

智能控制课程教学大纲设计

为了编制自动化专业、电子信息类专业及相关专业对智能控制课程的教学大纲,本章首先阐述了研究生课程教学大纲的性质及编制原则,并在此基础上,设计编写了 A、B 两类智能控制课程教学大纲: A 类为自动化专业硕士研究生智能控制学位课教学大纲(48 学时); B 类为电子信息类专业硕士研究生智能控制选修课教学大纲(32 学时)。任课教师可以根据本专业的实际需要,参考 B 类大纲自行编写自动化及相关专业高年级本科生智能控制选修课的教学大纲。大纲编写强调智能控制课程的性质和地位、目的与要求、内容及学时、仿真实验以及考核方式,旨在对智能控制课程教学起到一定的指导作用。

5.1 研究生课程教学大纲的性质及编制原则

研究生课程教学大纲是根据本学科(专业)研究生培养目标与定位所决定的课程性质、地位、目的、要求,以及根据教学计划所规定的课程内容、教学方式、实验、学时分配、学分、考核指标等,编制的教学指导文件。

编制研究生课程教学大纲应遵循以下原则。

(1) 教学大纲编制应符合整体培养方案的要求,体现本学科(专业)人才培养目标与定位,明确本门课程在整个课程体系中的地位、性质和作用,要注意和本科生课程内容的衔接,及与本学科研究生其他相关课程内容的整合,避免内容重复,以达到本学科(专业)课程体系的整体优化。

(2) 教学大纲编制应注重课程的基础理论,教学内容要有一定的深度和广度,注重开拓本学科的学术视野,突出学科前沿及发展趋势。课程内容要有利于研究生掌握坚实宽广的基础理论以及系统深入的专门知识,有利于培养研究生的科学素养、思维能力、综合能力、实践能力和创新能力。

(3) 教学大纲编制应体现教学方式改革,针对研究生学习特点,提倡教学方式多样化,

除教师讲授外,还可以采用讨论式、讲演式,以及课内与课外相结合等多种教学方式,以提升研究生语言表达能力、自主学习能力、分析问题和解决问题的能力。

5.2 智能控制研究生课程教学大纲(A)

1. 课程基本信息

课程编号: ……

课程名称: 智能控制

英文名称: Intelligent Control

开课院系: ……

任课教师: ……

先修课程: 计算机原理, 自动控制原理

适用学科: 自动化专业硕士研究生

课程类别: 学位课/必修课

教学时数: 48

开课形式: 讲授

课程学分: 3

实验时数: 12(课外)

开课学期: ……

2. 课程性质与地位

智能控制是通过人工智能、计算智能研究人类智能、生物智能和自动控制等多学科交叉融合的前沿学科,被誉为继经典控制和现代控制之后的第三代控制理论。智能控制主要解决传统控制理论面临缺乏精确数学模型的复杂对象难以控制的问题。智能控制研究的重点不再是去建立被控对象的精确数学模型,而是综合运用模糊逻辑推理、神经网络学习、专家知识和智能优化方法等提高控制策略、规划和控制系统优化的整体智能性水平,使自动控制系统在不断变化的环境中具有自主学习、自适应、自组织能力,从而解决传统控制理论难以甚至无法控制的不确定性、非线性复杂对象的控制问题,并达到预定的目标和优异的控制性能指标。

21世纪在自动化面向信息化、网络化、数字化、智能化的发展进程中,智能控制将发挥极其重要的作用。因此,智能控制在自动化及相关专业硕士研究生的专业课程中占有头等重要的地位。

3. 课程目的及要求

智能控制课程的目的是不仅使自动化专业的研究生扩展控制视野,而且要直接进入控制理论的前沿领域,要深刻理解控制理论的发展要走向与人工智能相结合的必然趋势,要充分认识到智能控制在智能自动化领域的重要地位及作用。

本课程教学要求研究生了解智能控制与传统的经典控制、现代控制在控制原理上的本质区别与联系,以及它们各自结构的特点和研究的重点,并能通过智能控制的三要素(智能

信息、智能反馈、智能控制决策)来正确判断一个控制系统是否是智能控制系统;要求学生理解智能控制的智能源于用计算机模拟人的智能,以及模拟智能的符号主义、联结主义、行为主义的基本思想;要求学生掌握由模拟智能的3种形式而分别形成的模糊控制、神经控制、专家控制的系统的组成、基本原理、设计方法及主要应用领域。

要求学生通过课程学习的理论学习,不仅要掌握智能控制的基本概念、基本原理、基本方法,而且要求通过智能控制系统仿真实践,培养独立思考、理论联系实际,分析问题、解决问题的能力,为将来应用智能控制解决复杂的工程控制问题奠定理论和技术基础。

4. 课程内容及学时分配

教学内容分为5个单元:第1单元绪论;第2单元包括模糊控制、神经控制、专家智能控制和仿人智能控制;第3单元包括递阶控制和学习控制;第4单元包括智能优化算法和最优智能控制;第5单元智能控制的工程应用举例。

第1单元 绪论:从传统控制到智能控制(2学时)

自动控制的概念、目的及要求,自动控制中快、稳、准的矛盾问题;控制论的创立;反馈及其在闭环控制中的作用;反馈控制的基本模式;控制理论发展的3个阶段;智能控制的概念、原理、功能;智能控制的三要素;智能控制系统的结构及主要类型。

第2单元 模糊控制、神经控制、专家控制——智能控制的3种主要形式(30学时)

(1)模糊控制(14学时):模糊控制的创立、发展及分类;模糊数学基础:模糊集合、模糊关系、模糊矩阵、模糊向量、模糊逻辑推理及万能逼近特性;模糊控制的原理、系统组成;经典模糊控制器的设计方法;查表式模糊控制器的设计;解析式模糊规则自调整控制器;T-S型模糊控制器的原理及设计;模糊PID复合控制;自适应模糊控制原理;模型参考自适应模糊控制。

(2)神经控制(12学时):神经网络研究概述;神经细胞结构、功能及模型;神经网络结构、模型及特点;神经网络训练、学习及学习规则;控制中常用的神经网络包括前馈神经网络、径向基神经网络、反馈神经网络、Boltzmann机、深度神经网络、卷积神经网络;神经网络的逼近能力及系统辨识原理;神经网络控制的原理及类型;模型参考神经自适应控制;神经自校正控制。

(3)专家控制(4学时):专家系统的结构与原理;专家控制系统的特点;专家控制系统的结构、原理;实时过程控制专家系统举例;专家控制器的结构、原理及设计举例。

仿人智能控制原理;系统动态行为的特征识别;仿人智能积分控制;仿人智能采样控制;基于极值采样的仿人智能控制。

第3单元 递阶控制和学习控制(4学时)

大系统控制的递阶结构;递阶控制的基本原理;协调的基本原则;递阶智能控制原理、结构;蒸汽锅炉的递阶模糊控制举例。迭代学习控制;重复学习控制;基于规则的自学习控制系统、产生式自学习控制系统;基于规则的自学习模糊控制举例。

第4单元 智能优化算法与最优智能控制(10学时)

人工智能与计算智能；智能优化算法的种类及特点；智能优化算法的复杂适应系统理论基础；智能优化的快速算法举例：RBF神经网络优化算法；粒子群优化算法；免疫克隆选择算法；正弦余弦算法。最优智能控制的原理、结构及设计举例。

第5单元 智能控制的工程应用举例(2学时)

基于神经网络推理的加热炉温度模糊控制；仿人智能温度控制器在加热炉中的应用；深度强化学习在 AlphaGo Zero 中的应用。

5. 智能控制系统 MATLAB 仿真实验

配合智能控制课程的理论教学,设计有模糊控制系统 MATLAB 仿真实验和神经网络控制系统 MATLAB 仿真实验。要求研究生利用课外学时,独立完成上述两个仿真系统实验,并撰写实验报告。

6. 考核方式

考核方式:期末笔试(闭卷)成绩占70%;上机仿真实验报告成绩占20%;平时提问及出勤考核成绩占10%。

7. 教材

李士勇,李研.智能控制[M].2版.北京:清华大学出版社,2021.

8. 参考书

[1] 孙增圻,邓志东,张再兴.智能控制理论与技术[M].2版.北京:清华大学出版社,2011.

[2] 蔡自兴.智能控制原理与应用[M].3版.北京:清华大学出版社,2019.

5.3 智能控制研究生课程教学大纲(B)

1. 课程的基本信息

课程编号:……

课程名称:智能控制

开课院系:……

先修课程:计算机原理,自动控制原理

适用学科:电子信息类等硕士研究生

教学时数:32

英文名称: Intelligent Control

任课教师:……

课程类别:选修课

开课形式:讲授

课程学分：2
开课学期：……

实验时数：8(课外)

2. 课程性质与地位

智能控制是自动控制与人工智能、计算智能等多学科交叉融合的前沿学科,被誉为继经典控制和现代控制之后的第三代控制理论。智能控制主要解决传统的经典控制和现代控制理论面临缺乏精确数学模型的复杂对象难以控制的问题,它与传统控制的最大区别是不需要建立被控对象的精确数学模型。智能控制研究利用计算机模拟人的智能控制决策行为和功能,对复杂非线性对象进行控制的理论、方法及技术。

智能控制是电子信息类及相关专业硕士研究生的一门重要的选修课,它在电子信息系统、电子信息工程、机电自动化等领域有着广泛的应用,对于推动电子信息及机电自动化等领域迈向智能化具有重要作用。

3. 课程目的及要求

电子信息类专业硕士研究生开设智能控制选修课程目的在于,使研究生充分认识到电子信息系统及其相关的工程应用离不开控制,由于这些系统多半难以精确建模,所以传统的基于精确模型的控制理论受到了极大的限制。因此需要学习掌握对缺乏精确模型的复杂对象进行有效控制的智能控制理论与方法。

要求研究生了解自动控制的基本概念、反馈控制的原理、控制性能指标、基于对象精确模型控制存在的问题;了解模拟智能的基本途径,掌握模糊控制、神经网络控制、专家控制的基本原理及应用领域。

通过课程教学的理论学习,要求研究生不仅要掌握智能控制的基本概念、基本原理、基本方法,而且要求研究生通过智能控制系统仿真实践,培养理论联系实际,分析问题、解决问题的能力,为将来应用智能控制解决复杂的电子信息工程领域控制问题打下良好的基础。

4. 课程内容及学时分配

教学内容包括:绪论、模糊控制、神经网络控制、专家控制与仿人智能控制、智能优化算法、智能控制的工程应用概述。

第1章 绪论:从传统控制到智能控制(2学时)

自动控制的概念、目的及要求,自动控制中快、稳、准的矛盾问题;控制论的创立;反馈及其在闭环控制中的作用;反馈控制的基本模式;控制理论发展的3个阶段;智能控制的概念、原理、功能;智能控制的三要素;智能控制系统的结构及主要类型。

第2章 模糊控制(10学时)

模糊控制的创立、发展及分类;模糊数学基础:模糊集合、模糊关系、模糊矩阵、模糊向量、模糊逻辑推理及万能逼近特性;模糊控制的原理、系统组成;经典模糊控制器的设计方

法；查表式模糊控制器的设计；解析式模糊规则自调整控制器；T-S型模糊控制器的原理及设计；模糊PID复合控制；自适应模糊控制原理；模型参考自适应模糊控制。

第3章 神经网络控制(8学时)

神经网络研究概述；神经细胞结构、功能及模型；神经网络结构、模型及特点；神经网络训练、学习及学习规则；控制中常用的神经网络：前馈神经网络、径向基神经网络、反馈神经网络、Boltzmann机、深度神经网络、卷积神经网络；神经网络的逼近能力；神经网络控制的原理及类型；模型参考神经自适应控制。

第4章 专家控制与仿人智能控制(4学时)

专家控制与仿人智能控制；专家系统的结构与原理；专家控制系统的优点；专家控制系统的结构、原理；实时过程控制专家系统举例；专家控制器的结构、原理及设计举例。仿人智能控制原理；系统动态行为的特征识别；仿人智能积分控制。

第6章 智能优化算法(6学时)

人工智能与计算智能；智能优化算法的种类及特点；智能优化算法的理论基础；智能优化算法举例：遗传算法，粒子群优化算法；智能优化与智能控制的融合。

第8章 智能控制的工程应用举例(2学时)

基于神经网络推理的加热炉温度模糊控制；仿人智能温度控制器在加热炉中的应用；

【注】 作为选修课的智能控制，教材中第5章和第7章内容不作为课内教学内容。

5. 智能控制系统 MATLAB 仿真实验

配合智能控制课程的理论教学，设计有模糊控制系统 MATLAB 仿真实验和神经网络控制系统 MATLAB 仿真实验。要求研究生利用课外学时，独立完成上述两个仿真系统实验，并撰写实验报告。

6. 考核方式

期末笔试成绩占70%；上机仿真实验报告成绩占20%；平时提问及出勤考核成绩占10%。

7. 教材

李士勇,李研. 智能控制[M]. 2版. 北京: 清华大学出版社, 2021.

8. 参考书

[1] 孙增圻,邓志东,张再兴. 智能控制理论与技术[M]. 2版. 北京: 清华大学出版社, 2011.

[2] 蔡自兴. 智能控制原理与应用[M]. 3版. 北京: 清华大学出版社, 2019.

5.4 本章小结

智能控制课程教学大纲在教学文件中占有首要地位,它是本课程教学总的指导性文件。尽管还没有一个统一的模板,但教学大纲一般应包括课程基本信息(课程编号、课程中英文名称、适用专业、先修课、课程类别、教学方式、总学时、学分等)、课程性质与地位、目的及要求、内容及学时分配、实验内容、考核方式、教材、参考书等。本章针对两种学时设计编制的智能控制课程教学大纲旨在为编制同类课程教学大纲起到示范作用。