

北京工业大学

本科课程教学大纲

Undergraduate Course Syllabi

信息学部

2020 版

机器人工程专业

目 录

“复变函数”课程教学大纲	1
“离散数学”课程教学大纲	5
“电路分析基础-2”课程教学大纲	9
“数字电子技术”课程教学大纲	13
“模拟电子技术”课程教学大纲	18
“微机原理及接口技术”课程教学大纲	23
“自动控制原理”课程教学大纲	27
“机器人基础原理”课程教学大纲	33
“电机驱动与运动控制”课程教学大纲	38
“机器人感知技术”课程教学大纲	42
“现代控制理论”课程教学大纲	47
“信号与系统Ⅲ”课程教学大纲	53
“数据结构与算法”课程教学大纲	57
“数字信号处理”课程教学大纲	63
“机器人机构设计”课程教学大纲	67
“机器人操作系统基础”课程教学大纲	71
“图像处理与机器视觉（双语）”课程教学大纲	76
“机器学习与智能优化（双语）”课程教学大纲	82
“机器人动力学与控制”课程教学大纲	87
“人工智能技术基础”课程教学大纲	91
“多机器人系统建模与分析”课程教学大纲	95
“机器人系统仿真”课程教学大纲	99
“智能控制技术”课程教学大纲	103
“机器人导航技术”课程教学大纲	107
“数据库原理及应用”课程教学大纲	111
“PYTHON 编程基础”课程教学大纲	115
“先进控制理论”课程教学大纲	119

“物联网机器人”课程教学大纲	124
“协作操控机器人”课程教学大纲	128
“新生研讨课”课程教学大纲	133
“机器人智能交互技术”课程教学大纲	138
“信息通信网络及应用”课程教学大纲	142
“学术论文写作”课程教学大纲	147
“机器人前沿论坛”课程教学大纲	151

“复变函数”课程教学大纲

英文名称: Function of the Complex Variable

课程编码: 0010089

课程性质: 公共基础必修课

学分: 2.0

学时: 36

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学(工)、线性代数(工)

教材及参考书:

[1] 西安交通大学高等数学教研室编. 工程数学-复变函数(第四版). 高等教育出版社, 1996年5月

[2] 钟玉泉编. 复变函数论(第五版). 高等教育出版社, 2021年3月

[3] 孙妍, 刘向丽, 解文龙, 黄静静. 复变函数与积分变换. 机械工业出版社, 2016年1月

一、课程简介

复变函数的理论和方法在数学、自然科学和工程技术中有着广泛应用,是解决诸如电磁学、流体力学、弹性理论中平面问题的有力工具,其基础内容已成为理工科很多专业的必修课程。本课程的教学过程中采用启发式、理论联系实际等教学方式,使学生掌握复变函数的基本理论,掌握傅里叶变换的主要性质。通过本课程的教学,学生的数学抽象思维,逻辑推理能力和计算能力进一步得到提高。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 复变函数是高等院校工科本科有关专业的一门基础理论课,为后续专业课程(如信号与系统)提供必需的数学知识准备。通过本课程的学习,可以使掌握复变函数中的基本理论和方法,为学习相关专业课程及实际应用提供必要的数学基础,扩大学生继高等数学之后相关课程的知识面,也是培养学生推理、归纳、演绎和创新能力、培养学生的数学素质及应用复变函数的知识解决本专业实际问题的能力的一门很好的课程。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.2: 掌握数学的基本知识,解决机器人工程领域复杂工程问题的数学建模和求解问题。

3.2: 能基于数学、自然科学、工程科学相关原理和数学模型方法正确表达机器人工程领域复杂工程问题。

(二) 课程目标

1 教学目标: 使学生掌握复变函数中的基本概念、基本理论、基本方法;使学生掌握复变函数中的具体应用;提高学生推理、归纳、演绎能力;提高学生创新能力,为后续专业课程的学习奠定坚实的数学基础。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		2.2	3.2
1	使学生掌握复变函数中的基本概念、基本理论、基本方法	●	
2	使学生掌握复变函数中的具体应用	●	
3	提高学生推理、归纳、演绎能力		●
4	提高学生创新能力		●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：在学习复变函数的过程中，使学生形成坚定的理想信念和职业素养，在运用理论知识解决复杂工程问题的同时学会做人，着力提高学生的学习能力、实践能力、创新能力，培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等，激发学生学习的热情，努力把自己塑造成为具有社会主义核心价值观和健全人格的高素质创新型人才。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 绪论	复变函数理论的重要性（▲）、复变函数的应用（★）	√			
第二章 复数与复变函数	复数的三种表示形式及其计算（▲）、复数的几何表示（★）、区域相关内容（★）	√	√		
第三章 解析函数	解析函数的概念和充要条件（▲）、函数解析与可导的关系（★）	√			
第四章 级数	运用泰勒定理和洛朗定理按要求把函数展开（▲）、洛朗定理的应用（★）	√	√	√	√
第五章 留数	零点与极点的关系（▲），留数的计算（★）	√		√	√
第六章 Fourier 变换	频谱分析（▲）、Fourier 变换的性质（▲）、Dirac 函数的概念（★）、Fourier 变换的性质（★）	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：使学生养成探索的习惯，尤其重视对基本理论的钻研。明确各阶段的学习任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，并完成课外作业

根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合 计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
第一章 绪论	了解复变函数理论的重要性和应用	2					2
第二章 复数与复变函数	复数的代数运算，复数的几何表示，复数的乘幂与方根，复球面与无穷远点，区域的定义，复变函数的定义及其极限和连续	4	1				5
第三章 解析函数	掌握解析函数的概念 ¹ 、掌握函数解析的充要条件、了解指数函数、对数函数、幂函数、三角函数及双曲函数的定义和主要性质 ³	4	1				5
第四章 级数	理解复数项级数收敛、发散、条件收敛和绝对收敛的概念、掌握幂级数收敛半径的求法、了解幂级数的性质、掌握把函数展开成泰勒级数和洛朗级数的一般方法	6	2				8
第五章 留数	掌握孤立奇点的分类、掌握零点与极点的关系、了解函数在无穷远处的性态、掌握留数的定义 ² 和留数的计算、掌握留数定理	6	2				8
第六章 Fourier 变换	掌握 Fourier 级数的复数形式、了解 Dirac 函数及其 Fourier 变换、掌握频谱分析的方法、掌握 Fourier 变换的性质、了解 Fourier 变换的应用	6	2				8
合计		28	8				36

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 20%（作业等 10%，其它 10%），考试成绩 80%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	课堂表现、平时的信息接受、纪律的自我约束、及作业完成情况。支撑毕业要求拆分指标点 2-1、3-1、11-1。
考试成绩	80	对考试内容掌握的情况，支撑毕业要求拆分指标点 2-1、3-1、11-1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	知识掌握完整，独立完成作业，答案正确，书写整齐并及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写整齐并及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写潦草，及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案不正确，书写潦草，及时交作业。	不满足 D 要求
平时	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题正确，课堂测验正确	上课认真听讲，课堂参与度较高，回答问题较正确，课堂测验较正确	上课较认真听讲，课堂参与度较高，回答问题基本正确，课堂测验较正确	上课较认真听讲，课堂参与度一般，回答问题基本正确，课堂测验基本正确	不满足 D 要求
考试	基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确，卷面整洁，字迹工整。	基本概念理解较准确、重要方法掌握较好、计算过程较正确，卷面较整洁，字迹工整。	基本概念理解较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确，卷面较整洁，字迹工整。	基本概念理解基本正确、重要方法基本掌握、计算结果存在错误，卷面较整洁，字迹较工整。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：奥顿

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“离散数学”课程教学大纲

英文名称: Discrete Mathematics

课程编码: 0010120

课程性质: 公共基础必修课

学分: 2.0

学时: 36

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学(工), 线性代数(工)

教材

罗森著, 徐六通等译, 陈琼改编, 离散数学及其应用, 机械工业出版社, 2020 年 1 月

参考书:

[1]邓米克, 邵学才, 编著, 离散数学, 清华大学出版社, 2015 年 5 月.

[2]屈婉玲、耿素云、张立昂, 离散数学(第 2 版), 高等教育出版社, 2015 年 3 月

[3]Kenneth H. Rosen, Discrete Mathematics and Its Applications: And Its Applications (英文精编版.第 8 版), 机械工业出版社, 2020 年 1 月.

一、课程简介

离散数学是研究离散对象的数学分支, 它研究离散对象的结构及其相互关系。离散数学是计算机科学和信息技术的核心基础课程, 它为机器人工程专业的后继课程如数据结构与算法、数据库与信息系统、电路分析、数字电路设计、人工智能、机器学习与智能优化、机器人导航技术、多机器人系统建模与分析、物联网机器人、通信网络等提供必要的数学基础。通过本课程的学习, 使学生掌握离散数学的基本概念、基本理论和基本方法, 掌握应用离散数学理论解决实际问题的建模方法。课程注意培养学生推理严谨的数学素养。课程主要包括命题逻辑与证明、集合与函数、计数技术、关系代数和图论。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

本课程支撑毕业要求指标点 2-2: 掌握数学的基本知识, 解决机器人工程领域复杂工程问题数学建模和求解问题。

(二) 课程目标

1 教学目标:

通过本课程的学习, 学生应该

(1).学会一系列特定的数学知识并知道怎样应用它们。

(2).能够更加严谨地、正确地进行数学推理。

(3).掌握问题求解的不同方法并具有举一反三的能力, 以便更好地解决后续课程和职业生涯中遇到的问题。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点
		2-2
1	掌握离散数学的基础知识并知道怎样应用它们	●
2	学生应该能够更加严谨地、正确地进行数学推理	●
3	应该掌握问题求解的不同方法并具有举一反三的能力	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

通过本课程学习，使学生具有离散数学的基本知识，掌握分析、综合、归纳、演绎和递推等科学分析方法，为后续专业课学习打下扎实的理论基础；培养学生严谨的逻辑推理和抽象思维能力，使他们能够高质量地完成以后的学习或工作任务。通过学习本课程基础知识在后续专业课程具体应用的典型案例，激发学生对本专业相关前沿技术的兴趣，提高学生的学习热情，立志成为机器人工程技术人才，肩负责任，积极投身新时代中国特色社会主义建设之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 逻辑与证明	命题及复合命题▲★，命题等价及等价关系式▲，谓词与量词★，推理规则，证明及证明方法▲。 命题逻辑等价的证明方法▲，逻辑表达式或推理证明与自然语言互译▲。	√	√	
第二章 集合与函数	集合的概念和表示方法。子集、幂集▲、笛卡尔积▲，集合的运算及规律▲，集合等式的证明▲。集合的基数与无限集合★。 函数的基本概念和基本类型▲，重要特殊函数▲、部分函数★。	√	√	
第三章 计数技术	计数原理，排列组合及有重复的排列和组合★，鸽巢原理▲★	√		√
第四章 高级计数技术	递推关系▲及其求解★，容斥原理及应用▲★	√		√
第五章 关系代数	二元关系，二元关系的三种表示方法，二元关系的五种基本类型；等价关系▲★，偏序关系▲★和表示（HASSE 图）。	√		
第六章 图论	各种图的定义。图顶点的度、图的矩阵表示，通路、回路与连通图的定义，图的同构。 欧拉图▲的性质及应用，哈密尔顿图的性质及应用▲★。 求赋权图中最短通路图的 Dijkstra 算法▲★。	√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程以教师课堂讲授为主，辅以作业和考核。

本课程各部分的共同特点是涉及到的概念，定理和公式较多，逻辑性强。因此，在教学中要注意引导学生准确的理解和掌握基本概念。本课程的另一特点是内容和习题中含大量的推理证明，教学中有些定理不作严格的证明，但会选择一些重要定理进行示范性的证明，适当安排典型例题和习题的讲解，教给学生证明的基本途径和基本方法，以培养学生严谨的思维习惯和准确的书面表达，培养学生逻辑思维和推理论证的能力。经过本课程的课堂教学，

首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过教师的讲授,使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解,使之有能力将它们应用到一些问题的解决过程中。在此过程中尤其要注意对其中的一些基本方法指出其核心思想,使学生能够抓住方法的本质。

作业:教材上的习题非常丰富,着重选择典型的概念题、推理证明题、计算题和综合分析题等题型,目的在于加强学生对知识的理解。通过课外作业,使学生重温课堂讲述的内容,自觉检验学习的效果,了解自己掌握的程度,思考一些相关的问题,进一步深入理解扩展的内容。

学习方法:根据课程及学生学习特点,在认真理解概念、理论和学习过基本方法和例题的基础上,适当地多做一些练习,这样应该较好地掌握课程的基本知识。做一些应用或综合练习题,可以提高分析、解决实际问题的能力。独立地做一些推理和证明的例题,然后对照例题答案进行检查,可以找到自己推理中的缺陷并予以改正,逐渐培养出严谨的思维和准确的书面表达能力。课本叙述清楚,讲解详细,配套资料全,适合自学;但篇幅很大,学习时要抓住重点、要点。对照答案可以自我检查学习效果。欲深入学习了解,可以查看网上资料和课本给出的进一步阅读材料。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配,详见表3。

表3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	逻辑与证明	8					8
2	集合与函数	4					4
3	计数技术	2					2
4	高级计数技术	4					4
5	关系代数	8					8
6	图论	6					6
7	习题		2				2
8	考核					2	2
合计		32	2			2	36

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的,检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩、作业成绩和考试成绩三部分。

考核方式及成绩评定分布:平时成绩 20%,作业 30%,考试 50%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括:课程的出勤率、课堂的基本表现(如课堂互动等);

作业成绩以课后作业的提交情况、正确率为依据,主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

总评成绩，三项成绩之和达到 60 分及以上，评定为通过。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	主要考核内容：课程出勤率、课堂基本表现，如课堂互动。 对毕业要求拆分指标点的支撑情况：支撑指标点 2-2。
作业成绩	30	考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力 对毕业要求拆分指标点的支撑情况：支撑指标点 2-2。
期末成绩 (开卷)	50	主要考核内容： 基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。 对毕业要求拆分指标点的支撑情况：支撑指标点 2-2。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。平时成绩、作业和考试三项总评成绩在 D 以上为通过。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	正确完成作业；按时足量提交，完整规范	作业基本正确；完成作业 80% 以上	作业存在错误；完成作业 70% 以上	完成作业 60% 以上	不满足 D 要求
考试	对课程中的基本概念、理论和方法等全面掌握，能综合运用相关知识解决应用问题。	对课程中的基本概念、理论和方法等较好掌握，能较好运用相关知识解决应用问题。	基本掌握课程中的基本概念、理论和方法，基本具备运用相关知识解决应用问题的能力。	了解课程中的基本概念、理论和方法，运用相关知识分析应用问题的能力有待提高。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：李建更

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“电路分析基础-2”课程教学大纲

英文名称: Circui Analysis Foudation-2

课程编码: 0010073

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.0

学时: 48

面向对象: 自动化专业的本科生

先修课程: 电路分析基础-1、高等数学(工)、大学物理 I、线性代数(工)

教材及参考书:

[1] 邱关源, 罗先觉主编, 电路(第5版), 高等教育出版社, 2006年6月

[2] 李翰荪, 简明电路分析基础, 高等教育出版社, 2002年1月

[3] 李丽敏, 张玉峰.机械工业出版社, 2019年12月

一、课程简介

《电路分析基础-2》是信息电类大二学生的必修课, 该课程主要系统论述正弦交流电路的计算方法, 共分成6个部分: 第一部分是正弦交流电的基本概念, 引入相量数学工具, 利用阻抗与导纳描述电压和电流的约束关系, 求解交流电路中的有功功率、无功功率、复功率等基本问题; 第二部分是正弦周期电路的分析方法, 用傅立叶级数将激励源函数展开, 取有限项, 求解不同频率下的响应, 然后在时域内用叠加法得到响应; 第三部分是交流电路中的谐振问题, 在谐振频率处, 得到放大的电压或者电流, 用于弱信号跟踪放大; 第四部分是讲解交流电路中的互感电路, 空心变压器和理想变压器的模型与应用; 第五部分是讲解三相电源对称的前提下如何求解电路; 第六部分是求解线性二端口电路的等效总Z参数、Y参数和T参数。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 《电路分析基础-2》是从事电工、电子信息技术、通信技术、自动控制工作的技术人员必须具备的基本理论知识, 是高校电类专业必修的学科基础课。《电路分析基础-2》课程理论严密、逻辑性强, 有广阔的工程背景。通过本课程的学习, 对培养学生严肃认真的科学作风和理论联系实际的工程观点, 对培养学生的科学思维能力、分析计算能力、实验研究能力和科学归纳能力都有重要的作用。

通过本课程的学习, 应为学生学习后续课程: 模拟电子电路, 数字电子电路, 信号与系统, 高频电子电路等课程, 打下必要的理论基础, 并为学生参加工作后在创业实践中的“可持续发展”提供必要的知识储备。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点 2-3, 3-2。

2.3: 掌握机器人工程专业基础知识, 结合数学模型方法, 推演、分析机器人工程领域复杂工程问题。

3.2: 能基于数学、自然科学、工程科学相关原理和数学模型方法正确表达机器人工程领域复杂工程问题。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		2-3	3-2
1	掌握正弦交流电路和三相对称电路的计算	◎	●
2	掌握交流电路的串联谐振	◎	●
3	掌握非正弦交流电路化的一般分析方法	◎	●
4	掌握对称三相电路、二端口的计算方法	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：培养学生团队协作、勤奋敬业、吃苦耐劳良好风貌，能灵活运用已学理论知识，分析问题，解决问题，敢为人先、勇于创新的开拓精神。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 正弦周期交流电路计算	相量（▲）、交流电功率（▲）、阻抗（★）、相量图（★）	√			
第二章 交流电路谐振	谐振频率（▲）、品质因素（★）、串联谐振（★）、并联谐振（★）		√		
第三章 非正弦周期电路分析	傅立叶级数（▲）、平均功率（★）、时域叠加（▲）			√	
第四章 互感电路	互感系数（▲）、互感电压（★）、转移阻抗（▲）			√	
第五章 三相对称电路	三相对称电源（▲）、星三角接法（▲）、三相功率（★）			√	
第六章 二端口电路	Z 参数（▲）、Y 参数（▲）、T 参数（▲）计算				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：理论教学和实验教学相结合。根据课程内容的教学要求以及理论与实践相结合的特点，采取包括讲授、举办答疑、留作业、实验、项目驱动、案例教学、线上、线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，提出该门课程的指导和建议。包括本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合 计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
正弦周期交流电路	相量、阻抗、功率因数、相量图、功率计算	8	1	4	1		14
交流电路谐振	谐振频率、品质因素、串联谐振、并联谐振	4	1				5
非正弦周期电路分析	傅立叶级数、平均功率、时域叠加	4	1				5
互感电路	互感系数、互感电压、转移阻抗、空心变压器、理想变压器	5	1		1		7
三相对称电路	三相对称电源、三相对称电路计算、三相功率计算	3	1	2			6
二端口电路	Z 参数、Y 参数、T 参数计算	4	1	2			7
EDA 实验	熟练使用 MULTISIM 软件			4			4
合计		28	6	12	2		48

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 10%、实验成绩 20%、考试成绩 70%。

平时成绩主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现、主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

实验成绩主要反应学生的动手能力和理论联系实际的能力。成绩评定的主要依据是学生实验的课堂表现和实验完成情况；

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	10	作业完成质量，和课堂表现，对毕业要求指标点 2-3，3-2 的提供支撑
实验成绩	20	实验完成质量，对毕业要求指标点 2-3，3-2 的提供支撑
考试成绩	70	考试完成情况，对毕业要求指标点 2-3，3-2 的提供支撑

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	知识掌握完整，独立完成作业，答案正确，书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写潦草，及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案不正确，书写潦草，及时交作业	不满足 D 要求
考勤和课题表现	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题正确，综合运用知识能力强	上课认真听讲，课堂参与度较高，回答问题较正确，综合运用知识能力较强	上课比较认真听讲，课堂参与度较高，回答问题基本正确，综合运用知识能力一般	上课比较认真听讲，课堂参与度不高，回答问题不正确，综合运用知识能力欠缺	不满足 D 要求
实验	准确地完成实验	基本准确地完成实验	能够完成实验	能够完成实验大部分内容	不满足 D 要求
考试	基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确，卷面整洁，字迹工整。	基本概念理解比较准确、重要方法掌握较好、计算过程比较正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解比较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解有误、重要方法基本掌握、计算结果存在错误，卷面比较整洁，字迹较为工整。	
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：宋建国

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“数字电子技术”课程教学大纲

英文名称: Digital Electronic Technology

课程编码: 0008127

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.5

学时: 56

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 大学物理 I、电路分析基础-1、电路分析基础-2

教材及参考书:

使用教材:

[1] 江捷, 马志成等. 数字电子技术基础. 北京工业大学出版社, 2009 年 10 月

[2] 江捷. 数字电子技术基础学习指导 (第二版). 北京工业大学出版社, 2018 年 10 月

参考书:

[1] 阎石. 数字电子技术基础 (第六版). 高等教育出版社, 2016 年 4 月

[2] 王毓银. 数字电路逻辑设计 (第三版). 高等教育出版社, 2018 年 2 月

[3] Thomas L. Floyd 著, 余璆, 熊洁译. 数字电子技术 (第十一版). 电子工业出版社, 2019 年 7 月.

[4] Michael Hassen. Fundamentals of Digital Logic Design with VHDL. Innovate LLC, 2013 年 1 月.

一、课程简介

数字电子技术是一门电子技术入门性质的技术基础课。课程主要讲述逻辑电路的工作原理、基本分析和设计方法以及典型应用。通过课程教学,使学生掌握数字电子技术领域的基本概念、基本理论、基本方法和基本能力,了解该领域的新技术、新发展、新方法;使学生具有运用计算机分析和设计简单电子电路的能力,掌握用计算机分析电子电路的新方法;使学生具有较强的实验能力,能够使用常规的电子仪器,通过实验安装调试电子电路,具备进行实验研究的初步能力;具有较强的查阅电子技术资料的能力和通过网络获取相关信息的能力,为学习后续专业课程和从事专业工作打下基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 数字电子技术是高等学校电子信息类、电气信息类及其各相关专业的重要技术基础课,是学生获得数字电子技术领域的基本知识、基本理论和基本技能的入门性课程。在教学过程中,综合运用先修课程中所学的相关知识和技能,结合各种实践教学环节,进行多种形式教学活动,对培养学生的创新意识起到重要作用,为进一步学习相关专业课程和从事专业工作打下基础。

支持毕业要求指标点 2-3、3-4、6-3 的达成。

2-3: 掌握机器人工程专业基础知识,结合教学模型方法,推演、分析机器人工程领域复杂工程问题。

3-4: 能运用基本原理, 借助文献研究, 分析机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素, 获得有效结论。

6-3: 能够针对具体的机器人复杂工程问题, 开发或选用满足特定需求的测试工具和模拟仿真工具, 模拟和预测专业问题, 并能够分析其局限性。

(二) 课程目标

1 教学目标: 总的目标是使学生掌握数字电子技术领域的基本概念、基本理论、基本方法和基本能力, 可以分解为以下子目标:

1、掌握数字电子技术领域的基本概念、基本理论、基本方法和基本能力, 了解电子技术领域的新技术、新方法、新发展。

2、掌握数字电子技术课程内容, 理论联系实际, 具有运用所学知识解决实际问题的意识和能力。

3、具有运用计算机分析和设计简单电子电路的能力, 掌握用计算机分析电子电路的新方法。

4、具有较强的实验能力, 会使用常规的电子仪器, 通过实验安装调试电子电路, 具备进行实验研究的初步能力。

5、具有较强的查阅电子技术资料的能力和通过网络获取相关信息的能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		2.3	3.4	6.3
1	掌握数字电子技术领域的基本概念、基本理论、基本方法和基本能力, 了解电子技术领域的新技术、新方法、新发展。	●	◎	◎
2	掌握数字电子技术课程内容, 理论联系实际, 具有运用所学知识解决实际问题的意识和能力。	●	◎	◎
3	具有运用计算机分析和设计简单电子电路的能力, 掌握用计算机分析电子电路的新方法。	◎	◎	●
4	具有较强的实验能力, 会使用常规的电子仪器, 通过实验安装调试电子电路, 具备进行实验研究的初步能力。	◎	◎	●
5	具有较强的查阅电子技术资料的能力和通过网络获取相关信息的能力。	◎	●	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 通过课程学习, 使学生了解国内外数字电子技术领域的最新发展, 介绍华为等中国企业在数字集成电路领域的成就。在培养学生严谨治学的同时, 树立民族自信和责任担当, 以及良好的职业道德规范。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	课程简介：数字量与模拟量；数字信号的表示；数字电路的特点、分类及发展；常用数制及相互转换▲；二进制数的原码/反码/补码表示法；二进制数补码运算★；BCD 码▲和其它常用码。	√	√			√
第二章 逻辑代数 基础	基本逻辑运算▲；常用复合逻辑运算▲；基本公式和常用公式；三个基本定理；实际逻辑问题的描述★；逻辑函数及其表示法▲；公式化简法▲；卡诺图化简法▲。	√	√			
第三章 门电路	二极管/三极管/MOS 管的开关特性▲；TTL 门电路和 CMOS 门电路的构成特点和原理▲；TTL 门电路和 CMOS 门电路的输入和输出特性★；TTL 门电路与 CMOS 门电路的接口★。	√	√			√
第四章 组合逻辑 电路	组合逻辑电路的概念、基本分析和设计方法▲；常用集成组合逻辑电路的功能及典型应用▲；竞争-冒险问题；工程实际问题的逻辑抽象★（将实际设计要求转化为逻辑问题，建立描述实际问题的真值表）。	√	√	√	√	√
第五章 触发器	触发器的基本概念与分类；基本触发器/同步触发器/主从触发器/边沿式触发器的工作原理和触发翻转特点▲；RS/D/JK/T/T'触发器逻辑功能及描述▲；触发器逻辑功能转化；触发器的电路结构、逻辑功能、触发方式三者的关系★；触发器的动态参数。	√	√	√	√	√
第六章 时序逻辑 电路	时序逻辑电路的概念、特点和分类；同步▲/异步★时序逻辑电路的分析；寄存器/移位寄存器的原理及应用；集成计数器▲；常见集成时序逻辑电路的工作原理和典型应用▲；同步时序逻辑电路的设计▲；工程实际问题的逻辑抽象★（将实际设计要求转化为逻辑问题，列出状态转移表）。	√	√	√	√	√
第七章 大规模数 字集成电 路	半导体存储器的概念和分类；ROM/RAM 的结构、原理和使用方法▲；用存储器实现组合逻辑函数▲；典型可编程逻辑器件的结构和工作原理★。	√	√			√
第八章 脉冲波形 的产生与 整形	555 定时器的结构和工作原理▲；用 555 定时器构成施密特触发器、单稳态触发器、多谐振荡器的方法、波形分析、主要参数计算和典型应用▲；定时电路中电容充电、放电过程的波形分析和相关参数计算★。	√	√	√	√	√
第九章 数-模和 模-数转 换	数-模转换和模-数转换的基本原理★；常用 D/A 和 A/D 电路及其特点；D/A 和 A/D 的主要性能指标▲。	√	√			√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主，辅以课程微信群讨论。适当安排习题课和讨论环节，每章布置作业。建立班级课程学习微信群，提前发放教学课件及学习资料，根据学生需求，组织线下定期答疑和微信实时答疑。

在课堂教学中，力求“以问题激发兴趣、以问题引领内容”，从创设问题情境出发，激发学生的学习兴趣 and 动力。再通过降解复杂问题，使未知问题向已知问题转化，引导学生探索体验知识的发生、发展过程。

1. 在教学手段上，结合多媒体、板书、微信等多种形式。
2. 在教学方法上，融合启发、探讨、讲授等多种方式。
3. 在教学内容上，兼顾基础经典、发展前沿和实际应用。
4. 在教学管理上，营造和谐、有序、健康的教学氛围。

学习方法：

1. 课前预习，课上认真听讲，课后及时复习，独立完成作业，重视习题课；
2. 作为基础类课程，要重视对基本概念、基本理论和基本方法的学习，尤其是要掌握传统数字电路的分析方法和“建模-化简-设计-实现”的设计方法；
3. 作为技术类课程，要重视实践环节，通过独立设置的实验课程，进一步掌握本课程的基本理论和方法；
4. 善于利用网络资源，培养自学能力。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2					2
第二章	逻辑代数基础	6					6
第三章	门电路	6					6
第四章	组合逻辑电路	10	2				12
第五章	触发器	6					6
第六章	时序逻辑电路	10	2				12
第七章	大规模数字集成电路	4					4
第八章	脉冲波形的产生与整形	3					3
第九章	数-模和模-数转换	3					3
	总结复习	2					2
合计		52	4				56

六、考核与成绩评定

平时成绩 20%（作业 15%，其它 5%），考试成绩 80%。

平时成绩中的作业（15%）：包括课堂作业和课后作业，主要考察学生对已学知识的掌握情况和自主学习的能力和态度。

其它（5%）：主要体现学生的课堂参与、自我约束等。成绩评定的依据主要包括：考勤、课堂表现（如课堂测验、课堂互动等）。

考试成绩（80%）：是对学生课程学习效果的全面检验。重点考察学生对基本概念、基本理论、基本方法等的掌握情况，以及运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	出勤及课堂参与：5%；作业：15%。其中，作业主要考察学生对已学知识的掌握情况和自主学习的能力及态度。支撑指标点 2-3、3-4 和 6-3。
考试成绩	80	主要考察学生对基本概念、基本理论、基本方法等的掌握情况，以及运用所学理论知识解决复杂问题的能力。支撑指标点 2-3、3-4 和 6-3。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时提交 正确率高 规范整洁 完成度好	按时提交 正确率较高 规范整洁 完成度较好	按时提交 正确率尚可 质量有待提高	按时提交 正确率较差 书写不规范 完成质量较差	不满足 D 要求
考试	基本概念理解准确，熟练掌握数字电路的分析和设计方法，具有较强的综合分析解决问题能力和计算能力	基本概念清晰，熟练掌握数字电路的分析和设计方法，综合分析解决问题能力较强，计算能力良好	能够掌握数字电路的基本概念、分析和设计方法，能分析解决一般难度问题，计算能力较好	基本掌握数字电路的基本概念、分析和设计方法，综合分析能力较差，具有一定的计算能力	不满足 D 要求

制定者：江捷、刘旭东

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“模拟电子技术”课程教学大纲

英文名称: Analog Electronic Technology

课程编码: 0004333

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.5

学时: 56

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学(工)、大学物理 I、电路分析基础-1、电路分析基础-2

教材及参考书:

- [1] 孙景琪, 雷飞, 闫慧兰. 模拟电子技术基础. 高等教育出版社, 2016 年 7 月
- [2] 华成英. 模拟电子技术基础(第五版). 高等教育出版社, 2015 年 7 月
- [3] 桑森(Willy M.C.Sansen)著, 陈莹梅译. 模拟集成电路设计精粹(电子信息前沿技术丛书). 清华大学出版社, 2020 年 12 月
- [4] 康华光. 电子技术基础(模拟部分). 高等教育出版社, 2006 年
- [5] Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky. Electronic Devices and Circuit Theory(Ninth Edition). 电子工业出版社, 2010 年

一、课程简介

模拟电子技术是入门性质的技术基础课。模拟电路是多种电子产品、电子设备必不可少的基本组成单元,是物理量在转换成数字信号之前所必经的关键电路,该课程为培养自动化专业人才的电路分析与设计技能奠定基础,为提高其工程应用与创新能力做铺垫。课程主要内容:常用半导体器件原理、基本放大电路、场效应管及放大电路、功率放大电路、模拟集成电路基础、反馈放大电路、信号产生电路、直流稳压电源等。重点是各类放大电路的原理分析和计算,难点是负反馈放大器、集成运算放大器等。为较好的掌握本课程,应在理解各类器件的工作原理基础上,熟练掌握晶体管三种基本放大器的分析与计算,继而掌握其它的放大器或模拟电子电路。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是自动化专业的学科基础必修课。旨在继大学物理、电路分析课程以后,培养学生模拟电路的分析、设计及实践能力,为其后期专业课学习提供模拟电子技术理论水平与实践能力的支撑。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点: 2-3、3-4、6-3

2.3: 掌握机器人工程专业基础知识,结合数学模型方法,推演、分析机器人工程领域复杂工程问题。

3.4: 能运用基本原理,借助文献研究,分析机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素,获得有效结论。

6.3: 能够针对具体的机器人复杂工程问题,开发或选用满足特定需求的测试工具和模拟仿真工具,模拟和预测专业问题,并能够分析其局限性。

（二）课程目标

1 教学目标：通过本课程的学习，要求学生掌握电子器件的基本性能，掌握基本放大电路、模拟集成电路、反馈放大电路的基本理论和基本分析方法，为专业深造打下良好的模拟电子技术基础。由模拟集成电路所组成的基本运算电路、信号产生电路、信号处理电路和直流稳压电路的基本设计原理和基本应用技术在实验环节进行。具体而言：

掌握模拟电子技术的基本概念以及电路分析方法。

培养学生在电子电路综合设计方面的“工程观”、“系统观”。

增强模拟电路的实践能力。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		2.3	3.4	6.3
1	掌握模拟电子技术相关理论，如线性化工程处理问题的思路、电压模及电流模电路的设计要点等，能够培养学生解决电子信息专业领域的复杂工程问题的能力。	●		
2	在掌握模拟电路的分析与设计的能力基础上，学生就能够识别并理解自动化专业领域复杂工程问题。	●		
3	掌握二极管、三极管、稳压管等电子元器件及放大电路、功放、电源等模拟电路知识，能用于设计电气工程领域复杂工程问题的解决方案。在方案设计中能综合考虑社会、安全、法律、文化等因素。通过开关电源设计、D 类功率放大电路设计等模拟电路基本单元分析与设计等能力的培养，使得学生能够设计针对电路、信号处理等领域复杂工程问题的解决方案，设计满足特定需求的系统、单元（部件）或工艺流程，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑节能降耗等社会、健康、安全、法律、文化以及环境因素。		◎	
4	在掌握模拟电路的分析与设计的能力基础上，学生能够结合专业知识，分析复杂工程问题，如电路隔离及耦合、电源噪声等的解决方案对健康、安全等的影响，能够理解和评价复杂工程问题的工程实践对环境、社会可持续发展的影响，并承担相应责任。			●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

模电课程中电路设计、器件选择等与环境、社会等因素密切相关，课程建设注重思政元素挖掘，注重课程知识与思政教育的融合。注重同一功能电路的不同设计方法对环境保护等问题的思考，培养学生“分析、评价、创造”等高阶能力。教学过程注重挖掘思政元素，从杰出校友企业反哺本课程建设，到芯片产业卡脖子技术的突破，在潜移默化中培养学生家国情怀和责任担当意识。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 绪论	模拟电子电路的作用（▲）、理解信号放大的必要性及信号放大的本质（★）	√			
第二章 半导体二极管与三极管	二极管、BJT、FET 的外部特性（▲）；二极管、BJT、FET 的应用技术（★）	√		√	

第三章 基本放大电路	三种基本放大电路（▲）、静态工作点的稳定（▲）、静态工作点的稳定（★）、放大电路的基本分析方法（★）	√		√	
第四章 功率放大电路	OCL 甲乙类互补对称电路组成和工作原理（▲）、最大输出功率和效率的估算方法（★）	√		√	
第五章 集成运算放大电路	电流源电路的分析（▲）、多级放大电路的分析方法和计算方法（▲）、直接耦合放大电路的特殊问题（★）、同相、反相比例运算电路（▲）、滞回比较器（★）	√	√	√	√
第六章 放大电路的频率响应与滤波电路	单级放大电路的频率响应分析方法和计算方法（▲）、单级放大电路的频率响应（★）、有源滤波器的组成和工作原理（★）	√	√	√	√
第七章 反馈放大电路与振荡电路	反馈的基本概念及判断方法（★）、负反馈放大电路稳定性判别（★）、深度负反馈放大电路放大倍数的分析与计算方法（▲）、正弦波振荡电路的组成及原理（▲）	√	√	√	√
第八章 直流稳压电源	串、并联稳压电路的电路组成（▲）、稳压电路工作原理和输出电压的计算（▲）、开关电源电路的电路组成和工作原理（★）	√	√	√	√
第九章 模拟电路与系统的设计及电路分析	模拟电路与系统的设计方法（▲）、模拟电路与系统案例分析（★）	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程以课堂讲授为主，合计 56 学时，实验单独设课。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授模拟电路的分析与设计方法，引导学生进行自主学习与实践创新。

学习方法：搭建基于 B/S 架构的模拟电子技术虚拟仿真网站，便于学生课前预习与课后复习；知识点讲解从实际问题入手，通过层层展开，由浅入深研究式学习；明确各章节的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习并完成作业。充分利用校级精品课程网站等其它网络资源，为学生学习提供良好的学习平台。

虚拟仿真网站：<http://olms.bjut.edu.cn>

精品课程网站：<http://etcee.bjut.edu.cn/kc/md/index.htm>

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	常用半导体器件	5			1		6
2	基本放大电路	10	2				12
3	多级放大电路	3			1		4
4	模拟集成电路	4					4
5	放大电路的频率响应	4	2				6
6	放大电路中的反馈	6	2				8
7	信号的运算与处理	6					6
8	波形的发生和信号的转换	4					4
9	功率放大电路	2					2
10	直流电源	4					4

合计		48	6		2		56
----	--	----	---	--	---	--	----

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的,检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布:

平时成绩 20% (作业等 10%, 其它 10%), 考试成绩 20%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤率、课堂的基本表现 (如课堂测验、课堂互动等; 作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业, 主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度, 及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况, 详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	2-3、3-4、6-4
考试成绩	80	2-3、3-4、6-4

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准, 详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	作业答题正确, 卷面整洁, 按时提交作业	作业答题基本正确, 卷面基本整洁, 按时提交作业	作业大部分答题正确, 卷面基本整洁, 基本按时提交作业	作业答题部分正确, 卷面略显脏乱, 基本按时提交作业	不满足 D 要求
研讨	基本概念清晰, 方法可行, 有效	基本概念清晰, 方法基本可行	基本概念比较清晰, 方法基本可行	基本概念基本清晰, 方法部分可行	不满足 D 要求
考试	概念清晰, 解答正确, 卷面整洁	概念清晰, 解答基本正确, 卷面整洁	概念基本清晰, 解答基本正确, 卷面基本整洁	概念基本清晰, 解答部分正确, 卷面略显脏乱	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 雷飞

批准者: 于乃功

2020 年 7 月

“微机原理及接口技术”课程教学大纲

英文名称: Microcomputer Principle and Interface Technology

课程编号: 0010686

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.5

学时: 56

面向对象: 机器人工程等专业本科生

先修课程: 数据结构与算法、数字电子技术、模拟电子技术

教材及参考书:

[1]余春暄, 左国玉, 80x86/Pentium 微机原理及接口技术(第3版), 机械工业出版社, 2015

[2]左国玉, 余春暄等, 80x86 微机原理及接口技术——习题解答与实验指导(第2版), 机械

[3]工业出版社, 2018

[4]王晓萍 编著, 微机原理与接口技术, 浙江大学出版社, 2019

一、课程简介

微机原理与应用主要是在数字电路、软件基础等课程的基础以 80x86/Pentium 为背景, 通过对计算机系统的内部结构、组成、工作原理等方面的讲授, 以及对学生设计能力的训练, 使学生从理论和实践上掌握计算机的基本原理、基本组成、微处理器的结构及工作原理、指令系统、汇编语言程序设计、存储器及其接口电路设计、计算机接口技术的概念、数据传输方式以及部分简单智能接口电路的设计及软件编程等, 为学习后续课程以及开发、设计、使用计算机应用系统打下良好的基础。

二、课程地位与教学目标

(一) 课程地位

本课程是电类专业本科生的专业基础课, 是本专业本科生学习和掌握计算机硬件知识以及汇编语言程序设计的入门课。课程以数字电路、模拟电路等课程为基础, 将硬件电路内容延伸到微处理器、内存、接口芯片等, 使简单电路扩展组成电路系统; 同时以软件基础、C 语言等课程为基础, 将软件内容从高级语言, 向底层的汇编语言扩展, 并将硬件与软件结合在一起, 因此, 本课程是连接硬件电路和软件控制课程的纽带和主干。

(二) 课程目标

1 教学目标: 课程通过课堂教学、以及习题与实践(实验和课程设计)相结合, 使学生建立电路系统(整机)的概念, 使学生具备微机应用系统软件、硬件开发的初步能力:

- 1、学习并掌握电路系统的设计方法。
- 2、建立集成电路设计, 特别是 CPU 电路与汇编语言的联系。
- 3、学习并掌握基本接口电路的设计和控制方法及编程。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2-2	5-3	6-1	10-2
1	能应用数学、自然科学、工程基础和专业知识，表述自动化领域具体对象的内在关系和制约因素，建立数学模型并求解。	●			
2	能够根据自动化领域复杂工程问题的实验方案设计微机及接口软硬件实验系统或虚拟仿真系统，安全地开展实验，正确地采集实验数据		●		
3	了解微型计算机和接口的设计、开发工具及仿真软件的工作原理和使用方法。			◎	
4	通过分组实验，培养学生能够在团队合作中承担个体、团队成员以及负责人等不同角色的职责，完成团队分配给个人的任务。				◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过深入挖掘微机原理课程的课程思政资源，以 CPU 在计算机中的核心地位进行坚持党的领导地位的必要性教育，通过计算机及微处理器的发展历史进行物质第一性原理教育，在进行计算机各组成部分的教学中自然引出整体与部分关系原理的教育，在总线操作及时序内容的教学中自然融入团队精神的教育，通过知识教育与思政教育的自然融合，取得了较好的协同效应。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 计算机概论	1. 微机发展史及基本概念 2. 微型机结构及工作原理▲ 3. 计算机中数与码的表示▲ 4. 微机中的先进技术	√		√	
第二章 8086/8088 微处理器	1. 8086/8088 CPU 功能、结构及寄存器组织▲ 2. 8086/8088 CPU 工作模式及引脚功能▲ 3. 存储器与堆栈组织▲★ 4. 工作时序与总线周期★ 5. 系统组织	√	√	√	
第三章 指令系统	1. 指令结构 2. 寻址方式▲★ 3. 8086/8088 CPU 指令系统介绍★▲ 4. 80286 到 Pentium 增加指令介绍	√	√		√
第四章 汇编语言程序设计	1. MASM 汇编语法▲ 2. 伪指令及宏指令▲ 3. BIOS 和 DOS 功能调用 4. 汇编语言程序结构 5. 汇编语言程序设计方法▲	√	√		√
第五章 存储器	1. 存储器的分类及特性指标 2. 半导体存储器结构与工作原理★ 3. 半导体存储器接口设计方法★▲ 4. 80x86 存储器技术		√	√	
第六章 微机接口技术概述	1. 接口结构及功能 2. CPU 与外设之间的四种数据传输控制方式▲ 3. 微型计算机的中断系统★▲ 4. 系统总线		√	√	√
第六章 简单接口电路设计	1. 锁存器/缓冲器工作原理 2. 开关量输入输出接口电路设计方法▲ 3. D/A 转换接口★ 4. A/D 转换接口★		√	√	√
第七章 计数接口 8253A	1. 8253A 功能、内部结构及引脚▲ 2. 8253A 工作方式及编程▲★ 3. 8253A 应用举例		√	√	√
第八章 并行通信接口 8255A	1. 8255A 功能、内部结构及引脚▲ 2. 8255A 工作方式及编程▲ 3. 8255A 应用举例		√	√	√

第九章 串行通信接口 8251A	1. 串行通信基本概念 2. 8251A 的功能与结构*3. 8251 编程▲ 4. 8251 应用举例		√	√	√
第十章 中断控制器 8259A	1. 8259A 功能、内部结构及引脚▲ 2. 8259A 工作方式及编程▲*3. 8259A 应用举例		√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：

以讲授为主（48 学时），实验为辅（8 学时）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生循序渐进。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。同时采取线上线下混合、案例教学、小组合作等多种教学模式与方法。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基础知识的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，最后实现电路——计算机——汇编设计——实现硬件控制。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对原理的理解。

利用日新平台在线课程，平台包括课件、录课、作业、课堂测验、模拟考试等。

五、教学环节的安排与要求

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	计算机概论	3					3
2	8086/8088 微处理器	8					8
3	指令系统	10					10
4	汇编语言程序设计	8		2			8
5	存储器接口设计	4					4
6	计算机接口技术一般概念	4					4
7	可编程定时/计数接口 8253A	3					3
8	可编程并行通信接口 8255A	3		3			3
9	可编程串行通信接口 8251	3		3			3
10	可编程中断控制器 8259A	3					3
合计		48		8			56

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业等 10%，实验 20%），期末考试 70%。

实验成绩占 20%。主要反映学生如何设计和实现一个软硬件相结合，并实现特定功能的接口系统的能力：掌握汇编语言和简单接口电路的设计原则，设计一个限定的汇编程序，利

用相应的硬件电路实现一定的功能。实验中引导学生发挥潜力，尽量增强系统的功能。培养学生在该复杂系统的研究、设计与实现中的交流能力（口头和书面表达）、协作能力、组织能力。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂的基本表现（含课堂测验）、作业情况。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对微机和汇编基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例%	主要考核内容
作业考勤	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求拆分指标点 2-2，5-3 达成度的考核。
实验	20	实验系统的设计实现情况。对应毕业要求拆分指标点 6-1，10-2 达成度的考核，同时对 9 达成度的考核有一定参考价值。
期末考试	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2-2，5-3，6-1 达成度的考核

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	全面掌握课堂讲授内容，较强知识点触类旁通解决能力	熟练掌握课堂讲授内容，较强知识点触类旁通解决能力	较熟练掌握课堂讲授内容，一定的知识点触类旁通解决能力	基本掌握课堂讲授内容，知识点灵活运用能力一般	不满足 D 要求
实验	全面掌握汇编程序设计及硬件电路设计知识，较强动手能力	熟练掌握汇编程序设计及硬件电路设计知识，较强动手能力	较熟练掌握汇编程序设计及硬件电路设计知识，一定的动手能力	基本掌握汇编程序设计及硬件电路设计知识，动手操作能力一般	不满足 D 要求
考试	全面掌握微机原理及接口基本概念、汇编程序、I/O 接口硬件设计方法，综合运用知识能力较强	熟练掌握微机原理及接口基本概念、汇编程序、I/O 接口硬件设计方法，综合运用知识能力较强	较熟练掌握微机原理及接口基本概念、汇编程序、I/O 接口硬件设计方法，一定的综合知识运用能力	基本掌握微机原理及接口基本概念、汇编程序、I/O 接口硬件设计方法，综合知识运用能力仍需加强	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：左国玉

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“自动控制原理”课程教学大纲

英文名称: Principles of Automatic Control

课程编码: 0000131

课程性质: 学科基础必修课

学分: 4.0

学时: 64

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 复变函数与积分变换, 电路分析基础-1、电路分析基础-2, 模拟电子技术

教材及参考书:

[1] 孙亮.自动控制原理(第三版). 北京: 高等教育出版社, 2011 年 6 月

[2] 胡寿松. 自动控制原理(第七版). 北京: 科学出版社, 2019 年 2 月

一、课程简介

课程为信息控制类专业的学科基础必修课。本课程是按照社会主义现代化对自动化技术的需求, 力求使学生掌握自动控制理论方面的基础知识、基础理论和基本方法而开设的。通过课程的学习, 要求学生理解掌握反馈控制的基本思想, 掌握自动控制系统的一般分析方法。在此基础上, 能够进行并完成一般控制系统的校正设计, 进而使学生掌握运用自动控制原理的理论与方法解决实际问题的本领, 为机器人工程专业的后续课程学习打下良好的基础。具体知识包括: 控制系统的数学模型, 控制系统的时域、复域、频域分析方法, 系统控制器及校正环节的设计, 非线性系统以及离散控制系统分析。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程为机器人工程专业的专业必修课, 属于自动控制技术系列, 旨在继电路原理、信号与系统等课程后, 引导学生掌握自动控制理论的基本理论、基础知识以及基本方法; 引导学生建立反馈控制的基本思想, 学会控制系统的时域分析、复域分析、频域分析的一般分析方法, 在此基础上掌握控制系统设计与系统校正的方法, 并对非线性系统以及离散系统的分析给予简单引入; 引导学生建立系统分析的思想, 通过建立被控对象的数学模型抽象出系统的本质特征, 进而利用基于数学模型的线性系统的分析与设计方法, 进行控制系统的分析与设计; 引导学生掌握运用自动控制原理的理论与方法解决实际问题的本领, 培养其工程意识和能力, 为自动化后续课程的学习打下良好的基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2-1: 掌握自然科学、工程基础知识, 解决机器人工程领域复杂工程问题的理解和表述问题。

2-3: 掌握机器人工程专业基础知识, 结合数学模型方法, 推演、分析机器人工程领域复杂工程问题。

3-1: 能够运用自然科学和工程科学的基本原理, 理解机器人工程领域复杂工程问题, 并识别和判断其关键环节。

3-2: 能基于数学、自然科学、工程科学相关原理和数学模型方法正确表达机器人工程

领域复杂工程问题。

(二) 课程目标

1 教学目标：使学生掌握“自动控制原理”中的基本概念、基本理论、基本方法，基于反馈控制的基本思想，掌握面向对象的控制系统分析与设计的方法，提升分析问题与解决问题的能力，体验实现控制的乐趣。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2-1	2-3	3-1	3-2
1	掌握自动控制的基本概念，以及问题描述和解决方法。	●	◎	○	○
2	修养“性能指标、形式化描述、控制系统设计与校正”这一典型的问题求解过程。	○	●	◎	○
3	增强理论结合实际能力，获得实现自动控制在内的更多“顶峰体验”。	○	◎	●	○
4	培养系统设计能力和面向对象构建的交流和团队协作能力。	○	○	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过本课程学习，使学生建立反馈控制的思想 and 理念，掌握和运用其基本理论以及分析和设计方法，培养学生运用经典控制理论解决工程实际问题的能力，为后序专业课奠定基础。通过发掘控制论背后的哲学思想，引导学生从哲学角度思考创新及控制工程中反映的物质与意识的辩证关系，引导学生形成正确的世界观、人生观、价值观，养成科学思维和创新习惯；通过工程案例讲授，让学生准确地理解专业知识的同时，深思做人之本，培养学生大工程观；通过深入挖掘专业知识蕴含的德育元素，切实提高具有工匠精神新工科人才的培养质量。通过名人轶事介绍和生活中的反馈控制思想的发现，传递给学生爱国、敬业、诚信、友爱的精神，践行社会主义核心价值观。促进学生知识与能力、过程与方法、情感与价值观三维教学目标的统一，切实提高全方位育人质量，培养具有“宽厚、复合、创新”特征的自动化工程研究应用型人才，以适应当今世界教育国际化和信息化的时代潮流。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲)、难点(★)	课程目标(√)			
		1	2	3	4
第一章 自动控制系统概述	控制系统的术语及定义，自动控制的基本结构▲，自动控制系统实例★，对控制系统基本要求▲	√			
第二章 控制系统的数学描述方法	物理系统的微分方程★，非线性微分方程的线性化，传递函数▲，动态结构图▲，结构图的等效变换★，自动控制系统的传递函数★。	√			
第三章 控制系统的时域分析	典型控制过程及性能指标▲，一阶系统分析，二阶系统分析▲，二阶系统性能的改善▲，高阶系统分析★，稳定性与代数判据▲，稳态误差分析▲		√	√	
第四章 根轨迹法	根轨迹与根轨迹方程，绘制根轨迹的基本法则▲，绘制根轨迹★，根轨迹图分析▲，根轨迹法校正★。			√	√

第五章 频率分析法	频率特性，对数频率特性▲，典型环节的频率特性，开环频率特性作图▲，频率域稳定性判据▲，闭环频率特性★，利用开环频率特性分析系统闭环响应★	√	√		
第六章 控制系统的校正方法	系统校正基础▲，频率法校正▲★，参考模型法校正▲，频率法反馈校正★，PID 控制器设计		√	√	√
第七章 非线性控制系统分析	控制系统的非线性特性分析▲，等倾线法作图★与相平面分析法▲，描述函数法★	√	√		
第八章 采样控制系统分析基础	采样过程与采样定理▲，信号复现与零阶保持器，采样信号的 Z 变换，脉冲传递函数▲★，采样系统的性能分析▲★	√	√		

四、教授方法与学习方法指导

（一）教授方法

以讲授为主（58 学时），实验为辅（课内 6）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。注重对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题，到求解思路分析，进一步培养学生抽象表示问题的能力，强化对“一类”问题进行求解的意识；从反馈控制的角度向学生展示控制原理，同时考虑控制结构中各模块的实现与联系，针对具体问题的控制器的设计与实现，通过对不同级别对象的抽象和问题的分治，培养学生的系统意识和能力。

使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中，由典型物理对象的控制问题入手，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

（二）课内实验

实验需要在掌握基本原理的基础上，在总体结构的指导下，通过 THBDC-1 控制理论平台典型环节的电路模拟及时域分析实验，掌握基于物理对象模型的实验分析与设计方法；通过基于 MATLAB 的控制系统仿真综合实验、基于 MATLAB 的控制系统串联校正实验，以 MATLAB 语言作为控制仿真工具，学会利用计算机辅助设计的方法解决控制系统的分析与综合问题。

要求学生完成相关实验内容及实验设计，每组最后提交规范的实验报告。通过实验系统的设计与实现，引导学生经历构造系统的主要流程，具体体验如何将控制理论的基本方法用于系统设计与实现，加深对控制理论的理解；其次是培养学生的系统能力（系统的视角，系统的分析、设计与实现）；第三是培养学生的系统实现能力；第四是通过分小组，培养学生的团队合作精神与能力；第五是培养学生查阅资料，获取适当工具、使用适当工具；第六是培养学生表达（书面和口头）能力。

（三）学习方法

养成探索的习惯，特别是重视对控制方法的钻研，在方法的指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取不同控制对象的基本特性，掌握系统的数学描述方法。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对自动控制概念和方法原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	自动控制系统概述	2					2
第二章	控制系统的数学描述方法	8					8
第三章	控制系统的时域分析	10		2			12
第四章	根轨迹法	7		1			8
第五章	频率分析法	11		1			12
第六章	控制系统的校正方法	8		2			10
第七章	非线性控制系统分析	4					4
第八章	采样控制系统分析基础	8					8
合计		58		6			64

六、考核与成绩评定

本课程的总成绩评定包括两个部分：平时成绩和期末考试，以百分制计算。

平时成绩占 30%（包括作业 10%，实验 10%，其他 10%）。期末考试成绩占 70%，期末考试形式为笔试（闭卷）。

平时成绩中的作业成绩占 10%，主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

平时成绩中实验成绩占 10%，主要反映学生在所学方法指导下如何进行系统分析、设计和实现一个最终能够完成控制目标的系统的能力：掌握对象模型，借助计算机辅助工具，完成模型对象的时域、复域及频域分析，进而基于性能指标的要求，实现系统的校正，同时应用于物理对象模型的实验研究，实现理论与实践的对接。培养学生在控制系统的分析、设计与实现中的交流能力（口头和书面表达）、协作能力、组织能力。

平时成绩中的其它成绩占 10%，主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对控制理论的基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度，考核学生运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以模型建立，系统分析，系统的设计为主。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详

见表 4。

表 4 考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况

考核方式	占比 (%)	主要考核内容
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 2-1、2-3、3-1、3-2 达成度的支撑。
其他	10	课堂参与度及其完成质量，对应毕业要求 2-1、2-3、3-1 达成度的支撑。
实验	10	实验系统的设计实现情况。对应毕业要求 2-3、3-1、3-2 达成度的支撑
期末考试	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2-1、2-3、3-1、3-2 达成度的支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	知识掌握完整，独立完成作业，答案正确，书写整齐并及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写整齐并及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写潦草，及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案不正确，书写潦草，及时交作业。	不满足 D 要求
其他	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题正确，综合运用知识能力强，课堂测验答案正确	上课认真听讲，课堂参与度较高，回答问题较正确，综合运用知识能力较强，课堂测验答案比较正确	上课比较认真听讲，课堂参与度较高，回答问题基本正确，综合运用知识能力一般，课堂测验答案部分正确	上课比较认真听讲，课堂参与度不高，回答问题不正确，综合运用知识能力欠缺，课堂测验答案部分正确	不满足 D 要求
实验	模型建立、性能分析和系统设计正确，MATLAB 工具及物理对象实验平台运用熟练，实验报告内容完整，文字表达清晰，上交实验报告及时。	模型建立、性能分析和系统设计正确，物理对象实验平台及 MATLAB 工具运用熟练，实验报告内容比较完整，文字表达比较清晰，上交实验报告及时。	模型建立、性能分析和系统设计正确，物理对象实验平台及 MATLAB 工具运用熟练，实验报告内容有欠缺，文字表达不够清晰，上交实验报告及时。	模型建立、性能分析和系统设计不正确，物理对象实验平台及 MATLAB 工具运用熟练，实验报告内容不正确，文字表达不清晰，上交实验报告及时。	不满足 D 要求
考试	基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确，卷面整洁，字迹工整。	基本概念理解比较准确、重要方法掌握较好、计算过程比较正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解比较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解有误、重要方法基本掌握、计算结果存在错误，卷面比较整洁，字迹较为工整。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：范青武

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器人基础原理”课程教学大纲

英文名称: Basic Principles of Robotics

课程编码: 0010102

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学(工), 线性代数(工), 大学物理 I

教材及参考书:

[1] 朗佐·凯利(Alonzo Kelly) 著, 王巍 崔维娜 等译. 《移动机器人学: 数学基础、模型构建及实现方法》, 机械工业出版社, 2020

[2] 约翰 J. 克雷格(John J. Craig) 著, 负超, 王伟译, 《机器人学导论(第四版)》, 机械工业出版社, 2018

一、课程简介

机器人基础原理是人工智能与自动化学院(部)为机器人专业本科生开设的专业必修课程型。本课程的任务是以简单、直观的方式讲解机器人学的基础知识, 介绍机器人发展的最新科技和发展现状, 使学生系统掌握机器人基本概念、体系结构、基础知识、运动学建模、规划与导航等基础知识, 培养综合运用机器人知识对具体的工程问题进行分析、解决和表达的能力, 初步具备机器人系统分析和设计能力, 为后续的机器人课程奠定知识基础和准备, 并为以后从事机器人相关的科学研究和技术工作做好准备。教学内容重点: 机器人体系结构、数学基础知识、运动学建模与规划。教学内容的难点: 运动学建模与规划。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是最先开设的机器人专业类课程, 以简单、直观的方式讲解机器人学的基础知识, 使学生对机器人的整体系统和各组成结构有一个整体性的认知和了解, 初步具备分析和解决机器人领域的各种复杂工程问题的能力, 为后续的机器人课程奠定知识基础和准备。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 2-1: 本课程通过讲述机器人的基本概念和自然科学描述, 详细讲述机器人的整体体系结构和数学基础知识, 使学生能够掌握工程领域复杂工程问题的理解和表述问题。

指标点 2-4: 本课程通过详细讲述机器人的整体体系结构和数学基础知识, 使学生能够掌握机器人工程专业知识, 结合运动学方程、规划、导航等关键技术和模型方法, 能够对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。

指标点 3-1: 本课程通过详细讲述机器人的整体体系结构、运动学方程和微运动原理, 并结合规划、导航等关键技术和模型方法, 使学生能够运用自然科学和工程科学的基本原理, 理解机器人工程领域复杂工程问题, 并识别和判断其关键环节。

指标点 3-2: 本课程通过详细讲述机器人的数学基础知识和微运动原理, 使学生能够掌

握机器人领域的数学和工程科学的相关原理方法，结合运动学方程、规划、导航等关键技术和模型方法，能够正确表达机器人工程领域复杂工程问题。

指标点 3-4: 本课程通过详细讲述机器人运动学方程、规划、导航等关键技术和模型方法，使学生能够掌握机器人的工程的基本原理，并能够对机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素进行分析，从而获得有效结论。

指标点 5-1: 本课程通过详细讲述机器人的基础原理和技术，并结合具体的运动学方程、规划、导航等关键技术和模型方法，使学生能够掌握能够基于机器人的基础原理，通过对最新相关文献或方法的研究，实现对机器人工程领域复杂工程问题的分析和研究，并能够设计和实现解决方案。

指标点 6-1: 本课程在讲述机器人理论知识的同时，安排具体的机器人实验内容，使学生能够了解机器人工程专业常用的设计、开发工具及仿真软件的工作原理和使用方法，并使学生能够具备基本的操作能力。

(二) 课程目标

1 教学目标: 本课程的教学目标是：通过本课程的学习，使学生系统掌握机器人基本概念、体系结构、数学基础、运动学方程及求解、逆运动学方程及求解、机器人规划的原理和方法、机器人导航的基本原理等知识，培养综合运用机器人知识对具体的工程问题进行分析、解决和表达的能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点						
		2-1	2-4	3-1	3-2	3-4	5-1	6-1
1	掌握机器人基本概念和描述	●	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
2	掌握机器人体系结构的组成和原理	●	⊙	●	⊙	⊙	⊙	⊙
3	掌握机器人的数学基础知识	⊙	●	⊙	●	⊙	●	⊙
4	掌握机器人运动学方程及求解方法	⊙	●	●	⊙	●	●	⊙
5	掌握机微运动及雅克比矩阵求解	⊙	⊙	●	●	●	●	⊙
6	掌握机器人运动规划的原理和方法	⊙	⊙	⊙	⊙	●	●	⊙
7	掌握机器人导航的基本技术和原理	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	●	⊙

注：●：表示有强相关关系，⊙：表示有一般相关关系，⊖：表示有弱相关关系

2 育人目标: 教学过程中着重做到知识传授和价值养成相统一、知识育人和立德树人相统一。课程教授过程中，注重从中国从古至今的机器人研究历史讲起，从最早的西周机器人到汉代的跳舞机器人，从诸葛亮的木牛流马到唐朝的唱歌吹笙机器人、赚钱机器人和捉鱼机器人。通过本课程的学习，使学生认识到，中华文明源远流长，取得过无数辉煌灿烂的成果，对人类文明的进步做出了巨大的贡献。，从而培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，提升了民族自豪感、自尊心和自信心，坚定了历史责任感，立志要为实现中华民族的伟大复兴而努力奋斗。

三、课程教学内容

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)						
		1	2	3	4	5	6	7
第一章 概述	主要讲述机器人的起源和发展，讨论机器人学的基本定义和概念 (▲)	√						
第二章 机器人体系结构	主要讲述机器人的组成结构，包括 (1) 机械系统 (2) 控制系统 (▲★) (3) 感知系统 (▲★) (4) 驱动系统 (▲) (5) 机器人认知实验		√					
第三章 数学基础	主要讲述机器人学数学基础，以及机器人运动描述及求解，主要内容为： (1) 空间任意点的位置和姿态描述 (2) 坐标变换和姿态变换 (▲) (3) 齐次坐标变换 (▲★) (4) 物体的变换和逆变换 (▲★) (5) 通用旋转变换 (6) 欧拉角的运算方法 (7) 四元数基础 (▲) (8) 四元数的坐标变换 (▲★)			√				
第四章 机器人运动学方程	本章主要讲述机器人运动学方程表示及其解法，主要内容为： (1) 机器人运动学方程的表示 (▲) (2) 机械臂的运动学方程 (▲★) (3) 机械臂的逆运动学方程 (▲★) (4) 移动机器人的运动学方程 (▲★) (5) 移动机器人的逆运动学方程 (▲★) (6) 机器人运动学基本试验				√	√		
第五章 微运动与雅克比	主要讲述机器人的微运动及雅克比变换，以及机器人线运动和角运动的表示方法，并以此来分析机器人的运动，主要内容为： (1) 刚体的线速度和角速度 (2) 机器人的运动的传递 (▲) (3) 雅克比矩阵 (▲★) (4) 机器人运动的变换；			√	√	√		
第六章 机器人规划	主要讲述机器人的规划原理和规划方法，主要内容为： (1) 机器人规划的基本概念 (2) 关节空间规划方法 (▲) (3) 笛卡尔空间规划方法 (▲★) (4) 移动机器人规划方法 (▲★) (5) 机器人规划基本实验 (▲)						√	
第七章 机器人导航	主要讲述机器人的各类导航传感器的特点、分类及工作原理： (1) 机器人导航传感器的特点和分类 (2) 惯性导航基本原理 (▲) (3) 视觉导航基本原理 (▲) (4) 卫星导航基本原理 (▲) (5) 机器人导航基本实验							√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，将采取包括课堂讲授、小组实验、案例教学、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：机器人是一门交叉的前沿课程，涉及力学、机械、生物学、人类学、计算机科学、控制理论与科学、电子信息、人工智能等众多学科，是一种综合性应用科学技术课程。学生在学习过程中学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 概述	主要讲述机器人的起源和发展，讨论机器人学的基本定义和概念	1.5			0.5		2
第二章 机器人体系结构	主要讲述机器人的组成结构，各种子系统的组成和工作原理	3.5	0.5	2			6
第三章 数学基础	主要讲述机器人学数学基础，以及机器人运动描述及求解，坐标变换和姿态变换及其计算方法	5	1				6
第四章 机器人运动学方程	主要讲述机器人运动学方程表示及其解法，机器人逆运动学方程及其解法	5	1	2			8
第五章 微运动与雅克比	主要讲述机器人的微运动及雅克比变换，以及机器人线运动和角运动的表示方法，并以此来分析机器人的运动过程	3.5	0.5				4
第六章 机器人规划	主要讲述机器人的规划原理和规划方法，并完成机器人规划基本实验	5	1	2			8
第七章 机器人导航	主要讲述机器人的各类导航传感器的特点、分类及工作原理，并完成机器人导航基本实验	1.5	0.5	4			6
合计		25	4.5	10	0.5		40

六、考核与成绩评定

本课程的考核将以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分，考核方式及成绩评定分布为：平

时成绩 20%（作业加课堂点名 10%，实验 10%），考试成绩 80%。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	通过作业，实验的方式考查学生对的基本概念、理论、方法等方面的掌握程度，及综合运用理论知识解决机器人工程领域复杂问题的能力。支持指标点 2-4、3-1、3-2、3-4、5-1、6-1。
考试成绩	80	通过闭卷考试的方式考查学生对的基本概念、理论、方法等方面的掌握程度，及综合运用理论知识解决机器人工程领域复杂问题的能力。支持指标点 2-1、2-4、3-1、3-2、3-4、5-1、6-1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	熟练掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并能够运用理论知识独立完成全部作业	掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并运用理论知识完成全部作业	能够掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并能够运用理论知识完成大部分作业	基本掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并能够运用理论知识完成部分作业	不满足 D 要求
点名	课程全部出勤，课堂上表现活跃，认真听讲，积极参与互动，回答问题正确	课程全部出勤，课堂上认真听讲，参与互动，回答问题正确	课程全部出勤，课堂上认真听讲，回答问题正确。	课程缺勤 2 次以内，课堂上认真听讲，回答问题正确。	不满足 D 要求
实验	熟练掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并能够运用理论知识独立完成全部实验	掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并运用理论知识完成全部实验	能够掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并能够运用理论知识完成大部分实验	基本掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并能够运用理论知识完成部分实验	不满足 D 要求
考试	熟练掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并具备运用理论知识解决复杂问题的能力	掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，基本具备运用理论知识解决复杂问题的能力	能够掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，具备一定的运用理论知识解决复杂问题的能力	基本掌握教学内容中的基本概念、理论、方法，并能够运用理论知识解决一些复杂问题	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：裴福俊

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“电机驱动与运动控制”课程教学大纲

英文名称: Electric Machine and Motion Control

课程编码: 0008688

课程性质: 学科基础必修课

学分: 3.5

学时: 56

面向对象: 机器人专业本科生

先修课程: 电路分析基础-1、电路分析基础-2、模拟电子技术、自动控制原理

教材及参考书:

[1] 杨耕. 电机与运动控制系统. 清华大学出版社, 2014 年 3 月

[2] 刘锦波. 电机与拖动. 清华大学出版社, 2015 年 6 月

[3] 王兆安. 电力电子技术. 机械工业出版社, 2013 年 6 月

[4] 阮毅. 运动控制系统. 机械工业出版社, 2016 年 11 月

一、课程简介

电机驱动与运动控制是信息学部为机器人工程专业本科生开设的学科基础必修课。本课程的任务是使学生掌握机器人动力系统所必需的电机、电力电子及运动控制基础理论。教学内容包括直流电机、异步电机、同步电机的工作原理、运行特性和调速方法, 电力电子器件、电力电子电路及其控制原理与实现方法, 开环及闭环控制的交流调速系统和直流调速系统的结构组成、控制原理、性能分析和工程设计方法。教学内容的重点难点在于直流电机调速系统、异步电机调速系统和同步电机系统的理论与综合。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是机器人工程专业的学科基础必修课, 涵盖电机原理、电力电子、运动控制等内容, 综合了多门先修专业课程知识, 培养学生理论与实践紧密结合的运动控制系统理论分析与综合能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 2-4: 掌握机器人工程专业知识, 结合数学模型方法, 对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。

指标点 3-4: 能运用基本原理, 借助文献研究, 分析机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素, 获得有效结论。

指标点 4-2: 能够针对特定需求, 完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

指标点 5-2: 能够根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征, 选择研究路线, 设计实验方案。

指标点 6-1: 了解机器人工程专业常用的设计、开发工具及仿真软件的工作原理和使用方法, 并理解其局限性。

(二) 课程目标

1 教学目标：使学生建立起机电能量转换和运动控制系统概念，掌握机器人工程所需电机、电力电子与运动控制的基础理论和基本方法，具备面向实际工程需求的软件与硬件结合、本体与控制一体的分析问题和解决问题能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		2-4	3-4	4-2	5-2	6-1
1	能够综合分析比较复杂工程中的电机系统适用性	●				
2	掌握常用交直流电机的原理	●	●	●	●	●
3	掌握相关功率器件与功率电路的原理和控制方法	●	●	●	●	●
4	掌握相关电机控制和运动控制系统设计方法	●	●	●	●	●
5	具备电机系统的理论和实验方案设计能力	◎	◎	◎	●	◎
6	掌握电机系统数学模型并了解仿真方法	◎	◎	◎	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过介绍电机系统重要需求与应用现状，以及国内外技术进展和趋势，在电机系统学习方面，使学生既清楚技术差距，又看到前景希望，能够面向国家社会重要需求，树立起不畏困难、勇于担当、积极进取、敢于超越的必要意识和信心。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）					
		1	2	3	4	5	6
第一章 绪论	课程性质与内容体系	√					
第二章 电磁学基础	磁路磁场与电磁力 定律（安培环路/磁路欧姆/电磁感应）▲ 铁磁材料磁化特性	√					
第三章 运动控制系统动力学	运动方程▲；负载特性；稳定运行条件	√				√	√
第四章 直流电机原理	工作原理（结构/磁场/励磁/绕组） 电动势与电磁转矩 稳态方程与功率关系▲ 机械特性（固有/人为）▲ 他励运行特征（起动/调速/电动/制动）★	√	√			√	
第五章 直流电机调速系统	电力电子器件与可控直流电源▲ 调速系统性能指标▲ 转速电流双闭环直流调速系统★ 直流伺服系统	√		√	√	√	√
第六章 交流电机原理	交流电机基本结构 交流电机绕组电动势▲ 交流电机绕组磁动势★ 异步电机稳态模型（方程/等效电路/相量图）★ 异步电机功率与转矩及机械特性▲	√	√			√	
第七章 异步电机调速系统	可控 PWM 变频电源▲ 变压变频调速系统★	√		√	√	√	√
第八章 同步电机调速系统	电励磁同步电机原理 永磁同步电机调速系统★ 无刷直流电机调速系统▲	√	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授为主，引导学生主动思考。采用多媒体课件与板书相结合，并展示部分实物以增强学生的感性认识。布置适当作业督促学生及时复习。

学习方法：重视对基本理论的理解，勤于思考，细读教材，自觉查阅参考资料。注意理论与实践相结合，在理论指导下积极实践。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合 计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
第一章 绪论	课程性质与内容体系	2					2
第二章 电磁学基础	磁路；磁场；电磁力；安培环路定律；磁路欧姆定律；电磁感应定律；铁磁材料磁化特性	4					4
第三章 运动控制系统动力学	运动方程；负载特性；稳定运行条件	2					2
第四章 直流电机原理	结构；磁场；励磁；绕组；电动势与电磁转矩；稳态方程与功率关系；固有和人为机械特性；他励起动/调速/电动/制动	8					8
第五章 直流电机调速系统	电力电子器件；可控直流电源；调速系统性能指标；转速电流双闭环调速系统；直流伺服系统	14					14
第六章 交流电机原理	交流电机基本结构；交流电机绕组电动势；交流电机绕组磁动势；异步电机基本方程；异步电机等效电路与相量图；异步电机功率与转矩；异步电机机械特性	12					12
第七章 异步电机调速系统	可控 PWM 变频电源；变压变频调速系统	6					6
第八章 同步电机调速系统	电励磁同步电机原理；永磁同步电机调速系统；无刷直流电机调速系统	8					8
合计		56					56

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 20%（作业等 10%，其它 10%），考试成绩 80%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、互动等；作业等的 10%

主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习能力。

考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	作业质量，支撑指标点 4-2、5-2、6-1。 出勤及课堂表现，支撑指标点 2-4、3-4、5-2。
考试成绩	80	规定内容掌握情况，支撑指标点 2-4、3-4、4-2、5-2。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时交/质量好	按时/质量较好	按时/质量一般	按时/质量合格	不满足 D 要求
课堂	出勤好/课堂好	好/课堂较好	好/课堂一般	好/课堂合格	不满足 D 要求
考试	掌握好/能力强	较好/较强	一般/一般	合格/合格	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：许家群

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器人感知技术”课程教学大纲

英文名称: Robot Sensing Technology

课程编码: 0010100

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 概率论与数理统计(工), 大学物理 I, 机器人基础原理, 高级语言程序设计

教材及参考书:

[1] 讲义

[2] 郭彤颖, 张辉, 机器人传感器及其信息融合技术, 化学工业出版社, 2016

[3] 王耀南, 梁桥康, 朱江, 机器人环境感知与控制技术, 化学工业出版社, 2018

一、课程简介

本课程首先介绍机器人系统中感知系统的作用, 以及机器人感知技术的发展趋势, 介绍机器人感知系统的分类、组成和性能指标; 其次, 介绍感知系统中传感器数据不确定性评价的基本概念和处理方法, 以及多传感器数据融合的基本模型; 然后, 讨论机器人自身感知系统, 包括, 自身感知模型和传感器, 比如, 力/加速度、位置/角位移/速度、加速度、温湿度、接近度等感知; 接下来, 讨论机器人环境感知系统, 典型应用场景下的感知模型与传感器, 可包括视觉、触觉、听觉等传感器及融合感知基本方法; 最后, 从常用融合感知模型和典型机器人应用场景两个角度, 分别梳理机器人感知系统的应用现状。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 机器人感知是机器人与人和环境交互、执行各种任务中必备的能力, 是未来机器人应用中技术进步的重要前沿之一。因此, 该课程是培养机器人工程相关专业人才必不可少的学科基础必修课。本课程引导学生认识感知系统在机器人系统中的作用, 理解和掌握感知系统获取数据的原理, 掌握评价感知系统不确定性的方法, 以及了解感知系统信息融合的基本方法, 还包括梳理目前各类机器人感知应用的研究成果和进展。在此基础上, 通过配套的机器人感知技术实验课和相关专业实践训练等环节, 加强学生的知识综合运用能力, 实践动手能力, 技术创新能力等。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体分析如下。

毕业要求 2.指标点 2-4: 掌握机器人工程专业知识, 结合数学模型方法, 对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。传感器应用蕴含了数学物理电子技术等多种理论模型, 应用场景的感知和数据的分析处理都需要对机器人基础专业知识的理解和基本数学模型的运用, 因此学习本课程, 就是把机器人工程领域复杂工程问题表达为各种模型, 加以比较和综合。

毕业要求 3.指标点 3-4: 能运用基本原理, 借助文献研究, 分析机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素, 获得有效结论。机器人工程是一个多学科交叉领域, 同时正

处于创新爆发生长阶段，新的应用背景，新的方法/技术/工具不断涌现，机器人感知技术快速迭代，迫使本课程必须把最近的研究进展推到学生面前，同时学生们可以通过大量新鲜文献理解这个方向的新成果和新趋势，构筑自己分析工程问题的能力。

毕业要求 4.指标点 4-2：能针对特定需求，完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元（部件）的设计。本课程重点之一就是要将机器人应用场景的需求化为感知系统的性能指标，与感知系统的搭建、设计联系起来。

毕业要求 5.指标点 5-2：能根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征，选择研究路线，设计实验方案。本课程通过多种应用场景，揭示问题的多样性和不同实验方案的性能边界。

毕业要求 6.指标点 6-2：了解机器人工程专业常用的设计、开发工具及仿真软件的工作原理和使用方法，并理解其局限性。本课程对传感器数据的统计处理和融合处理涉及常用的仿真工具，加强学生对不同工具的对比，加深不同工具对问题匹配的理解。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握“机器人感知技术”的基本概念、基本原理和基本设计理念和方法以及感知系统的评价方法，包括系统的组成、分类和建模，包括误差分析理论，包括各类传感器数据融合基本模型，赋予学生利用模型思维，认识和比较机器人工程相关复杂问题的解决方法的能力，锻炼学生把应用需求化为感知系统指标分析能力；同时，让学生掌握各类机器人应用场景下自身状态感知和环境感知方法，从而增长学生借助文献调研洞察复杂工程问题的影响因素，借助不同工具研究工程问题的能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		2-4	3-4	4-2	5-2	6-1
1	牢固扎实机器人感知技术涉及的基本概念、基本原理，包括传感器表达模型、数据统计模型、传感器融合模型、机器人自身状态模型、环境模型等。	●	◎	◎	◎	●
2	把文献研究作为教学目标和环节之一，通过线上交流、课堂分享、课堂研讨的等教学环节，培养学生的专业探索兴趣、开阔专业视野，形成关注专业行业发展的素养。	◎	●	◎	●	◎
3	各类机器人应用成功或失败的案例，展示其社会、健康、安全、法律、文化、环境等方面因素，理解技术之外的因素怎样影响技术的落地实现，发现成功案例背后技术怎样与非技术因素互动。	●	●	●	◎	◎
4	梳理机器人感知技术涉及多学科的各工具。从而，面对不同机器人工程问题的具体特征，学生能利用工具链，设计实验方案，选择比较不同的研究方案。	●	◎	●	●	◎
5	把课程所强调的部分基本概念和基本方法的练习放到机器人感知技术相关的设计开发工具及仿真软件，从而熟悉相关工具。	●	●	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：本课程对机器人感知技术的学习，让学生了解中国科技发展的弯道超车能力，坚定学生的理想信念，培养家国情怀和民族自信，同时，也要看到中国科技发展的短板，激发学生的责任担当，通过对学习行为的规范，培养他们的职业素养、行为规范。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 机器人感知技术概述	机器人感知技术的发展趋势及应用、机器人感知系统的组成▲、描述、分类▲、性能指标★。介绍机器人感知系统的应用领域，引导学生充分认识学习课程的重要意义和有效的学习方法。	√	√	√	√	√
第二章 感知系统不确定性评价	感知系统不确定性分类▲、评价指标★和评价方法▲，包括误差基本概念、数据不确定性及一致性，误差的传递和传感器模型。	√	√	√	√	√
第三章 感知数据的基本融合模型	多传感器数据融合基本模型，包括信息融合系统架构▲，卡尔曼滤波模型★、贝叶斯模型等及其应用。	√	√		√	√
第四章 机器人自身感知	加速度/力/振动感知模块▲（包括应变式传感器和压电式传感器的原理-转换电路及应用），位置/倾角/速度感知模块▲（包括编码器、陀螺仪、霍尔传感器和电容式传感器原理、转换电路及应用），温湿度感知模块▲，听觉感知模块，以及典型应用的感知模型★。	√	√	√	√	√
第五章 机器人环境感知	机器人视觉感知中包括成像几何学基础▲，掌握视觉图像的基本处理方法及用途，主分类（单目视觉、双目视觉以及视觉深度传感器）▲，相机标定原理▲，并理解三维物体位姿及类别的机器视觉识别典型方法★。机器人触觉感知的分类▲。深入理解机械手在触摸不同材质物体时，基于触觉数据的典型物体材质识别算法★。多模态感知数据融合包括多模态数据的典型融合方法▲，结合具体原理，理解数据融合的方法。	√	√	√	√	√
第六章 机器人应用场景	机器人感知系统的基本设计方法，感知设备的选型原则，多模态感知数据的采集、处理及融合的编程方法▲。陆地、天空、水下机器人等不同类型机器人，医疗康复、智能交通▲、智能制造、智慧城市等典型应用场景的研究成果和现状。	√	√	√		

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合本课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、小组讨论、探究教学、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：由于本门课程具有紧密联系生产生活的特点，因此，同学们要注重理论联系实际；还有紧密结合实验课程，加深对各种基本概念、模型/算法的理解；同时，要主动扩大参考教材和文献阅读量，延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站等信息参见本课程讲义。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章 机器人感知 技术概述	机器人感知系统的组成、描述、分类、性能指标	2					2
第二章 感知系统不确定性评价	感知系统不确定性分类、评价指标和评价方法	2-3					4
第三章 感知数据的基本融合模型	多传感器数据融合基本模型，包括信息融合系统架构，卡尔曼滤波模型、贝叶斯模型等及其应用	8					8
第四章 机器人自身感知	加速度/力/振动感知模块，位置/倾角/速度感知模块，温湿度感知模块	8			1-2		8
第五章 机器人环境感知	机器人视觉感知，触觉感知和多模态感知	14-15			1-2		16
第六章 机器人应用场景	机器人在智能交通中的应用模型	2					2
合计		38			2		40

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 30%（作业等 15%，其它 15%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	考查作业认真，掌握常用仿真工具，上课专心、思维活跃、表述准确，文献调研结论有效，出勤率饱满
考试成绩	70	概念模型掌握准确，能根据需求确定感知系统指标，能够利用适当模型分析预测复杂工程问题，设计实验方案。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	字迹工整，答题清晰简明，逻辑清楚，正确理解概念原理。	字迹工整，答题较清晰，基本正确理解概念原理，对作业批改意见，有改正。	字迹不清，概念原理理解有误，忽视作业批改意见。	字迹潦草，错题较多，忽视作业批改意见。	不满足 D 要求
课堂讨论	在分组研讨前充分准备，研讨中提出主要观点，合理论证，组织讨论，积极发言。	在分组研讨中，说明自己的观点和依据。	观点欠清晰，缺少论证。	观点不清晰。	不满足 D 要求
考试	基本概念清楚、掌握理论方法，用以理解分析应用问题。	基本概念清楚，理论方法基本掌握，运用基本得当。	概念基本清楚，理论方法分辨尚可。	基本概念混淆，理论方法理解不完整。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：徐喆 刘春芳

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“现代控制理论”课程教学大纲

英文名称: Modern Control Theory

课程编号: 0010696

课程性质: 学科基础必修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学(工)、线性代数(工)、自动控制原理

教材及参考书:

[1] 张嗣瀛, 高立群, 现代控制理论, 清华大学出版社, 2017 年;

[2] 高立群, 郑艳, 井元伟, 现代控制理论习题集, 清华大学出版社, 2007 年;

[3] R.L. Williams and D.A. Lawrence, Linear State-Space Control Systems, John Wiley & Sons, 2007

一、课程简介

现代控制理论属于机器人工程与自动化等相关专业的学科基础课程。它以状态空间模型为基础,系统地阐述了控制系统的基本概念、基本分析方法和典型控制设计思想,是控制类后续课程的基础。

本课程力求使机器人工程专业的本科生掌握现代控制理论的基础知识、基本理论体系和控制系统基本分析与设计方法。通过本课程的学习,学生能掌握状态空间方法的基本思想,学会采用状态空间方法建立机械和电气系统等对象的控制系统模型,能基于状态空间模型分析和设计控制系统,具有完成一般控制系统分析和设计任务的能力,为后续课程学习打下良好的基础。

本课程知识点主要包括:控制系统的状态空间模型建立、控制系统的运动分析、能控性与能观性分析、李雅普洛夫稳定性分析、极点配置控制设计、镇定控制设计、线性二次型最优控制设计、状态观测器设计等。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程为机器人工程专业的学科基础必修课,属于自动控制理论与技术系列。旨在继自动控制原理课程之后,引导学生掌握现代控制理论的基本理论、基础知识和基本方法。引导学生具有建立状态空间模型的基本思想,学会控制系统的状态空间分析方法,在此基础上掌握控制系统的几类典型设计方法,特别是线性连续时间系统和离散时间系统状态空间分析与设计的基本知识。引导学生建立状态分析的思想,通过状态分析抽象出系统的本质特征,建立被控对象的数学模型,进而利用状态空间对线性系统进行分析与设计,掌握运用状态空间的理论与方法解决实际问题的本领,培养其工程意识和能力,为机器人工程后续课程的学习打下良好的基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点如下:

(1) 毕业要求指标点 2-1: 掌握自然科学、工程基础知识,解决机器人工程领域复杂工

程问题的理解和表述问题。

(2) **毕业要求指标点 2-3:** 掌握机器人工程专业基础知识, 结合数学模型方法, 推演、分析机器人工程领域复杂工程问题。

(3) **毕业要求指标点 3-1:** 能够运用自然科学和工程科学的基本原理, 理解机器人工程领域复杂工程问题, 并识别和判断其关键环节。

(4) **毕业要求指标点 3-2:** 能基于数学、自然科学、工程科学相关原理和数学模型方法正确表达机器人工程领域复杂工程问题。

(二) 课程目标

1. 教学目标: 本课程总的教学目标是: 使学生掌握现代控制理论的基本概念、基本分析方法和一些基本控制设计思想的原理与算法, 为进一步的控制理论课程学习和控制方法的实际应用打下良好基础。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2-1	2-3	3-1	3-2
1	掌握状态空间方法, 能够合理解决机械与电气系统的状态空间模型建立问题。	●	◎	●	●
2	基于数学模型, 利用状态空间方法能够对系统进行正确的分析, 包括运动轨迹、稳定性和能控能观测性等。	●	●	◎	●
3	掌握几类基于状态空间模型的控制设计方法, 根据系统的性能要求, 能够完成系统的综合设计任务。	◎	◎	●	●
4	将状态空间方法的系统建模、分析和控制的基本原理和方法应用于具体实践, 具有解决实际问题的能力。	◎	◎	●	●

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2. 育人目标: 通过本课程的教学, 使学生在机器人工程领域具备如下的专业知识和能力:

(1) 在经典控制理论的基础上进一步加深、扩展和提高对于控制理论基础知识的理解, 比较全面地掌握现代控制理论的基本概念、基本原理和基本方法, 形成较为扎实和完备的知识体系, 为后续课程《电机驱动与运动控制》、《机器人综合设计与实现》等的学习打好基础;

(2) 较为系统地掌握基于状态空间模型的控制系统的分析方法以及几个基本的控制设计方法, 能够应用线性系统的基本原理和设计方法, 建立线性系统的数学模型, 能够对系统的运动轨迹、稳定性、能控能观性等进行正确分析, 并解决某些具有一定复杂程度的实际线性系统控制问题的能力;

(3) 培养学生应用线性系统的基本原理和设计方法, 构建和设计机器人的工程项目和产品方案, 并用于解决实际机器人领域复杂工程问题的能力, 使学生针对某些具体工程问题, 在方案设计中体现较好的创新意识, 进而将线性系统中的系统建模、分析和控制的基本原理和方法拓展到其他相关领域, 对这些领域的相关问题进行分析 and 解释, 并通过分析综合得到合理有效结论。

三、课程教学内容

本课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)		
		1	2	3
第一章 绪论	1.1 控制科学发展简史 1.2 本课程的地位与内容	√	√	√
第二章 线性系统的 状态空间模型	2.1 控制系统的状态空间模型及其线性化 2.2 线性时不变控制系统的状态空间模型 ▲★2.3 根据系统的物理机理建立状态空间模型 ▲★2.4 微分方程模型转化为状态空间模型 ▲2.5 传递函数模型转化为状态空间模型 2.6 从系统结构框图列写状态空间模型 2.7 状态空间模型的约当和对角标准型 ▲★2.8 连续时间系统的离散化 ▲★2.9 离散时间线性时不变系统的状态空间模型 ▲	√	√	
第三章 线性系统的 运动分析	3.1 连续时间线性时不变系统的状态响应 ▲★3.2 状态响应的结构分析—零初态响应和零输入响应 ▲3.3 状态转移矩阵及其性质与计算 ▲★3.4 连续时间线性系统的输出响应 3.5 离散时间线性系统的状态响应和输出响应 ▲		√	√
第四章 线性系统的 结构分析	4.1 连续时间线性时不变系统的能控性 ▲★4.2 连续时间线性时不变系统的能观性 ▲★4.3 对偶原理 ▲4.4 连续时间线性定常系统的能控标准型与能观标准型 ▲4.5 连续时间线性时不变系统的结构分解 ▲★4.6 最小实现 ▲4.7 离散时间线性系统的能控性与能观性 ▲		√	√
第五章 线性系统的 稳定性分析	5.1 李雅普诺夫稳定性定义 ▲5.2 李雅普诺夫稳定性基本定理 ▲★5.3 线性系统的稳定性分析—特征值方法 5.4 线性系统的稳定性分析—李雅普诺夫函数方法 ▲★		√	√
第六章 状态反馈控制和状态观测器	6.1 状态反馈和输出反馈的概念 ▲6.2 极点配置控制设计 ▲★6.3 镇定控制设计 ▲6.4 线性二次型最优控制设计 ▲★6.5 状态观测器的设计 ▲★6.6 带状态观测器的状态反馈控制系统 ▲	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法:

本课程共 32 学时全部用于课堂讲授。课堂讲授结合研讨和案例教学等多种教学模式与方法展开,采用多媒体与板书相结合的方法进行。实验部分紧随着课程教学的过程展开,针对一个特定的物理系统,引导学生逐步应用所学的各章节知识循序渐进地完成对该系统的建模、分析与控制系统设计的全过程。

在教学内容上,首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授,使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解,使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析,使学生能够掌握其关键。以时不变线性系统(包括连续时间和离散时间系统)为主,时变系统部分为辅。讲清概念和方法的思路,不追求严格的推导和证明。特别注重学生对概念的物理意义理解,通过尽可能多的实例进行讲解,习题中发现的问题在随后的课堂中及时穿插讲解。

在教学方法上注意以下三点:

(1) 由于本课程涉及较多《线性代数》课程的有关内容,而学生很多可能遗忘了,为了使學生更好地理解 and 掌握本课程的有关知识,在讲授的过程中适当穿插回顾《线性代数》的有关知识。

(2) 积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教,学生怎么

在对未知的探索中学。从提出问题,到求解思路分析,进一步培养学生抽象表示问题的能力,强化对“一类”问题进行求解的意识;从反馈控制的角度向学生展示控制原理,同时考虑控制结构中各模块的实现与联系,针对具体问题的控制器的设计与实现,通过对不同级别对象的抽象和问题的分治,培养学生的系统意识和能力。

(3) 使用多媒体课件,配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中,可由典型的物理对象的控制问题入手,自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料,培养自学能力。

学习方法:

引导学生养成探索的习惯,特别是重视对基本理论的钻研,在理论指导下进行实践;注意从实际问题入手,归纳和提取基本特性。明确学习各阶段的重点任务,及时复习先修课程(特别是线性代数)的相关知识,上课认真听讲,积极思考,课后认真复习,不放过疑点,充分利用好教师资源、同学资源以及国外大学的网络资源。仔细研读教材,适当选读参考书的相关内容,从系统实现的角度,深入理解概念,掌握方法的精髓和算法的核心思想,不要死记硬背。积极参加实验,在实验中加深对原理的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配,详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲课	习题	实验	讨论	其他	
1	绪论	2					2
2	控制系统的状态空间描述	6					6
3	状态方程的解	5					5
4	线性系统能控性与能观测性	7					7
5	李雅普洛夫稳定性分析	5					5
6	状态反馈和状态观测器	5					5
复习		2					2
合计		32					32

六、考核与成绩评定

本课程的总成绩评定包括两个部分:平时成绩和期末考试,以百分制计算。平时成绩(包括作业和实验)占 30%,期末考试成绩占 70%。期末考试形式为笔试(闭卷)。

实验成绩主要反映学生在所学方法指导下如何进行系统分析,设计和实现一个最终能够完成控制目标的系统的能力:掌握对象模型,借助 MATLAB 工具,完成系统对象的状态空间模型,能控性、能观测性和稳定性分析,进而基于性能指标的要求,实现系统的状态反馈和状态观测器设计。培养学生在控制系统的分析、设计与实现中的书面表达交流能力、协作能力、组织能力。

平时成绩中的主要反应学生的课堂表现、平时的信息接受、自我约束。成绩评定的主要依据包括课程的出勤率、课堂的基本表现和作业情况,主要考察学生对已学知识掌握的程度

以及自主学习的能力。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对控制理论的基本概念、基本方法、基本技术的掌握程度,考核学生运用所学方法设计解决方案的能力,淡化考查一般知识、结论记忆。考试内容以模型建立、系统分析、系统设计为主,旨在督促学生系统掌握包括基本思想和方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况,详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	作业的完成质量,反映学生对于知识的掌握程度。 实验系统的设计实现情况,反映学生对于知识的掌握程度和灵活运用 所学知识解决问题的能力。 支撑毕业要求指标点 2-1、2-3、3-1、3-2。
考试成绩	70	考察学生对规定内容的掌握情况。 支撑毕业要求指标点 2-1、2-3、3-1、3-2。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准,详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	知识掌握完整,独立完成作业,答案正确,书写整齐并及时交作业。	知识掌握比较完整,独立完成作业,答案比较正确,书写整齐并及时交作业。	知识掌握比较完整,独立完成作业,答案比较正确,书写潦草,及时交作业。	知识掌握比较完整,独立完成作业,答案不正确,书写潦草,及时交作业。	不满足 D 要求
实验	模型建立、性能分析和系统设计正确, MATLAB 工具运用熟练,实验报告内容完整,文字表达清晰,上交实验报告及时。	模型建立、性能分析和系统设计正确, MATLAB 工具运用熟练,实验报告内容比较完整,文字表达比较清晰,上交实验报告及时。	模型建立、性能分析和系统设计正确, MATLAB 工具运用熟练,实验报告内容有欠缺,文字表达不够清晰,上交实验报告及时。	模型建立、性能分析和系统设计不正确, MATLAB 工具运用熟练,实验报告内容不正确,文字表达不清晰,上交实验报告及时。	不满足 D 要求
考试	基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确,卷面整洁,字迹工整。	基本概念理解比较准确、重要方法掌握较好、计算过程比较正确,卷面比较整洁,字迹工整。	基本概念理解比较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确,卷面比较整洁,字迹工整。	基本概念理解有误、重要方法基本掌握、计算结果存在错误,卷面比较整洁,字迹较为工整。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握,及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 龚道雄、陈阳舟

批准者: 于乃功

2020 年 7 月

“信号与系统III”课程教学大纲

英文名称: Signals and Systems

课程编码: 0004924

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学(工), 线性代数(工), 电路分析基础-1, 电路分析基础-2

教材及参考书:

[1] 张延华, 刘鹏宇. 信号与系统(第2版). 机械工业出版社, 2017

[2] 郑君里, 应启珩, 杨为理. 信号与系统(第3版), 高等教育出版社, 2011

[3] 奥本海姆, 刘树棠译. 信号与系统(第二版), 电子工业出版社, 2013

一、课程简介

信号与系统 III 是信息学部人工智能与自动化学院为机器人工程专业本科生开设的专业选修课程类型。本课程的任务是讨论信号的分析方法以及线性时不变系统对信号的各种求解方法,通过一定的实例分析,向学生介绍一些工程应用中非常重要的概念、理论和方法。教学内容重点:学生应该能够掌握信号分析的基本理论和方法,掌握线性时不变系统的各种描述方法,掌握线性时不变系统的时域和频域分析方法,掌握有关系统的线性、时不变性、因果性等工程应用中的一些重要结论的判别方法。通过这门课程的学习,提高学生的分析问题和解决实际问题的能力。教学内容的难点:系统频域分析方法。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位:

信号与系统课程是自动化专业的专业选修课。它以高等数学、线性代数、电路分析等课程为基础,是学习信号分析、传输、处理及系统分析方法的入门课程。通过本课程的学习,可以提高学生分析和解决实际问题的能力,同时为学生今后进一步学习数字信号处理、通信原理、控制理论等课程打下良好的基础,在教学环节中起到承上启下的作用。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2-3 通过掌握信号与系统基本理论、方法、概念和专业基础知识,培养学生解决自动化专业相关问题的基础知识和能力。

3-3 通过引用工程实例,利用数学分析与建模工具,解决实际工程应用中的各种问题,并对结论进行对比分析。

(二) 课程目标

1 教学目标:教会学生如何利用数学工具,解决实际工程应用中的各种问题。掌握信号分析的基本理论和方法,掌握线性时不变系统的各种描述方法,掌握线性时不变系统的时域和频域分析方法,掌握有关系统的线性、时不变性、因果性等工程应用中的一些重要结论。通过这门课程的学习,提高学生的分析问题和解决实际问题的能力。本课程对毕业要求拆分

指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		2-3	3-3
1	教会学生如何利用数学工具，解决实际控制相关工程应用中的各种问题。	●	●
2	掌握信号分析的基本理论和方法	●	◎
3	掌握线性时不变系统的各种描述方法，掌握线性时不变系统的时域和频域分析方法	◎	◎
4	掌握有关系统的线性、时不变性、因果性等工程应用中的一些重要结论	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：作为一门工科课程，培养学生的唯物主义世界观，通过课程的训练，培养学生的责任担当、职业素养、行为规范，并寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 绪论	教学内容：信号的概念，信号的分类▲；系统的概念▲，系统的分类▲；信号分析▲，系统分析▲，信号与系统分析的应用领域★。 基本要求：掌握信号与系统的基本概念与分类，信号分析与系统分析的概貌及应用领域，明确本课程研究的对象及本课程的性质、目的和任务。	√	√	√	√
第二章 连续时间信号与系统	教学内容：信号的基本运算▲，信号的特性▲；奇异函数族▲；常用工程信号▲。连续时间系统的特性▲，卷积积分及性质▲，LTI 系统的微分方程描述▲；LTI 微分方程的求解▲；微分方程系统的特性▲。 基本要求：掌握连续信号的描述方法；理解信号自变量变换对信号的影响；掌握奇异函数族的性质及应用，掌握常用工程信号的定义和性质。掌握卷积积分的计算方法及其性质；理解 LTI 系统的性质，掌握线性、时不变性、因果性的判定；掌握单位冲激响应的定义、作用及求解方法；理解单位阶跃响应与单位冲激响应的关系；掌握微分方程的框图模拟。	√	√	√	
第三章 离散时间信号与系统	教学内容：离散时间序列，序列的基本运算▲，卷积和及其性质▲；离散时间系统的特性▲；差分方程及其求解▲，单位样值响应▲。 基本要求：掌握离散信号的描述方法；信号自变量变换对信号的影响；了解典型离散信号及其特性，掌握离散系统的线性、时不变性、因果性的判定。掌握卷积和的计算方法及其性质；理解离散系统的自由响应、强迫响应、零输入响应、零状态响应的定义，掌握零状态响应与单位样值响应的关系；掌握差分方程的框图模拟。	√	√	√	√
第四章 傅里叶分析	教学内容：三角级数▲；傅里叶级数▲，傅里叶级数的收敛▲；频谱概念▲；傅里叶级数的性质▲。从傅里叶级数到傅里叶变换▲；傅里叶变换与傅里叶级数的比较▲；傅里叶变换的性质▲；傅里叶逆变换▲，信号的采样与重构★。 基本要求：掌握傅里叶级数的定义、性质和周期信号的傅里叶变换，理解傅里叶变换的性质、应用及物理含义，能灵活运用傅里叶变换的性质求解信号的频谱，并画频谱图；理解信号带宽的概念；掌握采样信号的频谱特点，理解采样定理，会计算采样频率。	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、

探究教学、案例教学等多种教学模式与方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，将采取以讲授为主，自学指导为辅的学习方法。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章绪论	信号的基本概念	4					4
第二章连续时间信号与系统	连续时间系统的时域分析	6					6
第三章离散时间信号与系统	离散时间系统的时域分析	8					8
第四章傅里叶变换	连续时间系统的频域分析	14					14
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	作业、随堂练习、测验，对毕业要求的 2-3、3-3 提供支撑
考试成绩	70	覆盖所有教学内容，对毕业要求的 2-3、3-3 提供支撑

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	对教学内容掌握优秀	对教学内容掌握良好	对教学内容掌握一般	对教学内容掌握合格	不满足 D 要求
随堂练习	对教学内容掌握优秀	对教学内容掌握良好	对教学内容掌握一般	对教学内容掌握合格	不满足 D 要求
考试	对教学内容掌握优秀、综合运用理论知识解决复杂问题能力优秀	对教学内容掌握良好、综合运用理论知识解决复杂问题能力良好	对教学内容掌握一般、综合运用理论知识解决复杂问题能力一般	对教学内容掌握合格、综合运用理论知识解决复杂问题能力合格	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：代桂平

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“数据结构与算法”课程教学大纲

英文名称: Data Structure and Algorithms

课程编码: 0010149

课程性质: 学科基础选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高级语言程序设计, 高级语言程序设计课设

教材及参考书:

- [1] 严蔚敏 李冬梅 吴伟民. 数据结构 (C 语言版). 人民邮电出版社, 2015 年 2 月
- [2] 严蔚敏. 数据结构 (C 语言版). 清华大学出版社, 2007 年 3 月
- [3] 汪友生等. 计算机软件基础. 清华大学出版社, 2016 年 12 月
- [4] 邓玉洁. 算法与数据结构 (C 语言版). 北京邮电大学出版社, 2017 年 8 月
- [5] 马克·艾伦·维斯 (Mark Allen Weiss). 数据结构与算法分析: C 语言描述(英文版 原书第 2 版). 机械工业出版社, 2019 年 11 月

一、课程简介

数据结构与算法是机器人工程本科专业的学科基础选修课程。课程的主要目的是使学生掌握数据结构与算法的基础理论和基本方法, 提高学生对各种数据结构与算法的程序设计能力, 以及提高学生对数据结构与算法的实际运用能力。课程主要内容包括线性表、栈和队列、二叉树、树、图、排序和查找。课程既包括基础概念、基本方法的理论学习, 也包括数据结构与算法的 C 语言实现, 理论与和实践并重, 学生通过该课程的学习和实践, 能够在数据处理的基础理论和实际动手能力方面得到全面发展。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 机器人工程专业培养机器人领域的工程应用型专门人才, 使学生能够针对机器人和人工智能领域的应用问题设计计算解决方案, 用计算机解决任何实际问题都离不开数据的表示和处理, 数据结构与算法的基本内容就是数据的表示和处理所涉及的概念、理论和算法实现。从这个意义上讲, 数据结构与算法在知识学习和技能培养两个方面都处于关键性地位。该课程是高级程序设计语言课程的巩固、应用和提升, 也是机器学习与智能优化、机器人操作系统基础、机器人综合设计与实践、机器人智能交互技术等后续课程的技术支持基础。数据结构与算法在机器人工程专业本科人才培养中具有重要的地位。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 6-3: 能够针对具体的机器人复杂工程问题, 开发或选用满足特定需求的测试工具和模拟仿真工具, 模拟和预测专业问题, 并能够分析其局限性。

(二) 课程目标

1 教学目标: 使学生掌握常用数据结构的基本概念及其不同的实现方法, 能够在不同存储结构上实现不同的运算, 并对算法设计的方式和技巧有所体会, 能够利用数据结构组织

数据、设计高效的算法、完成高质量的程序以解决本专业所涉及的工程问题和数据处理问题。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点
		6-3
1	掌握常用数据结构的基本概念及其不同的实现方法	●
2	能够在不同存储结构上实现不同的运算	◎
3	利用数据结构组织数据、设计高效的算法、完成高质量的程序以解决本专业所涉及的工程问题和数据处理问题	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：介绍各种经典的数据结构算法增强学生的理想信念和职业素养，介绍算法在国内优秀软件企业的成功应用增强学生的民族自信 and 家国情怀，严格要求学习纪律和增强学生的行为规范，提高学生的自学能力。。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第 1 章 绪论	1.1 数据结构的研究内容：教学内容：数据结构产生的背景、发展简史以及在计算机科学中所处的地位 1.2 基本概念和术语：教学内容：数据、数据元素、数据项，运算的概念，逻辑结构和数据结构在概念上的联系与区别（▲），存储结构及其三个组成部分（▲）。 1.3 抽象数据类型的表示与实现：教学内容：抽象数据类型和数据抽象（★）。 1.4 算法和算法分析：教学内容：评价算法优劣的标准及方法，算法的时间复杂度分析（★）	√		
第 2 章 线性表	2.1 线性表的定义和特点：教学内容：线性表的基本概念、基本运算及逻辑上的特点（▲），线性表与线性结构的联系与区别（★） 2.2 线性表的类型定义：教学内容：顺序存储结构（顺序表）和链式存储结构（链表） 2.3 线性表的顺序表示和实现：教学内容：顺序表上插入、删除和定位运算的实现（▲） 2.4 线性表的链式表示和实现：教学内容：单链表的结构特点及类型说明（▲），头指针和头结点的作用及区别（▲★），指针操作（▲★），定位、删除、插入运算在单链表上的实现（▲★），循环链表、双向链表的结构特点及其删除与插入运算的实现（★）	√	√	√
第 3 章 栈和队列	3.1 栈和队列的定义和特点：教学内容：栈的定义、特征及在其上所定义的基本运算，栈的顺序存储结构和链式存储结构及其运算实现（▲），入栈、出栈等运算在链栈上的实现（▲），顺序栈的溢出判断条件（★） 3.3 栈的表示和操作的实现：教学内容：顺序栈和链栈的进栈出栈（★） 3.4 栈与递归：教学内容：递归算法执行过程中栈的状态变化（★） 3.5 队列的表示和操作的实现：教学内容：队列的定义及逻辑特点，队列上的基本运算，队列的顺序存储结构及其上的运算实现（▲），队列的链式存储结构（▲），入队、出队等运算在链队列上的实现（▲），循环队列的队空、队满判断条件（★）；循环队列上的插入、删除操作（★）	√	√	√

第4章 串、数组 和广义表	4.1 串的定义 教学内容：串的基本概念、基本运算 4.3 串的类型定义、存储结构及其运算 教学内容：串的定长顺序存储表示（▲）、堆分配存储表示和块链存储表示（★）、串的模式匹配算法（▲★） 4.4 数组 教学内容：逻辑结构，两种顺序存储方式（▲）、计算给定元素在存储区中的地址，对称矩阵、三角矩阵的压缩存储方式（▲），稀疏矩阵的三元组表表示方法（▲），稀疏矩阵的压缩存储表示下的运算的实现（★）	√	√	√
第5章 树和二叉树	5.1 树和二叉树的定义 5.3 树和二叉树的抽象数据类型定义 教学内容：二叉树的定义、基本术语及五个重要性质，树和二叉树之间的区别，二叉树的顺序存储结构、二叉链表存储结构的概念及实现方式（▲），二叉树的三叉链表存储结构，二叉排序树查找的方法及过程描述（▲） 5.4 二叉树的性质和存储结构 教学内容：二叉树按深度优先的先序、中序及后序三种遍历方式（▲），二叉树中序遍历的非递归算法（★），二叉树按层次优先遍历的方法（★） 5.5 遍历二叉树和线索二叉树 教学内容：树的遍历策略（★），先序和后序遍历序列（★） 5.6 树和森林 教学内容：树和森林的定义、存储结构和遍历（▲） 树和二叉树之间、森林和二叉树之间的转换方式（▲）及其图示转换过程 5.7 哈夫曼树及其应用树和森林 教学内容：哈夫曼树的定义及相关概念，哈夫曼树的构造方法（★），哈夫曼编码方式及其图示编码过程（★）			
第6章 图	6.1 图的定义和基本术语 6.3 图的类型定义 教学内容：图的定义、术语及其含义，理解与区别图的常用术语 6.4 图的存储结构 教学内容：各种图的邻接矩阵表示法及其类型说明（▲），图的两存储结构的不同点及其应用场合（★） 6.5 图的遍历 教学内容：图的按深度优先搜索遍历方法和按广度优先搜索遍历方法（▲★）	√	√	√
第7章 查找表	7.1 查找的基本概念 教学内容：查找表的基本概念及查找原理（▲★）、顺序存储结构、顺序表及其类型说明（▲），查找运算在查找表和有序表上的实现（★） 7.2 线性表的查找 教学内容：顺序表和有序表的查找方法及其实现（▲★） 7.3 树表的查找 教学内容：二叉排序树的定义、性质及各结点间的键值关系（▲），查找算法和基本思想（▲），二叉排序树上的插入算法（★） 7.4 哈希表的查找 教学内容：散列表及散列存储和散列查找的基本思想（▲），各种散列表的组织、解决冲突的方法，在散列表上实现查找、插入和删除运算的算法（★）	√	√	√
第8章 排序	8.1 概述 教学内容：排序基本概念及内排序和外排序（▲）、稳定排序和非稳定排序的区别（▲） 8.2 插入排序 教学内容：直接插入排序的基本思想、基本步骤和算法（▲） 8.3 交换排序	√	√	√

	教学内容：起泡排序的基本思想、基本步骤和算法（▲），快速排序的基本思想、基本步骤和算法（▲） 8.4 选择排序 教学内容：简单选择排序的基本思想、基本步骤和算法（▲★） 8.5 归并排序 教学内容：2-路归并排序的基本思想、基本步骤和算法（★），各种排序算法的比较和移动次数，时间复杂度和空间复杂度的分析（★）			
--	---	--	--	--

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以讲授为主（24 学时），配合实验课程（8 学时）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生理解并掌握基本理论知识，设计适当的案例教学、积极采用线上线下混合教学等多种教学模式与方法。实验教学则提出基本要求，引导学生独立完成各数据结构的设计与实现。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取各种数据结构的基本特性，设计算法。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。积极参加实验，在实验中加深对数据结构以及相关基础算法的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配		
		讲 授	实 验	合 计
第 1 章 绪论	1.1 数据结构的研究内容（0.5） 1.2 基本概念和术语（0.5） 1.3 抽象数据类型表示与实现（0.5） 1.4 算法和算法分析（0.5）	2		2
第 2 章 线性表	2.1 线性表的定义和特点（1） 2.2 线性表的类型定义（1） 2.3 线性表的顺序表示和实现（1） 2.4 线性表的链式表示和实现（2）	5	2	7
第 3 章 栈和队列	3.1 栈和队列的定义和特点（0.5） 3.3 栈的表示和操作的实现（0.5） 3.4 栈与递归（0.5） 3.5 队列的表示和操作的实现（0.5）	2	2	4
4 章 串、数组和广义表	4.1 串的定义（0.5） 4.3 串的类型定义、存储结构及其运算（0.5） 4.4 数组（0.5）	1.5		1.5
第 5 章 树和二叉树	5.1 树和二叉树的定义（0.2） 5.3 树和二叉树的抽象数据类型定义（0.3） 5.4 二叉树的性质和存储结构（1） 5.5 遍历二叉树和线索二叉树（1） 5.6 树和森林（0.5） 5.7 哈夫曼树及其应用树和森林（0.5）	3.5	2	5.5
第 6 章 图	6.1 图的定义和基本术语（0.5） 6.3 图的类型定义（0.5） 6.4 图的存储结构（0.5） 6.5 图的遍历（0.5）	2		2
第 7 章 查找	7.1 查找的基本概念（1） 7.2 线性表的查找（1） 7.3 树表的查找（1） 7.4 哈希表的查找（1）	4	1	5

第 8 章 排序	8.1 概述 (0.5) 8.2 插入排序 (0.5) 8.3 交换排序 (1) 8.4 选择排序 (1) 8.5 归并排序 (1)	4	1	5
合计		24	8	32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的,检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布:写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比,各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 40% (实验 20%, 作业等 10%, 其它 10%), 考试成绩 60%。

平时成绩中的实验 20%考察学生对基本概念、基本理论的理解和运用,是否能根据问题确定和设计开发方案,包括设计实验、分析与解释实验结果,是否能具备借助数据结构的知识有效地进行数据整理和分析的动手能力。成绩评定依据包括实验程序源代码、运行结果截图和实验报告;作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业,主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力;其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括:课程的出勤率、课堂的基本表现(如课堂测验、课堂互动等)。

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度,及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况,详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	考勤、课堂提问、平时表现(含课堂测验)、作业完成的质量,以及实验中对基本概念、基本理论的理解和运用,根据问题确定和设计开发方案,包括设计实验、分析与解释实验结果,对应毕业要求指标点 6-3 达成度的考核。
考试成绩	60	基本概念、基本方法、基本理论的掌握程度,学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力,对应毕业要求指标点 6-3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准,详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	熟练掌握基本概念、理论、方法	掌握基本概念、理论、方法	理解基本概念、理论、方法	了解基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
实验	灵活运用理论知识解决复杂问题	熟练运用理论知识解决复杂问题	适当运用理论知识解决复杂问题	偶尔运用理论知识解决复杂问题	不满足 D 要求
考试	卷面得分 90~100	卷面得分 80~89	卷面得分 70~79	卷面得分 60~69	不满足 D 要求
评分标准(A~E):主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握,及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者:王亮

批准者：于乃功
2020 年 7 月

“数字信号处理”课程教学大纲

英文名称: Digital Signal Processing

课程编码: 0007753

课程性质: 选修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 信号与系统, 微机原理与应用, 复变函数与积分变换

教材及参考书:

[1] 胡广书. 数字信号处理导论 (第 2 版). 清华大学出版社, 2013.5

[2] 陈后金, 薛健, 胡健, 李艳凤. 数字信号处理 (第 3 版). 高等教育出版社, 2018.7

[3] 吴镇扬. 数字信号处理 (第 3 版). 高等教育出版社, 2016.7

一、课程简介

数字信号处理是机器人工程专业的一门专业选修课。主要内容涵盖: 离散时间信号、离散傅里叶变换及其快速计算算法、离散时间系统分析、数字滤波器(含 IIR、FIR 滤波器)的设计与实现四个方面。通过对本课程的学习, 要求学生系统地掌握数字信号处理的基本原理和基本分析方法, 能建立基本的数字信号处理模型。学会运用数字信号处理的两个主要工具(快速傅立叶变换(FFT)与数字滤波器)进行信号的频谱分析、信号滤波和数字信号系统的分析, 培养学生具有智能信息处理的科学思维, 为后续相关课程的学习及从事机器人工程专业的研究和应用奠定基础。

二、课程地位与目标

(一)课程地位:通过数字信号处理课程的学习, 让学生掌握数字信号处理的基本理论、方法和技术, 并能够学会从不同角度观察和分析离散信号, 用不同方式描述和分析离散系统, 领略从纷繁复杂的信号中看到事物原始风貌。从而, 为机器人系统提供精确的控制信号、建立离散系统模型, 甚至为机器人领域复杂工程问题的解决和分析打下基础并提供理论保障。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下:

批标点 3-4: 能运用基本原理, 借助文献研究, 分析机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素, 获得有效结论。

(二) 课程目标

1 教学目标:从本课程涵盖的内容及知识、结构体系出发, 给出了拟达到的课程目标, 指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平, 本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点
		3-4
1	掌握数字信号处理的基本原理和基本分析方法, 能建立基本的数字信号处理模型。	•

2	掌握信号离散化的原理和理论分析，增强工程实际信号的获取能力。	●
3	掌握离散付里叶变换的基本原理及其快速实现算法，并以 DFT 和 FFT 为主要工具进行离散信号的频谱分析与离散系统的分析。	●
4	掌握线性时不变离散系统的时域、频域及复频域分析方法，提升信号处理系统的设计水平。	●
5	掌握 IIR、FIR 滤波器的设计方法及结构设计与实现方法，培养信号滤波的理论设计与技术实现能力。	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：一个国家的发达程度与各行业的自动化程度密切相关。21 世纪是数字时代，是机器人时代，数字信号处理是信号和系统数字化的核心技术，是实现机器人高精度数字化的前提和保障，甚至是关系到国家经济发展、国防安全和人民生活幸福的关键。通过数字信号处理课的学习，让学生学会去伪存真、甄别真假的技能，具有理想信念和家国情怀，拥有民族自信、勇于担当和乐于奉献的职业素养，把学生培养成业务钻、政治红的社会主义接班人。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第 1 章 绪论	了解信号、数字信号及数字信号处理等基本概念及特点 (▲)。	√	√	√		
第 2 章 离散时间信号	掌握离散序列的描述与运算，典型离散序列与任意序列的一般表达 (▲)，及信号的时域抽样与恢复 (▲★)。	√	√			√
第 3 章 离散时间系统	掌握离散系统的基本概念及离散系统的时域与变换域分析，特别包括：掌握离散卷积的求解方法 (★)、序列付里叶变换的性质 (▲★)、频率响应的物理意义 (★) 及 z 反变换的求解方法 (▲)。	√		√	√	
第 4 章 离散付里叶变换及其快速实现算法	理解离散付里叶级数的概念和性质，掌握离散付里叶变换 (▲) 和快速付里叶变换算法 (▲★)，及在信号分析和系统分析中的应用 (▲)，理顺周期卷积、圆周卷积和线性卷积间的关系 (★)。	√		√	√	
第 5 章 数字滤波器的结构	掌握 IIR 数字滤波器和 FIR 数字滤波器的基本结构及设计方法 (▲)。				√	√
第 6 章 IIR 数字滤波器的设计	了解模拟滤波器的设计方法，掌握用脉冲响应不变法▲和频率变换法 (▲★) 设计数字 IIR 滤波器。		√			√
第 7 章 FIR 数字滤波器的设计	掌握线性相位 FIR 滤波器的特点 (▲) 及 FIR 数字滤波器的窗函数设计法 (▲★)。		√	√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、探究教学、启发式教学、案例教学、线上线下混合等多种教学模式与方法。以数字信号处理知识为载体，传授相关的数字信号处理系统设计思想和方法。

学习方法：根据课程及学生学习特点，注重和培养学生探索和自学的能力，特别是重视对基本方法的钻研，在方法的指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取各种信号

特性，建立数字信号处理模型，最后实现不同目的的数字信号处理系统。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源、教学平台和教学网站等资源进行学习资料的获取和信息检索。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从数字信号处理系统实现的角度，深入理解基本概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，并能够灵活运用解决实际问题。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第 1 章	绪论	2					2
第 2 章	离散时间信号	6	0.5				6.5
第 3 章	离散时间系统	7	0.5				7.5
第 4 章	离散傅立叶变换及其快速实现算法	7	0.5				7.5
第 5 章	数字滤波器的结构	4	0.5				4.5
第 6 章	IIR 数字滤波器的设计	6	0.5				6.5
第 7 章	FIR 数字滤波器的设计	5	0.5				5.5
合计		37	3				40

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况如下。

平时成绩 30%（作业 15%，其它 15%），考试成绩 70%。

平时成绩中的其它 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业 15%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束能力，及学生对已学知识掌握的程度和自主学习的能力，对学生毕业要求指标点 2-4 具有很好的支撑作用。
考试成绩	70	对学生学习情况的全面检验，主要考核学生对数字信号处理的基本概念、基本理论、基本方法等方面的掌握程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力，对学生毕业要求指标点 2-4 具有很强的支撑作用。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	基本概念清晰，很好地掌握了理论、方法，具有综合运用理论知识解决复杂问题的能力	基本概念较为清晰，理论、方法掌握较为扎实，并能够较好地综合运用理论知识解决复杂问题	大部分基本概念理解正确，基本理论和方法掌握较好，并可以综合运用理论知识解决复杂问题	基本概念基本清晰，理论和方法掌握一般，具有一定综合运用理论知识解决复杂问题的能力	不满足 D 要求
考试	概念清晰，理论基础扎实，计算方法正确	概念较为清晰，理论基础较为扎实，计算方法掌握较好	概念较为清晰，理论基础和计算方法掌握尚可	概念基本清晰，理论基础和计算方法掌握一般	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：李明爱

批准者：于乃功

2021 年 6 月

“机器人机构设计”课程教学大纲

英文名称: Mechanical Design of Robot

课程编码: 0010101

课程性质: 专业选修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 工程图学基础与 AutoCAD

教材及参考书:

[1]王大康. 机械设计基础. 机械工业出版社, 2015 年 6 月第三次出版

[2]杨可桢, 程光蕴, 李仲生, 钱瑞明. 机械设计基础. 高等教育出版社, 2013 年

一、课程简介

本课程是高等工业学校本科近机工程类专业教学计划中的技术基础课程之一。本课程主要学习掌握机器人机构涉及到的机械中常用机构和通用零件的工作原理、结构特点、基本设计理论和计算方法。结合本课程的学习, 学生能够综合运用所学基础理论和技术知识设计合用的机械装置及其零(部)件, 也为后续专业课程学习及专业设备选型打下坚实的基础。本课程具有理论结合实际、辅助学生提高工程应用能力的课程特点。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位** : 本课程是高等院校近、非机类专业本科生选修的一门重要的技术基础课程。在学生完成机械制图、工程材料、机械制造基础、工程力学等课程后, 引导其在学习和设计实践中, 熟悉和掌握各种机构和零、部件基础理论和基本知识。通过课堂和考核实践环节训练, 培养学生工程设计基本素质和能力, 该课程可为后续配套的课程设计提供理论知识支撑。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 3-2 能够针对特定需求, 完成机器人机械结构的设计。

指标点 5-1 了解机器人工程专业常用的设计工作原理和方法。

指标点 5-2 能够选择与使用恰当的机器人设计开发工具、信息资源、仿真软件等, 对机器人工程领域的复杂工程问题进行分析、计算和设计。

(二) **教学目标**:

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		3.2	5.1	5.2
1	掌握机械中常用机构的原理、结构、特性, 具有分析、选用常用机构的能力	●	●	◎
2	掌握机械中通用零件的设计原理、特点、应用及简单设计计算方法	●	●	◎
3	具有运用标准、规范、手册、图册和查阅有关技术资料的能力	◎	●	●
4	了解机械设计发展的新趋势	◎	◎	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 绪论	本课程研究的内容、性质和任务。				√
第二章 平面机构 的结构分析	运动副及其分类，平面机构运动简图的绘制方法，平面机构自由度的计算。重点：▲平面机构自由度计算方法。难点：★机构运动简图的画法。		√		
第三章 平面连杆 机构	铰链四杆机构的基本类型和应用，平面四杆机构的基本性质，铰链四杆机构曲柄存在的条件及其演化，平面四杆机构的设计。重点：▲平面四杆机构的基本性质。难点：★平面四杆机构的设计		√		
第四章 凸轮机构	凸轮机构的类型及应用，从动件常用运动规律，图解法设计凸轮轮廓，凸轮机构设计应注意的问题。重点：▲等速运动、等加速等减速运动的特性及位移线图的绘制方法；用图解法设计盘形凸轮轮廓。难点：★凸轮机构的压力角与基圆半径的关系。		√		
第五章 间歇运动 机构	棘轮机构、槽轮机构。重点、难点：▲★间歇运动机构的工作原理、运动特点及应用。		√		
第六章 连接	螺纹连接的主要类型、特点、应用等基础知识，螺旋副的受力分析、效率及自锁，螺纹联接的失效形式和设计计算，键连接类型、特点及应用，普通平键的选择，销连接。重点：▲螺纹连接的主要类型；不同载荷形式紧螺栓连接的强度计算。难点：★螺旋副的受力分析、效率及自锁；紧螺栓连接的强度计算。	√		√	
第七章 带传动	带传动的类型、工作原理、特点和应用，V带构造、标准和带轮结构，带传动的受力分析、应力分析，带传动的传动比、弹性滑动及打滑。带传动的设计。重点：▲带传动的受力分析、应力分析、弹性滑动和打滑；带传动的失效形式、计算准则及影响带传动能力的因素。难点：★应力分析；弹性滑动和打滑；V带传动的设计计算。	√	√	√	
第八章 啮合传动	齿廓啮合基本定律，渐开线形成及性质，渐开线齿轮的正确啮合条件，可分性及啮合过程，齿轮各部分名称及几何尺寸计算，渐开线齿轮的切齿原理，根切现象及最少齿数。斜齿圆柱齿轮的齿廓形成、啮合特点、当量齿数和几何尺寸计算。直齿圆锥齿轮的齿廓曲面、背锥、当量齿数和几何尺寸计算。齿轮的失效形式及设计准则，齿轮材料的选择及热处理，齿轮传动的受力分析及强度计算。齿轮的构造、润滑和效率。蜗杆传动的类型、特点和应用，蜗杆传动的主要参数及几何尺寸计算，蜗杆传动的失效形式、材料选择和结构。蜗杆传动的受力分析、强度计算。蜗杆传动的效率、润滑和热平衡计算。 重点：▲渐开线齿轮的正确啮合条件；▲齿轮传动的计算准则；▲齿轮传动的受力分析；▲直齿圆柱齿轮传动的强度计算；▲斜齿圆柱齿轮传动的参数选择；▲蜗杆传动的受力分析、失效形式。 难点：★斜齿圆柱齿轮当量齿数和直齿圆锥齿轮的背锥；★蜗杆传动的受力分析及强度计算。	√	√	√	√
第九章 轮系	轮系的概念、应用以及传动比计算。 重点：▲定轴轮系传动比计算 难点：★周转轮系传动比计算	√	√	√	
第十章	轴的功用和类型，轴的结构设计及轴的强度计算。	√		√	

轴	重点：▲阶梯轴的结构设计。 难点：★轴的弯扭合成强度计算。				
第十一章 轴承	滚动轴承的类型、特点和代号,滚动轴承的失效形式和计算准则,滚动轴承的组合设计,滚动轴承的润滑、密封。重点：▲正确选择滚动轴承的类型；▲滚动轴承的寿命计算。难点：★滚动轴承的寿命计算。	√		√	
第十二章 联轴器	联轴器的类型、特点和应用。离合器、制动器简介△。 重点：▲联轴器的特性及选择。 难点：★联轴器的选择	√		√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：课内讲授采用启发式教学，以知识为载体，传授分析及解决相关工程问题的思想和方法，结合专业，引导学生积极思考和开拓学习。考核环节则提出基本要求，引导学生独立（或按组）完成某一种机器人机构设计的建模与分析。

学习方法：明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握理解问题和解决方法的精髓，多关注专业发展现状，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	1					1
2	平面机构的结构分析	4					4
3	平面连杆机构	4	1				5
4	凸轮机构	3					3
5	间歇运动机构	2					2
6	连接	3					3
7	带传动	3					3
8	齿轮传动	6	2				8
9	轮系	3					3
10	轴	3	1				3
11	轴承	3					4
12	联轴器	1					1
合计		36	4				40

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 20%（作业出勤等 10%，其它 10%），最后考查成绩 80%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考查成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	掌握机构设计所需要的基础原理和计算分析
考查成绩	80	结合课程和专业，进行相应的设计和展示

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	掌握很好	掌握较好	掌握一般	基本了解	不满足 D 要求
其他	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题正确，综合运用知识能力强	上课认真听讲，课堂参与度较高，回答问题较正确，综合运用知识能力较强	上课比较认真听讲，课堂参与度较高，回答问题基本正确，综合运用知识能力一般	上课比较认真听讲，课堂参与度不高，回答问题不正确，综合运用知识能力欠缺	不满足 D 要求
大报告/考试	设计有创新，表达质量好，能综合解决工程问题	设计规范，表达较清楚，对基本理论和方法掌握较好	能将所学知识运用到专业分析中，掌握了所学内容	基本能够把所学知识和专业结合，基本掌握了所学内容	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：苏丽颖

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器人操作系统基础”课程教学大纲

英文名称: Fundamentals of Robot Operating System

课程编码: 0010099

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人专业本科生

先修课程: 机器人学、C 语言基础、Python 编程基础等

教材及参考书:

胡春旭编著. ROS 机器人开发实践. 机械工业出版社. 2018

[2] 陈金宝, 韩冬, 聂宏, 陈萌编著. ROS 开源机器人控制基础. 上海交通大学出版社. 2016 年 1 月.

[3] Lentin Joseph. Robot Operating System for Absolute Beginners: Robotics Programming Made Easy. Apress Press. 2018.

[4] YoonSeok Pyo, HanCheol Cho, RyuWoon Jung, TaeHoon Lim. ROS Robot Programming: From the basic concept to practical programming and robot application. ROBOTIS Press. 2017.

[5] Morgan Quigley, Brian Gerkey, William D. Smart. Programming Robots with ROS: A Practical Introduction to the Robot Operating System. O'Reilly Media. November, 2015.

一、课程简介

机器人操作系统基础是信息学部为机器人专业本科生开设的专业选修课。本课程的任务是掌握使用机器人操作系统（ROS）进行机器人系统集成及功能开发的编程方法，实现快速搭建机器人原型应用系统的目的。本课程的教学内容重点是机器人操作系统（ROS）的核心通信框架、编程开发技术、实用功能库以及调试仿真工具等。本课程教学内容的难点主要包括在深刻理解 ROS 基本分布式架构设计思想的基础上，建立关于 ROS 基本概念的认知体系，同时强化 ROS 编程操作流程。本课程注重理论基础与工程实践相结合，内容丰富、针对性强、注重实用性，为进一步学习后续机器人方向课程打好坚实的基础。

二、课程地位与目标

（一）课程地位：写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

机器人操作系统（Robot Operating System）已经成为了机器人研发领域的通用性软件平台，被认为是机器人系统集成与应用开发的通用行业标准。学习并掌握使用 ROS 进行机器人系统设计和项目开发已经成为机器人专业学生必须掌握的职业技能。因此，该课程是培养机器人工程相关专业人才必不可少的专业选修课。

主要为毕业要求 2-4、4-3、9-3 的实现提供支持。

对于毕业要求指标点 2-4，掌握机器人工程专业知识，结合数学模型方法，对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。

对于毕业要求指标点 4-3，能够进行完整机器人系统的设计，并在设计中体现创新意识。

对于毕业要求指标点 9-3，理解工程师对公众的安全、健康、福祉及环境保护的社会责任，能够在工程实践中自觉履行责任。

（二）课程目标

1 教学目标：本课程是一门新兴的应用型技术性课程，其先进性、系统性和实践性均很强。本课程旨在帮助学生掌握使用机器人操作系统（ROS）进行机器人系统集成及功能开发的编程方法：在明确 ROS 基础功能的同时，深入理解基于 ROS 的机器人开发。该目标分解为以下子目标：

- 了解 ROS 的本质、组成，特征和主要概念的组织层级。
 - 明确 ROS 基础知识的同时，掌握基于 ROS 的机器人建模与仿真的能力。
 - 增强理论结合实际能力，学习机器人系统设计与项目开发的技能。
 - 培养机器人系统设计及开发过程的团队协作能力。
- 本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		2-4	4-3	9-3
1	了解 ROS 的本质、组成，特征和主要概念的组织层级	●	●	⊙
2	明确 ROS 基础知识的同时，掌握基于 ROS 的机器人建模与仿真的能力	●	●	⊙
3	增强理论结合实际能力，学习机器人系统设计与项目开发的技能	●	●	●
4	培养机器人系统设计及开发过程的团队协作能力	●	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：

面向学科前沿和产业发展前景，搜集我国在 ROS 快速发展和应用过程中若干标志性人物和公司（比如百度 Apollo 无人驾驶系统等），介绍他们的创新性工作针对国际间科技竞争所做出的巨大成就以及对全社会的巨大推动作用，使学生在开阔视野的同时，培养学生的家国情怀、民族自信，并加强学生的工程实践意识和创新创业意识。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（6）					
		1	2	3	4	5	6
第一章 机器人编程及其软件平台概述	理解机器人编程基本概念及机器人软件平台的重要性▲和发展现状▲，理解 ROS 以其重要特性受到广泛关注★。	√	√				
第二章认识 ROS	包括 ROS 的起源与发展，ROS 本质▲，ROS 体系结构以及组成部分▲，ROS 的设计目标及主要特点★		√	√			
第三章 ROS 的安装及使用	包括安装前的准备工作（如何选择合适的 ROS 版本）、安装 Ubuntu 操作系统以及 ROS 开发环境▲，运行 TurtleSim 仿真程序★				√		

第四章 ROS 文件和编译系统	包括 ROS 文件系统的组织结构▲, Catkin 构建系统▲、ROS 功能包的结构及创建命令使用过程★, 运行用户功能包创建与修改例程★				√		
第五章 ROS 的通信架构	包括节点、节点管理器及其启动等基本概念▲, 主题、服务、动作等通信机制的详解与使用★, 消息及类型★, 命名空间▲, 运行通信机制测试例程				√		
第六章 ROS 常用命令及工具	熟练掌握 ROS 命令的实际应用▲, 了解 Rqt 图形工具软件▲、Rviz 三维可视化工具▲及 Gazebo 三维物理仿真环境★				√		
第七章 ROS 编程基础	了解 ROS 客户端库, ROS 编程的基本流程及准备▲, 各种类型节点的创建与运行▲★等				√		
第八章 ROS 的坐标变换	了解 ROS 坐标变换 TF 工具包的简介、TF 树与 TF 消息▲、TF 的数据结构及其工作原理▲★、TF 命令行工具★以及使用 C++语言运行 TF					√	
第九章 机器人建模与仿真	了解机器人统一建模语言 (URDF) ★创建机器人系统的三维模型▲, 并使用 Rviz 和 Gazebo 等工具进行仿真▲					√	
第十章 ROS 机器人综合应用	学习和研究 ROS 社区丰富的功能包和机器人案例, 介绍几种支持 ROS 的真实机器人系统▲						√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点, 引导学生通过动手完成一系列具体实例, 采取包括讲授、项目驱动、线上线下混合等多种教学模式与方法, 掌握机器人系统设计、开发、应用的能力

学习方法: 建议学生课前预习, 并加强课后巩固, 加强理论联系实际, 要求独立认真完成开发例程实践操作, 最终完成综合性的机器人设计与仿真实验。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配, 详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合 计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
第一章 机器人编程及其软件平台概述	理解机器人编程基本概念及机器人软件平台的重要性和发展现状, 理解 ROS 以其重要特性受到广泛关注。	2					2
第二章认识 ROS	包括 ROS 的起源与发展, ROS 本质, ROS 体系结构以及组成部分, ROS 的设计目标及主要特点	2					2
第三章 ROS 的安装及使用	包括安装前的准备工作 (如何选择合适的 ROS 版本)、安装 Ubuntu 操作系统以及 ROS 开发环境, 运行 TurtleSim 仿真程序	2		2			4
第四章 ROS 文件和编译系统	包括 ROS 文件系统的组织结构, Catkin 构建系统、ROS 功能包的结构及创建命令使用过程, 运行用户功能包创建与修改例程	2		2			4

第五章 ROS 的通信架构	包括节点、节点管理器及其启动等基本概念，主题、服务、动作等通信机制的详解与使用，消息及类型，命名空间，运行通信机制测试例程	2		2			4
第六章 ROS 常用命令及工具	熟练掌握 ROS 命令的实际应用，了解 Rqt 图形工具软件、Rviz 三维可视化工具及 Gazebo 三维物理仿真环境	2					2
第七章 ROS 编程基础	了解 ROS 客户端库，ROS 编程的基本流程及准备，各种类型节点的创建与运行等	4					4
第八章 ROS 的坐标变换	了解 ROS 坐标变换 TF 工具包的简介、TF 树与 TF 消息、TF 的数据结构及其工作原理、TF 命令行工具以及使用 C++ 语言运行 TF	2		2			4
第九章 机器人建模与仿真	使用机器人统一建模语言（URDF）创建机器人系统的三维模型，并使用 Rviz 和 Gazebo 等工具进行仿真	4					4
第十章 ROS 机器人综合应用	了解几种支持 ROS 的真实机器人系统及其典型功能包的内容	2					2
合计		24		8			32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：平时成绩 80%（作业等 70%，其它 10%），考试成绩 20%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；作业等的 70%主要是课堂作业和课外例程实践作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 20%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	80	掌握核心通信框架、编程开发技术、实用功能库以及调试仿真工具等教学内容，实现基于 ROS 的机器人设计与开发的深入理解（指标点 2-4）
考试成绩	20	在熟练运用 ROS 核心模块和工具的基础上，实现综合性机器人系统集成与应用的设计与开发（指标点 4-3）；面向机器人行业发展前沿深入思考不断发展的机器人对于人类社会的促进作用（指标点 9-3）。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	基本概念和理论准确而扎实	基本概念和理论准确	掌握基本概念和理论，但准确性不够	不理解基本概念和理论	不满足 D 要求
研讨	深入掌握基础理论和基本方法	基本掌握基础理论和基本方法	基本掌握基础理论，而不熟悉基本方法	不理解基础理论，不熟悉基本方法	不满足 D 要求
考试	很好地完成了综合设计与开发	综合设计与开发完成度较好	综合设计与开发完成度一般	整体分析过程有所欠缺	不满足 D 要求

制定者：辛乐

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“图像处理与机器视觉（双语）”课程教学大纲

英文名称: Image Processing and Machine Vision

课程编码: 0010675

课程性质: 专业选修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学, 概率论, 线性代数, 高级程序设计语言, 数据结构与算法

教材及参考书:

- [1] C. Gonzales(美). 阮秋琦等译. 数字图像处理 (第四版). 北京: 电子工业出版社, 2020.
- [2] C. Gonzales(美). 阮秋琦等译. 数字图像处理 (第三版). 北京: 电子工业出版社, 2017.
- [3] Milan Sonka(美)等著, 兴军亮 艾海舟等译. 图像处理、分析与机器视觉 (第 4 版). 北京: 清华大学出版社. 2016.
- [4] David A. Forsyth(美)等著, 高永强等译. 计算机视觉——一种现代的方法 (第二版). 电子工业出版社, 2017.
- [5] J. Parker(加)等著, 景丽等译. 图像处理与计算机视觉算法及应用 (第 2 版). 北京: 清华大学出版社. 2016.

一、课程简介

本课程是一门适用于机器人工程专业本科生的专业课程, 学习本课程之前应具有高等数学、线性代数、高级程序设计以及数据结构与算法等预备知识, 通过本课程的学习可以系统、全面地掌握数字图像处理以及机器视觉的原理及其在实际中的应用, 对于现代高科技人才的培养具有重要作用。通过本课程的学习, 使学生掌握数字图像处理与机器视觉方面的理论基础和技术方法。着重掌握数字图像的预处理、分割、纹理分析、对象描述、摄像机标定、三维视觉等方面的知识和方法, 学习并锻炼了对二维数字信号分析、建模和处理的能力, 以及在图像处理和机器视觉领域运用人工智能方法的能力, 为今后从事有关数字图像处理及机器视觉方面的应用与研究等工作奠定基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 写明本课程在人才培养体系中的地位和作用。

机器人工程专业培养机器人领域的工程应用型专门人才, 使学生能够针对机器人和人工智能领域的应用问题设计计算解决方案, 视觉传感器是机器人的一项重要传感器, 机器人利用视觉传感器可以采集和处理图像, 实现环境感知, 为后续决策、运行提供信息。图像处理与机器视觉的基本内容包括数字图像处理和机器视觉所涉及的概念、理论和算法实现。从这个意义上讲, 图像处理与机器视觉在知识学习和技能培养两个方面都处于关键性地位。该课程是机器人感知技术课程的巩固、应用和提升, 也是机器人导航技术、机器人智能交互技术、机器人综合设计与实践等后续课程的技术支持基础。图像处理与机器视觉在机器人工程专业本科人才培养中具有重要的地位。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 4-2: 能够针对特定需求, 完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

针对特定需求, 通过本课程的学习, 能够利用本课程中的数字图像处理和机器视觉的原理和实现方法, 完成机器人感知单元(部件)的设计, 即机器人视觉单元(部件)的设计。

指标点 11-3: 具备跨文化交流的语言和书面表达能力, 能就机器人工程专业问题, 在跨文化背景下进行基本沟通和交流。

本课程采用双语教学, 采用全英文课件和中文讲解, 以两种语言为学生提供机器人工程专业中涉及的术语、问题描述、求解方式以及方案设计范式等。此外还引入了双语形式的课堂提问以及作业等。这样可以培养学生跨文化交流的语言和书面表达能力; 帮助学生能就机器人工程专业问题, 在跨文化背景下进行基本沟通和交流。

(二) 课程目标

1 教学目标: 通过本课程的学习, 使学生掌握数字图像处理和机器视觉涉及的基本概念, 掌握数字图像的增强、恢复、分割和识别等基本操作的原理和实现方法, 掌握机器视觉的基本原理和理解相机标定、立体视觉和三维重建等视觉算法, 能够针对特定需求, 完成机器人视觉感知。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		4-2	11-3
1	掌握数字图像处理和机器视觉涉及的基本概念	◎	●
2	掌握数字图像的增强、恢复、分割和识别等基本操作的原理和实现方法	●	◎
3	掌握机器视觉的基本原理和理解相机标定、立体视觉和三维重建等视觉算法	●	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标: 介绍各种经典和前沿的图像和视觉系统的应用增强学生的理想信念和职业素养, 介绍算法在国内优秀图像和视觉应用企业的成功案例增强学生的民族自信 and 家国情怀, 严格要求学习纪律和增强学生的行为规范, 提高学生的自学能力。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲)、难点(★)	课程目标(√)		
		1	2	3
第一章 绪论	介绍图像处理的基本概念和图像理解的基本内容和内涵。 (1) 数字图像的来源和真实世界的对应关系; (2) 图像处理的基本概念; (3) 图像理解的基本内容: 数字图像的获取、存储、传输、处理、显示和应用(▲)。	√	√	

	说明: 该章从现实生活中人们对图像的认识形象的讲解数字图像的重点和难点。			
第二章 图像与视觉系统	讲授人类视觉系统基本构造和模型, 亮度视觉与颜色视觉的基本概念、模型及视觉特性。 (1) 人类视觉系统的基本构造, 视网膜的构造和功能以及人类视觉通路模型; (2) 人眼的单色视觉模型和彩色视觉模型; (3) 色彩的基本属性 (▲), 光度学和色度学的基本概念和原理 (★); (4) 亮度和颜色感觉的视觉特性 (▲)。 说明: 该章以生物视觉和生物感知为主, 讲解时以生物解剖彩图和多媒体演示为手段。	√		
第三章 图像处理基础和图像变换	讲授图像信号的数学表示, 图像的采样和量化, 图像像素的基本概念及相关概念, 基本图像运算, 图像的线性系统理论, 二维傅立叶变换及其基本性质, 快速傅立叶变换, 离散余弦变换, 离散沃尔什变换, K-L 变换, 离散小波变换以及其他的二维正交变换。 (1) 图像信号的采样和量化 (▲); (2) 图像的灰度直方图 (▲); (3) 图像像素的基本概念及像素的邻域 (▲) (★)、像素间的连通性、像素间的距离度量 (▲); (4) 图像的点运算、代数运算和几何运算 (★); (5) 线性系统的基本性质, 二维线性平移不变系统; (6) 图像的卷积计算, 图像的统计特性; (7) 二维傅立叶变换及其基本性质 (▲); (8) 二维正交变换的一般表示形式, 二维离散余弦变换 (▲)、二维离散沃尔什变换、K-L 变换等; (9) 二维离散小波变换 (★)。 说明: 该章为进行数字图像处理的基础, 讲解时以清晰明确的基本概念和基本定义为主, 辅以简单的计算例题, 讲解图像变换计算时以基本变换公式定义为主	√	√	
第四章 图像增强和恢复	讲授图像的空域增强技术, 频域增强技术, 图像退化的基本模型及图像恢复的基本思想, 图像恢复的基本技术。 (1) 基本的图像空域变换, 直方图均衡化和直方图规定化 (▲) (★); (2) 基本的图像空域滤波技术 (平滑滤波器和锐化滤波器 (▲)); (3) 常用的图像频域滤波技术 (低通滤波器和高通滤波器, 带通和带阻滤波器, 同态滤波 (▲) (★)); (4) 图像退化的数学模型 (▲); (5) 图像复原的逆滤波方法 (▲) (★), 维纳滤波复原方法; (6) 功率谱与点扩散函数。 说明: 该章讲解时以数学思想为主, 滤波和逆滤波的计算过程可以跳跃式讲解, 课下学生自学。	√	√	
第五章 彩色图像处理	讲授彩色图像处理 (增强和复原等), 基于颜色特征的图像检索, 多光谱图像处理, 影像融合, 遥感超光谱图像处理 (1) 彩色和多光谱图像处理技术 (▲) (★)、多传感器图像融合的基本技术 (▲); (2) 超谱图像处理。	√	√	
第六章 图像分割	讲授视觉认知模式, 基于边缘的图像分割技术, 基于区域的图像分割技术, 图像分割评价。 (1) 人类视觉的认知模式 (模板匹配、特征分析、结构描述等); (2) 基于边界的基本图像分割技术 (边缘检测 (▲)、微分算子 (▲)、Hough 变换 (★)、图搜索、动态规划等); (3) 基于区域的基本图像分割技术 (阈值分割 (▲)、区域标记、区域生长 (▲)、分裂合并 (★) 等); (4) 基本的图像分割评价方法和测度等 (▲)。 说明: 该章内容以各种分割技术为主, 上机实验时要求学生对各种技术进行实际操作练习。	√	√	
第七章 图像识别	讲授图像目标特征的提取与表达, 图像目标特征的描述, 图像目标的分类和估计。	√	√	

	(1) 图像目标的边界特征的表达、测量及描述方法(链码、边界段、标记、形状树、矩、傅立叶描述符)(▲)； (2) 图像目标的区域特征的特征表达、测量及描述方法(空间占有数组、四叉树、骨架、拓扑描述符、形状描述符、纹理描述符、不变矩)(▲)； (3) 特征提取和特征选择，分类器的设计和训练，一些常用的统计分类方法(最大似然估计、Bayes 估计、先验概率方法等)(▲)(★)，比例估计； (4) 一些新的图像分类识别方法(神经网络分类、马尔科夫随机场等)。			
第八章 机器视觉	讲授视觉计算理论、机器视觉的基本概念；Marr 视觉计算理论；机器视觉的应用；计算机视觉的研究内容与面临的困难、与其它学科的关系；多视图几何学；匹配和理解。 (1) 机器视觉的基本概念(▲)和内容，Marr 视觉计算理论的三个层次(★)，机器视觉的相关学科和应用领域； (2) 视觉计算理论(▲)(★)，机器视觉信息系统模型(▲)； (3) 具体的智能图像信息分析系统； (4) 多视图几何学(▲)(★) (5) 模板匹配(▲)，目标匹配(字符串匹配、特征点匹配、形状数匹配等)和特征内容匹配(▲)(★)(颜色匹配、纹理匹配和形状匹配等)，关系匹配； 说明:本章内容以机器视觉的基本理论为主，重点在视觉计算和多视图几何学以及匹配等的介绍上，讲解时做到简单清晰地概述即可，机器视觉的基础应从大领域和其它相关学科的关系上讲解。	√		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授（32 学时）、上机实验（8 学时）、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。其中课堂讲授采用计算机多媒体教学方法，PPT 课件采用英文原版内容，讲授采用中英双语，课堂辅以习题练习及讲评，与各章节的内容讲授相同步。实验教学则提出基本要求，引导学生独立完成各图像处理和机器视觉算法的设计与实现。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现本课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配		合 计
		讲授	实验	
第 1 章 绪论	介绍图像处理的基本概念和图像理解的基本内容和内涵。	1		1
第 2 章 图像与视觉系统	讲授人类视觉系统基本构造和模型，亮度视觉与颜色视觉的基本概念、模型及视觉特性。	2		2
第 3 章 图像处理基础和图像变换	讲授图像信号的数学表示，图像的采样和量化，图像像素的基本概念及相关概念，基本图像运算，图像的线性系统理论，二维傅立叶变换及其基本性质，快速傅立叶变换，	4	2	6

	离散余弦变换, 离散沃尔什变换, K-L 变换, 离散小波变换以及其他的二维正交变换。			
第 4 章 图像增强和恢复	讲授图像的空域增强技术, 频域增强技术, 图像退化的基本模型及图像恢复的基本思想, 图像恢复的基本技术。	5	2	7
第 5 章 彩色图像处理	讲授彩色图像处理(增强和复原等), 基于颜色特征的图像检索, 多光谱图像处理, 影像融合, 遥感超光谱图像处理。	2		2
第 6 章 图像分割	讲授视觉认知模式, 基于边缘的图像分割技术, 基于区域的图像分割技术, 图像分割评价。	5	2	7
第 7 章 图像识别	讲授图像目标特征的提取与表达, 图像目标特征的描述, 图像目标的分类和估计。	5		5
第 8 章 机器视觉	讲授视觉计算理论、机器视觉的基本概念; Marr 视觉计算理论; 机器视觉的应用; 计算机视觉的研究内容与面临的困难、与其它学科的关系; 多视图几何学; 匹配和理解。	8	2	10
合计		32	8	40

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的, 检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布: 写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比, 各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 40% (作业等 10%, 实验 20%, 其它 10%), 考试成绩 60%。

平时成绩中的作业等 10%主要是课堂作业和课外作业, 主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力; 实验 20%主要反应对基本概念、基本理论的理解和运用, 是否能根据问题确定和设计开发方案, 包括设计实验、编制和调试程序、分析与解释实验结果, 是否能具备借助图像处理和机器视觉的知识有效地进行机器人视觉模块的分析设计能力。成绩评定依据包括实验程序源代码、运行结果截图和实验报告; 其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括: 课程的出勤率、课堂的基本表现 (如课堂测验、课堂互动等);。

考试成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度, 及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况, 详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	考勤、课堂提问、平时表现 (含课堂测验)、作业完成的质量, 以及实验表现和报告完成的质量, 对应毕业要求 4-2、11-3 达成度的考核。
考试成绩	60	基本概念、基本方法、基本理论的掌握程度, 学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力, 对应毕业要求 4-2、11-3 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	熟练掌握基本概念、理论、方法	熟练掌握基本概念、理论、方法	理解基本概念、理论、方法	了解基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
实验	卷面得分 90~100	卷面得分 80~89	卷面得分 70~79	卷面得分 60~69	不满足 D 要求
考试	熟练掌握基本概念、理论、方法	熟练掌握基本概念、理论、方法	理解基本概念、理论、方法	了解基本概念、理论、方法	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：王亮

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器学习与智能优化（双语）”课程教学大纲

英文名称: Machine Learning and Intelligent Optimization

课程编码: 0008696

课程性质: 专业选修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学（工）、概率论与数理统计（工）、线性代数（工）、高级语言程序设计教材及参考书:

[1]Miroslav Kubat. An Introduction to Machine Learning(2nd).Springer International Publishing, 2017

[2]Gopinath Rebala et al. An Introduction to Machine Learning.Springer International Publishing, 2019

[3]Rishal Hurbans. Artificial Intelligence Algorithms. Manning Publications Co.,2020

[4]李航.统计学习方法(第2版).清华大学出版社,2019年5月

[5]周志华著.机器学习.清华大学出版社.2016年1月

[6]罗伯托·巴蒂蒂 毛罗·布鲁纳托 著,王戎戈译.机器学习与优化.人民邮电出版社.2018年5月

[7]Tom Mitchell. Machine Learning.McGraw Hill, 1997

一、课程简介

随着芯片能力的不断提升和大数据时代的来临,人工智能研究进入了一个新的高潮阶段,机器学习及智能优化技术作为人工智能的核心分支也受到了越来越多的瞩目。教育部印发的《高等学校人工智能创新行动计划》一文中明确指出:“加快机器学习等新一代人工智能核心关键技术研究”。基于这样的背景,本课程作为机器人工程专业的选修课面向大三学生开设。课程将介绍机器学习及智能优化领域的代表性算法及技术,包括监督学习的决策树模型、贝叶斯分类器、人工神经网络,无监督学习的K均值算法、自组织映射图,以及强化学习、模拟退火算法等。

二、课程地位与目标

（一）课程地位: 本课程为机器人工程专业选修课程,所讲授的机器学习及智能优化技术是人工智能的主要分支。在机器人工程专业计划中,本课程与“智能控制技术”、“人工智能技术基础”等课程相互促进,共同构成专业计划中“智能技术教育”部分,主要对毕业要求4、毕业要求9及毕业要求11构成支撑。具体对应指标点如下:

4-2: 能够针对特定需求,完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

9-3: 理解工程师对公众的安全、健康、福祉及环境保护的社会责任,能够在工程实践中自觉履行责任。

11-3: 具备跨文化交流的语言和书面表达能力, 能就机器人工程专业问题, 在跨文化背景下进行基本沟通和交流。

(二) 课程目标

1 教学目标: 使学生系统地掌握机器学习及智能优化领域的基本理论、基本概念和基本技术, 能够运用课程知识解决智能机器人相关的技术问题, 设计可满足特定需求的智能服务机器人, 最终达到拓宽专业视野、增强跨交流能力、培养创新意识的目的, 为培养机器人工程专业应用型高级人才奠定基础。课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况, 详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		4-2	9-3	11-3
1	掌握机器学习及智能优化领域的基本理论、基本概念和基本技术	●	◎	◎
2	熟悉相关的英文术语, 具备一定的英语科技论文阅读及撰写的能力, 能完成学术报告	◎	◎	●
3	了解本领域的发展现状, 树立民族自信和爱国情怀	◎	●	◎
4	培养良好的工作习惯和职业素养	◎	●	◎

注: ●: 表示有强相关关系, ◎: 表示有一般相关关系, ○: 表示有弱相关关系

2 育人目标:

(1) 介绍中国在机器学习及智能优化领域取得的重大突破以及涌现的优秀人物, 激发学生的民族自信, 同时介绍国外在相关领域的领先成果, 勉励学生投身于相关研究, 为民族复兴大业贡献自己的力量, 树立崇高理想信念, 培养爱国主义情怀。

(2) 在作业、分组实验、课程考核环节强调责任担当、行为规范, 培养职业素养。

(3) 在教授知识原理的同时融入马克思主义哲学的世界观、方法论、科学史等人文元素, 提升学生的人文素养, 引导学生形成正确的世界观、人生观、价值观。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑, 详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 机器学习简介	本章为课程导入章节。主要涉及以下知识点: 机器学习的定义, 机器学习的分类▲, 机器学习的研究与应用领域。	√		√	
第二章 决策树	本章主要涉及以下知识点: 决策树的构造▲, 划分选择, 剪枝处理★, 决策树在分类及预测方面的应用▲★。	√	√	√	√
第三章 贝叶斯分类器	本章主要涉及以下知识点: 贝叶斯决策理论, 条件概率与极大似然估计, 朴素贝叶斯分类器▲★, 半朴素贝叶斯分类器, 贝叶斯网络▲, EM 算法, 贝叶斯分类器的应用▲。	√	√	√	√
第四章 人工神经网络	本章主要涉及以下知识点: 神经生理学背景, 神经元模型, 感知器网络▲, BP 神经网络▲★, Boltzmann 机, 深度学习及卷积神经网络, 人工神经网络的应用▲。	√	√	√	√
第五章 K 均值算法	本章主要涉及以下知识点: 无监督学习与聚类, K 均值算法描述, K 均值算法实现▲, K 均值算法的应用▲★, 算法的改进。	√	√	√	√

第六章 自组织映射图	本章主要涉及以下知识点：竞争学习原理★，自组织映射图的网络结构，自组织映射图的学习算法与实现▲，自组织映射图的应用▲★。	√	√	√	√
第七章 强化学习	本章主要涉及以下知识点：强化学习的心理学背景，马尔科夫决策过程与强化学习的基本模型，基于模型的强化学习▲，无模型的强化学习与 Q 学习算法★▲，强化学习的应用★▲，深度强化学习。	√	√	√	√
第八章 智能优化方法	本章主要涉及以下知识点：智能优化方法概述，粒子群算法▲，蚁群算法，智能优化方法的应用★▲。	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。课堂教学首先立足于基础，使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。为了帮助学生理解，每一章的教学都应置于一个实际的应用情境之下，同时要注意各知识点之间的衔接，帮助学生准确理解各种不同方法的异同。**积极探索和实践研究型教学。**探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。一是采用问题引领的方法，引导学生带着问题去学习各知识点，要培养学生注意各知识点的内在逻辑联系，通过不同级别对象的抽象和问题的分治，培养学生的系统意识和能力；二是鼓励学生开展课外的探索，从工程应用及科学研究两个层面深入学习。**采用双语教学。**适当引导学生阅读外文书籍和论文资料，培养自学能力和研究素养。

学习方法：首先，重视理论知识包括数学基础的学习，对各个算法涉及的理论分析、公式推导要烂熟于心。其次，重视上机实践，认真完成所有实践任务，以实践应用为理论学习的最终落脚点。最后，不局限于课本及课堂教学，将视野拓宽至网络慕课资源、优秀学术论文，通过广泛学习来了解最新研究进展，深化对知识的理解，培养科研素养。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	机器学习简介	2					2
2	决策树	5					5
3	贝叶斯分类器	5					5
4	人工神经网络	6		2			8
5	K 均值算法	4					4
6	自组织映射图	2		2			4
7	强化学习	3		2			5
8	智能优化方法	3		2			5
9	学术报告	2					2
合计		32		8			40

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），课程答辩成绩 20%，课程报告成绩 50%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

课程答辩成绩 20%主要考察学生的口头表达能力、对基本概念及基本方法的理解程度、团队协作的默契程度等。

课程报告成绩 50%为对学生学习情况的全面检验。强调考查学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力，撰写科技论文及进行学术报告的能力等。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	平时成绩主要反映学生的课堂表现。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂练习参与度及完成质量、相关作业的完成质量。 支撑毕业要求拆分指标点 4-2，9-3，11-3.
答辩成绩	20	主要考察学生的口头表达能力、对基本概念及基本方法的理解程度、团队协作的默契程度等。 支撑毕业要求拆分指标点 4-2，9-3，11-3.
课程报告成绩	50	为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力，撰写科技论文及进行学术报告的能力等。 支撑毕业要求拆分指标点 4-2，9-3，11-3.

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时提交作业，作业独立完成，有清晰解题过程和正确结果	按时提交作业，作业独立完成，有解题过程和合理结果	按时提交作业，作业独立完成，有解题过程，结果比较正确	按时提交作业，作业独立完成，有解题过程	不满足 D 要求
答辩	讲演内容完整，幻灯片制作精美规范，团队合作默契，表达流畅清晰，对相关概念和方法理解准确，回答正确。	讲演内容完整，幻灯片制作比较规范，团队合作比较默契，表达比较清晰，对相关概念和方法理解较为准确，回答问题比较正确。	讲演内容完整，有团队协作的意识，基本理解了相关概念和方法，能回答部分问题。	讲演内容基本完整。	不满足 D 要求
课程报告	1.报告格式规范，内容完整，叙述清晰，逻辑严密；2. 研究工作内容充实，作风严谨，有明显的创新，并取得了一定成果； 4. 所有工作独立完成。	1.报告格式规范，内容完整，叙述比较清晰，逻辑比较严密；2. 研究工作内容充实，作风严谨，有一定的创新； 3. 所有工作独立完成。	1.报告格式规范，内容完整，叙述基本清晰；2. 针对问题提出了解决方法，方案可行；3. 所有工作独立完成。	1.报告内容完整；2. 针对问题提出了解决方法；3.所有工作独立完成。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：黄静

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器人动力学与控制”课程教学大纲

英文名称: Robot Dynamics and Control

课程编码: 0008699

课程性质: 专业选修课

学分: 2.5

学时: 40

面向对象: 机器人工程专业的本科生

先修课程: 大学物理 I、高等数学(工)、自动控制原理、机器人基础原理、机器人感知技术

教材及参考书:

[1] 霍伟. 机器人动力学与控制. 高等教育出版社. 2005.1

[2] B. Siciliano, et al. Robotics: Modelling, Planning and Control. Springer, 2009.

一、课程简介

机器人作为工业生产与生活服务中的新型工具,在减轻劳动强度、提高生产率、提升生活舒适度方面已经显示出了极大地优越性。机器人控制是机器人系统的核心技术之一,涉及到多学科交叉。本课程是对高等工科院校机器人工程专业学生进行机器人动力学与控制技术教育的学科基础课程,详细讲述关于机器人动力学分析、建模及控制的基本问题,基础理论以及仿真方法。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 通过本课程的学习,使学生掌握机器人的建模、分析、控制等方面的基本理论与技术,初步掌握机器人控制系统的设计、仿真与实现方法。在培养学生在机器人系统设计方面的创新精神、思维能力、分析和解决实际问题能力等方面具有重要意义,为后续毕业设计等实践课程以及从事本专业相关的工程技术、科学研究工作奠定基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下:

指标点 3-4: 能运用基本原理,借助文献研究,分析机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素,获得有效结论。

指标点 5-2: 能够根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征,选择研究路线,设计实验方案。

指标点 6-1: 了解机器人工程专业常用的设计、开发工具及仿真软件的工作原理和使用方法,并理解其局限性。

指标点 6-2: 能够选择与使用恰当的机器人设计开发工具、信息资源、仿真软件等,对机器人工程领域的复杂工程问题进行分析、计算和设计。

(二) 课程目标

1 教学目标: 写明课程拟达到的课程目标,指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平,本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况,详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		3-4	5-2	6-1	6-2
1	掌握机器人系统建模的基本理论和方法	●	●	●	●
2	掌握机器人控制系统的构成及控制器设计方法	●	●	●	●
3	能够根据具体的机器人结构建立相应的动力学模型	●	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

培养学生团队协作、勤奋敬业、吃苦耐劳良好风貌，能灵活运用已学理论知识，分析问题，解决问题，敢为人先、勇于创新新的开拓精神，并具备如下能力：

1) 掌握机器人控制的基本知识，了解机器人技术的发展过程和前沿技术，培养学生发现问题、解决问题的能力。

2) 掌握机器人系统建模的基本理论和方法，能够采用 Matlab 等现代仿真分析工具对机器人位置、速度、姿态、控制量作出计算、仿真、分析，具备机器人系统的建模、分析能力。

3) 能够针对实际工程对机器人的具体工程需求建立机器人的控制模型，掌握机器人系统的分析求解和控制综合能力。

4) 具备机器人控制系统初步设计与实现的能力，能够完成机器人控制系统的选型与配置，培养学生的实践能力

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 机器人动力学基础	虚功原理、广义坐标/广义力、牛顿-欧拉方程、拉格朗日方程▲★、机器人动力学方程▲	√			
第二章 机器人控制方法	机器人的速度控制、位置控制、力控制，PID 控制▲★，现代控制技术	√	√		
第三章 移动机器人的建模与控制	不同结构的移动机器人的建模▲与机动性，移动机器人的姿态控制★、轨迹跟踪★等	√		√	
第四章 空中机器人建模与控制	无人机的分类与系统构成，无人机运动学与动力学建模▲、控制▲。	√		√	
第五章 机器人控制系统仿真	机器人控制系统的仿真设计架构，Matlab Simulink 的应用▲	√			√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程以课堂教学、课外作业、课程设计、实验环节等共同实施。充分利用数字化技术、网络技术制作丰富多彩的教学和辅助材料，调动学生的学习积极性，提高教学效率。本课程注重教与学过程，采用课堂练习、课下作业、实验设计、期末考试等多形式综合考核，利用符合“新工科”要求的课程实验设计来锻炼学生的分析与综合能力。

学习方法: 根据“新工科”建设背景下机器人工程专业人才对现代机器人系统综合设计与研究能力的要求以及现代机器人技术的发展趋势,结合北京工业大学面向智能服务机器人的专业人才培养目标,学生在学习本课程的过程中要遵循“建模-分析-控制-综合”的流程,重点掌握智能服务机器人涉及到的关键技术,包含机器人运动学与动力学建模、智能移动机器人系统、空中机器人系统、机器人现代控制方法、机器人控制系统仿真等,并按照基本概念、建模分析、控制设计、典型系统、控制综合的主线进行学习。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配,详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合 计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
第一章 机器人动力学基础	牛顿-欧拉方程、拉格朗日方程、机器人动力学方程	8					8
第二章 机器人控制方法	机器人的速度控制、位置控制、力控制, PID 控制	6		2		2	10
第三章 移动机器人的建模与控制	移动机器人的建模与机动性,姿态控制、轨迹跟踪等	4		2		4	10
第四章 空中机器人建模与控制	无人机的分类与构成,运动学与动力学建模、控制。	4		2			6
第五章 机器人控制系统仿真	机器人控制系统仿真, Matlab Simulink	2		2		2	6
合计		24		8		8	40

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的,检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布:

平时成绩 50% (作业等 10%, 实验大作业 25%, 实践活动 15%), 考试成绩 50%。

平时成绩中的 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括:课程的出勤率、课堂的基本表现(如课堂测验、课堂互动等;实验大作业的 25%主要是实验完成情况及实验报告的写作情况,主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力;实践活动的 15%主要是学生在老师引导下参与与课程相关的科学研究、科技竞赛等。

考试成绩 50%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度,及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	50	3-4、5-2、6-1、6-2
考试成绩	50	3-4、5-2、6-1、6-2

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	知识掌握完整，独立完成作业，答案正确，书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写潦草，及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案不正确，书写潦草，及时交作业	不满足 D 要求
其他	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题正确，综合运用知识能力强	上课认真听讲，课堂参与度较高，回答问题较正确，综合运用知识能力较强	上课比较认真听讲，课堂参与度较高，回答问题基本正确，综合运用知识能力一般	上课比较认真听讲，课堂参与度不高，回答问题不正确，综合运用知识能力欠缺	不满足 D 要求
实验	准确地完成实验	基本准确地完成实验	能够完成实验	能够完成实验大部分内容	不满足 D 要求
考试	基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确，卷面整洁，字迹工整。	基本概念理解比较准确、重要方法掌握较好、计算过程比较正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解比较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解有误、重要方法基本掌握、计算结果存在错误，卷面比较整洁，字迹较为工整。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：张祥银

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“人工智能技术基础”课程教学大纲

英文名称: Foundation of Artificial Intelligence Technology

课程编号: 0008706

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学(工)、概率论与数理统计(工)、离散数学、高级语言程序设计

教材及参考书:

[1] 蔡自兴, 刘丽钰, 蔡京峰, 陈白帆著, 《人工智能及其应用》(第 5 版), 清华大学出版社, 2016.7.

[2] 马少平、朱小燕著, 《人工智能》, 清华大学出版社, 2004.8.

[3] Stephen Lucci, Danny Kopec 著, 《人工智能》(第 2 版), 林赐译, 中国工信出版集团, 人民邮电出版社, 2018.10.

一、课程简介

人工智能技术基础是机器人工程专业课程。该课程对于构建机器人工程专业学生的知识体系和拓宽学生的理论基础具有重要作用, 是机器人工程专业的专业选修课程。通过该课程的学习, 使学生初步掌握人工智能的一般性原理和主要技术, 对符号主义、联结主义、行为主义三个主要技术流派具有清晰的认识, 为进一步设计和实现智能机器人提供必要的知识基础。修完本课程后, 学生能够运用人工智能技术的基本原理和基础方法, 形式化描述机器人智能行为, 设计机器人智能规划与推理方案, 解决实际工程领域的机器人自主智能行为规划与推理问题, 并在针对具体应用的问题形式化定义及解决方案设计中, 体现创新意识。

二、课程地位与目标

(一)课程地位: 本门课程是机器人工程专业高年级学生的专业选修课。以高等数学、概率论与数理统计、离散数学、高级程序设计语言作为先修课程, 是联系机器学习与智能优化、智能控制技术、机器人导航技术、课程设计、毕业设计等教学环节的重要课程。

本课程对毕业要求 4-2, 9-3 形成支撑:

4-2: 能够针对特定需求, 完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

9-3: 理解工程师对公众的安全、健康、福祉及环境保护的社会责任, 能够在工程实践中自觉履行责任。

(二) 课程目标

1 教学目标: 使学生了解人工智能技术发展历史及趋势, 理解知识表示方法、搜索技术、基本推理技术的基本原理, 掌握将所学理论知识应用于解决机器人智能规划与推理的基本思路, 构建为机器人配备智能规划与推理能力的核心专业知识基础, 具备设计针对特定需求的机器人智能规划与推理单元的能力, 并能够在设计环节中体现创新意识。本课程对毕业要求

拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		4-2	9-3
1	了解人工智能技术发展历史及趋势	○	●
2	掌握知识表示方法	●	◎
3	掌握搜索技术	●	◎
4	掌握基本推理技术	●	◎
5	掌握自动规划的智能方法	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过向介绍在人工智能领域取得重大研究成就的中国科学家的研究成果、过程及其个人经历，强化学生的家国情怀、民族自信，培养学生的对科学的理想信念、责任担当，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	人工智能的定义与主要技术流派▲；人类智能与人工智能；图灵测试▲★；人工智能研究目标与内容；人工智能研究与计算方法；人工智能系统的分类；人工智能应用。	√				
第二章 知识表示	知识表示的概念和含义；状态空间表示▲；问题归约表示▲；谓词逻辑表示▲★；产生式系统★；本体技术。		√			
第三章 搜索技术	盲目搜索（不可撤回方式搜索，回溯搜索，深度优先搜索，广度优先搜索，图搜索）；启发式搜索（启发式搜索策略与估价函数，最佳优先搜索，A*算法▲★）；博弈中的搜索（解图的基本概念，AO*算法▲，极大极小搜索算法， α - β 剪枝搜索算法▲★）；高级搜索（局部优先搜索算法▲★，遗传算法）。			√		
第四章 基本推理技术	归结推理（归结原理的基本概念和方法▲，一阶谓词逻辑公式化成子句集▲，置换与合一▲★，各种不同搜索策略的归结过程）；基于规则的演绎推理；不确定性推理。				√	
第五章 自动规划	自动规划概述；任务规划（积木世界的机器人规划▲★，STRIPS 规划系统）；机器人路径规划（路径规划主要方法和发展趋势，基于模拟退火算法的局部路径规划▲）。					√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：课程以讲授为主（32 学时），使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。注意采用启发式、讨论式教学方法调动学生的积极性，教师在对问题的求解中教，

学生在对未知的探索中学。结合应用（旅行商问题、棋类游戏、积木世界等）介绍智能算法的基本原理，注意理论联系实际。积极探索和实践研究型教学，鼓励学生课后查阅文献跟踪问题或算法的最新进展、课下讨论、实践课堂讲授的算法，培养学生自学和创新能力。

学习方法：养成思考的习惯，提倡追踪最新研究进展。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习。仔细研读教材，广泛阅读参考文献，深入理解概念，掌握方法的精髓，不要死记硬背。利用程序设计语言编程实现算法进一步巩固和理解课内知识，参考题目如下：(1) 基于回溯搜索求解 N 皇后问题；(2) 基于 A* 算法求解 N 城市旅行商问题；(3) 基于极大-极小搜索算法求解五子棋问题；(4) 基于演绎推理求解猴子摘香蕉问题。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	知识表示	6					6
3	搜索技术	10					10
4	基本推理技术	10					10
5	自动规划	4					4
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 20%（作业等 10%，其它 10%），考试成绩 80%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动）等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	平时成绩主要反映学生的课堂表现。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤情况、课堂练习参与度及完成质量、相关作业的完成质量。 支撑毕业要求拆分指标点 4-2，9-3。
考试成绩	80	期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对人工智能技术基本概念、基本方法的掌握程度，淡化考查一般知识、结论记忆。 支撑毕业要求拆分指标点 4-2。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时提交作业，作业独立完成，有清晰解题过程和正确结果	按时提交作业，作业独立完成，有解题过程和合理结果	按时提交作业，作业独立完成，有解题过程和比较正确的结果	按时提交作业，作业独立完成，有解题过程	不满足 D 要求
研讨	积极参与讨论，提出独到的见解	积极参与讨论，独立分析问题	参与讨论，有分析问题的思路	参与讨论	不满足 D 要求
考试	掌握基本概念及方法，能够综合运用理论知识解决复杂问题	掌握基本概念及方法，基本能够综合运用理论知识解决复杂问题	掌握基本概念及方法，综合运用理论知识解决一部分复杂问题	掌握基本概念及方法	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：王立春

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“多机器人系统建模与分析”课程教学大纲

英文名称: Modeling and analysis of multi-robot systems

课程编码: 0010085

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 线性代数(工), 高等数学(工), 自动控制原理, 现代控制理论

教材及参考书:

[1] Z. Qu, Cooperative Control of Dynamical Systems: Applications to Autonomous Vehicles, Springer, 2009

[2] F. Bullo, Lectures on Network Systems, Kindle Direct Publishing, 2019

[3] F. Bullo, J. Cortes, and S. Martinez, Distributed Control of Robotic Networks: A Mathematical Approach to Motion Coordination Algorithms, Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, 2009

[4] F. Lewis, H. Zhang, K. Hengster-Movric, A. Das, Cooperative Control of Multi-Agent Systems: Optimal and Adaptive Design Approaches, Springer, 2014

一、课程简介

多机器人系统是目前比较前沿和热门的研究方向。本课程针对机器人工程方向本科生,介绍多机器人系统建模和分析方法,以及经典控制理论和现代控制理论在多机器人系统控制中的运用。课程包括机器人系统建模,基于通信网络的多机器人系统构建与分析,以及多种多机器人系统协同和编队的控制方法。本课程为全英文授课,课程包含讲授环节和研讨环节。通过本课程,学生能够了解完整的多机器人系统的建模、设计和分析方法,能够面向多机器人系统及其相关的研究方向,使用英语进行学术交流。此外,学生能够显著提高多机器人系统领域的国际视野以及自主学习的意识和能力。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 多机器人系统建模与分析是一门机器人工程方向的高阶专业课。本课程采用全英文教学,是学生对所学的基础课如线性代数、微积分等数学课程和专业基础课如经典控制理论和现代控制理论的综合运用。本课程需要学生有较好的专业基础知识和一定的英文交流能力。本课程在授课的同时,辅以课堂研讨,从而提高学生自主学习能力,更好对接之后研究生阶段的深造。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

4.3: 能够进行完整的多机器人系统的建模、设计和分析,并能在设计中体现创新意识

11.3: 具备英语口语交流和书面表达能力,能就机器人工程专业问题,进行基于英语的沟通和交流

13.1: 能够正确认识自主和终身学习的必要性,具有自主学习和终身学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：通过本课程的学习，学生应掌握如下技能：

1. 深刻理解经典控制理论和现代控制理论在机器人系统中的应用
2. 理解多机器人系统建模和分析方法
3. 熟练掌握 MATLAB
4. 掌握学术研讨技能
5. 强化学术英语能力

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		4.3	11.3	13.1
1	深刻理解经典控制理论和现代控制理论在机器人系统中的应用	●	⊙	◎
2	理解多机器人系统建模和分析方法	●	⊙	
3	熟练掌握 MATLAB	●		
4	掌握学术研讨技能		◎	●
5	强化学术英语能力		●	

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，⊙：表示有弱相关关系

2 育人目标：课程通过在教学环节中加入多机器人系统发展、国外与国内研究现状对比，使学生认识到我们国家在多机器人领域内的优势和不足，从而提高学生的家国情怀、民族自信和责任担当。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1,2	3,4	5
第一章基础知识	了解线性代数、图论、矩阵理论、线性和非线性系统理论	√		√
第二章多机器人系统建模	了解并掌握多机器人系统的建模方法	√		√
第三章多机器人控制方法	了解并熟悉多种多机器人协同和编队的控制方法	√		√
第四章研讨			√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：采用理论课教学和研讨课讨论答辩的方式进行教授。理论课由教师介绍上述课程教学内容；研讨课上，将学生分组并布置一份研讨课研究课题，学生利用研讨课课上及课余时间完成课题。并在研讨课上分组进行成果演示并接受其余组的质疑和答辩。考查结果将基于研讨结果和研究课题报告。

学习方法：建议学生依据所学基础知识和专业知识，以及文献检索能力，积极拓展相关知识，着重搜索并学习与机器人控制相关的分析、设计工具和方法。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合 计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
概述	介绍多机器人系统的发展背景、现状和未来的方向	2					2
基础数学	线性代数，矩阵理论，图论，线性和非线性系统理论	2					4
多机器人系统建模	多机器人系统的建模与分析	6					8
多机器人系统控制	多种多机器人系统控制方法	6					10
研讨				8	8		8
合计		16		8	8		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 40%（研讨 40%），考查成绩 60%。

平时成绩中的研讨 40%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束和在研讨课上的表现。

考查成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。通过对基于课堂研讨的课题报告进行考查。考查强调学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40	课堂研讨（11.3，13.1）
考查成绩	60	考查基础知识掌握（4.3，11.3）

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
研讨	表现活跃，内容详实完整，答辩优秀	内容详实，答辩尚可	内容正确，答辩尚可	内容部分正确，可以进行基本交流	不满足 D 要求
考查	全部理解掌握	大部分理解掌握	部分理解掌握	一部分理解掌握	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：傅安琪

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器人系统仿真”课程教学大纲

英文名称: Simulation of Robot System

课程编码: 0010104

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人专业本科生

先修课程: 大学物理 I、机器人机构设计、高级语言程序设计

教材及参考书:

[1] 臧海波, 仿生机器人制作入门, 人民邮电出版社, 2014

[2] 罗庆生, 罗霄, 我的机器人: 仿生机器人的设计与制作, 北京理工大学出版社, 2016;

[3] 北京兆迪科技公司, solid works2018 快速入门、进阶与精通, 电子工业出版社, 2006 年 5 月

[4] vrep 官方帮助文档 <https://www.coppeliarobotics.com/helpFiles/index.html>

[5] 刘金琨. 机器人控制系统的设计与 Matlab 仿真, Michael Hassen. Fundamentals of Digital Logic Design with VHDL. Innovate LLC, 2013 年 1 月.

一、课程简介

机器人系统仿真是一门机器人综合能力提升性质的学科专业选修课程。课程主要讲述机器人系统仿真基本原理、常用仿真软件工具 (Solid works 和 Vrep) 使用、北工大典型机器人系统仿真复现。通过课程教学, 使学生掌握机器人系统仿真领域的基本概念、基本理论、基本方法和基本能力, 了解该领域的新技术、新发展、新方法; 使学生具有运用仿真软件复现典型机器人系统的能力, 掌握用虚拟样机设计机器人系统的新方法; 使学生具有较强的实验能力, 能够使用常见虚拟仿真软件, 通过实验仿真调试机器人控制系统, 具备进行实验研究的初步能力; 具有较强的查阅机器人系统仿真专业指示资料的能力和通过网络获取相关信息的能力, 为学习后续进入研究生学习或从事相关专业工作奠定基础。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 机器人系统仿真是高等学校机器人专业各相关专业的重要学科专业选修课, 是学生获得机器人系统仿真领域的基本知识、基本理论和基本技能的提高性课程。在教学过程中, 综合运用先修课程中所学的相关知识和技能, 结合各种实践教学环节, 进行多种形式教学活动, 对培养学生的创新意识起到重要作用, 为学习后续进入研究生学习或从事相关专业工作奠定基础。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

3.4: 能运用基本原理, 借助文献研究, 分析机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素, 获得有效结论。

5.2: 能够根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征, 选择研究路线, 设计实验方案

6.1 了解机器人工程专业常用的设计、开发工具及仿真软件的工作原理和使用方法，并理解其局限性。

6.2 能够选择与使用恰当的机器人设计开发工具、信息资源、仿真软件等，对机器人工程领域的复杂工程问题进行分析、计算和设计。

13.1 能够正确认识自主和终身学习的必要性，具有自主学习和终身学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：总的目标是使学生掌握机器人系统仿真领域的基本概念、基本理论、基本方法和基本能力，可以分解为以下子目标：

1、掌握机器人系统仿真领域的基本概念、基本理论、基本方法和基本能力，了解机器人系统仿真的新技术、新方法、新发展。

2、掌握机器人系统仿真工具使用，理论联系实际，具有运用所学知识解决实际问题的意识和能力，仿真复现北工大典型机器人系统。

3、具有运用仿真软件分析和设计简单机器人系统的能力，掌握用仿真软件分析机器人系统设计合理性的新方法。

4、具有较强的实验能力，会使用常见虚拟样机软件，通过实验安装调试机器人系统仿真，具备进行实验研究的初步能力。

5、具有较强的查阅机器人系统仿真专业知识资料的能力和通过网络获取相关信息的能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		3.4	6.1	6.2	13.1
1	掌握机器人系统仿真领域的基本概念、基本理论、基本方法和基本能力，了解机器人系统仿真的新技术、新方法、新发展。	○	◎	●	◎
2	掌握机器人系统仿真工具使用，理论联系实际，具有运用所学知识解决实际问题的意识和能力，仿真复现北工大典型机器人系统。	●	●	●	◎
3	具有运用仿真软件分析和设计简单机器人系统的能力，掌握用仿真软件分析机器人系统设计合理性的新方法。	◎	●	●	◎
4	具有较强的实验能力，会使用常见虚拟样机软件，通过实验安装调试机器人系统仿真，具备进行实验研究的初步能力。	●	●	●	◎
5	具有较强的查阅电子技术资料的能力和通过网络获取相关信息的能力。	○	○	○	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过课程学习，使学生了解国内外机器人系统仿真领域的最新发展，掌握常用机器人系统仿真软件使用，介绍北工大代表性机器人的成就并进行仿真复现。在培养学生分析问题思路方法同时树立理论联系实践，强调锻炼动手能力，培养新时代具有创新意识高素质机器人专业毕业生。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点 (▲)、难点 (★)	课程目标 (√)				
		1	2	3	4	5
第一章 绪论	课程简介；机器人系统仿真技术发展▲。	√	√			√
第二章 仿真软件原理之机械设计	机器人机械结构概述▲；机械连接关系★；机械材料选取▲。	√	√			
第三章 仿真软件原理之电气设计	常见传感器▲；电气连接关系▲；电源配置★；电机及驱动配置★。	√	√			
第四章 Solidworks 样机设计	零件设计▲；装配体设计★；工程图▲；爆炸视图★；动画仿真★	√	√	√	√	√
第五章 Vrep 样机仿真	简单机器人设计▲；外部导入机器人模型▲；机器人模型连接关系配置▲；机器人仿真★；仿真结果显示▲；仿真结果分析与提升★。	√	√	√	√	√
第六章 机器人系统仿真综合设计	工大代表机器人综合设计，包括：两轮自平衡机器人、独轮自平衡机器人、六足机器人等★	√	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：以课堂讲授和学生上机实验为主，适当安排研讨环节，每章布置作业，根据学生需求组织集中答疑和网络答疑。

在课堂教学中，推崇研究型与启发式教学，以机器人系统仿真知识为载体，传授相关的机器人系统仿真设计与实现的思想和方法，引导学生复现北工大经典机器人系统。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成典型机器人系统的仿真设计与实现。

- 1.在教学手段上，结合多媒体、板书、网络等多种形式。
- 2.在教学方法上，融合启发、探讨、讲授等多种方式。
- 3.在教学内容上，兼顾基础经典、发展前沿和实际应用。
- 4.在教学管理上，营造和谐、有序、健康的教学氛围。

学习方法：

- 1.课前预习，认真听课，课后复习，独立完成作业，重视实验上机课；
- 2.作为专业类课程，养成探索的习惯，特别是重视对基本方法的钻研，在方法的指导下进行实践；
- 3.作为专业类课程，要重视上机实践环节，再实践中巩固验证所学知识 with 技能。
- 4.善于利用网络资源，培养自学能力。

课程网站：<https://www.jianshu.com/p/eb3f38c0c5fa>

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	绪论	2					2
第二章	仿真软件原理之机械设计	2					2
第三章	仿真软件原理之电气设计	2					2

第四章	Solidworks 样机设计	6		2			8
第五章	Vrep 样机仿真	6		4			10
第六章	机器人系统仿真综合设计	2		4	2		8
合计		20		10	2		32

六、考核与成绩评定

平时成绩 30%（作业等 20%，其它 10%），综合设计成绩 70%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

综合设计成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对常用仿真软件掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	占比（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	出勤 10%；作业 20%，作业主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力，支撑指标点 2.4、4.2 及 12.1。
考试成绩	70	考试主要考核学生对常用机器人系统仿真软件使用等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力，支撑指标点 2.4、4.2、5.1、5.2、及 12.1

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	按时提交 正确率高 规范整洁 完成度好	按时提交 正确率较高 规范整洁 完成度较好	按时提交 正确率尚可 质量有待提高	按时提交 正确率较差 书写不规范、 完成质量较差	不满足 D 要求
综合设计	基本概念理解准确，熟练掌握机器人系统仿真的分析和设计方法，具有较强的综合分析解决问题能力和计算能力	基本概念清晰，熟练掌握机器人系统仿真的分析和设计方法，综合分析解决问题能力较强，计算能力良好	能够掌握机器人系统仿真的基本概念、分析和设计方法，能分析解决一般难度问题，计算能力较好	基本掌握机器人系统仿真的基本概念、分析和设计方法，综合分析能力较差，具有一定的计算能力	不满足 D 要求

制定者：朱晓庆

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“智能控制技术”课程教学大纲

英文名称: Intelligent Control Technology

课程编码: 0000815

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高等数学(工)、线性代数(工)、自动控制理论

教材及参考书:

- [1] 张乃尧, 阎平凡编著. 神经网络与模糊控制. 北京: 清华大学出版社, 1998 年 10 月
- [2] 孙增圻, 邓志东, 张再兴编著. 智能控制理论与技术. 北京: 清华大学出版社, 2011 年 9 月
- [3] 刘金琨编著. 智能控制. 北京: 电子工业出版社, 2009 年 7 月
- [4] 罗兵, 甘俊英, 张建民等编著. 智能控制技术. 北京: 清华大学出版社, 2011 年 3 月.
- [5] 刘杰 等编著, 智能控制与 MATLAB 实用技术. 北京: 科学出版社, 2019 年 7 月

一、课程简介

智能控制技术是信息学部为机器人工程专业本科生开设的专业限选课程。本课程的任务是学习智能控制的理论基础及相关技术。教学内容重点: 模糊控制系统设计及神经网络结构及相应的控制器设计。在模糊控制系统设计中, 首先学习由模糊集、模糊运算、模糊规则、模糊化、解模糊、模糊推理方法等知识点构成的模糊数学, 接着学习模糊控制器及模糊控制系统设计; 神经网络控制方面, 首先学习感知器、反向传播网络的结构设计及神经网络训练方法, 并通过具体生产过程控制问题学习神经网络控制系统的设计、仿真及开发。教学内容的难点: 模糊控制器的设计, 神经网络的权值学习与控制器设计。

二、课程地位与目标

(一)课程地位: 本门课为机器人专业高年级的专业限选课程, 以高等数学、线性代数、自动控制理论等作为先修课程, 是联系自动控制理论、自动控制系统设计、课程设计、毕业设计等教学环节的重要课程。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点: 2.4, 4.2

2.4: 掌握机器人工程专业知识, 结合数学模型方法, 对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。

4.2: 能够针对特定需求, 完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

(二) 课程目标

1 教学目标:

使学生了解智能控制的发展过程和中国在此领域的贡献和科技策略。通过学习模糊数学、神经网络的基本原理, 了解对于无法建模或模型严重不确定、非线性的系统如何使用智能控制技术和方法, 并使学生掌握其中一些最基本最常用的理论和方法, 解决实际工程应用问题。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		2-4	4-2
1	使学生了解智能控制的发展过程和中国在此方面的贡献和科技策略。	●	
2	通过学习模糊数学、神经网络的基本原理，了解对于无法建模或模型严重不确定、非线性的系统如何使用智能控制技术和方法。	●	●
3	使学生掌握其中一些最基本最常用的理论和方法，解决实际工程应用问题。		●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

讲授在人类自动化、人工智能技术的发展历程中，中国在此领域做出了哪些重要贡献，涌现出哪些杰出的科学家，这些科学家又是在什么样的历史条件下科学救国。了解我国在智能控制技术、人工智能领域有哪些最新政策出台，有哪些远景规划。鼓励学生以国家强盛、民族自信和人类社会的进步为使命，培养学生历史责任感、天下情怀和民族自强的精神。培养过程遵循传承中华文明、树立家国同构意识、注重德行修养、培育民族自强精神、胸怀古今中外、形成开放国际意识的原则，为我国培养国家急需的人工智能领域的有用人才。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章绪论	智能控制的产生▲；智能控制的含义及特点▲★；智能控制理论▲★；智能控制的发展。	√		
第二章模糊集合与运算	模糊性概述；模糊集合的概念▲；模糊集合的运算▲★；模糊关系及其运算▲★。		√	
第三章模糊推理系统	语言变量与模糊规则；模糊推理▲★；模糊推理系统▲★。		√	
第四章模糊控制及系统设计	模糊控制的基本原理；模糊控制系统的设计▲；模糊控制的快速查表法▲★。 重点：模糊控制系统的设计；模糊控制的快速查表法。 难点：模糊控制的快速查表法。		√	√
第五章神经网络理论基础	生物神经网络；人工神经元模型；神经网络模型▲；神经网络学习▲★。		√	
第六章前馈神经网络学习算法	梯度下降算法▲；BP 神经网络及其学习算法▲★；RBF 神经网络及其学习算法▲★。		√	
第七章神经网络建模与控制	神经网络建模▲；神经网络控制▲★。		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：课程以讲授为主（32 学时），重视启发式教学，讲课深入浅出。以知识为载体，传授相关的思想和方法。课堂内容丰富充实，注意理论联系实际。激发学生学习兴趣，培养学生自学和创新能力。

学习方法：养成思考的习惯，提倡追踪最新研究进展。明确学习各阶段的重点任务，做

到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习。仔细研读教材，广泛阅读参考文献，深入理解概念，掌握方法的精髓，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	绪论	2					2
2	模糊集合与运算	6					6
3	模糊推理系统	4					4
4	模糊控制及系统设计	5	2		1		8
5	神经网络理论基础	2					2
6	前馈神经网络学习算法	4			1		5
7	神经网络建模与控制	3	2				5
合计		26	4		2		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 20%（作业等 10%，课堂提问 5%，出勤率 5%），考试成绩 80%。

平时成绩中的其它 10%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动）等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩 80%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	2.4, 4.2
考试成绩	80	2.4, 4.2

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	作业答题正确，卷面整洁，作业提交按时	作业答题基本正确，卷面基本整洁，作业提交按时	作业大部分答题正确，卷面基本整洁，作业提交基本按时	作业答题部分正确，卷面略显脏乱，作业提交基本按时	不满足 D 要求
研讨	基本概念清晰，方法可行，有效	基本概念清晰，方法基本可行	基本概念比较清晰，方法基本可行	基本概念基本清晰，方法部分可行	不满足 D 要求
实验	基本概念清晰，实验方案可行，有效	基本概念清晰，实验方案基本可行	基本概念比较清晰。实验方案基本可行	基本概念比较清晰。实验方案部分可行	不满足 D 要求
考试	概念清晰，解答正确，卷面整洁	概念清晰，解答基本正确，卷面整洁	概念基本清晰，解答基本正确，卷面基本整洁	概念基本清晰，解答部分正确，卷面略显脏乱	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：李晓理

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器人导航技术”课程教学大纲

英文名称: Mobile Robots Navigation

课程编码: 0008708

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 机器人基础原理、自动控制原理、机器人感知技术、机器人智能交互技术

教材及参考书:

[1] Gerald Cook 著, 赵春晖等译. 移动机器人导航、控制与遥感. 国防工业出版社, 2015 年 10 月

[2] Amitava Chatterjee 等编著, 连晓峰等译. 基于视觉的自主机器人导航. 机械工业出版社, 2017 年 7 月

[3] 郑慧烧, 等编著. 数值计算方法 (第 2 版). 武汉大学出版社, 2012 年 1 月

[4] 张强, 张雯. 水下机器人导航技术. 科学出版社, 2019 年 6 月

一、课程简介

本课程介绍移动机器人自主导航技术, 是一门多学科领域高度交叉的前沿技术学科, 也是开发各不同应用领域机器人控制系统的基础性通用技术, 有着广泛的应用前景。该课程的开设对于研究型及应用型人才的培养都具有重要作用。通过本课程的学习应使学生对移动机器人控制系统的导航算法实现的相关理论、原理及数值计算相关技术有较为全面的了解, 从而具备设计、开发移动机器人导航功能的能力及对各种移动机器人控制系统的快速掌握能力。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是机器人工程专业的学科选修课, 为相关专业学生提供有关移动机器人自主导航的相关理论、原理及算法实现技术的相关知识基础。课程以问题提出、模型建立、方法设计及实现层次化递进形式组织教学内容, 在传授相关知识的基础上, 通过案例化的教学方式, 强化培养学生综合利用所学知识进行全过程问题分析及计算实现的能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.4: 掌握机器人工程专业知识, 结合数学模型方法, 对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。

4.2: 能够针对特定需求, 完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

(二) 课程目标

1 教学目标: 在传授移动机器人控制模型、基于视觉的移动机器人自主导航问题建模、针对数学模型的数值计算及仿真实验方法等相关知识的基础上, 培养学生综合利用所学知识分析问题、解决问题的能力。在课程学习结束后,

应对移动机器人的运动控制原理、运动模型、视觉感知方法、运动路径规划及相关模型的数值计算方法有充分的理解，具备初步的机器人导航功能相关应用的开发能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		2.4	4.2
1	掌握移动机器人控制模型、基于视觉的移动机器人自主导航问题的建模	●	
2	掌握视觉感知方法、运动路径规划	●	
3	掌握相关模型的数值计算方法		●
4	具备初步的机器人导航功能相关应用的开发能力		●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

通过国内外移动机器人自主导航技术的发展，及应用前景的广泛性，培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 移动机器人导航概论	基于非线性模型的移动机器人航向控制（▲）、基于移动机器人航向与速度的计算力矩控制（▲）、机器人姿态表示模型（★）	√			
第二章 基于视觉的移动机器人自主导航模型及计算方法	机器人姿态表示模型（▲）、求解线性方程组的数值方法（★）、基于视觉的目标检测与分类（▲）、路径规划（▲）	√	√	√	√
第三章 多传感器信息融合方法	多传感器信息融合模型（▲）、最小二乘法（▲）、卡尔曼滤波（★）、K-means 聚类（▲）、Bayes 方法（★）		√		
第四章 基于视觉的移动机器人市内导航与 SLAM 系统开发	立体视觉（★）、视觉特征匹配（▲）、定位方法（★）、SLAM 系统开发流程（★）		√	√	√
第五章 大学生机器人项目展示	向学生展示机器人相关赛事的获奖大学生项目（▲）				√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：本课程内容包括应用问题、数学模型以及数值计算方法等多层次知识，各层次的教授重点体现差异化。在应用问题及数学建模方面，以课堂介绍及讨论为主，注重理论、工程知识的传授以及方案设计能力的训练；在数值计算方面，以课堂讲授及课后作业为主，注重学生对计算方法的理解与掌握。在此基础上，提供算法实现的演示系统，方便学生通过自学的方式强化算法实现能力的培养。

学习方法：本课程是面向应用的、具有很强的实践性与综合性的课程，建议学生加强预备知识的课前预习，独立认真完成课程作业和积极参与课堂讨论。建议学生重视基本概念、基本理论、模型、方法的学习，并着重理解面向应用的数理模型的构建及计算方法的性能分析，以培养分析、解决工程问题的能力；同时建议学生通过自学的方式强化算法实现、系统开发等能力的培养。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	移动机器人导航概论	2			1		3
第二章	基于视觉的移动机器人自主导航模型及其计算方法	8		2	1		11
第三章	多传感器信息融合方法	4		2	1		7
第四章	基于视觉的移动机器人市内导航与 SLAM 系统开发	5		2	1		8
第五章	大学生机器人项目展示	2			1		3
合计		21		6	5		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

平时成绩 40%（作业等 25%，其他 15%），测验 30%，期末考试成绩 30%。

平时成绩中的其它 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 25%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

测验 30%对学生学习情况的检验。考查学生对已学习的基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度。

考试成绩 30%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40%	作业的完成质量, 课堂的表现情况, 对毕业要求指标点 2.4 和 4.2 提供支撑。
测验	30%	阶段内容掌握情况, 对毕业要求指标点 2.4 和 4.2 提供支撑。
考试成绩	30%	学生基本概念, 基本方法, 基本理论及知识运用能力的情况, 对毕业要求指标点 2.4 和 4.2 提供支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准, 详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	知识掌握完整, 独立完成作业, 答案正确, 书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整, 独立完成作业, 答案比较正确, 书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整, 独立完成作业, 答案比较正确, 书写潦草, 及时交作业	知识掌握比较完整, 独立完成作业, 答案不正确, 书写潦草, 及时交作业	不满足 D 要求
其他	上课认真听讲, 课堂参与度高, 回答问题正确, 综合运用知识能力强	上课认真听讲, 课堂参与度高, 回答问题较正确, 综合运用知识能力较强	上课比较认真听讲, 课堂参与度高, 回答问题基本正确, 综合运用知识能力一般	上课比较认真听讲, 课堂参与度不高, 回答问题不正确, 综合运用知识能力欠缺	不满足 D 要求
测验	阶段学习的基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确, 卷面整洁。	阶段学习的基本概念理解比较准确、重要方法熟练掌握较好、计算过程比较正确, 卷面较整洁。	阶段学习的基本概念理解准确、重要方法掌握较好、计算过程接近正确, 卷面较整洁。	阶段学习的部分基本概念理解准确、重要方法基本掌握、计算存在错误正确, 卷面较整洁。。	不满足 D 要求
考试	基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确, 卷面整洁, 字迹工整。	基本概念理解比较准确、重要方法掌握较好、计算过程比较正确, 卷面较整洁, 字迹工整。	基本概念理解比较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确, 卷面比较整洁, 字迹工整。	基本概念理解有误、重要方法基本掌握、计算结果存在错误, 卷面比较整洁, 字迹较为工整。	不满足 D 要求
评分标准 (A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握, 及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 孔德慧

批准者: 于乃功

2020 年 7 月

“数据库原理及应用”课程教学大纲

英文名称: Principles and applications of database systems

课程编码: 0010653

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 数据结构与算法, 高级语言程序设计

教材及参考书:

[1]王珊, 萨师煊, 数据库系统概论(第5版), 高等教育出版社, 2014-9

[2]王能斌, 数据库系统教程(第2版), 电子工业出版社, 2008-5

[3]袁冠, 葛欣, 雷小锋, 谢红. 数据库原理与应用(MySQL版), 清华大学出版社, 2019-2

一、课程简介

本课程是一门计算机类基础性课程,也是信息化时代计算机应用方面的非常重要和实用的课程,是我校电子信息类专业本科教学计划中的一门专业任选课程,它对于提高学生解决实际问题、满足社会需求及增强求职的能力具有重要作用。本课程在计算机软件技术基础课程之后开设,力求学生在解决实际问题方面能够借助有效的软件工具,设计并开发出满足需求的小型数据库系统解决方案,为学生今后进一步深造或者参加工作打下良好的基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是机器人、电子信息、自动化等电类非计算机专业的专业任选课,可以作为其它非计算机专业的选修课,属于软件技术系列。旨在继计算机软件技术基础、编程语言等课程后,为学生在解决实际问题时提供有效的软件工具,在系统层次上再认识计算机软件技术,培养其信息处理、计算机应用等方面的专业基本能力。帮助学生基本思维方法和研究方法;引导学生追求从问题出发,通过形式化去实现数据管理;除了学习知识外,还要学习数据库相关设计方法;给学生提供参与设计实现小型数据库系统的机会,培养其工程意识和能力。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

指标点 3-4 能运用基本原理,借助文献研究,分析机器人工程领域复杂问题解决过程中的影响因素,获得有效结论。

指标点 4-2 能够针对特定需求,完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

指标点 5-2 能够根据特定机器人工程领域复杂机器人工程问题的具体特征,选择研究路线,,设计实验方案。

指标点 6-3 能够针对具体的机器人复杂工程问题,开发或选用满足特定需求的测试工具和模拟仿工具,模拟和预测专业问题,并能够分析其局限并能够分析其局限性。

指标点 13-1 能够正确认识自主和终身学习的必要性,具有自主学习和终身的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：写明课程拟达到的课程目标，指明学生需要掌握的知识、素质与能力及应达到的水平，本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

通过本课程的学习，使学生掌握数据库系统基本的理论；掌握数据库设计的方法和步骤，能根据需要设计简单的数据库系统；掌握 MySQL 数据库管理系统及相关软件的使用，能够进行数据库应用开发。为解决实际生活中的数据管理问题提供有效的软件工具，使得学生毕业后更好地适应社会的需要。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		3-4	4-2	5-2	6-3	13-1
1	掌握数据库基本概念基本理论，以及数据库系统设计和实现方法。	●	◎	●	◎	◎
2	掌握 MySQL 典型数据库管理系统建立、管理与维护。	●	◎	●	◎	●
3	增强理论结合实际能力，能够针对实际生活中的数据管理问题设计与实现数据库应用系统。	◎	●	●	●	◎
4	培养系统能力和面向系统构建的自主、交流和团队协作能力	◎	◎	◎	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：写明课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中。

本课程将着重通过学习标准化的作用，努力形成遵章守则的氛围，培养学生在工作学习中要“尊重标准，向标准看齐”；通过课程实验，理解课题、群体与社会的辩证关系，培养学生的工匠精神、主人翁责任感、集体荣誉感，同时理解团队协作的重要性，了解团队协作是计算机应用程序开发小组成员所遵循的基本规范之一。最后培养学生在数据库涉及的需求分析中的沟通能力，从而学习高效沟通能力。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标 (√)			
		1	2	3	4
第一章 数据库系统引论	了解文件系统的缺点、数据管理发展的历史、数据模型的种类。了解数据库系统的结构和数据库系统的七个功能。理解什么是数据？▲理解什么是数据模型？▲数据库中采用哪几级数据模型？▲理解什么是数据模式？▲DBMS 中的数据模式分为几级？掌握数据模型与数据模式的区别。掌握数据、数据模型、数据模式的概念★；掌握数据模型和数据模式的区别。理解数据库的生存周期包括的几个阶段。	√			
第二章 数据模型	了解层次数据模型的基本概念和结构。了解网状数据模型的基本概念和结构。了解层次、网状和关系模型之间的差别。重点掌握关系数据模型的基本概念以及关系代数操作▲★。掌握实体、属性和联系的概念。掌握 E-R 图的概念和表示方法▲。掌握扩充 E-R 图的概念和表示方法。	√			
第三章 数据库语言	了解什么是数据库的用户接口？了解 SQL 的 4 大功能。重点掌握基本 SQL 查询语言▲★。重点掌握 SQL 提供的增、删、改数据库中数据的语句▲★。了解视图的概念以及视图与基表的区别；掌握视图的定义和操作。	√	√	√	

第四章 数据库 的存储 结构	了解常用的几种存储介质及其特点。了解记录的三种存储结构，记录在物理块上的分配，物理块在磁盘上的分配，数据压缩技术等。了解文件访问方式的五种类型▲，数据库对文件的要求，了解 DBMS 常用的三种文件类型。	√			
第五章 数据库 恢复技 术和并 发控制	了解恢复、恢复技术及其种类的概念。了解更新事务执行时应遵守的原则▲★。了解什么并发的概念。了解并发的目的。了解事务并发引起的 3 个问题▲★。了解死锁的概念、死锁的检测和处理▲。了解完整性约束的两大类型，掌握完整性约束的说明方法▲。了解触发器、主动数据库的概念，掌握 ECA 规则及其使用。	√	√		
第六章 数据库 设计	理解函数依赖的概念▲。了解多值依赖的概念。了解连接依赖的概念。重点掌握关系规范化为第一范式、第二范式以及第三范式的方法；了解 BC 范式的概念▲★。了解数据库设计的基本过程。数据库概念设计的基本方法▲，如何利用 ER 图进行概念设计▲，重点掌握几种类型的 E-R 图到关系模式的转换方法，了解对关系模式进一步改善和调整应考虑的问题，理解外模式的作用以及如何实现外模式。理解簇集的概念以及簇集设计的原则，掌握索引选择的原则、分区设计的原则等。			√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：通过对重难点知识的讲授（24 学时）引导学生开展自主性学习，同时辅以实验。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，培养终身学习的能力。实验教学则提出基本要求，引导学生独立（按组）完成系统的设计与实现。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性，设计抽象模型，最后实现计算机问题求解——设计实现数据库系统。明确学习各阶段的重点任务，认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。认真开展自主性学习，仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓，积极动手开展实验，在实验中加深对原理的理解和方法的验证。

利用校内的教育在线网站，网站有包括讲稿、演示录像、在线讨论论坛，以及相关精品课程资源等。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节 名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	第一章数据库系统引论	4					4
2	第二章数据模型	4					4
3	第三章数据库语言	4		4			4
4	第四章数据库的存储结构	4					4
5	第五章数据库恢复技术和并发控制	4					4
6	第六章数据库设计	4		4			4
合计		24		8			32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成成为主要目的,检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布: 考试形式为笔试(闭卷),考试周外考试。总评成绩以百分制计算,期末考试成绩占 70%,平时成绩(包括答疑、质疑、作业、实验和出勤)占 30%。

实验成绩占 10%。主要反映学生在所学理论指导下如何设计和实现一个最终能够运行的简单数据库系统的能力:掌握数据库的设计方法,应用所掌握的方法(E-R 图、关系模式等),设计实现一个具有基本功能的简单数据库系统。附加要求是设计实现前端的数据库应用服务程序。引导学生发挥潜力,尽量增强系统的功能。培养学生在该复杂系统的研究、设计与实现中的交流能力(口头和书面表达)、协作能力、组织能力。

平时成绩主要考核学生平时的信息接受、课堂表现、自我约束。其中的 10%主要反映学生完成作业的情况,主要评定依据包括:选择实际系统的合理性、需求分析、概念设计、逻辑设计的合理性正确性,以及实际完成的系统能否正确运行等。5%反映课程的出勤情况、课堂的基本表现(含课堂测验)。另有 5%通过答疑、质疑的方式督促考核学生的自学情况。

考试成绩 70%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度,及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。主要以数据库的设计、数据库的实现为主。要起到督促学生系统掌握包括基本思想基本方法在内的主要内容

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况,详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例(%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	30	对布置的作业选择实际系统的合理性、需求分析、概念设计、逻辑设计的合理性正确性,以及实际完成的系统能否正确运行等
考试成绩	70	以数据库的基本概念、数据库的设计、数据库的实现为主

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准,详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	掌握	熟悉	了解	基本了解	不满足 D 要求
实验	完成了 95%	完成了 85%	完成了 75%	基本完成	不满足 D 要求
考试	掌握	熟悉	了解	基本了解	不满足 D 要求
评分标准(A~E): 主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握,及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者: 黄佳进

批准者: 于乃功

2020 年 7 月

“Python 编程基础”课程教学大纲

英文名称: Introduction of Python

课程编码: 0008702

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高级语言程序设计、高等数学(工)-1、高等数学(工)-2

教材及参考书:

[1] Eric Matthes 著, 袁国忠译. Python 编程从入门到实践(第2版). 人民邮电出版社, 2020年10月

[2] Zed A. Shaw 著, 王巍巍译. 笨办法学 Python 3. 人民邮电出版社, 2018年6月

一、课程简介

Python 编程基础是“简单”、“高效”、“开源”的语言,在信息科学中的编程语言中有着重要的作用。Python 是一个结合了解释性、编译性、互动性和面向对象的语言。Python 的设计具有很强的可读性。本课程系统讲述 Python 的基础理论、基本技术和基本方法。内容包括:基础语法、变量类型、循环条件、列表、元组,面向对象技术等。本课程是自动化专业本科生的专业任选课之一,既是进行更高学历教育的起点之一,也是学习人工智能其它专题课程的基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程是自动化专业、机器人工程专业的专业选修课。在大数据与智能时代,python 编程技术作为数据价值发现最有效的编程手段,极大的促进了计算技术在各个行业的应用,在多学科交叉发展中起到数据处理和操作的纽带作用;该课程是从基础知识到核心应用、从理论到实践转变的必备知识。该课程肩负着培养学生编程能力的基本知识和基本技能,培养学生分析问题和解决问题的能力,建立学生使用现代化的数据分析手段和计算思维,为以后深入学习各类数据打下良好的基础,同时也为自动化与机器人工程专业的广泛应用打下良好的编程基础,如自然语言处理、计算机视觉、多媒体技术、计算广告学、智能机器人感知技术等。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

4.2: 能够针对特定需求,完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

5.2: 能够根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征,选择研究路线,设计实验方案。

6.3: 能够针对具体的机器人复杂工程问题,开发或选用满足特定需求的测试工具和模拟仿真工具,模拟和预测专业问题,并能够分析其局限性。

13.1: 能够正确认识自主和终身学习的必要性,具有自主学习和终身学习的意识。

（二）课程目标

1 教学目标：培养掌握编程语言的基本理论和实践知识的信息化人才，使学生掌握编程方法的基本原理、方法和应用技术。具体目标包括以下四点（详情可参见表一）：

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		4.2	5.2	6.3	13.1
1	使学生掌握编程方面的基本理论、基础知识；	●	●	●	○
2	使学生掌握编程语言的应用能力和工程；	●	◎	●	●
3	培养学生分析问题和解决问题的能力；	●	●	◎	●
4	培养学生的数据思路和计算思路的能力。	●	●	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：Python 通过实验数据的分析可提升对国家经济和社会发展的民族情怀、通过实验报告的撰写提高责任担当有着重要意义；另外，通过程序的准确性分析提高职业素养、行为规范等育人元素。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章 Python 概述	1.Python 编程概述,调试、运行环境▲ 2. Python 的安装与在各类操作系统上的使用方法★	√	√	√	
第二章 Python 语言基础	1. Python 的内置对象、内置函数、运算符和表达式▲2. 列表的基本操作、列表的切片操作、列表推导式▲★3. 元组、生成器推导式▲★4. 字典和集合	√	√	√	√
第三章 Python 控制语言	1. 条件表达与选择▲2. 循环▲				√
第四章 Python 的字符处理	1. 字符串的操作▲★2. 正则表达式和 re 模块★	√	√	√	√
第五章 Python 函数	1. 函数的定义和使用▲2. 函数的实参和形参▲★3. Lambda 函数和 yield 函数▲★4. 函数的修饰器模式、偏序化和柯里化▲	√	√	√	√
第六章 Python 面向对象技术	1. 面向对象的编程思想介绍▲★2. 类的定义、变量类型和方法▲3. 多态和继承▲★4. 面向对象中的特殊方法★	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：教学组织主要以理论+实例来让学生理解 Python 的原理并加以应用。注重讲解技术提出的动机、实现及存在的问题，并安排相应的课后上机作为实践。采取包括讲授、线上线下混合教学等多种教学模式与方法。。所以，在教学环节过程中，需做到以下几点要求：

- 1、 将安排 24 学时进行理论课程的讲解，对概念需要讲清问题动机，理论需要配合实例进行分析、每个重要内容安排若干个上机题；
- 2、 考虑到该课程的选修课性质，将安排 8 学时上机实践（参见表二），以配合理论学习，最终以学生提供课堂讲解+可运行代码的形式进行问题讨论，对理论知识进行实践；
- 3、 安排闭卷考试，以测试学生对理论知识的掌握程度；

学习方法：根据 Python 课程的特点，建议学生做到以下几点：

1. 上课认真听讲，认真阅读相关教材尤其是认真理解课堂提供的幻灯片和教学视频内容，理解 Python 的相关概念和理论；
2. 侧重理解 Python 与 C 语言的区别和联系的地方，明白 Python 处理大数据所设计的语言特性；
3. 努力动手实践，上机练习，侧重领会程序设计原则和应用条件。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
1	Python 概述	2					2
2	Python 语言基础	5					5
3	Python 控制语言	3		2			5
4	Python 的字符处理	4					4
5	Python 函数	5		2			7
6	Python 面向对象技术	5		4			9
合计		24		8			32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩、实验成绩和考试成绩三部分。

平时成绩 20%（作业 10%，出勤 5%、其他 5%），实验成绩 30%和考试成绩 50%。

平时成绩中的其它 5%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课堂的基本表现，如课堂测验、课堂互动等。作业 10%主要是课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

实验成绩 30%主要是对学生提交的实验报告的完成度、准确度、规范化和表达形式的合理性和逻辑性进行判断，主要考察学生表达和逻辑，对知识的再学习能力和分析能力。

考试成绩 50%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	占比 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20	反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。支撑指标点 5.2、6.3、13.1。
实验成绩	30	学生提交的实验报告的完成度、准确度、规范化和表达形式的合理性和逻辑性进行判断，主要考察学生表达和逻辑，对知识的再学习能力和分析能力。支撑指标点 4.2、5.2、13.1。
考试成绩	50	强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。支撑指标点 4.2、6.3、13.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时成绩	基本概念、理论、方法掌握全面，并且综合运用理论知识解决复杂问题	基本概念、理论、方法正确但不能完全灵活应用理论知识解决复杂问题	基本概念、理论、方法正确，但不能灵活应用理论知识解决复杂问题	基本概念、理论、方法有部分错误	不满足 D 要求
实验成绩	综合运用理论知识成功解决多种问题，并用科学逻辑进行分析，符合科学表达的规范	综合运用理论知识成功解决多种问题，并用科学逻辑进行分析，但科学表达的规范性差	综合运用理论知识解决大部分问题，科学逻辑表达和分析不足，科学表达的规范性差	综合运用理论知识解决小部分问题，科学逻辑表达和分析不足，科学表达的规范性差	不满足 D 要求
考试成绩	基本概念、理论、方法掌握全面，并且综合运用理论知识解决复杂问题	基本概念、理论、方法正确但不能完全灵活应用理论知识解决复杂问题	基本概念、理论、方法正确，但不能灵活应用理论知识解决复杂问题	基本概念、理论、方法有部分错误	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：庞俊彪

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“先进控制理论”课程教学大纲

英文名称: Advanced Control Theory

课程编码: 0010695

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 自动控制原理、现代控制理论

教材及参考书:

[1] 孙亮.自动控制原理(第三版).高等教育出版社, 2011.06

[2] 多尔夫(美), 毕晓普(美).现代控制系统(第十二版)(英文版).电子工业出版社, 2012年7月

[3] 胡寿松.自动控制原理(第七版).科学出版社, 2019年2月

[4] 于建均.控制理论学习指导与习题精解.北京工业大学出版社, 2007年6月

一、课程简介

本课程是自动化专业及机器人工程专业的专业选修课。是继学生修完专业必修课程“自动控制原理”与“现代控制理论”后,针对本专业学生开设的。旨在巩固、深化、拓展学生自动控制系统的理论知识与技能,培养训练学生综合运用控制的理论与方法进行反馈控制系统分析与设计的能力,使学生较为全面了解、掌握当前在工程应用中成功或颇具前景的控制方法,为学生在本专业领域的进一步发展打下良好的理论基础与技能。课程的主要内容包括:控制系统导论,系统数学模型,反馈控制系统的性能分析,输出反馈控制系统设计,状态反馈系统设计,非线性控制系统,数字控制系统。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 本课程为自动化专业的专业选修课,属于自动控制技术系列。旨在继自动控制原理,现代控制理论课程之后,引导学生熟练运用自动控制系统的基本理论、知识和方法,进行反馈控制系统分析与设计;引导学生建立系统分析的思想,通过建立对象的数学模型抽象出系统的本质特征;引导学生基于反馈控制的基本思想,掌握面向对象的控制系统分析与设计的方法。培养其工程意识和能力,提升分析问题与解决问题的能力,体验实现控制目标的乐趣,为学生在本专业领域的进一步发展打下良好的理论基础与技能。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.4: 能应用相关知识和数学模型,进行自动化领域复杂工程问题多种解决方案的比较、评判与综合。

3.3: 能认识到自动化系统模型存在多种解决思路,通过文献研究对比分析,寻求可替代的解决方案。

13.2: 具有自主学习的能力,包括对技术问题的理解,归纳总结和提出问题的能力。

(二) 课程目标

1 教学目标：引导学生熟练运用自动控制系统的基本理论、知识和方法，进行反馈控制系统的分析与设计；引导学生建立系统分析的思想，通过建立对象的数学模型抽象出系统的本质特征；基于反馈控制的基本思想，掌握面向对象的控制系统分析与设计的方法，培养其工程意识和能力，提升分析问题与解决问题的能力，使学生较为全面了解、掌握当前在工程应用中成功或颇具前景的控制方法。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		2.4	3.3	13.2
1	建立系统分析的思想，通过建立对象的数学模型抽象出系统的本质特征	●	◎	◎
2	修养“性能指标、形式化描述、控制系统设计与校正”这一典型的控制系统问题求解过程，培养系统设计能力和面向对象构建的交流和团队协作能力	●	◎	◎
3	增强理论结合实际能力，获得实现自动控制在内的更多“顶峰体验”。	◎	●	◎

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过本课程学习，使学生建立反馈控制的思想理念，培养学生运用反馈控制的理论与方法解决工程实际问题的能力，为学生在本领域的发展打下坚实的理论基础与创新能力。在教与学的过程中，紧跟世界领先的自动化前沿技术，向学生剖析在工程应用中成功或颇具前景的控制方法，让学生知晓我国在该领域的优势与不足，引导学生以正确的人生观、价值观认识到产生这些不足或取得领先地位的原因，激发学生保持崇高的理想信念并为国家科技创新大踏步地努力学习。通过工程案例讲授，让学生准确地理解专业知识的同时，深思做人之本，培养学生大工程观；通过深入挖掘专业知识蕴含的德育元素，切实提高具有工匠精神新工科人才的培养质量。通过名人轶事介绍和生活中的反馈控制思想的发现，传递给学生爱国、敬业、诚信、友爱的精神，践行社会主义核心价值观。通过上课、实验、考试过程培养其良好的职业道德和规范的言行举止，达到培育学生有理想信念、有家国情怀、有民族自信、有责任担当及具有良好职业素养和行为习惯的育人目标。促进学生知识与能力、过程与方法、情感与价值观三维教学目标的统一，切实提高全方位育人质量，培养具有“宽厚、复合、创新”特征的自动化工程研究应用型人才，以适应当今世界教育国际化和信息化的时代潮流。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 反馈控制系统导论	控制系统概述，控制系统工程设计方法▲★，控制系统实例，控制系统前瞻▲	√	√	√
第二章 系统数学模型	物理系统数学模型的建立★，微分方程，传递函数▲，结构图★，频率特性，状态空间表达式▲以及模型的相互转换★	√	√	
第三章 反馈控制系统性能分析	反馈控制系统的时域分析法▲，复域分析法★，频域分析法▲★，状态空间法▲	√	√	

第四章 输出反馈控制系统设计	根轨迹方法设计校正装置★，伯德图法设计校正装置▲，在伯德图上用解析法进行系统设计▲★，带前置滤波器的反馈控制系统设计★	√	√	√
第五章 状态反馈控制系统设计	全状态反馈控制设计，观测器设计，观测器和全状态反馈控制的集成，最优控制器设计		√	√
第六章 非线性控制系统	相平面分析法，描述函数法，非线性控制器及其应用	√	√	
第七章 数字控制系统	脉冲传递函数，数字控制系统的性能与控制	√	√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：课堂讲授，以讲授为主（32 学时）。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。

课堂教学首先要使学生掌握课程教学内容中规定的一些基本概念、基本理论和基本方法。特别是通过讲授，使学生能够对这些基本概念和理论有更深入的理解，使之有能力将它们应用到一些问题的求解中。注意对其中的一些基本方法的核心思想的分析，使学生能够掌握其关键。

积极探索和实践研究型教学。探索如何实现教师在对问题的求解中教，学生怎么在对未知的探索中学。从提出问题，到求解思路分析，进一步培养学生抽象表示问题的能力，强化对“一类”问题进行求解的意识；从闭环控制的角度向学生展示控制原理，同时考虑控制结构中各模块的实现与联系，针对具体问题的控制器的设计与实现，通过对不同级别对象的抽象和问题的分治，培养学生的系统意识和能力。

使用多媒体课件，配合板书和范例演示讲授课程内容。在授课过程中，可由典型的物理对象的控制问题入手，自然进入相关内容的讲授。适当引导学生阅读外文书籍和资料，培养自学能力。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本理论的钻研，在理论指导下进行实践；注意从实际问题入手，归纳和提取基本特性。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。仔细研读教材，适当选读参考书的相关内容，从系统实现的角度，深入理解概念，掌握方法的精髓和算法的核心思想，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	反馈控制系统导论	2					2
第二章	系统数学模型	6					6
第三章	反馈控制系统性能分析	8					8
第四章	输出反馈控制系统设计	8					8
第五章	状态反馈控制系统设计	4					4
第六章	非线性控制系统	2					2
第七章	数字控制系统	2					2
合计		32					32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

本课程的总成绩评定包括两个部分：平时成绩和期末考试，以百分制计算。

平时成绩占 25%（包括作业 10%，其他 15%），

期末考试成绩占 75%。期末考试形式为笔试（闭卷）。

平时成绩中的其它 15%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等）；

作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

期末考试是对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对控制系统分析与设计的概念与方法的熟练掌握程度，考核学生灵活运用所学方法设计解决方案的能力，淡化考查一般知识、结论记忆。主要以模型建立，系统分析，系统的设计为主。要起到督促学生系统掌握包括基本思想方法在内的主要内容。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 2-4、3-3、13-2 达成度的支撑。
其他	15	课堂参与度及其完成质量，对应毕业要求 2-4、3-3、13-2 达成度的支撑。
期末考试	75	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2-4、3-3 达成度的支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	知识掌握完整，独立完成作业，答案正确，书写整齐并及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写整齐并及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写潦草，及时交作业。	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案不正确，书写潦草，及时交作业。	不满足 D 要求
其他	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题正确，综合运用知识能力强，课堂测验答案正确	上课认真听讲，课堂参与度较高，回答问题正确，综合运用知识能力较强，课堂测验答案比较正确	上课比较认真听讲，课堂参与度较高，回答问题基本正确，综合运用知识能力一般，课堂测验答案部分正确	上课比较认真听讲，课堂参与度不高，回答问题不正确，综合运用知识能力欠缺，课堂测验答案部分正确	不满足 D 要求
考试	基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确，卷面整洁，字迹工整。	基本概念理解比较准确、重要方法掌握较好、计算过程比较正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解比较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解有误、重要方法基本掌握、计算结果存在错误，卷面比较整洁，字迹较为工整。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：于建均

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“物联网机器人”课程教学大纲

英文名称: Internet Of Things Robot

课程编号: 0010689

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: python 语言程序设计、人工智能导论

使用教材及参考书:

[1]李联宁. 物联网基础教程, 清华大学出版社, 2019 年 11 月

[2]马飒飒, 王伟明. 物联网基础技术及应用, 西安电子科技大学出版社, 2018 年 1 月

[3]张冀, 王晓霞, 宋亚奇. 物联网技术与应用, 清华大学出版社, 2017 年 8 月

一、课程简介

本课程是人工智能、电子信息工程、计算机科学与技术、自动化及相关专业的一门重要的专业必修课程,也是人工智能、机器学习领域重要技术基础课。本课程着重于培养学生对物联网基础、面向对象的编程思想、掌握从事本专业工作所需的数学(特别是离散数学)、自然科学知识、学科基础和专业基础知识,能够用于解决复杂人工智能系统设计、开发和应用中的问题。主要任务是学习物联网是物与物、人与物之间的信息传递与控制,并能应用这些基本方法设计实现简单的物联网应用案例,掌握包括计算思维在内的适应解决人工智能工程问题的基本思维方法和研究方法,具有良好的学科素养和工程意识,能够识别和表达复杂人工智能系统设计、开发和应用中的问题。

二、课程地位与目标

(一)课程地位:在信息工程类人才培养体系中处于基础核心地位,为后续进一步学习机器学习、人工智能升阶课程打下基础。

课程教学目标:从物联网基本概念入手,将物联网分为感知层、网络层与应用层 3 个层次,突出了物联网的系统性与体系架构,强调了物联网的关键技术及安全标准体系,通过实际案例详细介绍了物联网技术在交通运输、智能物流、公共信息平台等方面的具体应用。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

2.4: 掌握机器人工程专业知识,结合数学模型原理,通过文献研究或相关方法,调研和分析机器人工程领域复杂工程问题的解决方案。

3.3: 能够根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征,选择研究路线,设计实验方案。

4.2: 能够针对特定需求,完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

(二)课程目标

1 教学目标:对于毕业要求 2.4,本课程通过剖析一些基础概念(例如:物联网的基本

组成、产品电子编码、RFID 技术、物联网信息网络技术等），掌握通过物联网基础设计并实验的整体过程。课程实验含有部分创新设计实践环节；

对于毕业要求 3.3，本课程安排《基于物联网技术的智能交通系统》案例，并让学生分组完成先关的任务，并撰写（不少于 6000 字）及答辩环节，培养学生文献检索、科技写作的能力，及通过信息综合得出合理有效结论的能力；

对于毕业要求 4.2，本课程的实践环节要求学生采用物联网与物流公共信息平台进行课题设计与实现；启发学生独立思考，自主寻求解决问题的答案，培养学生自主学习和终身学习的意识和能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		2.4	3.3	4.2
1	掌握物联网基本概念	●	◎	◎
2	掌握物联网的体系架构	●	●	●
3	掌握物联网的关键技术及安全标准体系	◎	●	●
4	掌握物联网案例应用	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：本课程对培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等育人元素，寓价值观引导于知识传授之中，确立具有人文社会科学素养和社会责任感，能够在工程实践中理解并遵守工程职业道德和规范，履行责任。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
第一章绪论	学习物联网的核心概念及基础知识★	√			
第二章物联网基本构成及工作原理	掌握物联网系统软硬件平台、射频技术工作原理等★		√		
第三章智能照明控制	物联网应用开发的基础架构▲	√	√	√	√
第四章基于物联网技术的家庭安防报警	物联网技术在家庭安防报警的应用▲	√	√	√	√
第五章物联网的家庭环境监控	物联网系统的家庭环境监控系统的设计▲	√	√	√	√
第六章家庭影院与背景音乐	家庭影院与背景音乐的涉及▲	√	√	√	

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：教学方法采用互动式教学，增强课程的趣味性，引入经典案例来丰富教学内容，鼓励学生自学；引入评价指标进行算法效果的比较，结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、研讨、小组合作、探究教学、项目驱动、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。。

学习方法：根据课程及学生学习特点，给出学习该门课程的指导和建议。可以包括体现

本门课程特点的学习策略、学习技巧、自主学习指导、课程延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站及学习注意事项、学习效果自我检查方法指导等内容。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3 课堂讲授与实验相结合：课堂讲授 28 学时，实验 4 学时。采用数字多媒体课件。以上述章节中需要掌握的内容为核心，组织几次课堂讨论。激发学生的学习兴趣，推动学生灵活、深入地掌握基本概念。充分调动学生积极性，提高教师与学生的互动。作业习题均配合授课内容，通过完成作业促进学生掌握所学内容。教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	主要内容	学时分配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其他	
第一章绪论	物联网概述	4					4
第二章物联网基本构成及工作原理	物联网基本构成及工作原理	4	2				6
第三章智能照明控制	基于物联网技术的智能照明控制	6	1				7
第四章基于物联网技术的家庭安防报警	基于物联网技术的家庭环境监控	4	3				7
第五章物联网的家庭环境监控	基于物联网技术的家庭影院与背景音乐	4	4				8
合计		22	10				32

六、考核与成绩评定

采用项目答辩的形式，总成绩以项目、平时学习状况、实验相结合的方法计算。

综合评定成绩（100%）= 平时（20%）+ 课堂汇报（30%）+ 期末综合（50%）

平时成绩中的上课问题回答主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的项目说明书主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考试成绩为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	占比 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时	20	相关作业、小论文的完成质量，对应毕业要求指标点 2.4 的支撑内容为：掌握通过物联网基础设计并实验的整体过程。
课堂汇报	30	课堂汇报完成质量，对应毕业要求指标点 2.4 和 3.3 的支撑内容为：本课程安排《基于物联网技术的智能交通系统》案例，并让学生分组完成先关的任务，并撰写（不少于 6000 字）及答辩环节，培养学生文献检索、科技写作的能力，及通过信息综合得出合理有效结论的能力。
期末综合	50	知识掌握与运用的综合评价，对应毕业要求指标点 3.3 和 4.2 的支撑内容为：本课程的实践环节要求学生采用物联网与物流公共信息平台进行课题设计与实现；启发学生独立思考，自主寻求解决问题的答案，培养学生自主学习和终身学习的意识和能力，并让学生分组完成先关的任务，并撰写（不少于 6000 字）及答辩环节，培养学生文献检索、科技写作的能力，及通过信息综合得出合理有效结论的能力。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
平时	知识掌握完整，独立完成作业，答案正确，书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写潦草，及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案不正确，书写潦草，及时交作业	不满足 D 要求
课堂汇报	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题正确，综合运用知识能力强	上课认真听讲，课堂参与度较高，回答问题较正确，综合运用知识能力较强	上课比较认真听讲，课堂参与度较高，回答问题基本正确，综合运用知识能力一般	上课比较认真听讲，课堂参与度不高，回答问题不正确，综合运用知识能力欠缺	不满足 D 要求
期末综合	准确地完成大课业要求，综合运用知识能力强	基本概念理解比较准确、重要方法掌握较好、计算过程比较正确，基本准确地完成大课业	基本概念理解比较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确，能够完成实验	基本概念理解有误、重要方法基本掌握、计算结果存在错误，能够完成实验大部分内容	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：常鹏

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“协作操控机器人”课程教学大纲

英文名称: Collaborative Control Robot

课程编码: 0010698

课程性质: 专业选修课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 概率率与数理统计 (工), 大学物理 I, 机器人基础原理, Python 编程基础

教材及参考书:

[1] 讲义

[2] 王璐欢, 张笑天, 智能协作机器人技术应用初级教程, 哈尔滨工业大学出版社, 2020

[3] 杨辰光, 程龙, 李杰, 机器人控制, 清华大学出版社, 2020

一、课程简介

本课程首先介绍协作操控机器人的定义和特点、行业概况、应用及发展趋势;其次,介绍协作机器人外力感知传感器的原理与应用以及外力感知的方法;然后,讨论协作机器人的柔顺控制技术,包括机器人阻抗控制方法、机器人协作控制策略、机器人动态行为控制方法;接下来,讨论协作机器人的认知控制技术,包括协作机器人认知控制的定义与架构、人-机器人交互协作中的意图和任务理解、自然交互、知识记忆的学习方法;最后,学习典型协作机器人(AUBO、UR)的基本操作与特殊应用案例,从而掌握多种协作控制技术的综合应用。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 机器人与人在共享的工作空间中协作完成复杂的任务,已经成为机器人行业新的发展趋势。由此,协作操控机器人作为机器人家族中重要一员,其相关课程学习是培养机器人工程专业人才必要的专业选修课。本课程引导学生认识协作机器人的特点与重要应用,理解协作机器人的外力感知技术,掌握机器人阻抗控制方法、协作控制策略与机器人动态行为控制技术,掌握协作机器人认知控制技术(意图理解、知识记忆、自然交互学习的基本方法),掌握典型协作机器人的基本操作,以及了解协作机器人特殊应用案例中多种控制技术的综合应用。在此基础上,与讨论、实验相结合,加强学生的知识综合运用能力,技术创新能力等。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体分析如下。

毕业要求 2.指标点 2-4: 掌握机器人工程专业知识,结合数学模型方法,对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。协作机器人的外力感知、柔顺控制、认知控制等蕴含了数学物理电子等多种理论模型,应用场景的数据分析处理都需要对机器人基础专业知识理解和基本数学模型的运用,因此学习本课程,就是把机器人工程领域复杂工程问题表达为各种模型,加以比较和综合。

毕业要求 3.指标点 3-4: 能运用基本原理,借助文献研究,分析机器人工程领域复杂工程问题解决过程中的影响因素,获得有效结论。机器人工程是一个多学科交叉领域,同时正

处于创新爆发生长阶段，新的应用背景，新的方法/技术/工具不断涌现，机器人外力感知技术、柔顺控制技术、认知控制技术快速迭代，迫使本课程必须把最近的研究进展推到学生面前，同时学生们可以通过大量新鲜文献理解这个方向的新成果和新趋势，构筑自己分析工程问题的能力。

毕业要求 4.指标点 4-2：能针对特定需求，完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元（部件）的设计。本课程重点之一就是要将机器人应用场景的需求化为协作机器人控制的性能指标，与控制模型的搭建、设计联系起来。

毕业要求 5.指标点 5-2：能根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征，选择研究路线，设计实验方案。本课程通过多种应用场景，揭示问题的多样性和不同实验方案的性能边界。

毕业要求 6.指标点 6-2：了解机器人工程专业常用的设计、开发工具及仿真软件的工作原理和使用方法，并理解其局限性。本课程协作机器人控制模型的建立涉及常用的仿真工具，加强学生对不同工具的对比，加深不同工具对问题匹配的理解。

（二）课程目标

1 教学目标：使学生掌握“协作操控机器人”的基本概念、原理和设计理念和方法，包括系统的特点，包括外力感知的基本模型，包括柔顺控制的典型模型，包括认知控制的典型模型，赋予学生利用模型思维，认识和比较机器人工程相关复杂问题的解决方法的能力，锻炼学生把应用需求化为控制系统指标分析能力；同时，让学生掌握典型协作机器人应用场景下外力感知方法、柔顺控制方法以及认知控制方法，从而增长学生借助文献调研洞察复杂工程问题的影响因素，借助不同工具研究工程问题的能力。本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点				
		2-4	3-4	4-2	5-2	6-2
1	牢固扎实协作操控机器人涉及的基本概念、基本原理和方法，包括外力感知模型、协作控制模型、动态行为控制模型等。	●	◎	◎	◎	●
2	把文献研究作为教学目标和环节之一，通过线上交流、课堂分享、课堂研讨的等教学环节，培养学生的专业探索兴趣、开阔专业视野，形成关注专业行业发展的素养。	◎	●	◎	●	◎
3	协作机器人典型应用成功或失败的案例，展示其社会、健康、安全、法律、文化、环境等方面因素，理解技术之外的因素怎样影响技术的落地实现，发现成功案例背后技术怎样与非技术因素互动。	●	●	●	◎	◎
4	梳理协作操控机器人涉及多学科的各工具。从而，面对机器人工程问题的具体特征，学生能利用工具链，设计实验方案，选择比较不同的研究方案。	●	◎	●	●	◎
5	把课程所强调的部分基本概念和基本方法的练习放到协作机器人控制技术相关的设计开发工具及仿真软件，从而熟悉相关工具。	●	●	●	●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：本课程对协作操控机器人的学习，让学生了解中国科技发展的能力，坚定学生的理想信念，培养家国情怀和民族自信，同时，也要看到中国科技发展的短板，激发

学生的责任担当，通过对学习行为的规范，培养他们的职业素养、行为规范。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 协作操控机器人概述	教学目的▲、课程的基本内容▲、协作操控机器人的定义和特点★、行业概况、常见协作机器人介绍、应用及发展趋势，引导学生充分认识学习课程的重要意义和有效的学习方法。	√	√	√	√	√
第二章 外力感知技术	协作机器人外力感知传感器（腕力传感器、惯性传感器、关节角度传感器和关节扭矩传感器等）的原理▲与应用▲以及外力感知方法★。	√	√	√	√	√
第三章 柔顺控制技术	协作机器人柔顺控制的定义▲、机器人阻抗控制▲（基于力控制、基于位置控制的阻抗控制方案、自适应阻抗控制）方法、机器人协作控制策略▲（被动、共享、主动协作控制）、机器人动态行为控制★（任务分配、安全控制策略等）。	√	√		√	√
第四章 认知控制技术	协作机器人认知控制的定义与架构▲、人-机器人交互协作中的意图与任务理解★、自然交互★、知识记忆▲，学习典型的协作机器人任务示教和执行的认知控制过程。	√	√	√	√	√
第五章 典型协作机器人的基本操作	典型协作机器人（AUBO、UR）的简介、系统设置、基本操作▲、编程与应用★。	√	√	√	√	√
第六章 协作机器人的特殊应用案例	通过学习协作机器人的特殊应用案例（煎炸食物、调酒师和咖啡师工作、助老助残、协助飞行驾驶、协助手术工作等）▲，掌握控制技术（外力、柔顺、认知）的综合应用★。	√	√	√		

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合本课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取包括讲授、小组讨论、探究教学、案例教学、线上、线上线下混合等多种教学模式与方法。

学习方法：由于本门课程具有紧密联系生产生活的特点，因此，同学们要注重理论联系实际；还有紧密结合实验课程，加深对各种基本概念、模型/算法的理解；同时，要主动扩大参考教材和文献阅读量，延伸学习资料获取途径及信息检索方法、教学网站等信息参见本课程讲义。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合 计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
第一章 协作操控机器人概述	协作操控机器人的定义和特点、行业概况及发展趋势	2					2
第二章 外力感知技术	协作机器人外力感知传感器的原理、应用与感知方法	4					4
第三章 柔顺控制技术	协作机器人柔顺控制的定义、机器人阻抗控制方法、机器人协作控制策略、机器人动态行为控制。	9	1				10
第四章 认知控制技术	协作机器人认知控制的定义与架构、人-机器人交互协作中的意图与任务理解、自然交互、知识记忆。	7			1		8
第五章 典型协作机器人的基本操作	典型协作机器人（AUBO、UR）的基本操作、编程应用。	4					4
第六章 协作机器人的特殊应用案例	通过学习协作机器人的特殊应用案例（煎炸食物、调酒师和咖啡师工作、助老助残、协助飞行驾驶、协助手术工作等），掌握控制技术（外力、柔顺、认知）的综合应用。	4					4
合计		30	1		1		32

六、考核与成绩评定

课程成绩包括平时成绩、课程设计报告成绩、考试成绩三部分。

考核方式及成绩评定分布：

平时成绩 20%（作业等 10%，其它 10%），课程设计报告成绩 40%，考试成绩 40%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 10%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

课程设计报告 40%主要反应学生综合运用所学理论模型知识解决复杂问题的能力。

考试成绩 40%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	20%	考查作业认真，掌握常用仿真工具，上课专心、思维活跃、表述准确，文献调研结论有效，出勤率饱满。
课程设计报告	40%	能根据应用需求设计控制系统指标，能够利用适当模型分析预测复杂工程问题，设计实验方案。
考试成绩	40%	概念模型、基本方法及理论掌握准确。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	字迹工整，答题清晰简明，逻辑清楚，正确理解概念原理。	字迹工整，答题较清晰，基本正确理解概念原理，对作业批改意见，有改正。	字迹不清，概念原理理解有误，忽视作业批改意见。	字迹潦草，错题较多，忽视作业批改意见。	不满足 D 要求
课堂讨论	在分组研讨前充分准备，研讨中提出主要观点，合理论证，组织讨论，积极发言。	在分组研讨中，说明自己的观点和依据。	观点欠清晰，缺少论证。	观点不清晰。	不满足 D 要求
考试	基本概念清楚、掌握理论方法，用以理解分析应用问题。	基本概念清楚，理论方法基本掌握，运用基本得当。	概念基本清楚，理论方法分辨尚可。	基本概念混淆，理论方法理解不完整。	不满足 D 要求
课程设计报告	能够综合运用所学的控制模型完成协作机器人的操作任务。	基本能够运用所学的模型于机器人完成协作任务。	理论方法分辨尚可，模型运用不够熟练。	理论方法理解不完整，模型运用仅部分正确。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：刘春芳

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“新生研讨课”课程教学大纲

英文名称: Robotics Engineering Freshman Seminar

课程编码: 0009394

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 无

教材及参考书:

[1] Robin R. Murphy 著. 人工智能机器人学导论(第二版)(英文版). 电子工业出版社, 2019.10

[2] 孙富春 等 译. 机器人学导论——分析、控制及应用(第二版). 电子工业出版社, 2018 年 3 月

[3] 樊炳辉 等 编著. 机器人工程导论. 北京航空航天大学出版社, 2018 年 6 月

[4] 蒋再男, 王珂 编著. 机器人交互技术. 清华大学出版社, 2020 年 3 月

[5] 赵耀 编. 自动化概论(第 2 版). 机械工业出版社, 2014.10

一、课程简介

“机器人工程新生研讨课”是由大学知名教授专门为机器人工程专业大一新生开设的小班专题讨论课程。主要教学方式是以小组方式与开课教授就某一专题共同开展研究,在教授指导下开展小组讨论,进行口头辩论和写作训练。与其他类型课程不同,新生研讨课没有固定的教材,开课专题可以涉及本专业内的任何领域,由任课教师依新生的特点自行确定,鼓励交叉学科选题。通过该课程的学习,使学生认知机器人工程专业,了解机器人的前沿发展现状和趋势,激发求知欲、好奇心和研究兴趣,对终身学习有正确认识,具有不断学习和适应发展的能力。

二、课程地位与目标

(一)课程地位: 本课程是为机器人工程专业大一新生开设的自主课程。旨在引导学生认知机器人工程专业,感受机器人科学和技术的魅力,激发其求知欲和研究兴趣,培养其积极思考、讨论和探究式学习的习惯;让学生了解四年所学课程之间的关系;指导学生根据自己的兴趣和能力做好职业规划、学习计划、选修计划;指导学生养成自主学习和研究性学习的习惯;提高学生参与大学生创新性实验、实践与科研的兴趣;在师生互动教学过程中强调探索和研究的過程及其对学生发展的教育意义;对学生学习已知、探索未知、开拓视野、合作研究、批判思考、交流表达等诸多方面进行全面的培养与训练,为更高层次的学习、研究打下良好基础。

本课程主要对毕业要求 4、毕业要求 9、毕业要求 10 及毕业要求 11 构成支撑。具体对应指标点如下:

4.4 在机器人系统设计中能够考虑安全、健康、法律、文化及环境等制约因素。

9.3 理解工程师对公众的安全、健康、福祉及环境保护的社会责任,能够在工程实践中

自觉履行责任。

10.1 能够在多学科背景下的团队中，与其他学科的成员有效沟通，合作开展工作。

11.1 能够就机器人工程专业问题，以口头、文稿、图表等方式表达观点，回应质疑，理解与业界同行和社会公众交流的差异性。

（二）课程目标

1 教学目标：总的教学目标是：使学生深入了解机器人工程专业的历史、发展及现状，掌握一些常用的专业术语，并能批判性的提出自己对机器人工程专业领域内一些问题的认识，体验机器人技术应用于实践的乐趣。

具体教学目标包括：（1）使学生对机器人工程专业有一定的认知水平；（2）使学生了解机器人工程专业课程的设置；（3）使学生认识自主学习与研究性学习的重要性；（4）激发学生实验、实践与科研的兴趣；（5）培养学生的合作交流与表达能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		4.4	9.3	10.1	11.1
1	使学生对机器人工程专业有一定的认知水平	◎	◎	○	○
2	使学生了解机器人工程专业课程的设置	◎	◎	○	○
3	使学生认识自主学习与研究性学习的重要性	○	◎	○	◎
4	激发学生实验、实践与科研的兴趣	◎	●	○	○
5	培养学生的合作交流与表达能力			●	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：

通过引导学生研讨读大学的目的和意义、机器人工程专业在国家经济和社会发展中的重要地位、国家机器人理论研究和产业发展形势等问题，培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等，激发学生从事机器人工程专业学习的热情，努力把自己塑造成为具有社会主义核心价值观和健全人格的高素质创新型人才。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）				
		1	2	3	4	5
第一章 自动化、机器人、人工智能	以工业自动化、农业自动化、军事自动化、办公自动化、交通自动化、楼宇自动化、工业机器人、地面移动机器人、飞行机器人、水下机器人，以及人们日常生活中的人工智能系统典型案例分析自动化、机器人、人工智能技术在相关领域的应用情况，引导学生了解自动化、机器人和人工智能之间的相互关系，以及三者的共性关键技术，激发学生探究机器人科学和技术的好奇心和兴趣。 重点：“自动化、机器人、人工智能”三者的相互关系。 难点：“自动化、机器人、人工智能”的共性关键技术。 研讨题：（1）“自动化、机器人、人工智能”三者的相互关系；（2）“自动化、机器人、人工智能”与社会发展。	√		√		√
第二章	自动化的概念，自动化与机器，自动化与信息科学、自动化的目标、自动化的理论方法与技术演变——物理自动化、信息自动化、知识自动	√		√		√

何为自动化（机器人化）	化。以自动化的概念和目标分析引出机器人化，使学生了解自动化的中心任务是实现“智能自动化”，而智能化的代表性机器就是机器人自治系统—机器人自动化。 重点：自动化的概念及其发展阶段。 难点：物理自动化、信息自动化、知识自动化的深层次含义。 研讨题：（1）阐述机械化和计算机化对于自动化的不同意义；（2）阐述计算机化和智能化的联系与区别；（3）评说：自动化就是机器人化。					
第三章 机器人的进化	机器人的定义，机器人的分类，机器人的进化与发育，机器人的核心技术，机器人的未来发展。从人类的进化过程引出机器人的进化过程，并介绍进化过程中所涉及到的主要技术，使学生了解机器人的定义、分类、自动化技术在机器人的发展过程中的主要作用。 重点：机器人的定义，机器人的进化过程。 难点：机器人进化过程中涉及到的核心技术。 研讨题：（1）何为机器人？（2）人工智能系统和智能机器人是一回事吗？举例说明其有何区别？	√		√	√	√
第四章 机器人与人工智能	智能机器人与人工智能的关系，人工智能的定义，人工智能的发展与未来，人工智能引发的伦理问题，中国人工智能产业及教育。通过对人工智能科学和技术的研讨，使学生了解智能机器人是人工智能技术的重要载体，人工智能是机器人的灵魂。 重点：人工智能的定义和发展情况。 难点：人工智能技术，及其在智能机器人研究中的应用。 研讨题：（1）智能机器人研究的最高境界是什么？你认为机器人会赶上和超越人类吗？	√		√	√	√
第五章 机器人工程专业认识	教育部本科专业目录、国内外机器人（工程）专业的设置情况、机器人工程专业的培养方案、机器人工程专业的课程体系、机器人工程专业的研究生教育。使学生深入了解机器人工程专业的历史、发展及现状，理解专业培养方案和课程体系，明确学业规划，从而激发学生树立继续深造的目标。 重点：机器人工程专业的培养方案、机器人工程专业的课程体系。 难点：明确学业规划。 研讨题：（1）机器人工程专业毕业生应该具备哪些能力？（2）机器人工程专业学生应该主要学习哪几个方面的课程？（3）机器人工程专业与自动化专业的本质区别是什么？	√	√	√		√
第六章 课程设置情况	基础课、专业课。基础课包括公共基础与专业基础，专业课包括专业限选与专业任选。这部分内容主要向学生介绍大学四年将要接触到哪些课程以及这些课程的主要目的。 重点：各课程的设置目的。 难点：各课程之间的矩阵关系。 研讨题：某课程的设置与培养大学生能力的关系？		√	√	√	√
第七章 分析、设计报告展示研讨	以小组（2-3人）为单位完成一个自动化、机器人、人工智能相关领域的典型系统（产品、装置等）的设计或分析报告。 分析报告要求：自选自动化、机器人、人工智能相关领域的一个典型系统（产品、装置等）作为研究对象，介绍其功能、社会需求、历史沿革、市场前景，分析其工作原理、关键技术及（结构等）设计方法。如果认为其不够完美，望提出改进设想，分析其改进方法。 设计报告要求：如果本人有发明创造的冲动，可以撰写一个自动化、机器人、人工智能相关领域系统（产品、装置等）的研发报告。要求介绍其研究背景（社会需求、市场前景、功能等），分析其可行性、研究内容、创新点、设计方法和关键技术。			√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，采取讲授和研讨相结合的方式教授。课内讲授主要围绕师生共同感兴趣的问题，由教师介绍相关的基本概念，推崇探究型与启发式教学，以机器人工程专业相关理论和知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生踏着大师们研究步伐前进。研讨环节则由教师提出基本要求，引导学生按组完成每

一个专题的合作研究、批判思考、交流表达。

学习方法：培养学生养成探索的习惯，特别是重视对问题的思考和探究，在掌握基本概念的基础上进行问题的分析与归纳；注意从自动化、机器人及人工智能技术入手，归纳和提取不同研究方向的基本特性，建立机器人工程的基本框架。明确重点任务，做到课前准备，课中认真听课，积极思考，大胆发言，课后认真思考，不放过思想的任何灵动，充分利用好教师资源和同学资源。积极参与讨论，在讨论中加深对机器人工程专业的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	自动化、机器人、人工智能	1			1		2
第二章	何为自动化（机器化）	1			1		2
第三章	机器人的进化	1			1		2
第四章	机器人与人工智能	1			1		2
第五章	机器人工程专业认识	1			1		2
第六章	课程设置情况	1			1		2
第七章	分析、设计报告展示研讨				4		4
合计		6			10		16

六、考核与成绩评定

平时成绩 40%（作业 10%，出勤 10%，课堂讨论 20%），期末分析设计报告及展示 60%。

平时成绩 40%主要反应学生的课程出勤、平时作业、小组研讨、课堂展演、演讲讨论的情况。

期末分析设计报告是对学生学习情况的全面检验，主要以具体问题的分析和设计方法为主。强调考核运用所学概念、原理、技术去分析问题和解决问题的能力，包括学生选题难易程度、调研充分性、学术价值和 PPT 展示性，淡化考查一般知识、结论记忆。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
平时成绩	40%	主要考核学生出勤、平时作业、小组研讨、课堂展演、演讲讨论情况，支撑毕业要求拆分指标点的 9.3、10.1、11.1。
分析设计报告成绩	60%	主要考核学生运用所学概念、原理、技术去分析问题和解决问题的能力，支撑毕业要求拆分指标点的 4.4、10.1、11.1。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真完成作业，且观点正确、内容详实。	认真完成作业，且观点正确、内容较详实。	认真完成作业，且观点基本正确、内容较详实。	认真完成作业，且观点基本正确、内容尚详实。	不满足 D 要求
研讨	积极参与讨论，在讨论中认真思考，大胆发言，思路敏捷，对研讨问题有独立见解。	积极参与讨论，在讨论中认真思考，大胆发言，思路较敏捷，对研讨问题的观点有新意。	认真参加讨论，在讨论中认真思考，主动发言，对研讨问题的观点有一定新意。	认真参加讨论，在讨论中能够思考，能够发言，对研讨问题的观点尚有新意。	不满足 D 要求
分析设计报告	选题有挑战性、调研充分、学术价值高、PPT 展示性好。	选题难度大、调研充分、学术价值较高、PPT 展示性好。	选题难度较大、调研较充分、学术价值较高、PPT 展示性较好。	选题有一定难度、调研基本充分、有一定学术价值、PPT 展示性较好。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：于乃功

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器人智能交互技术”课程教学大纲

英文名称: Technology on Human-Robot Intelligent Interaction

课程编码: 0010105

课程性质: 自主课程

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 机器人感知技术, 图像处理与机器视觉

教材及参考书:

[1] 蒋再男, 王珂. 机器人交互技术(新工科机器人工程专业规划教材). 清华大学出版社, 2020 年 3 月.

[2] 杜广龙, 张平. 机器人自然交互理论与方法. 华南理工大学出版社, 2017 年 3 月.

[3] 吴亚东等. 自然人机交互技术及应用. 科学出版社, 2020 年 4 月.

一、课程简介

与人自然地进行交互是智能机器人,尤其是服务机器人应具备的基本功能,人机交互技术也是机器人专业本科生应掌握的一门专业知识。本课程与传统信息类人机交互技术的区别在于,聚焦智能机器人领域的人机自然交互方法,包括其基本原理、应用及发展前沿。内容涉及视觉、语音、触觉及多模态交互等方法的原理及应用,其中基于体感的视觉交互和语音交互为课程重点内容。

不同于传统的实践环节,本课程采用项目驱动的研究型学习方式,强调学生的主体意识和参与意识,培养学生的自主学习能力和创新能力;通过引入分组的协作与竞争机制,培养学生的团队协作能力。

通过本课程的学习和训练,使学生理解和掌握人机交互的基本原理及方法,为从事该领域的专业技术工作或深造打下坚实基础。

二、课程地位与目标

(一) 课程地位: 自然、智能的人机交互是服务机器人必备的基本功能,是智能服务机器人核心技术之一。北京工业大学机器人专业以服务机器人为特色,因而本课程在本专业的人才培养体系中占有重要的地位。该课程对于学生综合运用前期学习的传感器、感知、视觉等专业知识,进一步理解和掌握机器人感知交互的典型开发方法具有重要的作用。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述如下。

指标点 2-4: 掌握机器人工程专业知识,结合数学模型方法,对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。

智能机器人自然人机交互涉及语音、视觉等信号的处理、检测与识别。本课程要求学生掌握基本识别算法的数学模型,理解各主流算法模型的适用对象与应用环境。

指标点 4-2: 能够针对特定需求,完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

本课程要求学生针对不同识别对象、不同应用环境，能够进一步学习算法模型的改进设计。在该过程中，培养学生对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合的能力。

指标点 5-2：能够根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征，选择研究路线，设计实验方案。

加强实践环节，要求学生通过软件编程和硬件开发出实现人机交互系统。通过查阅文献和调研，培养学生综合、收集和正确利用各种信息及获取新知识的能力。

指标点 13-1：能够正确认识自主和终身学习的必要性，具有自主学习和终身学习的意识。

本课程是研究性质的课程，不同于传统被动的接受知识的方式，强调学生的主体意识和参与意识，培养学生的自主学习能力和创新能力。

（二）课程目标

1 教学目标：

通过本课程的学习，要求学生理解不同智能化人机交互方法的原理及适用场景，掌握重点方法的理论框架和数学模型；在此基础上，做到理论与实践相结合，能够针对具体应用场景下的交互需求，选择、设计技术方案，搭建软硬件系统，实现设计目标；最终通过学习，不仅使学生掌握前沿的专业知识和扎实的专业技能，而且培养出研究型学习的素养，树立下良好的学习意识。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点			
		2-4	4-2	5-2	13-1
1	理解不同智能化人机交互方法的原理及适用场景，掌握重点方法的理论框架和数学模型	●			
2	理论与实践相结合，能够针对具体应用场景下的交互需求，选择、设计技术方案，搭建软硬件系统，实现设计目标	◎	●	●	
3	培养研究型学习的素养，树立良好的学习意识				●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：在培养学生学习兴趣和对本专业热爱的基础上，将家国情怀和民族振兴的责任感等育人元素培植于学生的学习过程，引导学生树立远大崇高的理想信念。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）		
		1	2	3
第一章 机器人交互技术概述	1.1 机器人交互技术的概念与发展 1.2 机器人交互技术的前沿问题与应用领域▲	√		

第二章 视觉交互	2.1 视觉交互的基本原理(2D/3D)★2.2 体感与手势交互▲2.3 符合社交规范的交互原理及方法★2.4 眼球凝视与表情识别交互		√	√
第三章 语音交互	3.1 命令语言识别交互▲3.2 自然语言识别交互		√	
第四章 力觉与触觉交互	4.1 机器人遥操作 4.2 可穿戴设备交互 4.3 灵巧手触觉系统▲		√	
第五章 多模态交互	5.1 视觉与听觉信息融合的多模态交互▲5.2 视觉与可穿戴设备感知融合的多模态交互		√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：主体上采用项目驱动的教学方式，包括教师理论讲授和学生综合实验两大环节，突出“学生为主体，教师为主导”。

课程初期即向学生明确学习和考核目标，目标导向有利于学生带着问题探究学习，从而提升学习动机和提高学习效率。理论讲授聚焦于实践环节的技术重点与难点问题，为学生后续的综合实验提供理论方法的指导。在综合实验环节，学生自行分组，可以从老师发布的题目中选题，也可以自行选题（必须限定于“机器人智能交互”的范围，并得到教师认可），鼓励个性化和创造性学习。综合实验环节要充分发挥学生的积极性和主动性，在学生遇到难以解决的问题时，教师给予一定的建议、启发和帮助。

学习方法：本课程除了理论学习之外，采用项目驱动的探究学习方式，在综合实验环节开发完成某一人机交互系统，通过操作体验充分激发学习兴趣。学生利用 12 个实验学时以及课下时间完成算法设计、软件开发、必要的硬件设计、制作等环节。通过这种强化实践的方式，培养学生解决典型专业问题的能力。在这个过程中，会涉及到课程外延的其他前期专业课程知识和技能，甚至包括课外专业知识。这就要求掌握科技文献的查阅方法，包括跟主讲教师探讨，利用网络资源快速获取参考资料的技能。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		讲授	习题	实验	讨论	其它	
第一章	机器人交互技术概述	2					2
第二章	视觉交互	5		12	4		26
第三章	语音交互	5					
第四章	力觉与触觉交互	2					2
第五章	多模态交互	2					2
合计		16		12	4		32

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考试成绩两部分。

本课程的考核方式为考查综合实验的情况，根据研讨环节与实验报告综合评定考核。设计研讨环节打分占 50%，实验报告成绩占 50%。

在设计研讨环节，要求学生展示自己的设计作品，清楚地介绍技术方案的选择依据和实现细节，并对老师和同学们提出的问题进行答复。同时，也要对其他同学的作品给出评价和建议。该环节邀请本课程群的多名老师参与打分，根据学生对知识的掌握程度和对综合实验的参与度综合评定。

实验设计报告要求学生规范地书面表达技术方案和实验结果，考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例 (%)	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
设计研讨	50	考查①是否理解重点概念及理论；②是否能针对具体问题比较、选取最佳的技术路线；③是否能清楚地设计并表达技术方案；④是否具有良好的学习意识和学习态度。 该环节对各个毕业要求拆分指标点均有支撑。
实验报告	50	考查①设计细节是否完整、准确；②是否具有查阅文献、搜集资料的能力；③结论是否正确；④是否能规范地撰写技术报告。 该环节对各个毕业要求拆分指标点均有支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
设计研讨	能够把需求背景、技术方案、结果表达清楚，设计合理，且能够积极参加其他同学的展示讨论	能够把需求背景、技术方案、结果表达清楚，设计合理，但参与讨论的情况稍差	需求背景、技术方案、结果的表达，方案的设计与实现，二者基本清晰、合理	需求背景、技术方案、结果的表达，方案的设计与实现，二者至少有一条基本清晰、合理	不满足 D 要求
实验报告	设计方案、结果、结论等细节完整、准确，写作规范，具有查阅文献、搜集资料的环节	设计方案、结果、结论等细节完整、准确，写作规范，查阅文献、搜集资料的环节有所欠缺	设计方案、结果、结论等细节完整，但准确性较差	设计方案、结果、结论等细节不够完整、准确性较差	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：李秀智

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“信息通信网络及应用”课程教学大纲

英文名称: Information Communication Network and its Application

课程编码: 0010704

课程性质: 专业任选课

学分: 2.0

学时: 32

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 高级语言程序设计、微机原理与接口技术

教材及参考书:

[1] 陈熙源, 祝雪芬, 汤新华. 信息通信网络概论(第一版). 北京: 清华大学出版社, 2018.10

[2] 谢希仁. 计算机网络(第五版). 北京: 电子工业出版社, 2008.01

[3] (美) 詹姆斯·F. 库罗斯, (美) 基思·W. 罗斯著; 陈鸣译. 计算机网络: 自顶向下(原书第7版). 北京: 机械工业出版社, 2018.05

[4] 何莉, 许林英, 等. 计算机网络概论(第二版). 北京: 高等教育出版社, 1999.04

一、课程简介

信息通信网络及应用是信息学部为机器人工程专业本科生开设的专业任选课程。本课程的任务是讲述信息通信网络的基本原理、技术和方法。主要内容包括信息通信网络的发展、应用, 数据通信基础, 计算机网络体系结构, 局域网, TCP/IP 协议, 无线网络技术, 网络互连设备, 广域网技术等。通过本课程的学习和相关实验训练, 学生可以掌握信息通信网络的基本原理和相关技术, 为从事机器人工程研究和应用打下基础。教学重点内容包括数据通信基础、计算机网络体系结构、局域网、TCP/IP 协议、无线网络技术。教学难点内容包括数据通信基础、计算机网络体系结构、TCP/IP 协议。

二、课程地位与目标

(一) **课程地位:** 本课程是一门适用于机器人工程专业本科生学习的专业任选课, 属于计算机技术系列。旨在继高级语言程序设计、微机原理与接口技术等课程后, 引导学生对于信息通信网络原理、计算机网络体系结构、数据通信基础、局域网、TCP/IP 协议、无线网络技术、网络互连设备、广域网等知识点从整体上有较全面的掌握, 具备一定的计算机网络操作、日常管理和维护、无线局域网组建、Internet 应用等实践能力, 特别要掌握信息通信网络在机器人工程方面的应用。

本课程支撑的毕业要求拆分指标点的具体描述。

对于毕业要求 2-4, 掌握机器人工程专业知识, 结合数学模型方法, 对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。

对于毕业要求 4-2, 能够针对特定需求, 完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

对于毕业要求 5-2, 能够根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征, 选择研究路线, 设计实验方案。

（二）课程目标

1 教学目标:通过本课程的学习,可以使系统、全面地掌握信息通信网络工作原理、技术及其在机器人工程的应用。该目标分解为以下子目标。

- (1) 理解数据通信原理;
- (2) 掌握计算机网络的体系结构及工作原理;
- (3) 掌握局域网的工作原理、TCP/IP 协议,并能够组建局域网;
- (4) 掌握无线网络技术;
- (5) 了解网络互连设备和广域网技术。

主要为毕业要 2-4、4-2、5-2 的实现提供支持。

对于毕业要求 2-4,掌握机器人工程专业知识,结合数学模型方法,对机器人工程领域复杂工程问题的解决方案进行比较和综合。

对于毕业要求 4-2,能够针对特定需求,完成机器人感知、通信、计算、运动控制等单元(部件)的设计。

对于毕业要求 5-2,能够根据特定机器人工程领域复杂工程问题的具体特征,选择研究路线,设计实验方案。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点		
		2-4	4-2	5-2
1	理解数据通信原理	◎	●	◎
2	掌握计算机网络的体系结构及工作原理	◎	◎	◎
3	掌握局域网工作原理、TCP/IP 协议,并能组建局域网	●	●	●
4	掌握无线网络技术	◎	●	◎
5	了解网络互连设备和广域网技术	◎	●	◎

注:●:表示有强相关关系,◎:表示有一般相关关系,○:表示有弱相关关系

2 育人目标:激发学生的爱国热情和崇尚科学的精神;注重实践育人,培养担当精神;落细落小落实社会主义核心价值观培育和践行。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑,详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点(▲)、难点(★)	课程目标(√)				
		1	2	3	4	5
第一章 信息通信网络发展	信息通信网络发展,网络的组成和功能(▲),网络拓扑结构和分类(▲),因特网发展趋势等,并介绍机器人的通讯方式					
第二章 数据通信基础	数据通信系统,数据传输原理(▲★),数据交换技术(▲),移动通信技术	√				
第三章 计算机网络体系结构	网络体系结构及网络协议(▲★),物理层(▲),数据链路层(▲),网络层(▲),传输层(▲),高层协议(▲)		√			
第四章 局域网	局域网概述,局域网的体系结构(▲),以太网和 IEEE802.3 标准(▲),令牌环网和 IEEE802.5 标准(★),令牌总线型网络(★),FDDI 网络,工业以太网			√		

第五章 TCP/IP 协议	TCP/IP 概述, IP 协议 (▲★), TCP 和 UDP (▲★), 应用层协议 (▲), VPN 和 NAT, IPv6			√		
第六章 无线网络技术	无线网络技术, 无线网络的分类、协议以及通信方式				√	
第七章 互连设备	互连设备概述, 互连设备					
第八章 广域网	广域网的基本概念, X.25 协议, 帧中继, ATM 异步传输模式					√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法: 课堂讲授采用计算机多媒体、板书以及慕课等相互结合的方法, 通过动画、图表等手段, 帮助学生理解、消化和掌握教学内容。在教学过程中, 注重问题驱动, 通过学生在使用计算机网络过程中遇到的问题, 引出相关理论和技术, 促进学生对相关知识的掌握; 注重培养学生的自主学习能力, 安排学生通过自我备课, 课堂报告等方式, 加深学生对知识的理解; 采用启发式或研究型教学方法, 以知识为载体, 重点传授获取知识的方法; 讲授学时为 24, 实验学时为 6, 考试学时为 2。实验教学则按照实验目的和要求, 组织学生分组设计实验方案, 完成任务。

学习方法: 对于该课程, 学生应注重理论与实践相结合, 通过解决时间问题, 了解、理解、掌握相关理论和技术; 通过学习相关理论和技术, 指导对信息通信网络的应用水平。通过了解相关理论和技术产生的过程, 加深理解并掌握, 更要学会研究。仔细阅读教材和相关参考书, 深入理解概念、理论和技术。重视实验, 通过实验加深对理论的理解。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配, 详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合 计
		讲 授	习 题	实 验	讨 论	其 它	
信息通信网络发展	信息通信网络发展, 网络的组成和功能, 网络拓扑结构和分类, 因特网发展趋势等, 并介绍机器人的通讯方式	1.5	0.25		0.25		2
数据通信基础	数据通信系统, 数据传输原理, 数据交换技术, 移动通信技术	3.5	0.25		0.25		4
计算机网络体系结构	网络体系结构及网络协议, 物理层, 数据链路层, 网络层, 传输层, 高层协议	5.5	0.25		0.25		6
局域网	局域网概述, 局域网的体系结构, 以太网和 IEEE802.3 标准, 令牌环网和 IEEE802.5 标准, 令牌总线型网络, FDDI 网络, 工业以太网	3.5	0.25		0.25		4
TCP/IP 协议	TCP/IP 概述, IP 协议, TCP 和 UDP, 应用层协议, VPN 和 NAT, IPv6	3.5	0.25	6	0.25		10

无线网络技术	无线网络技术，无线网络的分类、协议以及通信方式	1.5	0.25		0.25		2
互连设备	互连设备概述，互连设备	1					1
广域网	广域网的基本概念，X.25 协议，帧中继，ATM 异步传输模式	1					1
考试	闭卷考试					2	2
合计		23	1.5	4	1.5	2	32

六、考核与成绩评定

平时成绩占 30%（出勤和课堂表现 10%，作业 10%，实验 10%），考试 70%。

出勤和课堂表现占 10%，评定成绩依据是课堂出勤、接受知识能力和自我约束能力。

作业占 10%，评定成绩依据是独立完成 5 次作业。

实验成绩占 10%，主要考查学生在所学理论的指导下设计和实现 Wireshark 网络数据包捕获和分析能力；路由器基本配置和路由规划能力。

考试占 70%，闭卷考试，比较全面地考察学生对信息通信网络相关知识的掌握情况。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	所占比例（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标点的支撑情况
出勤及课堂表现	10	课堂练习参与度及完成质量，对应毕业要求 2-4 达成度的考核。
作业	10	相关作业的完成质量，对应毕业要求 2-4、4-2 达成度的考核。
实验	10	实验系统的设计与实现情况，对应毕业要求 5-2 达成度的考核。
考试	70	对规定考试内容掌握的情况，对应毕业要求 2-4、4-2 达成度的考核。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	知识掌握完整，独立完成作业，答案正确，书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写整齐并及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案比较正确，书写潦草，及时交作业	知识掌握比较完整，独立完成作业，答案不正确，书写潦草，及时交作业	不满足 D 要求
出勤和课堂表现	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题正确，综合运用知识能力强	上课认真听讲，课堂参与度高，回答问题较正确，综合运用知识能力较强	上课比较认真听讲，课堂参与度高，回答问题基本正确，综合运用知识能力一般	上课比较认真听讲，课堂参与度不高，回答问题不正确，综合运用知识能力欠缺	不满足 D 要求
实验	准确地完成实验	基本准确地完成实验	能够完成实验	能够完成实验大部分内容	不满足 D 要求

考试	基本概念理解准确、重要方法熟练掌握、计算过程完整正确，卷面整洁，字迹工整。	基本概念理解比较准确、重要方法掌握较好、计算过程比较正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解比较正确、重要方法掌握较好、计算结果接近正确，卷面比较整洁，字迹工整。	基本概念理解有误、重要方法基本掌握、计算结果存在错误，卷面比较整洁，字迹较为工整。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：高学金

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“学术论文写作”课程教学大纲

英文名称: Academic Paper Writing

课程编号: 00100662

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

适用对象: 机器人工程专业本科生

先修课程:

教材及参考书:

[1] 张孙玮, 吕伯昇, 张 迅. 科技论文写作入门(第五版). 化学工业出版社, 2017 年 2 月

[2] Barbara Gastel, Robert A. Day 著, 任志刚译. 科技论文写作与发表教程(第八版). 电子工业出版社, 2018 年 1 月

[3] 闫茂德, 左磊, 杨盼盼等. 科技论文写作. 机械工业出版社, 2021 年 3 月

一、课程简介

学术论文写作是人工智能与自动化学院(部)为机器人工程专业本科生开设的自主课程。本课程的任务是通过学习学术论文写作,为学生最后撰写毕业论文和发表科技论文打下良好基础,并掌握撰写毕业论文方法、技巧和能力。论文是展现研究成果的一种重要方式,也是科研工作者与同行交流的一个重要途经,学术论文写作方法和规范是学生应该掌握的基本知识和基本技能,为将来从事科学研究打下基础。并且掌握口头、书面与同行和相关人员进行有效沟通和交流的能力。教学内容重点:期刊评价标准,论文管理工具的使用,如何写综述,撰写开题报告,毕业论文的写作。教学内容的难点:论文管理工具的使用,摘要的主要内容,如何提取关键词。

二、课程地位与教学目标

(一) 课程地位: 学术论文是科研成果展现,与学术同行交流的重要途径之一。学术论文的写作方法和规范是学生应该掌握的基本知识和基本技能。通过学习本课程,掌握学术论文写作,英文论文写作以及毕业论文写作的要求,学会如选题,如何搜集和管理文献,如何写摘要,如何提取关键词,如何发表论文,如何回答编辑的问题,以及如何撰写毕业论文。

主要为毕业要求第 11.1 的实现提供支持。

11.1: 能够就机器人工程专业问题,以口头、文稿、图表等方式表达观点,回应质疑,理解与业界同行和社会公众交流的差异性。

(二) 课程目标

教学目标: 使学生掌握学术论文写作中的基本概念、基本理论、基本方法,在学会如何撰写学术论文。该目标分解为 2 个子目标,子目标与毕业要求拆分指标点得关系如下表所示。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点
		11.1
1	学会收集和使用学术论文，并掌握学术论文写作及与编辑和同行交流的能力。	●
2	掌握英文论文写作的方法，及毕业课题的开展过程及毕业论文的写作方法。	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：科技论文写作能够将我们国家科技工作者的成果展示给国内外科技工作者、为后来者研究提供基础，促进我国科技工作的进步，让学生在学习中有名族自豪感和自信心。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）	
		1	2
第一章 如何搜集和使用材料	论文的搜集主要包括两方面，一方面是搜索引擎的使用（▲）。另一方面是期刊和会议的评价标准。主要介绍了三种搜索引擎的使用：CNKI 中文中国知网，Web of science 搜索引擎以及 IEEE 搜索引擎。介绍论文评价标准（▲），论文的引用量、期刊的影响因子、JCR 期刊分区、中科院期刊分区表的国际学术期刊目录。	√	
第二章 论文的综述摘要关键词	综述主要介绍研究的背景（▲），研究的问题的关键性，拟解决的关键问题，解决关键问题重要意义，结合科学研究发展趋势来论述科学意义等等。摘要主要提炼出本文的主要研究内容（▲）（★），主要的研究方法或者使用的技术以及方法或者技术主要的优点是什么。论文的关键词（▲）一般要体现研究的内容、使用的方法、突破点等等。	√	
第三章 英文学术论文写作	英文论文写作之前的准备，尽早的学会阅读英文论文（▲）。英文论文写作中可以使用的工具（▲），百度翻译的使用，grammarly 等英语写作检查工具的使用，曼彻斯特大学学术短语库等等。科技英语写作（★）中要注意的问题（▲），比如英语的语态与句式。在这个过程中要求学生完成一篇英文论文摘要的写作。		√
第四章 投稿与改稿	详细介绍论文投稿的流程，如何查询和使用特定期刊的模板（▲）。回复审稿人的问题的时候主要将审稿人的问题一一提炼出来并分别回答（▲）。当审稿人要求修改的时候，如何回应审稿人的意见。如何使用审阅功能来保存修改痕迹，那些修改痕迹需要被保留，那些痕迹不需要被保留。如何像编辑申诉，当论文质量很高却被审稿人拒绝的时候，如何才能向编辑申诉，并且和写申诉信（▲）（★）。		√
第五章 毕业论文撰写	开题报告（▲）、文献综述的写作方法（▲），掌握学校规范编制毕业论文的注释、参考文献以及引文的主要方法（▲）（★）。		√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：主要以讲授的方式进行，同时让学生自己动手写作来体验学术论文写作。课内讲授推崇研究型教学，以知识为载体，传授相关的思想和方法，引导学生学会学术论文写作。

学习方法：养成探索的习惯，特别是重视对基本自主学习，能够主动的学习各种内容，

在理论指导下进行实践，注意从实际问题入手，能够自己动手来实践。明确学习各阶段的重点任务，做到课前预习，课中认真听课，积极思考，课后认真复习，不放过疑点，充分利用好教师资源和同学资源。认真阅读参考书的相关内容，从全局的角度，深入理解概念，不要死记硬背。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章	主要内容	学时分配				合计
		讲课	习题	讨论	其他	
1	如何搜集和使用材料	2				2
2	论文的综述摘要关键词	2	2			4
3	英文学术论文写作	4	2			6
4	投稿与改稿	2				2
5	毕业论文撰写	2				2
合计		12	4			16

六、考核与成绩评定

课程考核以考核学生对课程目标达成为主要目的，检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括平时成绩和考察成绩两部分。

考核方式及成绩评定分布：写明该门课程考核环节及各环节的成绩占比，各考核环节、考核内容对毕业要求拆分指标点的支撑情况。

平时成绩 40%（作业等 20%，其它 20%），期末考察 60%。

平时成绩中的其它 20%主要反应学生的课堂表现、平时的信息接收、自我约束。成绩评定的主要依据包括：课程的出勤率、课堂的基本表现（如课堂测验、课堂互动等；作业等的 20%主要是课堂作业和课外作业，主要考察学生对已学知识掌握的程度以及自主学习的能力。

考察成绩 60%为对学生学习情况的全面检验。强调考核学生对基本概念、基本方法、基本理论等方面掌握的程度，及学生运用所学理论知识解决复杂问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分点的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	比例（%）	主要考核内容
作业	20	相关作业的完成质量，对应毕业要求 11.1 达成度的支撑。
随堂练习	20	课堂练习参与度及其完成质量，对应毕业要求 11.1 达成度的支撑。
期末考察	60	对规定学习内容掌握的情况，对应毕业要求 11.1 达成度的支撑。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评分标准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	语言流畅有明确表达中心，关键词中心思想对应	语言基本流畅，有表达出中心思想，关键词能够没有明确对应关系	语言基本流畅，但看不出表达中心，关键词能不能明确	语言不够流畅，有语法错误，没有明确中心思想，关键词不明确	不满足 D 要求
随堂练习	全勤，完成两次高质量课堂练习	全勤，完成两次课堂练习	全勤，完成一次课堂练习，完成质量一般。	全勤，没有完成课堂练习。	不满足 D 要求
期末考察	格式规范，各部分内容比例协调，有明确表达中心。	格式基本规范，各部分内容比例基本协调，能看出表达中心。	格式基本规范，各部分内容比例不够协调，能看出明确表达中心。	格式不规范，各部分内容比例不够协调，不能看出明确表达中心。	不满足 D 要求

制定者：奥顿

批准者：于乃功

2020 年 7 月

“机器人前沿论坛”课程教学大纲

英文名称: Robotics Frontier Forum

课程编码: 0010103

课程性质: 自主课程

学分: 1.0

学时: 16

面向对象: 机器人工程专业本科生

先修课程: 机器人基础原理、电机驱动与运动控制、机器人感知技术、高级语言程序设计、机器人智能交互技术、微机原理与接口技术、自动控制原理、信息通信网络及应用等课程
教材及参考书: 自主查阅和论坛内容相关的学术文献。

一、课程简介

本课程是为机器人工程专业毕业班（大学四年级）学生所开设的综合性专业提高课程。主要内容是介绍机器人工程领域科学研究和技术的最新发展与前沿知识,包括机器人环境感知技术研究情况、机器人导航技术进展、机器人智能操控技术进展、人机交互技术进展、机器人仿生技术进展、机器人智能决策技术进展,及人工智能、自动化等其他相关领域的研究进展和技术进步等。通过本课程的学习,使学生能更多地了解机器人工程领域面临的挑战和所要解决的主要问题,掌握机器人前沿理论研究和发展的动态,以开阔学生视野,增强学生的创新意识,提高学生的交流能力和分析问题、解决问题的能力。

二、课程地位与目标

（一）课程地位: 本课程是为机器人工程专业大学四年级学生开设的自主课程。旨在使学生在已经学习机器人基础原理、电机驱动与运动控制、机器人感知技术、高级语言程序设计、微机原理与接口技术、自动控制原理、机器人智能交互技术、信息通信网络及应用等先修课程基础上,更好地了解机器人工程领域面临的挑战和所要解决的主要问题,掌握机器人前沿理论研究和发展的动态,以开阔学生视野,增强学生的创新意识,提高学生的交流能力和分析问题、解决问题的能力。

本课程主要对毕业要求 5、毕业要求 11 构成支撑。具体对应指标点如下:

5.1 能够基于科学原理,通过文献研究或相关方法,调研和分析机器人工程领域复杂工程问题的解决方案。

11.2 了解机器人工程领域的国际发展趋势、研究热点,理解和尊重世界不同文化的差异性和多样性。

（二）课程目标

1 教学目标: 通过介绍机器人工程领域科学研究和技术的最新发展与前沿知识,使学生能更好地了解机器人工程领域面临的挑战和所要解决的主要问题,掌握机器人前沿理论研究和发展的动态,以开阔学生视野,增强学生的创新意识,提高学生的交流能力和分析问题、解决问题的能力。

具体教学目标包括: (1) 使学生了解机器人工程领域面临的挑战和所要解决的主要问

题；(2) 使学生了解机器人工程领域的新理论、新技术、新方法及新要求，熟悉专业领域前沿及发展动态；(3) 开阔学生视野，增强学生的创新意识；(4) 提高学生的交流能力和分析问题、解决问题的能力。

本课程对毕业要求拆分指标点达成的支撑情况，详见表 1。

表 1 课程目标与毕业要求拆分指标点的对应关系

序号	课程目标	毕业要求拆分指标点	
		5.1	11.2
1	使学生了解机器人工程领域面临的挑战和所要解决的主要问题	●	◎
2	使学生了解机器人工程领域的新理论、新技术、新方法及新要求，熟悉专业领域前沿及发展动态	◎	◎
3	开阔学生视野，增强学生的创新意识	◎	◎
4	提高学生的交流能力和分析问题、解决问题的能力	◎	●

注：●：表示有强相关关系，◎：表示有一般相关关系，○：表示有弱相关关系

2 育人目标：通过引导学生参与机器人前沿论坛，与国内外机器人工程领域专家的交流，了解机器人研究和产业发展在国家经济和社会发展中的重要地位，培养学生的理想信念、家国情怀、民族自信、责任担当、职业素养、行为规范等，激发学生投身于机器人领域理论研究和科技发展事业的热情，努力把自己塑造成为具有社会主义核心价值观和健全人格的高素质创新型人才，为国家社会发展贡献力量。

三、课程教学内容

分章节列出课程教学内容及对课程目标的支撑，详见表 2。

表 2 教学内容与课程目标的对应关系

章节名称	教学内容及重点（▲）、难点（★）	课程目标（√）			
		1	2	3	4
专题一：机器人环境感知技术研究与发展	“机器人环境感知技术研究与发展”相关学术报告及研讨，报告中要以典型案例解析相关技术的研发和应用情况，然后师生围绕相关技术研发和具体应用展开研讨。 重点：以典型案例解析相关技术的研发和应用情况。 难点：使学生把握机器人环境感知技术的研发及应用思路。 研讨环节：引导学生针对学术报告的内容积极向报告人提出相关问题，进行讨论交流。	√	√	√	√
专题二：机器人导航技术研究与发展	“机器人导航技术研究与发展”相关学术报告及研讨，报告中要以典型案例解析相关技术的研发和应用情况，然后师生围绕相关技术研发和具体应用展开研讨。 重点：以典型案例解析相关技术的研发和应用情况。 难点：使学生把握机器人导航技术的研发及应用思路。 研讨环节：引导学生针对学术报告的内容积极向报告人提出相关问题，进行讨论交流。	√	√	√	√
专题三：机器人智能操控技术研究与发展	“机器人智能操控技术研究与发展”相关学术报告及研讨，报告中要以典型案例解析相关技术的研发和应用情况，然后师生围绕相关技术研发和具体应用展开研讨。 重点：以典型案例解析相关技术的研发和应用情况。 难点：使学生把握机器人智能操控技术的研发及应用思路。 研讨环节：引导学生针对学术报告的内容积极向报告人提出相关问题，进行讨论交流。	√	√	√	√

专题四：人机交互技术研究与发展	“人机交互技术研究与发展”相关学术报告及研讨，报告中要以典型案例解析相关技术的研发和应用情况，然后师生围绕相关技术研发和具体应用展开研讨。 重点：以典型案例解析相关技术的研发和应用情况。 难点：使学生把握人机交互技术的研发及应用思路。 研讨环节：引导学生针对学术报告的内容积极向报告人提出相关问题，进行讨论交流。	√	√	√	√
专题五：机器人仿生技术研究与发展	“机器人仿生技术研究与发展”相关学术报告及研讨，报告中要以典型案例解析相关技术的研发和应用情况，然后师生围绕相关技术研发和具体应用展开研讨。 重点：以典型案例解析相关技术的研发和应用情况。 难点：使学生把握机器人仿生技术的研发及应用思路。 研讨环节：引导学生针对学术报告的内容积极向报告人提出相关问题，进行讨论交流。	√	√	√	√
专题六：机器人智能决策技术研究与发展	“机器人智能决策技术研究与发展”相关学术报告及研讨，报告中要以典型案例解析相关技术的研发和应用情况，然后师生围绕相关技术研发和具体应用展开研讨。 重点：以典型案例解析相关技术的研发和应用情况。 难点：使学生把握机器人智能决策技术的研发及应用思路。 研讨环节：引导学生针对学术报告的内容积极向报告人提出相关问题，进行讨论交流。	√	√	√	√
专题七：机器人工程领域理论研究报告及技术发展掌握情况汇报交流	学生结合前述专题报告内容和讨论交流情况撰写有关机器人工程领域理论研究报告及技术发展情况报告，并在课上进行展示和交流。报告要求围绕具体技术应用展开，分析相关技术的社会需求、历史沿革、市场前景，工作原理、设计和实现方法，存在问题及解决思路等。	√	√	√	√

四、教授方法与学习方法指导

教授方法：结合课程内容的教学要求以及学生认知活动的特点，由课程负责教师聘请机器人环境感知技术、机器人导航技术、机器人智能操控技术、人机交互技术、机器人仿生技术、机器人智能决策技术，及人工智能、自动化等相关领域技术的国内外知名专家到校或采用线上形式给学生作报告，并与学生和课程负责教师进行交流研讨。研讨环节引导学生针对专题报告的内容积极向报告人提出相关问题，进行讨论交流。

学习方法：通过聆听国内外知名专家有关机器人工程领域理论研究报告和技术发展前沿报告，开阔视野，增强创新意识，提高分析问题和解决问题的能力。通过在研讨活动中积极思考，大胆发言，充分利用好教师资源和同学资源，加深对机器人工程领域理论研究报告和技术发展的理解和把握。

五、教学环节及学时分配

教学环节及各章节学时分配，详见表 3。

表 3 教学环节及各章节学时分配表

章节名称	教学内容	学 时 分 配					合计
		报告	习题	实验	讨论	其它	
专题一	机器人环境感知技术研究与发展	1			0.5		1.5
专题二	机器人导航技术研究与发展	1			0.5		1.5
专题三	机器人智能操控技术研究与发展	1			0.5		1.5
专题四	人机交互技术研究与发展	1			0.5		1.5

专题五	机器人仿生技术研究与发展	1			0.5		1.5
专题六	机器人智能决策技术研究与发展	1			0.5		1.5
专题七	机器人工程领域理论研究及技术前沿的了解和把握情况汇报交流				4		4
合计		6			10		16

六、考核与成绩评定

平时成绩 50%（作业 10%，出勤 10%，课堂讨论 30%）：主要反应学生的报告出勤、平时作业、课堂展演、讨论的情况。

机器人工程领域理论研究及技术发展掌握情况汇报交流 50%：是对学生学习情况的全面检验，主要以对机器人工程领域理论研究和技術前沿的了解和把握情况考核为主。强调考核学生的视野、创新意识、交流能力、分析问题和解决问题的能力。

本课程各考核环节的比重及对毕业要求拆分指标的支撑情况，详见表 4。

表 4 考核方式及成绩评定分布表

考核方式	占比（%）	主要考核内容及对毕业要求拆分指标的支撑情况
平时成绩	50	主要考核学生的出勤、平时作业、课堂展演、讨论的情况，支撑毕业要求拆分指标的 5.1、11.2。
机器人前沿了解和把握情况汇报交流成绩	60	主要考核学生对机器人工程领域理论研究和技術前沿的了解和把握情况，强调考核学生的视野、创新意识、交流能力、分析问题和解决问题的能力，支撑毕业要求拆分指标的 5.1、11.2。

七、考核环节及质量标准

本课程各考核环节及质量标准，详见表 5。

表 5 考核环节及质量标准

考核方式	评 分 标 准				
	A	B	C	D	E
	90~100	80~89	70~79	60~69	< 60
作业	认真完成作业，且观点正确、内容详实。	认真完成作业，且观点正确、内容较详实。	认真完成作业，且观点基本正确、内容较详实。	认真完成作业，且观点基本正确、内容尚详实。	不满足 D 要求
课堂展演和讨论	积极参与讨论，在讨论中认真思考，大胆发言，思路敏捷，对研讨专题有独立见解。	积极参与讨论，在讨论中认真思考，大胆发言，思路较敏捷，对研讨专题的观点有新意。	认真参与讨论，在讨论中认真思考，主动发言，对研讨专题的观点有一定新意。	认真参与讨论，在讨论中能够思考，能够发言，对研讨专题的观点尚有新意。	不满足 D 要求
机器人前沿了解和把握情况汇报交流	对机器人前沿了解和把握情况好，PPT 展示性好。	对机器人前沿了解和把握情况较好，PPT 展示性好。	对机器人前沿了解和把握情况一般，PPT 展示性较好。	对机器人前沿了解和把握情况一般，PPT 展示性一般。	不满足 D 要求
评分标准（A~E）：主要填写对教学内容中的基本概念、理论、方法等方面的掌握，及综合运用理论知识解决复杂问题能力的要求。					

制定者：于乃功

批准者：于乃功

2020 年 7 月