

《智能机器人》

课程教学大纲

一、课程基本信息

| | | | | | |
|--------|---|---|----|----|---|
| 课程类型 | 总学时为学时数：48 | <input checked="" type="checkbox"/> 理论课（含上机、实验学时） | | | |
| | 总学时为周数：16 | <input type="checkbox"/> 实习 <input type="checkbox"/> 课程设计 <input type="checkbox"/> 毕业设计 | | | |
| 课程编码 | 7294001 | 总学时 | 48 | 学分 | 3 |
| 课程名称 | 智能机器人 | | | | |
| 课程英文名称 | Intelligent Robot | | | | |
| 适用专业 | 机械电子工程 | | | | |
| 先修课程 | （7048211）机械设计基础、（7033401）工程制图、（7033401）微机原理与接口技术、（7222421）传感器技术、（7020411）电工电子学、（7033401）控制工程基础等 | | | | |
| 开课部门 | 机械与材料工程学院机电系 | | | | |

二、课程性质与目标

本课程为机械电子工程专业必修课。本课程为学生从事机器人或机电一体化技术奠定基础，目的是让学生熟悉机器人技术，掌握机器人系统分析、设计理论与方法，了解机器人发展与历史，培养学生分析与解决机器人或机电工程实践问题的创新设计能力。

课程目标 1：学生应掌握机器人设计的基本知识与技术应用；掌握串联机器人的本体结构设计机器人运动学、动力学和运动规划等理论等。

课程目标 2：学生应能完成机器人系统模型建立、分析求解和设计方案论证的理论与方法。

课程思政目标：为培养学生追求真理、实事求是、勇于探索创新科学精神，为今后独立从事机械系统以及机器人系统新创新设计工作、培养优秀的新时代社会主义事业建设高素质人才奠定良好的理论基础。

三、课程教学基本内容与要求

1. 教学内容一：绪论

1.1 机器人发展与定义

1.2 机器人组成与分类

1.3 机器人的技术参数

1.4 机器人的发展趋势

基本内容及要求：

了解：机器人发展趋势、分类。

掌握：机器人定义，分析机器人基本组成，机器人的分类和相关技术参数。

2. 教学内容二：机器人的应用

2.1 工业机器人应用

2.2 服务机器人应用

2.3 空中机器人应用

2.4 医疗及康复机器人应用

2.5 教育机器人应用

2.6 救援机器人应用

基本内容及要求：

了解：各类机器人应用实例；未来发展趋势及其特点。

掌握：工业机器人特点；各类机器人应用准则。

3. 教学内容三：机器人的结构设计

3.1 机器人本体的基本组成

3.2 机器人机械系统设计

3.3 人的手臂作用机能初步分析

3.4 机器人的手部结构设计

3.5 机器人的腕部结构设计

3.6 机器人的臂部结构设计

3.7 机器人的机身及行走机构设计

基本内容及要求：

了解：机器人本体的基本组成；人的手臂作用机能初步分析；机器人的臂部结构设计；机器人的机身及行走机构设计。

掌握：机器人机械系统设计；机器人本体结构；机器人的手部结构设计；机器人的腕部结构设计。

3. 教学内容三：机器人的结构设计

3.1 机器人本体的基本组成

3.2 机器人机械系统设计

3.3 人的手臂作用机能初步分析

3.4 机器人的手部结构设计

3.5 机器人的腕部结构设计

3.6 机器人的臂部结构设计

3.7 机器人的机身及行走机构设计

基本内容及要求：

了解：机器人本体的基本组成；人的手臂作用机能初步分析；机器人的臂部结构设计；机器人的机身及行走机构设计。

掌握：机器人机械系统设计；机器人本体结构；机器人的手部结构设计；机器人的腕部结构设计。

4. 教学内容四：机器人技术数学基础

4.1 刚体位姿的描述

4.2 点的映射

4.3 齐次变化和齐次变换

4.4 变换矩阵的运算

4.5 变换方程

基本内容及要求：

掌握：刚体位姿描述；点的映射；齐次变换和齐次坐标；变换矩阵的运算；变换方程。

5. 教学内容五：机器人运动学分析

5.1 引言

5.2 连杆参数和关节变量

5.3 连杆坐标系

5.4 连杆变换和运动学方程

5.5 PUMA560 运动学方程

5.6 运动学反解

基本内容及要求：

了解：引言，运动学反解。

掌握：连杆参数和关节变量，连杆坐标系，连杆变换和运动学方程，PUMA560 运动学方程。

6. 教学内容六：机器人动力学

6.1 连杆速度和加速度

6.2 连杆静力学分析

6.3 惯性张量与惯性矩

6.4 牛顿—欧拉法动力学方程

6.5 拉格朗日动力学

基本内容及要求：

了解：牛顿—欧拉法动力学方程。

掌握：连杆速度和加速度，连杆静力学分析，惯性张量与惯性矩，拉格朗日动力学。

7. 教学内容七：机器人运动轨迹规划

7.1 机器人轨迹规划概述

7.2 关节轨迹的插值

7.3 操作空间轨迹规划方法

7.4 轨迹的实时生成

基本内容及要求：

了解：轨迹规划一般性问题，轨迹生成方式和轨迹规划涉及主要问题；操作空间轨迹规划方法。

掌握：关节轨迹的插值、常用的插补算法；轨迹控制方法。

四、 课程学时分配

| 教学内容 | 讲授 | 实验 | 上机 | 课内学时小计 | 课外学时 |
|--|----|----|----|--------|------|
| 1. 教学内容一：绪论 1.1 机器人发展与定义 1.2 机器人组成与分类 1.3 机器人的技术参数 1.4 机器人的发展趋势 | 2 | 2 | | | |
| 2. 教学内容二：机器人的应用 2.1 工业机器人应用 2.2 服务机器人应用 2.3 空中机器人应用 2.4 医疗及康复机器人应用 2.5 教育机器人应用 2.6 救援机器人应用 | 2 | | | | |

| | | | | | |
|--|----|----|--|--|--|
| <p>3. 教学内容三：机器人的结构设计</p> <p>3.1 机器人本体的基本组成</p> <p>3.2 机器人机械系统设计</p> <p>3.3 人的手臂作用机能初步分析</p> <p>3.4 机器人的手部结构设计</p> <p>3.5 机器人的腕部结构设计</p> <p>3.6 机器人的臂部结构设计</p> <p>3.7 机器人的机身及行走机构设计</p> | 6 | 2 | | | |
| <p>4. 教学内容四：机器人技术数学基础</p> <p>4.1 刚体位姿的描述</p> <p>4.2 点的映射</p> <p>4.3 齐次变化和齐次变换</p> <p>4.4 变换矩阵的运算</p> <p>4.5 变换方程</p> | 6 | 4 | | | |
| <p>5. 教学内容五：机器人运动学分析</p> <p>5.1 引言</p> <p>5.2 连杆参数和关节变量</p> <p>5.3 连杆坐标系</p> <p>5.4 连杆变换和运动学方程</p> <p>5.5 PUMA560 运动学方程</p> <p>5.6 运动学反解</p> | 6 | 4 | | | |
| <p>6. 教学内容六：机器人动力学</p> <p>6.1 连杆速度和加速度</p> <p>6.2 连杆静力学分析</p> <p>6.3 惯性张量与惯性矩</p> <p>6.4 牛顿—欧拉法动力学方程</p> <p>6.5 拉格朗日动力学</p> | 6 | | | | |
| <p>7. 教学内容七：机器人运动轨迹规划</p> <p>7.1 机器人轨迹规划概述</p> <p>7.2 关节轨迹的插值</p> <p>7.3 操作空间轨迹规划方法</p> <p>7.4 轨迹的实时生成</p> | 4 | 4 | | | |
| 合 计 | 32 | 16 | | | |

五、 实践性教学内容的安排与要求

| 六、序号 | 实验名称 | 学时 | 场地 | 设备 |
|------|---------------------|----|-------------|--------------------|
| 1 | 机器人认知实验 | 2 | 随堂教室/西门子实验室 | 工业机器人 |
| 2 | 机械臂运动控制实验 | 4 | 西门子实验室 | 六轴机械臂、嵌入式系统、上位机 |
| 3 | 机械臂感知与轨迹规划实验 | 4 | 西门子实验室 | 六轴机械臂嵌入式系统、上位机、传感器 |
| 4 | 基于 MATLAB 的机器人建模实验 | 4 | 学院机房 | 计算机、MATLAB 软件 |
| 5 | 基于 MATLAB 的机器人运动学实验 | 2 | 学院机房 | 计算机、MATLAB 软件 |

实验基本要求：

实验一：机器人认知实验（2 学时）：

了解机器人分类、构成以及相关机器人项目如何开展；
完成机器人认知实验报告。

实验二：机械臂运动控制实验（4 学时）：

掌握基于 STM32 的机械臂原理、组成及功能，并完成相应的运动控制实验；
完成机械臂运动控制实验报告。

实验三：机械臂感知与轨迹规划实验（4 学时）：

掌握基于 Arduino 的多传感器检测，并完成六轴机械臂轨迹规划实验；
完成机械臂感知与轨迹规划实验报告

实验四：基于 MATLAB 的机器人建模实验（4 学时）：

学习 MATLAB 基本知识，熟悉机器人位姿描述及本体建模；
完成基于 MATLAB 的机器人建模实验报告。

实验五：基于 MATLAB 的机器人运动学实验（2 学时）：

熟悉机械臂及环境的模型并进行正逆运动学、轨迹规划等仿真；
完成基于 MATLAB 的机器人运动学实验报告

七、 教学设计与教学组织

探索和改进教学方法，突出对学生工程应用能力和创新意识的培养。具体教学方式如下：

1) 课堂讲授为主。课堂讲授采用多媒体教学，注重结合生产实际的案例讨论教学。对于简单内容，采用自学与授课相结合的方法，课堂上提纲挈领地讲解思考问题的脉络，使学生能够领会到方法的实质；对于难以理解的内容，结合视频、实物、案例等进行深入讲解，便于学生理解和掌握。

2) 课后作业相结合。了解学生对知识点的理解掌握情况；每章节内容学习完毕，布置课后作业，全批全改，并就发现的难点问题进课堂讲解、讨论。

八、 教材与参考资料

1. 教材

机器人技术基础（第二版），刘极峰等编，北京：高等教育出版社，2012年，9787040363524

2. 参考资料

(1) 机器人技术基础（第一版），熊有伦等编，武汉：华中科技大学出版社，2008年，9787560913056.

(2) 机器人技术及其应用（第二版），朱世强等编，杭州：浙江大学出版社，2019年，9787308186087.

九、 课程考核方式与成绩评定标准

本课程以考核学生能力培养目标的达成为主要目的，以检查学生对各知识点的掌握程度以及应用为重要内容。能力目标达成评价与考核总成绩中，期末考试成绩占70%，平时考查和实验占30%。具体要求如下：

1) 课程评分类型：百分制。

2) 结课考核方式：开卷，重点考察知识应用能力。

3) 课程总成绩评定：平时作业（包括课堂测验、课后作业、综述报告）占总成绩的10%，项目报告成绩占总成绩的20%，期末考试占总成绩的70%。

十、 大纲制(修)订说明

无

大纲执笔人：黄昔光

大纲审核人：×××

开课系主任：王海波

开课学院教学副院长：刘东

制（修）订日期：2022年2月

《智能机器人》

课程实验教学大纲

一、 课程基本信息

| | | | | | | | |
|--------|---|----|--|-----|----|------|----|
| 课程类型 | <input type="checkbox"/> 独立设置的实验课 | | <input checked="" type="checkbox"/> 课内实验 | | | | |
| 课程编码 | 7294001 | 学分 | 3 | 总学时 | 48 | 实验学时 | 16 |
| 课程名称 | 智能机器人 | | | | | | |
| 课程英文名称 | Intelligent Robot | | | | | | |
| 适用专业 | 机械电子工程 | | | | | | |
| 先修课程 | (7048211) 机械设计基础、(7033401) 工程制图、(7033401) 微机原理与接口技术、(7222421) 传感器技术、(7020411) 电工电子学、(7033401) 控制工程基础等 | | | | | | |
| 开课部门 | 机械与材料工程学院机电系 | | | | | | |

二、 实验的性质与任务

本实验为机械电子工程专业的专业必修课。课内实验实践一共 16 学时。通过认知实验与操作实践，增强学生对智能机器人的了解，帮助学生掌握智能机器人机械系统、检测系统、控制系统等内容的设计和选择方法，同时在实验中给学生提供利用机器人相关技术解决实际问题的机会，并通过上机实验锻炼学生编程能力，加强学生对《智能机器人》理论课程内容理解。

三、 实验教学内容与学时分配

| 序号 | 实验名称 | 学时 | 实验类型 |
|----|---------------------|----|-------|
| 1 | 机器人认知实验 | 2 | 综合性实验 |
| 2 | 机械臂运动控制实验 | 4 | 验证性实验 |
| 3 | 机械臂感知与轨迹规划实验 | 4 | 验证性实验 |
| 4 | 基于 MATLAB 的机器人建模实验 | 4 | 设计性实验 |
| 5 | 基于 MATLAB 的机器人运动学实验 | 2 | 设计性实验 |

四、 实验安排与要求

(1) 机器人认知实验 (2 学时):

了解机器人分类、构成以及相关机器人项目如何开展；
完成机器人认知实验报告。

(2) 机械臂运动控制实验 (4 学时):

掌握基于 STM32 的机械臂原理、组成及功能, 并完成相应运动控制实验;
完成机械臂运动控制实验报告。

(3) 机械臂感知与轨迹规划实验 (4 学时):

掌握基于 Arduino 的多传感器检测, 并完成六轴机械臂轨迹规划实验;
完成机械臂感知与轨迹规划实验报告

(4) 基于 MATLAB 的机器人建模实验 (4 学时):

学习 MATLAB 基本知识, 并进行机器人位姿描述及本体建模;
完成基于 MATLAB 的机器人建模实验报告。

(5) 基于 MATLAB 的机器人运动学实验 (2 学时):

建立机械臂及环境的模型并进行正逆运动学、轨迹规划等仿真;
完成基于 MATLAB 的机器人运动学实验报告

五、 实验教学与其它相关课程的联系与分工

课程实验必须在完成相关内容的课堂教学后才能进行。另外要求学生先修过下列课程: 机械设计基础、工程制图、微机原理与接口技术、传感器技术、电工电子学、控制工程基础等

六、 实验教学设计 with 教学组织

实验 1 为综合认知性实验, 主要以机器人发展现状介绍、项目实施讲解以及机器人实物参观为主, 并通过认知实验报告让学生探索自己感兴趣的机器人并进行深入了解。

实验 2 与实验 3 为验证性实验, 主要通过六自由度机械臂的操控加深对机器人机构、控制以及软件的认知, 实验安排在西门子实验室, 两位同学一组协作配合开展实验, 并完成相应实验报告。

实验 4 与实验 5 为设计性实验, 主要让学生对课上的机器人建模、运动学理论知识通过 MATLAB 软件实现仿真, 加深对课程的深入认识, 实验安排在学院机房, 每人一台计算机开展程序建模仿真。

七、 实验教材、实验指导书及教学参考资料

1. 实验指导书

《智能机器人实验指导书》, 自编。

2. 参考资料

《机器人综合实验教程》, (第 1 版), 李大寨主编, 机械工业出版社, 2020.05, ISBN978-7-111-64824-6。

八、 实验考核方法及成绩评定标准

本实验教学以考核学生动手能力、逻辑思维能力以及报告组织能力为主要目的，注重过程性考核以检查学生对实验操作掌握的熟练程度。课堂实验操作完成度占 60%，实验报告编写占 40%。具体要求如下：

课堂实验操作：从对实验过程的理解、实验的设计、动手操作能力、问题解决能力以及实验完成度等方面进行考核；

实验报告：从对实验目的、器材的总结，实验过程的详细描述以及实验结论的分析等方面进行考核。

九、 大纲制(修)订说明

无

大纲执笔人：李鑫

大纲审核人：阎红娟

开课系主任：王海波

开课学院教学副院长：刘东

制（修）订日期：2022 年 2 月