

ICS 03.180

CCS A 18

T/CERACU

全国高等学校计算机教育研究会团体标准

T/CERACU 206—2025

计算机核心课程规范 人工智能

Specification for Core Courses of Computer Science Artificial Intelligence

2025 - 06 - 23 发布

2025 - 08 - 01 实施

全国高等学校计算机教育研究会 发布

目 次

| | |
|---------------------|----|
| 前言 | II |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 课程概述 | 1 |
| 5 课程教学目标 | 2 |
| 6 课程知识点及学习要求 | 2 |
| 6.1 课程知识点 | 2 |
| 6.2 课程知识点学习要求 | 5 |
| 7 课程实践教学及要求 | 13 |
| 7.1 实践教学目标 | 13 |
| 7.2 实践教学内容及要求 | 14 |
| 7.3 实践教学实施及要求 | 14 |
| 8 课程考核要求 | 14 |

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由全国高等学校计算机教育研究会（CERACU）提出并归口。

本文件起草单位：海军工程大学、清华大学、北京大学、浙江大学、南京大学、中南大学、武汉大学、国防科技大学、厦门大学、电子科技大学、东南大学、暨南大学、西安电子科技大学、上海大学、中国矿业大学（徐州）、南京信息工程大学、南昌大学、中北大学、东莞理工学院、湖北理工学院、岭南师范学院、武汉工商学院。

本文件主要起草人：贲可荣、孙茂松、王军、谢冰、吴飞、高阳、陈志刚、应时、毛新军、史晓东、徐 杨、李骏扬、古天龙、李青山、谢少荣、马利、吴武飞、何智勇、李剑、王彦博、殷建平、倪波、阳爱民、张婷。

计算机核心课程规范 人工智能

1 范围

本文件给出了人工智能课程的教学目标、知识点及学习要求、实践教学及要求、考核要求等。

本文件适用于高等学校计算机类专业人工智能课程、教材、教学过程和教学评价，并可作为职业院校对应专业课程的参考。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 37770-2019 人工智能术语标准

GB/T 41867-2022 信息技术人工智能术语

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

知识体系 body of knowledge

构成专业领域的一套完整概念、术语和活动的集合。

3.2

知识点 knowledge point

构成知识体系的最小知识单位，也是最具体的知识内容。

3.3

核心知识点 core knowledge point

达成课程基本教学目标所需的知识点，也是构成课程知识体系的基础性知识点。

3.4

扩展知识点 expanded knowledge point

核心知识点之外，根据课程教学实际情况，可选择性讲授的知识点。

3.5

理解 understand

能够解释知识点的内涵和相互间的关系，并能正确地表述、选择和判断知识点。

3.6

应用 apply

能够综合运用知识点来分析和解决问题。

3.7

分析 analyze

能够应用知识点来比较和区分不同问题解决方法及结果的差异性和优劣性。

3.8

伦理 ethics

开展人工智能技术基础研究和应用实践时遵循的道德规范或准则。

4 课程概述

人工智能是计算机类专业的一门重要专业课程，也是计算机科学与技术、人工智能和智能科学等专业的核心专业课程。课程旨在阐述人工智能基础理论、基本方法和应用工程技术，帮助学生掌握知识

表示及推理、搜索、机器学习、人工智能伦理基本知识，熟悉多种人工智能应用技术，具备在具体领域或相关交叉学科应用的能力，培育学科交叉意识，初步具备科学素养、伦理涵养、实践能力、创新能力、系统能力与国际视野。人工智能是一门理论性与实践性都非常强的课程，需要遵循理论教学和实践教学相结合、知识传授和案例研讨相结合、工程技术与伦理安全相结合的教学方式，强调学以致用和课程思政，突出能力和素质的培养。

作为学科方向的“人工智能”，是引领科技革命和产业变革的战略性技术和重要驱动力量，具有多学科交叉综合、渗透力和支撑性强、高度复杂等特点，呈现技术属性和社会属性高度融合特色。

5 课程教学目标

人工智能课程的教学目标分为基本目标和扩展目标。基本目标是指本课程教学须达成的合格性目标。扩展目标是可选项，是指施教学校根据自身的实际情况，所选定的一组增强性教学目标。

5.1 基本目标

基本目标包括：

- 1) 了解人工智能的基本概念、发展历史，建立对人工智能全貌的认知；从智能进化历史、哲学思想、社会发展、多学科交叉、工程技术五个层面深入认识和理解人工智能本质和内涵；
- 2) 掌握知识表示与推理、搜索探寻与问题求解、机器学习、智能体、自然语言处理、机器人等技术与基本算法；
- 3) 了解人工智能的应用场景、技术工具和方法，培养利用人工智能技术解决实际问题的能力；搭建具体场景所需人工智能架构、应用人工智能工具，完成知识图谱构建、图像分类、机器人规划及行为控制等应用案例开发；激发学生人机协同创新思维，使学生通过实际案例探索人机协同解决问题；
- 4) 充分理解人工智能对未来人类社会经济、科技和文明发展的重要作用，具备未来智能社会发展需要的人工智能人才素质；利用人工智能多学科、多领域理论、知识交叉的特点，培养学生多学科知识交叉思维和创新意识；树立人工智能伦理与安全意识，了解保障人工智能安全、可信和公平的技术方法；
- 5) 具有自觉应用人工智能中的模型、方法、技术、架构、工具与系统来求解现实问题的意识，并具有基于伦理、社会与安全等多方面的考量理性选择最合适的模型、方法、技术、架构、工具与系统来求解现实问题的能力。

5.2 扩展目标

扩展目标包括：

- 1) 培养结合特定领域的特点和要求进行人工智能需求分析的能力；培养人工智能系统应用开发能力；培养人工智能算法设计与评价能力；培养人工智能技术科普能力；
- 2) 通过对图灵测试、逻辑推理、概率建模、数据拟合、参数优化、博弈对抗和智能演化等算法原理的领会，知晓当前人工智能发展的瓶颈问题，同时对人机共融所形成的社会形态中应遵守道德准则和法律法规有清晰认识；培养综合考虑隐私、伦理、安全、健康、法律、文化及环境等因素进行智能软件开发的能力；
- 3) 具有创建人工智能中的新概念、新理论、新模型、新方法、新技术、新架构、新工具、新系统的意识与能力；
- 4) 具有基于多个维度分析与评价人工智能中的新模型、新方法、新技术、新架构、新工具、新系统的能力。

各个学校和院系结合具体情况，从本文件中选择知识点及其能力要求、学时要求、实践教学要求，组成一门具体课程的内容和要求。

6 课程知识点及学习要求

6.1 课程知识点

人工智能课程的知识体系按照分层定义，结构层级不超过三级，每个知识点可以容纳下级知识点，也可以是原子知识点。能力要求给出一级、二级和三级三个层次的具体要求，其中一级对应于理解层次，二级对应于应用层次，三级对应于分析层次。学时要求是指理论讲授学时，要求至少达到的学时下限，不设上限。建议按照不少于1/2配套安排课外学时，以便于学生利用课外教学资源开展个性化学习。知识点属性描述的定义如表1所示。人工智能课程的知识领域和知识点如表2所示，各知识点能力要求、学时要求等如表3所示。

表1 知识点属性

| 属性项 | 数据类型 | 取值范围 | 可选(O)/必备(M) | 说明 |
|------|------|----------------|-------------|---------------------------------------|
| 标识符 | 字符串 | 长度不超过 20 | M | 在本文件中唯一标识知识点 |
| 名称 | 字符串 | 长度不超过 40 | M | 应采用行业内共识的知识点名称 |
| 能力要求 | 枚举类型 | 包含一级、二级、三级三个子项 | M | 说明知识点需要达到的能力程度 |
| 一级 | 字符串 | 长度不超过 1000 | O | 说明某知识点“一级”要求的具体含义 |
| 二级 | 字符串 | 长度不超过 1000 | O | 说明某知识点“二级”要求的具体含义 |
| 三级 | 字符串 | 长度不超过 1000 | O | 说明某知识点“三级”要求的具体含义 |
| 学时 | 实数 | 大于 0 | M | 顶层知识点的学时是下层所有核心知识点学时的总和，不包括下层扩展知识点的学时 |
| 类别 | 字符串 | 长度为 1 | M | 核心知识点用符号“C”来表示；扩展知识点用符号“X”来表示 |

表2 人工智能课程的领域及其知识点

| 知识领域 | 知识点 | 核心学时 | 扩展学时 |
|-----------------|---|------|------|
| AI_01 绪论 | 人工智能问题概述，智能体及其本质，图灵测试，AI 应用、发展及影响概述，各国人工智能发展计划，哲学问题，人工智能发展历史 | 3 | 1 |
| AI_02 搜索 | 搜索对象的状态空间表示，盲目的图搜索算法，启发式搜索，博弈搜索，元启发式搜索，搜索算法的性能分析 | 7 | 2 |
| AI_03 逻辑表示和推理 | 知识表达类型，命题逻辑，谓词逻辑，非单调推理，产生式系统，专家系统，语义网络，知识图谱，基于模型的推理和基于案例的推理，关于行动和变化的推理（例如，情境和事件演算）、时空推理，语义万维网 | 4 | 4 |
| AI_04 概率表示与推理 | 概率表示，概率推理，贝叶斯网络表示与推理，马尔可夫随机场表示与推理，马尔可夫链和隐马尔可夫模型，关系概率图模型，概率决策理论，马尔科夫决策过程与博弈论 | 4 | 1 |
| AI_05 机器学习 | 机器学习任务的定义和示例，示例学习，无监督学习和聚类，学习概率模型，数据分析与处理，深度学习，强化学习，实验设计，机器学习性能评估，过拟合问题/控制求解复杂性，机器学习算法的二个以上的应用 | 10 | 4 |
| AI_06 大模型技术 | 大模型技术概述，语言大模型，多模态大模型，部署大模型，大模型应用，大模型安全 | 4.5 | 1.5 |
| AI_07 自然语言处理 | 自然语言理解的一般问题，大规模真实文本的处理，信息搜索，机器翻译，机器阅读理解，语音识别 | 2.5 | 0.5 |
| AI_08 智能体与认知系统 | 智能体概述，智能体结构，智能体通信，智能体协调与协作，学习智能体，认知系统，人与智能体交互，多智能体系统开发框架 JADE，基于 LLM 的智能体 | 2 | 2 |
| AI_09 规划 | 规划问题，规划方法，规划语言和表示（PDDL），智能规划系统 | 2 | 1 |
| AI_10 机器人 | 机器人概述，机器人系统，机器人运动控制技术，机器人视觉及应用，机器人听觉及应用，机器人合作、协作与规划，人机交互、机器人触觉与嗅觉，机器人应用以及社会、经济及伦理的问题，移动机器人构型，具身智能 | 4 | 4 |
| AI_11 人工智能伦理与安全 | 人工智能的社会影响，典型人工智能应用，人工智能伦理，人工智能安全，人工智能治理 | 3 | 1 |
| 学时合计 | | 46 | 22 |

表3 人工智能课程的知识点及学习要求

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|--------------|---|---|--------------------------------------|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_01 | 绪论 | 理解人工智能基本定义,了解人工智能的技术、应用及其社会影响 | 通过例子说明智能的特征 | 分析人工智能给社会带来什么变革 | | |
| AI_01_01 | 人工智能问题概述 | 了解智能感知、智能认知、智能决策、智能行动领域近期成功的案例 | 对其中一个AI应用能够详细阐述;在实际环境中识别智能问题特征 | 对近期成功的AI应用示例进行总结;区分人工智能、机器学习和深度学习等术语 | C | 0.5 |
| AI_01_02 | 智能体及其本质 | 理解智能体的定义;理解自主、半自主、混合自主的智能体,反身的、基于目标的、基于使用的智能体,基于学习的智能体,具身智能体 | 通过例子说明反应式智能体和慎思式智能体;举例说明不确定条件下不完全信息决策,知觉以及与环境交互的重要性 | 分析反应式智能体和慎思式智能体的区别 | C | 1 |
| AI_01_03 | 图灵测试 | 理解智能行为、图灵测试及其不足、输入输出多模态、智能行为模拟、理性推理与非理性推理;理解全部观察与部分观察,单智能体与多智能体,确定与随机,静止与动态,离散与连续概念 | 详细描述图灵测试和“中国房子”思维实验 | 区分最优推理/行为和类人推理/行为 | C | 0.5 |
| AI_01_04 | AI应用、发展及影响概述 | 了解人工智能对经济、社会、伦理、安全和科学研究的影响 | | 举例说明一个特定应用问题的特征及其影响 | C | 0.5 |
| AI_01_05 | 各国人工智能发展计划 | 了解中国、美国、欧洲等人工智能发展计划,新一代人工智能 | | 分析各国人工智能发展计划的特点 | C | 0.5 |
| AI_01_06 | 哲学问题 | 理解人工智能各学派的认知观;了解人工智能的三大悖论:莫拉维克悖论、新知识悖论、启发式悖论 | | 分析大模型的弊端;分析人工智能各学派的认知观的异同 | X | 0.5 |
| AI_01_07 | 人工智能发展历史 | 了解人工智能发展历史,以及王浩、吴文俊等华人的人工智能成就 | 描述算力发展和开源数据对人工智能发展的促进作用 | 分析获得图灵奖的人工智能学者的主要贡献 | X | 0.5 |
| AI_02 | 搜索 | 理解搜索概念、方法、原理 | 应用搜索技术解决规模适当的问题 | | | |
| AI_02_01 | 搜索对象的状态空间表示 | 理解状态空间知识表示方法,状态空间的图表示方法 | 使用状态方程与输出方程解决具体问题 | | C | 0.5 |
| AI_02_02 | 盲目的图搜索算法 | 理解问题求解的盲目图搜索;理解宽度优先搜索和深度优先搜索;理解空间和时间复杂度概念 | 应用宽度优先搜索和深度优先搜索解决具体问题 | 分析图搜索算法的空间复杂度和时间复杂度 | C | 1 |
| AI_02_03 | 启发式搜索1 | 掌握爬山法、最佳优先搜索、A*搜索,理解启发式方法、启发函数和评价函数内涵 | 应用启发式搜索解决具体问题,编程实现A*搜索 | | C | 2 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|-----------|---|--|---|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_02_04 | 启发式搜索2 | 理解集束搜索，约束满足搜索，双向搜索 | 应用束搜索、约束满足搜索或者双向搜索技术解决具体问题 | | X | 1 |
| AI_02_05 | 博弈搜索 | 结合AlphaGo案例，掌握二人对抗博弈基本概念、最小最大搜索；理解最小最大搜索、Alpha-Beta剪枝搜索、蒙特卡洛树搜索 | 利用Alpha-Beta剪枝，应用最小最大搜索和蒙特卡洛树搜索方法求解具体问题 | 解释什么时候使用博弈搜索来学习一个模型最合适 | C | 1.5 |
| AI_02_06 | 元启发式搜索 | 理解遗传算法、模拟退火算法搜索概念、方法、原理 | 应用遗传算法、模拟退火算法搜索方法，求解具体问题 | 将元启发式搜索与经典的搜索技术进行对比，相对于其他优化形式的优化（如梯度下降） | C | 2 |
| AI_02_07 | 搜索算法的性能分析 | 掌握搜索算法的性能指标：如搜索速度、内存占用、CPU利用率等 | 分析搜索算法的性能：学会分析各种查找算法的性能，包括时间复杂度和空间复杂度 | 理解搜索结果质量的评价：包括相关性、覆盖面、准确性等指标 | X | 1 |
| AI_03 | 逻辑表示和推理 | 理解逻辑表示和推理基本概念、方法、原理 | 应用逻辑表示和推理解决规模适当的问题 | | | |
| AI_03_01 | 知识表达类型 | 了解知识表达类型 | | 分析不同表达类型的优缺点 | C | 0.5 |
| AI_03_02 | 命题逻辑 | 掌握命题逻辑相关概念、命题逻辑中的归结推理 | 应用命题逻辑中的归结推理求解问题 | | C | 0.5 |
| AI_03_03 | 谓词逻辑 | 掌握谓词逻辑基本概念、表示方法 | 将自然语言句子翻译成谓词逻辑语句；将逻辑语句转换为子句形式；将归结应用于逻辑语句集合，以回答一个查询 | 比较用于结构化知识表示的最常用的模型，突出它们的优缺点 | C | 0.5 |
| AI_03_04 | 非单调推理 | 理解非单调推理的概念；了解非经典逻辑、缺省推理 | 识别非单调推理的组成部分及其作为信念系统的表征机制的有效性 | | C | 0.5 |
| AI_03_05 | 产生式系统 | 理解产生式系统的表示、产生式系统的控制策略 | 应用产生式系统解决九宫图游戏、传教士和野人等问题 | | C | 0.5 |
| AI_03_06 | 专家系统 | 理解逻辑程序设计方法，了解基于规则专家系统的典型应用 | 通过案例理解逻辑程序设计的构成要素 | 分析基于规则的专家系统的优缺点 | C | 0.5 |
| AI_03_07 | 语义网络 | 理解语义网络概念、方法 | 应用语义网络表达具体问题 | | C | 0.5 |
| AI_03_08 | 知识图谱1 | 理解知识图谱中的实体、关系表示及抽取方法 | 应用知识图谱技术解决领域示例问题 | | C | 0.5 |
| AI_03_09 | 知识图谱2 | 理解描述逻辑和本体工程的概念、方法；了解一种图数据库；了解知识图谱推理 | 在一种图数据库中，构建一个简单的知识图谱应用 | | X | 2 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|-----------------------------|--|---|-------------------------------|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_03_10 | 基于模型的推理和基于案例的推理 | 理解基于模型的推理和基于案例的推理的原理 | | 解释基于规则、基于案例和基于模型的推理技术之间的区别 | X | 1 |
| AI_03_11 | 关于行动和变化的推理（例如，情境和事件演算）、时空推理 | 理解关于行动和变化的推理、时空推理的原理 | 将情境和事件演算应用于行动和变化的具体问题 | 解释时间推理和空间推理之间的区别，以及它们是如何相互关联的 | X | 0.5 |
| AI_03_12 | 语义万维网 | 理解语义万维网的原理和技术 | | | X | 0.5 |
| AI_04 | 概率表示与推理 | 理解概率表示和推理基本概念、方法、原理 | 应用概率表示和推理解决特定自主推理决策问题 | | | |
| AI_04_01 | 概率表示 | 理解概率的基本概念，如随机事件、样本空间、概率分布、数字特征，独立性，条件独立性 | 应用概率基本原理（加法原理、乘法原理）进行计算 | | | 0.5 |
| AI_04_02 | 概率推理 | 理解概率推理的基本原理和方法，先验、似然和后验等概念；理解贝叶斯推理 | 应用简单的贝叶斯模型，进行后验概率计算 | | C | 0.5 |
| AI_04_03 | 贝叶斯网络表示与推理 | 了解路径、阻断集、马尔可夫毯和 d-separation 的基本性质，理解 d-可分性的定义，尤其是在有向无环图（DAG）中的应用 | 能够在简单的树形结构上实现信念传播算法，包括初始化、消息传递和边缘概率计算；应用消息更新规则，包括从子节点到父节点的“上行”消息和从父节点到子节点的“下行”消息；能够通过信念传播算法计算各节点的边缘概率分布 | | C | 1 |
| AI_04_04 | 马尔可夫随机场表示与推理 | 理解马尔可夫随机场（MRF）的基本定义和数学表示，包括节点、边和条件概率分布；理解哈密顿量和配分函数（Partition Function）在MRF中的作用。 | 能够使用吉布斯采样（Gibbs Sampling）等方法进行GRF的推断 | | C | 1 |
| AI_04_05 | 马尔可夫链和隐马尔可夫模型（HMM） | 理解马尔可夫链的定义和基本性质，包括状态空间、转移概率和马尔可夫性。了解常见术语，如转移矩阵、初始分布和稳态分布；理解隐马尔可夫模型的基本结构，包括隐藏状态、观测序列、初始状态分布、状态转移概率和观测概率 | 能够使用前向算法计算给定观测序列的概率；能够使用维特比算法（Viterbi Algorithm）进行最优状态序列的解码 | | C | 0.5 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|--------------|---|--|---|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_04_06 | 关系概率图模型 | 理解概率图模型和一阶逻辑的基本概念，包括随机变量、因果关系、逻辑谓词和量词；理解马尔可夫逻辑网络的基本组成部分：逻辑公式、权重和概率分布 | 在实际应用中设计和实现复杂的MLN模型，了解解决跨学科的真实问题，如推荐系统、知识图谱和智能问答系统 | | C | 0.5 |
| AI_04_07 | 概率决策理论 | 理解优先与效用函数，最大期望效用、决策网络的基本组成部分，包括决策节点、随机变量节点和效用节点；理解决策网络与贝叶斯网络的区别，以及如何通过添加决策和效用节点来扩展贝叶斯网络 | 能够应用概率推理技术解决问题，如反向推理和前向推理，用于在决策网络中进行概率更新和效用计算 | | X | 0.5 |
| AI_04_08 | 马尔科夫决策过程与博弈论 | 理解马尔科夫决策过程的基本组成部分：状态集、动作集、转移概率、奖励函数和折扣因子；理解多智能体博弈 | 能够应用贝尔曼方程计算状态值函数和动作值函数 | 分析马尔科夫决策过程与博弈论在领域应用优缺点 | X | 0.5 |
| AI_05 | 机器学习 | 了解机器学习的概念、方法及应用 | 应用机器学习技术解决问题 | 分析各种机器学习算法的适用范围和领域 | | |
| AI_05_01 | 机器学习任务的定义和示例 | 理解假设空间和复杂性、简单的基本特征展开、已学特征表示 | 能够根据问题需求，识别机器学习任务类型和方法 | 能够识别并分析机器学习任务中的关键要素，如数据类型、模型选择、评估指标等 | C | 1 |
| AI_05_02 | 示例学习1 | 理解监督学习、决策树、模型选择与优化、学习理论 | 能够构建监督学习、决策树等模型解决问题 | 能够使用恰当的评估指标对监督学习、决策树等模型的性能进行评估、比较和调优 | C | 1 |
| AI_05_03 | 示例学习2 | 理解线性回归与分类、非参数模型、集成学习，掌握开发机器学习系统基本方法 | 应用线性回归、分类、非参数模型、集成学习等方法开发机器学习系统 | 能够对线性回归、非参数模型、集成学习等方法适用性、性能进行分析、评估并得出有效结论，并根据结论进行优化 | C | 1 |
| AI_05_04 | 无监督学习和聚类 | 理解无监督学习基本定义，掌握无监督学习方法，如K均值，高斯混合模型，期望最大化（EM），自组织映射等，基本原理和适用场景 | 能够运用无监督学习方法，如K均值，高斯混合模型，期望最大化（EM），自组织映射等算法解决实际问题 | 能够比较不同无监督学习算法的性能，分析其优缺点，并根据具体问题，综合运用无监督学习算法设计出有效的解决方案 | C | 1 |
| AI_05_05 | 学习概率模型 | 理解统计学习、完全数据学习、隐变量学习方法的原理和适用场景 | 能够根据应用统计学习、完全数据学习、隐变量学习的基本原理设计恰当的模型和算法解决问题 | 能够分析统计学习、完全数据学习、隐变量学习的模型性能，并对其优化和改进 | X | 1 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|---------|--|--|---|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_05_06 | 数据分析与处理 | 理解数据预处理，处理缺失值，编码分类变量、编码实值数据，规范化和标准化，了解真实的数据 | 能够根据实际问题使用恰当的方法处理数据中的缺失值，编码方法处理数据集中的分类变量和对实际数据集进行规范化和标准化操作 | 能够分析、评估不同数据预处理方法对模型性能的影响，并根据具体问题和数据的特点选择合适的数据预处理方法 | C | 0.5 |
| AI_05_07 | 深度学习1 | 理解并掌握前馈神经网络和卷积神经网络的基本概念、工作原理、训练过程和损失函数的作用；掌握从深度网中学习到的特征表示的可视化方法 | 能够根据具体问题设计深度神经网络模型，并进行训练、推理和部署 | 能够根据具体问题，运用模型评价指标对深度神经网络模型在训练、推理过程中的性能进行分析和评价，并根据评价结论提出优化的方案。 | C | 2 |
| AI_05_08 | 深度学习2 | 理解循环神经网络、自动编码器、递归网络、表示和知识转移、注意机制的基本概念、工作原理和适用范围 | 能够应用循环神经网络、自动编码器、递归网络、表示和知识转移、注意机制等方法设计合适的深度神经网络模型解决问题 | 能够根据具体问题，并结合对循环神经网络、自动编码器、递归网络、表示和知识转移、注意机制的特点对深度神经网络模型进行优化 | C | 1 |
| AI_05_09 | 深度学习3 | 理解并掌握生成神经网络、对抗性训练和生成式对抗网络、Diffusion、Transformers等其他架构的原理和工作机制、训练过程 | 能够设计生成式神经网络、对抗网络、Diffusion、Transformers等网络架构模型解决具体问题 | 能够分析和评估生成式深度神经网络、对抗网络的性能，并对其优化 | X | 1 |
| AI_05_10 | 强化学习1 | 理解从回报中学习、被动强化学习、主动强化学习、强化学习的泛化的基本概念和工作原理 | 能够设计、开发和部署强化学习的深度神经网络模型解决实际问题 | 能够具体任务需求对深度强化学习模型的性能进行优化，增强实际应用场景的泛化性能 | C | 1 |
| AI_05_11 | 强化学习2 | 理解策略搜索，学徒制和逆强化学习等强化学习应用 | 能够应用策略搜索，学徒制和逆强化学习等强化学习应用等方法解决问题 | 设计并实施强化学习解决方案，并根据具体问题分析和优化强化学习系统 | X | 1 |
| AI_05_12 | 实验设计 | 了解实验设计流程，包括：数据准备，假设空间，偏差，划分数据（分层、训练集、验证集、测试集数据），参数调整，绩效评价 | 能够结合具体应用开展实验 | | C | 0.5 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|-------------------------|--|---|---|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_05_13 | 机器学习性能评估, 过拟合问题/控制求解复杂性 | 理解数据集的合理划分——训练集、验证集与测试集的独立使用, 是评估模型性能的前提; 掌握分类器的精度、召回率等关键指标, 准确估计保留数据的测试性能, 并利用验证集优化模型参数至关重要; 理解模型运作机制, 识别其潜在陷阱与缺陷, 评估决策影响; 理解正则化与直觉修剪方法的应用, 以及分类误差、精度、回归性能指标、混淆矩阵对构建高效模型重要性 | 能根据具体问题进行数据集的合理划分, 并独立运用训练集、验证集与测试集; 同时要能运用精度、召回率等关键指标评估模型性能, 利用验证集优化模型参数, 确保模型的有效性与可靠性 | 能剖析性能指标, 挖掘模型误差根源, 理解模型运作, 评估决策影响, 能制定正则化与修剪的策略, 平衡模型复杂度与性能 | X | 1 |
| AI_05_14 | 机器学习算法的二个以上的应用 | | 能够应用至少二个机器学习算法, 如视觉, 自然语言, 机器人技术, 游戏博弈, 军事, 医学和健康, 经济学 | | C | 1 |
| AI_06 | 大模型技术 | 掌握大模型基础概念, 了解核心技术原理 | 熟悉大模型工具链, 能够选择合适大模型适配特定任务 | 量化评估大模型性能指标, 识别伦理安全风险, 并制定合适应对策略。 | | |
| AI_06_01 | 大模型技术概述 | 了解大模型技术的发展历程和当前的技术生态。熟悉大模型所依赖的算力平台, 了解算力成本与能耗管理。 | | 分析大模型技术带来的风险与挑战 | C | 0.5 |
| AI_06_02 | 语言大模型基础 | 理解词嵌入、用于自然语言处理的递归神经网络、序列对序列模型, 理解Transformer架构、预训练和迁移学习 | 应用深度学习模型进行文本分类 | 对训练数据、训练硬件资源进行分析 | C | 1 |
| AI_06_03 | 语言大模型1 | 理解语言大模型(生成式语言模型)原理 | 针对某个语言大模型完成至少一个应用 | 分析语言大模型发展趋势 | C | 0.5 |
| AI_06_04 | 语言大模型2 | 理解语言大模型的压缩与加速、多模态融合 | | | X | 0.5 |
| AI_06_05 | 多模态大模型1 | 理解多模态大模型的定义及核心目标。 | 掌握跨模态任务的Prompt设计与优化方法。能够对跨模态适配器、多任务联合训练进行微调, 适配医疗影像分析、智能客服等垂直场景。 | 量化跨模态任务指标, 如跨模态检索准确率、生成内容连贯性、模态间一致性评分等。分析模型对噪声/缺失模态的鲁棒性。 | C | 0.5 |
| AI_06_06 | 多模态大模型2 | 掌握主流多模态架构与融合机制, 熟悉多模态数据的异构性及对齐难点。 | 能够应用2种以上多模态开发框架和工具, 部署多模态服务。 | 评估多模态系统的资源消耗与部署可行性。 | X | 0.5 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|-------------|--|---|---|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_06_07 | 部署大模型 | 理解深层图像生成模型（如讯飞星火，智谱AI，DALL-E，Midjourney，Stable Diffusion）和大模型语言模型（如DeepSeek，文心一言，ChatGPT，Bard）特点及应用 | 部署深层图像生成模型、大语言模型 | 分析同类大模型的特点 | C | 0.5 |
| AI_06_08 | 大模型应用 | 理解大模型的核心应用领域（如自然语言处理、计算机视觉、智能助手、行业知识库）及典型场景（文本生成、代码补全、客服自动化、数据分析）。了解行业特定需求（如医疗合规性、金融风控、教育个性化）对应用设计的约束。 | 使用微调技术优化模型在垂直领域的生成质量。熟悉主流开发框架及云服务平台的模型集成。构建高质量应用数据集。 | 分析模型在真实场景中的局限性。 | C | 1 |
| AI_06_09 | 大模型安全1 | 理解大模型安全的主要威胁（如数据投毒、对抗攻击、隐私泄露、生成内容滥用）及其分类（输入侧攻击、输出侧风险）。掌握安全领域基础概念：对抗样本、成员推理攻击、模型窃取、提示注入攻击等。 | | 识别多模态生成内容的风险，如深度伪造、跨模态偏见传播等，设计内容溯源与过滤机制。 | C | 0.5 |
| AI_06_10 | 大模型安全2 | 掌握安全防护技术原理（差分隐私、联邦学习、对抗训练、内容过滤机制）。了解伦理准则（公平性、透明度、可解释性）与安全规范（如AI伦理白皮书、行业合规标准）。 | 掌握防御技术实现：对抗样本检测工具、隐私保护训练、生成内容水印嵌入。设计安全训练流程：数据清洗、模型微调、输出约束 | 评估模型鲁棒性指标：对抗攻击成功率、隐私泄露风险、生成内容合规率。分析模型抗干扰能力和输出可控性。验证模型是否符合法律法规及行业标准。 | X | 0.5 |
| AI_07 | 自然语言处理 | 理解自然语言处理基本概念、方法、技术和应用 | 应用某种算法来解析自然语言 | 分析自然语言处理技术的优缺点 | | |
| AI_07_01 | 自然语言理解的一般问题 | 理解确定性语法和随机语法，解析算法，表示意义/语义 | 提供例子来说明确定性语法和随机语法，说明每种语法的充分性 | 比较确定性语法和随机语法 | C | 0.5 |
| AI_07_02 | 大规模真实文本的处理 | 理解语料库的方法，包括汉语语料库加工的基本方法 | 为各种NLP任务确定当前语料库的示例 | 列出使用标准语料库的优点 | C | 0.5 |
| AI_07_03 | 信息搜索 | 理解智能搜索引擎技术 | | 分析IF-IDF、查准率和查全率的搜索涵义 | C | 0.5 |
| AI_07_04 | 机器翻译 | 理解统计机器翻译、利用深度学习改进统计机器翻译 | | 分析机器翻译进展以及发展趋势 | C | 0.5 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|----------------|---|---|---|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_07_05 | 机器阅读理解 | 了解机器阅读理解的深度学习建模、对话理解与情感对话、常识问答 | 了解机器阅读理解的场景应用 | | C | 0.5 |
| AI_07_06 | 语音识别 | 理解智能语音技术、隐马尔可夫模型(HMM) | | 分析语音情感识别应用进展 | X | 0.5 |
| AI_08 | 智能体与认知系统 | 理解智能体与认知系统 | 了解智能体的典型应用场景 | 分析认知系统的现状与发展趋势 | | |
| AI_08_01 | 智能体概述 | 理解软件智能体、个人助理、信息访问 | 了解合作智能体、信息收集智能体、可信智能体中至少一种的应用场景 | | C | 0.5 |
| AI_08_02 | 智能体结构 | 理解智能体结构，如反应式、分层式结构 | | 比较智能体结构 | C | 0.5 |
| AI_08_03 | 智能体通信 | 理解通信方式、智能体通信语言 | 针对特定场景的通信，用一种智能体通信语言进行描述 | | C | 0.5 |
| AI_08_04 | 智能体协调与协作 | 了解智能体理论和相关的伦理含义；了解决策智能体、马尔可夫决策过程、Bandit算法 | 了解智能体理论在诸如软件智能体、个人助理和可信智能体等领域的应用；了解决策智能体的典型应用场景 | 分析智能体理论的数学基础 | C | 0.5 |
| AI_08_05 | 学习智能体 | 理解学习智能体所使用的主要范式、非合作博弈论和合作博弈论 | | 分析智能体的理性与博弈 | X | 0.5 |
| AI_08_06 | 认知系统；人与智能体交互 | 理解认知架构与能力（如感知、决策、预测、知识维护）；了解认知系统相关的知识表示、组织、利用、获取和细化；理解人与智能体交互方式 | 使用一个成熟的认知架构（如ACT-R, SOAR, ICARUS, FORR）构建一个智能体来解决一个特定问题；了解诸如交易智能体、供应链管理智能体的应用 | 了解认知系统的应用与评价；分析AI与人类交互的伦理问题、AI系统的交互互动的法规和法律要求 | X | 0.5 |
| AI_08_07 | 多智能体系统开发框架JADE | 理解多智能体系统开发框架JADE | 使用适当的示例演示多智能体系统如何支持智能体交互 | | X | 0.5 |
| AI_08_08 | 基于LLM的智能体 | 了解基于LLM的智能体 | | 展望基于LLM的智能体发展趋势 | X | 0.5 |
| AI_09 | 规划 | 了解规划的原理、方法与应用 | 进行机器人的场景应用规划 | | | |
| AI_09_01 | 规划问题 | 理解规划算子与状态表示；了解应用示例 | 为一个给定的规划问题（如Shakey世界）构造状态表示、目标和操作符 | | C | 0.5 |
| AI_09_02 | 规划方法1 | 理解全序规划、偏序规划、规划图与GraphPlan、分层规划、基于案例的规划 | 给定一组操作符、初始状态和目标状态，绘制偏序规划图，并包含排序约束来解决所有冲突；为GraphPlan构建完整的规划图来解决一个给定的问题 | | C | 1 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|----------|--------------------|--|--|--|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_09_03 | 规划方法2 | 理解多智能体规划、基于MDP规划、动态重新规划 | 熟悉一个多智能体规划应用场景 | | X | 0.5 |
| AI_09_04 | 规划语言和表示（PDDL） | 了解规划语言和表示（PDDL） | 在PDDL中对一个规划问题进行编程，并使用一个规划器来解决它 | | C | 0.5 |
| AI_09_05 | 智能规划系统 | 了解智能规划系统，如0-PLAN、Graphplan、SciBox | | 比较至少两个智能规划系统的特点 | X | 0.5 |
| AI_10 | 机器人 | 了解机器人及计算机视觉的原理与应用 | | 分析机器人应用的社会影响 | | |
| AI_10_01 | 机器人概述 | 了解机器人分类、特性、问题、历史与进展 | 了解机器人典型应用场景 | 列出当今最先进的机器人系统的能力和局限性 | C | 0.5 |
| AI_10_02 | 机器人系统 | 理解系统组成、工作空间、传感器与效用器，坐标框架、平移和旋转，配置空间和环境地图 | 通过案例说明将传感器、执行器和软件集成到一个被设计用来承担特定任务的机器人中 | 解释传感器数据中的不确定性；列出机器人对外部环境表示的差异，包括它们的优点和缺点 | C | 0.5 |
| AI_10_03 | 机器人运动控制技术 | 理解定位与绘图，导航和控制，正向和反向运动学，运动规划与轨迹优化，操作和抓取，联合控制与动力学 | | 比较在已知和未知环境中的至少三种机器人导航策略及其优点和缺点 | C | 1 |
| AI_10_04 | 机器人视觉及应用 | 理解图像采集、表示和处理，形状表示、对象识别和分割，运动分析，生成式模型；了解基于视觉的控制 | 列出三种图像分割方法（如阈值化算法、基于边缘的算法和基于区域的算法）及其应用场景 | 分析各种图像分割方法的优缺点 | C | 1 |
| AI_10_05 | 机器人听觉及应用 | 理解音频和语音识别技术；区分声音识别、语音识别和说话人识别的目标，并确定在每种情况下如何不同地处理原始音频信号 | 通过案例说明机器人听觉的典型应用场景 | | X | 1 |
| AI_10_06 | 机器人合作、协作与规划 | 理解共享工作空间、人机团队和物理HRI、社交辅助机器人、运动/任务/目标预测、协作和沟通、信任 | 描述至少一种方法来协调几个机器人的动作和感知，以完成单个任务 | 比较多机器人协调方法和人机协作方法，并将它们的差异归因于问题环境之间的差异 | X | 1 |
| AI_10_07 | 人机交互、机器人触觉与嗅觉 | 了解机器人触觉、嗅觉等其他模态，理解本体感受、人机交互、大模型驱动的机器人交互技术 | 通过案例说明机器人触觉、嗅觉的典型应用 | 分析如何提升人机交互效率 | X | 1 |
| AI_10_08 | 机器人应用以及社会、经济及伦理的问题 | 了解对社会、经济、工作权利的影响；机器人应用程序对伦理和隐私的影响；自主机器人技术中的责任；自主武器和伦理；人类的监督和控制 | | 分析一个现实世界的机器人应用程序的社会、经济和伦理问题 | X | 0.5 |

表 3 人工智能课程的知识点及学习要求（续）

| 标识符 | 名称 | 能力要求 | | | 类别 | 学时 |
|--|------------|--|---|--|----|-----|
| | | 一级 | 二级 | 三级 | | |
| AI_10_09 | 移动机器人构型 | 了解移动机器人主要构型方式，包括轮式机器人、履带式机器人、足式机器人、复合构型机器人 | | 分析一个现实场景中如何选择所需机器人的构型 | X | 0.5 |
| AI_10_10 | 具身智能 | 了解具身智能拥有的物理实体，与环境交互感知的能力，以及基于感知到的任务和环境完成自主规划-决策-行动-执行等一系列过程。 | 通过案例说明，具身智能系统根据获取的感知信息以及任务目标，对自身行为进行规划决策，并生成控制指令，操控本体执行动作任务，进而影响环境。 | 分析大模型赋能具身智能的场景和任务描述。 | C | 1 |
| AI_11 | 人工智能伦理与安全 | 了解人工智能的应用和社会影响 | 了解人工智能的应用场景及解决的问题 | 分析人工智能应用的利弊 | | |
| AI_11_01 | 人工智能典型行业应用 | 理解智能感知、智能认知、智能决策和智能行动 | 了解人工智能在教育、工业、农业、军事、科学发现等领域的应用 | | C | 0.5 |
| AI_11_02 | 人工智能的社会影响 | 理解人工智能伦理、公平性、信任/可解释性、训练数据的隐私与应用，人员的自主权和监督/法规/法律要求，持续性 | | 分析一个或多个特定的现实世界人工智能应用程序的社会影响，从正反两方面进行分析 | C | 0.5 |
| AI_11_03 | 人工智能伦理 | 理解人工智能伦理概念 | 通过案例了解人工智能伦理问题 | 分析有关伦理、公平、偏见、信任、隐私和可解释性的问题 | C | 1 |
| AI_11_04 | 人工智能安全 | 理解人工智能安全概念 | 通过案例了解人工智能安全问题 | 分析具体场景下人工智能安全威胁 | C | 1 |
| AI_11_05 | 人工智能治理 | 理解人工智能治理原则与规范、治理体系与政策 | 了解人工智能治理技术与工具 | 通过案例分析不同人工智能治理方式的利弊 | X | 1 |
| <p>注1：在课程中学习和应用伦理、公平/信任/可解释性以及它们适用的方法和理论，相比于在一个单独的、专门的课程中涵盖伦理有实质性的好处。对这些主题的研究应尽量与其他模块相结合，例如探索如何将决策树应用于环境可持续性方面的特定问题，如土地使用分配，然后评估这样做的社会/环境/伦理影响。</p> <p>注2：由于机器人硬件的费用，机器人实验可以通过Gazebo等模拟仿真平台或ROS等低成本教育机器人平台来完成。</p> | | | | | | |

6.2 课程知识点学习要求

课程知识点学习要求如下：

- 1) 为达成课程教学的基本目标，应包括本文件 6.1 节规定的 80%以上核心知识点，所选择的具有二、三级能力要求的核心知识点需占到所有具有二、三级能力要求的核心知识点的 60%以上，并依据所选择的知识点，实施相应的基础实践内容。
- 2) 为达成课程教学的扩展目标，在基本目标的基础上，应包括本文件 6.1 节规定的 20%以上扩展知识点，所选择的具有二、三级能力要求的扩展知识点需占到所有具有二、三级能力要求的扩展知识点的 50%以上，并依据所选择的知识点，实施相应的基础实践内容，完成可选实践内容。
- 3) 根据教学对象的不同，二、三级能力要求的比例可以做适当调整。

7 课程实践教学及要求

7.1 实践教学目标

实践教学是人工智能课程教学中的一个重要环节，其目标是通过智能软件开发实践帮助学生加强对人工智能知识点的理解，掌握并运用人工智能方法、技术和工具来构建智能模型、实现智能算法，在实践中体验智能软件的实际应用场景、实现的核心环节及面临的工程技术和伦理安全方面的各种挑战，培养学生解决智能问题等方面的能力以及养成良好的人工智能素养。

7.2 实践教学内容及要求

人工智能课程的实践教学应覆盖基础实践内容，以确保实践教学的成效以及达成课程教学的基本目标。

基础实践内容部分具体要求如下：

- 1) 人工智能问题分析与项目设计，包括实际问题识别、需求分析、项目规划与设计；
- 2) 小型项目实施，涵盖数据集准备、数据预处理、特征工程、模型选择与训练、结果评估与优化；项目类型举例：聚类算法实验、分类算法实验、支持向量机分类、基于线性回归的数据预测、基于神经网络的手写数字识别；
- 3) 跨学科应用实践，涉及将人工智能技术应用于不同领域的实际问题解决。

可选实践内容可结合不同专业人才培养的要求，考虑具体的施教情况（如施教对象、课程学时、现实条件、校企合作等），选择以下实践内容：

- 1) 深度学习框架使用实验、模型选择与构建实验、超参数调整与优实验、模型评估与问题识别实验、实际应用项目开发等；
- 2) 知识图谱构建与应用；
- 3) 文本分析与建模实验、信息检索与抽取实验、对话系统与聊天机器人、文本分类与情感分析、基于生成对抗网络的手写数字生成、基于生成对抗网络的图像到图像翻译、人体动作姿态检测、手势识别、情报处理、指挥控制、无人系统、疾病智能识别与诊断等智能算法实现或模型构建；
- 4) 伦理准则与技术责任，包括在项目实践中考虑伦理准则、确保技术应用公平性与正义性、数据安全与隐私保护的实施。

7.3 实践教学实施及要求

实践教学的组织形式：通常以项目团队的方式来组织学生开展实践，每个团队的人员规模通常不少于3人，每个成员在团队中应有明确的角色定位和任务分工。规模较小的实践任务，也可以个人独立完成。

实践教学的课内学时：实践教学应该安排一定的课内学时（应不少于四分之一的知识讲课学时），用于对课程实践进行汇报、讲评、点评和指导，以发现和解决问题，交流分享实践经验和成果。

实践教学效果主要从核心技能掌握、问题解决能力、组织协调能力、反思与改进等方面进行综合评估。核心技能掌握包括算法实现和工具链使用的规范性和熟练度；问题解决能力包括需求分析和技术选型的准确适配，以及解决方案的实用性和创新型；组织协调能力包括任务贡献度、团队沟通效率和冲突解决情况；反思与改进主要关注能否总结技术和工程难点并提出优化方向。

8 课程考核要求

考核要求如下：

- 1) 课程考核要求应服从各个学校、院系的培养方案和教学实际需求。考核知识点应覆盖所有被选择作为该课程内容的知识点，考题难度应与该课程所选的各知识点能力要求、学时要求相符。
- 2) 采用卷面考试和实践考评相结合的方式，并考虑平时的作业和讨论。卷面考试可采用开卷或者闭卷的方式。课程实践的考评需根据实践的内容要求，实践成绩占课程总成绩的比例建议控制在20%-40%。
- 3) 采用定量和定性相结合的考核方式。开卷/闭卷考试侧重定量考核，实践考核侧重定性考核。实践考核可以从个人贡献和团队成果两个角度进行，个人贡献考察个人在项目中的贡献度，团队成果考察团队交付的作品创意、软件制品（包括数据、架构、算法、模型等），从跨学科问题分析、创意价值、伦理安全决策、数据规模与质量、模型的效果、项目规模和难

度等角度考评学生掌握和运用人工智能知识来开发智能软件的能力，可采取作品演示、答辩、开源社区贡献等多元化考核形式。
