造学院 |

**二、课程简介**

《机器人系统集成与应用》是机器人工程专业的专业选修课程，该课程主要内容包括机器人的基础知识、机器人的技术参数、移动机构和传动机构、运动学和动力学、轨迹规划、工业机器人设计与应用实例介绍、工作站的一般设计原则、实例介绍硬件和软件的设计。通过本课程的学习，使学生系统地掌握了机器人系统设计与应用的相关知识，熟练掌握不同种类机器人的工作原理和操作使用方法，能够根据不同任务需求，设计开发机器人运行控制方案，高效解决各种系统应用问题。树立了学生正确的设计思想，引领学生在机器人领域中进行深入探究。

**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：**了解机器人的分类与应用，熟悉机器人的组成及技术参数，掌握工业机器人的机械设计、控制系统知识以及传感部分内容，理解工业机器人的运动学动力学原理分析。 | 3-2：能够应用基础科学原理和专业知识，对工业机器人系统复杂工程问题进行条件假设、模型构建和知识表达。 | 3.工程知识 |
| **能****力****目****标** | **目标2：**能够对实验室相关机器人设备操作，并完整记录实验过程与结果；初步掌握机器人仿真项目的设计流程、具备离线仿真关键技术应用等专业能力。能够针对工业机器人系统集成问题进行分析，对方案进行设计，制定方案满足特定需求的机器人相关产品及配套自动化产线。具备应用创新意识，能优化机械结构、完善自动化控制系统、改良自动化设备产品性能的能力。 | 4-2**：**能够通过工程原理、工程方法和文献检索综合对工业机器人系统复杂工程问题解决方案进行分析和验证，并形成可靠的结论。6-2：根据解决工业机器人系统复杂工程问题需要，设计并进行实验，记录实验过程及结果，并能够正确使用、分析和解释实验数据，并通过信息综合得到有效结论。 | 4.问题分析6.应用研究能力 |
| **素****质****目****标** | **目标3：**增强经济文明生态意识，在科技开发过程中注重生态环境保护，促进科技发展与生态协调发展的双极增长。 | 12-2：在解决先进制造业与工业机器人领域的机械系统复杂工程问题时，要有环境保护和可持续发展的意识与责任。在进行机械系统复杂工程实践过程中，要有对社会、环境等方面可持续发展的评价。 | 12.环保与可持续发展意识 |

**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** |
| 机器人的基础知识 | 4 | **重点：**机器人的定义与分类、机器人系统的基本组成、机器人系统的设计方法和机器人应用。**难点：**掌握机器人系统的组成设计方法和应用。**思政元素：**通过讲述工业机器人四大家族的发展历程，激发学生创建国有自主品牌的热情和创造力。**教学方法与策略：**线下教学。对于案例、分析等在课堂上予以讲授，主要运用讲授法和案例法开展教学，辅以启发式提问拓宽学生学习思路。 | 课前：查阅机器人相关资料。课堂：加深对前沿技术和案例的理解。课后：复习知识点。 | 目标1目标3 |
| 机器人移动和传动机构 | 4 | **重点：**熟悉机器人的技术参数、掌握机器人的移动机构和传动机构。**难点：**传动机构中的谐波传动机构、连杆与凸轮传动。**教学方法与策略：**线下教学。采用专题式教学，每个专题结合主要知识点设计若干开放性讨论主题嵌 入对应的课堂讲授教学环节之后，引导学生根据主题分组讨论，并有针对性的选择部分小组在课堂上进行交流发言。 | 课前：让学生学习机械设计传动与移动相关内容并找案例。课堂：分组发言并交流。课后：布置习题。 | 目标1目标2目标3 |
| 机器人运动学 | 6 | **重点：**位置与姿态的描述、齐次坐标变换、正向运动学逆向运动学及方程的求解，移动机器人的运动学模型。**难点：**掌握齐次坐标变换与空间姿态概念，掌握齐次坐标及对象物的描述。**思政元素：**通过介绍工程数学在机器人中的应用，并通过介绍科学家非凡经历以及对机器人数学方面的卓越贡献，培养学生渴望知识、不怕困难、勇于探索的精神。**教学方法与策略：**线下教学。对于案例、分析等在课堂上予以讲授，主要运用讲授法和案例法开展教学，辅以启发式提问拓宽学生学习思路。 | 课前：复习线代内容。课堂：讲解原理。课后：布置练习题 | 目标1目标2 |
| 机器人动力学 | 6 | **重点：**机器人动力学方程、操作臂系数的简化。**难点：**机器人动力学方程、动力学仿真。**教学方法与策略：**线下教学。对于案例、分析等在课堂上予以讲授，主要运用讲授法和案例法开展教学，辅以启发式提问拓宽学生学习思路。 | 课前：了解矩阵变换内容。课堂：举例讲解。课后：布置作业练习。 | 目标1目标2 |
| 机器人轨迹规划 | 4 | **重点：**轨迹规划的基本原理、关节空间的轨迹规划、直角坐标空间的轨迹规划。**难点：**关节空间的描述与直角坐标空间的描述及轨迹规划。**教学方法与策略：**线下教学。对于案例、分析等在课堂上予以讲授，主要运用讲授法和案例法开展教学，辅以启发式提问拓宽学生学习思路。 | 课前：预习。课堂：做好笔记。课后：复习知识点。 | 目标1 |
| 工业机器人的设计与应用 | 6 | **重点：**熟悉了解各种工业机器人的应用，焊接机器人、喷漆机器人、装配机器人等。**难点：**工业机器人行业应用与应用领域。**思政元素：**通过各种网络小视频、结构动画、原理图等方式展现工作原理，启发学生自己通过各种方式搜索文献，课堂积极讨论，熟悉各种途径学习知识的方法，培养学生探索知识和自主学习的能力。**教学方法与策略：**线下教学。对于原理在课堂上予以讲授，并通过各种形象的方式让学生易于接受，课堂运用主要运用分组讨论法和播放小视频及结构原理动画开展教学，辅以启发式提问拓宽学生学习思路。 | 课前：预习知识做好分组，一组选一类工业机器人。课堂：结合视频讲授、同学分组讨论。课后：总结重点 | 目标1目标2目标3 |
| 工作站的设计与应用 | 6 | **重点：**工作站的一般设计原则、熟悉简易点焊、弧焊机器人工工作站的组成与应用。 **难点：**掌握工作站的设计原则及焊接工作站的应用。**思政元素：**通过介绍我国机器人的应用，并通过介绍相关科学家非凡经历以及相关方面的卓越贡献，培养学生渴望知识、不怕困难、勇于探索的精神。**教学方法与策略：**线下教学。对于案例、分析等在课堂上予以讲授，主要运用讲授法和案例法开展教学，辅以启发式提问拓宽学生学习思路。 | 课前：查阅焊接机器人相关资料。课堂：加深对前沿技术和案例的理解。课后：复习知识点。 | 目标1目标2目标3 |
| 典型应用实例 | 4 | **重点：**熟悉典型应用实例中系统硬件设计、控制方法及程序设计，包括单片机与西门子PLC控制。**难点：**熟悉系统硬件设计中的各个模块、控制方法及程序。**教学方法与策略：**线下教学。对于案例、分析等在课堂上予以讲授，主要运用讲授法和案例法开展教学，辅以启发式提问拓宽学生学习思路。 | 课前：预习并在网上熟悉与案例相关知识。课堂：加深对前沿技术和案例的理解。课后：复习知识点。 | 目标1目标2目标3 |

**（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 | 机器人认知 | 2 | **重点：**机器人组成部分及连接方式。**难点：**机器人各关节组成部分。**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5人一组，完成实验报告。实验报告须有详细的实验记录。 | 目标2 |
| 实验 | 机器人机械结构拆装 | 2 | **重点：**机器人各部件之间的装配方法和装配工具。**难点：**机器人各部件之间装配过程的检测评价方法。**思政元素：**向学生强调“精益求精”“孜孜以求”“一丝不苟”的大国工匠精神。 | 验证 | 实验5人一组，完成实验报告。实验报告须有详细的实验记录。 | 目标2 |
| 实验 | 机器人电控元件的认知与接线 | 2 | **重点：**机器人控制系统低压电气部分主要元器件的性能指标和使用方法。**难点：**通讯部分的连接定义和连接工艺。 | 验证 | 实验5人一组，完成实验报告。实验报告须有详细的实验记录。 | 目标2 |
| 实验 | 机器人控制系统驱动部分认知 | 2 | **重点：**机器人控制系统常用标准连接件和常用维修工具。**难点：**机器人控制系统各个驱动部件的原理及应用。 | 验证 | 实验5人一组，完成实验报告。实验报告须有详细的实验记录。 | 目标2 |
|  | 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、实验成绩、期末考查等三个部分组成。

1.平时成绩（占总成绩的20%）：采用百分制。平时成绩分作业（占10%）和考勤（占10%）两个部分。评分标准如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| **等级** | **评 分 标 准** |
| **1.作业；2.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.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.迟到、缺勤占考勤记录的10%。 |
| 中等（70～79分） | 1.作业书写较工整、书面较整洁；70％以上的习题解答正确。2.迟到、缺勤占考勤记录的20%。 |
| 及格（60～69分） | 1.作业书写一般、书面整洁度一般；60％以上的习题解答正确。2.迟到、缺勤占考勤记录的30%。 |
| 不及格（60以下） | 1.字迹模糊、作业书写零乱；超过40％的习题解答不正确。2.迟到、缺勤占考勤记录的40%以上。 |

2.实验成绩（占总成绩的10%）：采用百分制。评分标准如下表：

|  |  |
| --- | --- |
| **等级** | **评 分 标 准** |
| **实验报告** |
| 优秀（90～100分） | 实验报告数据记录全面，90％以上的数据准确，实验内容和步骤详细，结论正确无误。 |
| 良好（80～89分） | 实验报告数据记录全面，80％以上的数据准确，实验内容和步骤详细，结论较正确。 |
| 中等（70～79分） | 实验报告数据记录较全面，70％以上的数据准确，实验内容和步骤较详细，结论较正确。 |
| 及格（60～69分） | 有实验报告的数据记录，60％以上的数据准确，有一定的实验内容和步骤，能给出实验结论。 |
| 不及格（60以下） | 实验报告所记录数据超过40％不准确，缺少实验内容和步骤等。 |

3.课程报告（占总成绩的70%）：采用百分制。课程报告的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** |
| 机器人的基础知识 | 机器人的定义与分类及应用、机器人系统的基本组成 | 目标1目标3 | 12 |
| 机器人移动和传动机构 | 机器人技术参数、移动机构的分类及原理、传动机构的类别及原理。 | 目标1目标2目标3 | 12 |
| 机器人运动学 | 机器人位置与姿态的描述、齐次坐标变换、运动方程的求解 | 目标1目标2 | 15 |
| 机器人动力学 | 机器人动力学方程、动力学仿真 | 目标1目标2 | 15 |
| 机器人轨迹规划 | 关节空间描述与直角坐标空间描述及轨迹规划、轨迹规划基本原理 | 目标1 | 10 |
| 工业机器人的设计与应用 | 焊接机器人、喷漆机器人、装配机器人等机器人的设计及应用 | 目标1目标2目标3 | 12 |
| 机器人工作站的设计与应用 | 机器人工作站的一般设计原则、点焊与弧焊机器人工作站的基本组成与应用 | 目标1目标2目标3 | 12 |
| 典型应用实例 | 系统硬件的设计,各个模块的原理与应用、控制方法及程序设计 | 目标1目标2目标3 | 12 |

1. **教学安排及要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **教学安排事项** | **要 求** |
| 1 | 授课教师 | 职称：不限 学历（位）：硕士研究生及以上其他：不限 |
| 2 | 课程时间 | 周次：2 节次：2 |
| 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 |

**七、选用教材**

[1] 郭彤颖.机器人系统设计与应用第一版[M]. 北京:化学工业出版社,2016年1月.

**八、参考资料**

[1] 计时鸣, 黄希欢. 工业机器人技术的发展与应用综述[J]. 机电工程, 2019, 32(1):1-13.

[2] 张玫，邱钊碰，诸刚.机器人技术[M].北京:机械工业出版社，2019年12月.

[3] 徐方. 工业机器人产业现状与发展[J]. 机器人技术与应用, 2020,30(5):2-4.

[4] 顾震宇. 全球工业机器人产业现状与趋势[J]. 机电一体化, 2017,12(2):6-9.

**网络资料**

[1]中国机器人网，<https://www.robot-china.com>

执笔人：杜永军

参与人：张帅、张攀峰

系（教研室）主任：吴蕾

学院（部）审核人： 连元宏