

智能科学与技术专业人才培养体系的探索与实践

赵海峰, 刘 娅, 张 燕*

(金陵科技学院软件工程学院, 江苏 南京 211169)

摘 要:探讨了应用型本科高校智能科学与技术专业的人才培养体系。该体系结合人工智能的学科特点,从数学和计算机出发,逐步构建了从数学基础、计算机基础、人工智能基础到人工智能进阶的层层递进的理论课程体系。进而,在理论教学的基础上,建立包含课内实验、课程设计、综合项目实践和专业实习的从单项到综合的课内实践体系。此外,鼓励学生参加兴趣小组、科技社团、学术讲座、创新创业项目以及科研训练,让学生得到从思维方式到团队合作的全方位锻炼,实现高级应用型专业人才的培养目标。

关键词:智能科学与技术;人才培养体系;高等教育;人工智能

中图分类号:G642.0

文献标识码:A

文章编号:1672-755X(2020)04-0022-05

Exploration and Practice on Talents Cultivation System for Intelligence Science and Technology Major

ZHAO Hai-feng, LIU Ya, ZHANG Yan*

(Jinling Institute of Technology, Nanjing 211169, China)

Abstract: This paper discusses the undergraduate education system for intelligence science and technology majors in applied undergraduate universities. Starting from mathematics and computer science, the system gradually builds a progressive theoretical curriculum system including mathematical foundations, computer foundations, artificial intelligence foundations and advanced artificial intelligence, based on the characteristics of artificial intelligence. Furthermore, we also establish an in-class practice system from simple to comprehensive in-class experiments, design projects, comprehensive project practice, and professional practice. In addition, by encouraging students to participate in specific interest groups, science and technology clubs, academic lectures, innovation and entrepreneurship activities, and scientific research training projects, we realize that students can get a full range of exercises from thinking styles to teamwork, and achieve the goal of training professional engineers of artificial intelligence.

Key words: intelligence science and technology; talents cultivation system; higher education; artificial intelligence

智能科学与技术是“探索自然智能机理,研究智能的机器实现理论、方法和技术”的学科。国内第一家智能科学与技术专业于2004年由北京大学自主设立。2017年,国务院发布《新一代人工智能发展规划》^[1],

收稿日期:2020-09-18

基金项目:江苏省高校自然科学研究重大项目(16KJA520003);金陵科技学院科研孵化项目基金(jit-flxm-201808);金陵科技学院高层次人才引进基金(jit-b-201717)

作者简介:赵海峰(1984—),男,河南三门峡人,高级工程师,博士,主要从事计算机视觉、模式识别领域的研究。

通信作者:张燕(1969—),女,河南商丘人,教授,博士,金陵科技学院副校长,主要从事软件工程领域的研究。

将人工智能上升为国家战略。随后,教育部印发《高等学校人工智能创新行动计划》^[2],制定了高校发展人工智能的路线图,大力支持高校建立人工智能学科。据统计,2018年,教育部批准131所高校新增人工智能专业和智能科学与技术专业^[3],2019年为216所^[4]。人工智能在国家的号召下获得大规模发展。

目前,国内高校的智能科学与技术专业大多是在计算机类或电子信息类专业的基础上建立起来的。西安电子科技大学以电子信息技术为依托,建立“智能+信息处理”的人才培养模式^[5]。首都师范大学结合自身师范特色,将教育学与人工智能结合起来,推动交叉结合,实施教育加人工智能的特色人才培养方案^[6]。中山大学制定多学科交叉的课程体系,在专业主干课程的基础上,形成不同方向的专业轨道课程^[7]。大连海事大学则发挥院系自身特长建立智能科学与技术专业的课程体系,扬长避短,侧重实践教学^[8]。

由此可见,国内高校智能科学与技术专业的重要特点之一是学科交叉。本文基于此分析,结合人工智能本身的学科特点与我校(金陵科技学院)的实际情况,从数学和计算机出发,建立我校智能科学与技术专业的理论课程体系、实践课程体系以及课外实践体系,实现培养高级应用型专业人才的目标。

1 理论课程体系

智能科学与技术专业的课程体系,自底向上分为四个部分:数学基础、计算机基础、人工智能基础、人工智能进阶。每个部分都以前一个部分为基础和前提,层层递进,不断加深。

1.1 数学基础

数学是所有理工科专业的基础。本科高校大多开设了数学相关的公共基础课程,包括了高等数学、线性代数和概率与统计。有了这三门课程作为基础,理工科专业学生就可以学习更多专业性的内容。首先在智能科学与技术专业中,解决人工智能问题需要从数据出发,提出相应的算法,数学作为基础,可开设数学建模课程,提升学生的建模能力。

其次,对于计算机学科来说,离散数学、数理逻辑是计算机程序设计、算法分析、体系结构等方面的基础。因此,应开设离散数学与数理逻辑相关课程,并将其作为计算机中的数学基础。

最后,在人工智能问题的求解过程中,涉及大量的数据统计、计算、优化等数学工具,包括矩阵分析、数理统计、随机过程、数值计算、最优化方法等多个方面。这些课程传统上均是研究生课程,对于本科生来说难度较大。因此,与其他高校直接开设相关课程所不同的是,我校智能科学与技术专业从这些课程中挑选出与后续课程直接相关的重要内容,加以提炼,以人工智能数学基础的形式,开设特色课程,降低课程整体难度,使其适用于本科教学。这在近一年的课程教学中取得了较好的效果。

1.2 计算机基础

计算机基础能力是智能科学与技术专业需要具备的基本能力,包括两个方面:计算机编程能力和计算机系统能力。

计算机编程能力主要涉及让学生具备程序设计和算法分析的能力,包括至少两组课程。一组是编程语言类课程,让学生学会使用高级语言进行程序设计,例如Python、C++等。由于Python在当前人工智能领域的广泛应用,经过对业界深入调研,我校智能科学与技术专业将Python作为第一编程语言。另一组编程基础课程是数据结构和算法分析,让学生对算法和程序有更深刻的理解,具备解决复杂工程问题的基本算法能力。

计算机系统基础课程主要让学生了解计算机的基本组成、基本原理,从软硬件两个方面来了解计算机的整个体系结构。硬件部分的课程主要是计算机组成原理、计算机体系结构。软件部分的课程主要包括计算机网络、数据库系统、操作系统、编译原理等。考虑到总学分的原因,我校采用与人工智能数学基础课程类似的办法,将硬件相关课程合并为计算机系统基础,软件相关课程压缩为操作系统应用与数据库系统应用。

当前,云计算和大数据发展如火如荼,许多人工智能系统在云端环境部署。因此,在条件允许的情况下,本专业可开设云计算与大数据相关课程。

1.3 人工智能基础

人工智能基础课程主要包含两个部分:一部分是通用的人工智能基础的算法原理,另一部分是针对不

同模态的数据或领域的基础智能算法。

对于通用的人工智能基础,首先是开设人工智能导论课程,介绍整个人工智能的发展历史、内容方向以及基本概念和算法,使学生对人工智能的全貌有所了解。接下来则三门核心课程,包括模式识别、机器学习、深度学习。模式识别主要涉及经典的贝叶斯决策理论、极大似然估计、线性判别分析、主成分分析、最近邻分类器等内容。机器学习从泛化误差最小化的角度出发,讲述线性模型、对率回归、决策树、支持向量机、神经网络等,同时,对于非监督学习中的经典算法也进行了论述。由于当前模式识别与机器学习的内容相互交叉,因此在智能科学与技术专业中,模式识别与机器学习可以看作是完整的一门课程的两个部分。深度学习在2012年以后逐渐成为人工智能领域的主流方法。其内容从神经网络开始,到卷积神经网络、循环神经网络、生成式对抗神经网络。对于迁移学习、强化学习和图神经网络等内容,也做了简单的介绍。

通用人工智能算法主要关心如何对数据进行建模,对于如何将原始数据处理成模型可直接使用的特征数据涉及较少。同时,涉及的问题为从实际问题中抽象出来的问题,而非具体的问题。

人工智能算法处理各种类型的数据,包括了视觉数据、听觉数据、文本数据以及各种多模态数据。视觉数据主要有图像、视频以及以图像形式存储的文档和文字;听觉数据主要有语音数据、音乐数据以及其他声音数据;文本数据主要是人类的语言文字数据;多模态数据主要有医学影像数据、遥感和高光谱数据、生物医学数据、车载传感器数据、互联网数据等。这些数据种类繁多复杂,必须针对不同数据采取不同的处理方法。

面向特定数据的基础算法,根据以上的数据类型开设三个方面的课程。首先是针对视觉数据,开设了数字图像处理、图像分析与理解课程。其中,数字图像处理是对图像的基本处理,而图像分析与理解则是对图像的进一步处理,其包括图像识别与检测等。其次是针对语音数据,开设了语音信号处理来讲述如何进行语音识别。第三是针对文本数据,开设了自然语言处理来讲述文本处理的基本流程,以及文本处理中常见的方法。对于多模态数据而言,则放在方向课程和项目实践中开展。

1.4 人工智能进阶

经过以上的人工智能基础课程,学生对人工智能中的主要问题和解决方案都有基本了解。并且,经过前期的学习,学生已经掌握了使用人工智能技术处理问题的基本方法。因此,在人工智能的进阶课程中按照计算机视觉、智能人机交互、自然语言处理分为三个方向,开设各自的方向课程。

计算机视觉方向。该方向课程针对的是计算机视觉中的经典问题和方法。基于前期的数字图像处理、图像分析与理解课程,计算机视觉方向重点关注二维特征算子、三维计算机视觉、视频分析以及其他类的计算机视觉等内容。同时,利用基于深度学习技术端到端的方法解决计算机视觉问题。

智能人机交互方向。该方向课程针对与人相关的多模态数据的分析进行,包括了自然人机交互、虚拟现实与增强现实两门课程。自然人机交互主要是使用自然手段进行交互,包括体感手势交互、触摸交互、语音交互、草图交互等。课程主要讲授如何使用人工智能的方法来实现上述交互,例如手势识别、语音识别、草图识别等。虚拟现实与增强现实则重点讲述将虚拟世界与物理世界进行虚实融合的手段,包括如何进行地图的三维重建,如何进行物体的识别、注册、匹配等。同时,引入换脸等应用,讲述增强现实的应用领域。

自然语言处理方向。该方向课程涉及自然语言处理相关的知识表示与理解,以及自然语言处理的应用两门课程。这些课程以自然语言处理课程作为先修课程,重点在文本分类、情感分类、文本摘要、机器翻译等方面构建实际的应用。课程以专题的形式,对这些不同的应用以及处理方法做介绍,让学生了解自然语言处理中的各类方法和应用。

不同于人工智能基础课程,人工智能的方向课程采用案例教学方式,将每个课程分成不同的模块。在每个模块内,给出相应案例来进行课程讲解。

以上三个方向课程根据智能科学与技术专业的学生实际情况,分批开设。

2 实践课程体系

智能科学与技术专业是一门实践性很强的专业。学生除了通过理论课程掌握必要的理论知识之外,

需要大量的实践才能将知识真正掌握。基于我校应用型本科的定位和专业特点,本专业开设不同层次、不同深度的多种实践课程,包含如下几个方面。

2.1 课内实验

除了通用数学基础课之外,所有的智能科学与技术专业课程,都安排了相应的课内实验。课内实验的主要目的是让学生掌握所学的理论内容是如何具体实现的,让学生通过自己动手编程来巩固课堂所学的各类知识。一般来说,实验课时占整个课时的1/3到1/2,视具体学分不同而不同。

实验课的内容一般由三部分组成。第一部分是跟这理论课程直接相关的编程工具的介绍,例如相关的开发环境的使用,软件开发包的基本内容和使用方法等。第二部分是与理论课内容直接相关的实践内容,一般为在两节课内可以完成的编程小练习。第三部分则是本次课程的综合练习,按照授课周数多次布置,供学生在课外练习。例如,对于人工智能数学基础,其实验课程首先介绍 NumPy、SciPy 等工具包的使用,然后用这些工具包实现理论课学到的各类数学方法;在机器学习中,则介绍 Scikit-learn 工具包的使用;在数字图像处理课程中,则首先介绍 Scikit-image 包的使用;在深度学习中,则介绍 PyTorch 等深度学习框架的使用。

2.2 课程设计

课程设计的主要目的是让学生对学过的课程内容能够融会贯通,进而解决有一定复杂性的人工智能问题。根据之前的理论课程体系,课程设计包括编程语言课程设计、模式识别课程设计、机器学习课程设计、深度学习课程设计。

编程语言课程设计。其主要内容是让学生使用编程语言实现有一定复杂度且功能较为完整的软件系统,内容涉及编程语言的某些特定用法、较为复杂的数据结构和算法原则等。通过此课程设计,让学生掌握软件系统实现的基本流程和方法,以便解决实际问题。

模式识别课程设计、机器学习课程设计、深度学习课程设计。这三门课程设计的目的是让学生依据其在理论课程与配套实验课程上学到的内容,自行设计相关算法,解决人工智能问题。例如,在模式识别课程设计中,学生需要自行设计特征提取方法与分类器,解决手写文字识别问题;在机器学习中,则需要设计监督学习算法,解决商品推荐问题;在深度学习中,设计深度网络模型,构造端到端的学习方法,解决目标快速检测问题。

课程比较之课内实验来说,更加注重将学过的知识消化吸收,以便解决实际问题。

2.3 项目综合实践

项目综合实践比课程设计更进一步,学生需要结合实际问题,从数据到算法,从设计到系统,构建一套完整的人工智能系统。这不仅需要学生的算法设计和实现能力,更需要学生的系统设计与实现能力。项目综合实践采取校企合作的模式,邀请企业参与到课程方案的制定过程中,使得课程内容与企业实际需求紧密结合,让学生了解到业界的真实需求。项目综合实践根据方向课程,也分为计算机视觉、智能人机交互、自然语言处理。根据每次综合实践的方向不同,邀请不同方向的企业参与。在课程中,学生可以自行组成团队进行项目开发,共同完成项目所要求的功能和性能。在此过程中,提升学生的团队合作能力。

2.4 专业实习

专业实习在课程学习中是最高层次的实践内容。开展实习时,学生直接到企业去,接触企业的第一手需求和项目,了解人工智能企业在实际生产活动中如何使用人工智能技术,让所学知识真正落地,变成可为社会服务的有价值的内容。学生在企业中接触到真实案例,并参与其中,完成一定的任务,全面提升学生的综合实践能力,为将来真正到企业工作做预演。

通过课内实验、课程设计、项目综合实践、专业实习这样层层递进的课程实践体系,不断提高学生的动手实践能力,从而实现学生从理论到实践的跨越,提升学生的综合素质。

3 课外实践体系

除了课内的理论课程与实践课程之外,我校智能科学与技术专业在课外也建立了一套完整的实践体系,让学生得到更加充分的锻炼,从而实现专业的培养目标。该课外实践体系包括:

1)兴趣小组。在课程教学过程中,针对学生感兴趣的话题或者方向,组建不同的课外兴趣小组,在相关教师的引导下定期在各自方向上进行研究和探索。这些课外兴趣小组既可以对课内学过的内容进行巩固练习,也可以寻找感兴趣的内容进行学习。总之,一切全凭兴趣,最大程度激发学生的积极性,让学生更好地掌握人工智能技术。

2)科技社团。我校目前建立了由学生发起并组织的人工智能科技社团。在社团组织下,最大程度地发挥学生的主观能动性,对共同关注的话题进行讨论。不定期组织技术交流活动、培训活动、社团比赛等。学生通过参加人工智能科技社团,不仅提升了技术水平,也提升了团队协作和组织协调能力。

3)学科竞赛。对于智能科学与技术专业而言,由于其具有较深的数学与计算机背景,因而学生可参加的竞赛包括数学类竞赛、计算机类竞赛、人工智能类竞赛。竞赛的范围较为广泛。在一大二,可以参加基础类的数学建模、计算机编程等比赛。在三大四,可参加人工智能类比赛,解决人工智能综合问题。学生既可以自发参加学科竞赛,也可以通过社团组织的形式,在社团中学习和练习,形成不同年级的学生梯队,参加比赛。

4)学术讲座。我校智能科学与技术专业建立了与学术界和工业界密切的联系。我校不定期邀请学术界和工业界的相关专家开设学术讲座。通过组织学生聆听学术报告,让学生了解当前人工智能领域最新进展,开阔眼界,增长见识,培养学生的创新精神,引导学生开展创新实践,培养创新能力。

5)创新创业项目。学生申报并承担大学生创新创业项目,通过项目来实践创新创业过程。同时,学生也可以主持或参与创业孵化项目,通过项目来促进创新创业能力的快速提升,并形成有可能转化为创业公司的创业项目和团队。创新创业活动,极大地提升了学生的综合素质。

6)科研训练。智能科学与技术专业的教师大多具有较高的科研素养。我们鼓励学生积极参与到教师的科研项目中,这一过程让学生得到基本的科研训练,有助于学生掌握科学思维方法,提高创新能力。

4 结 语

人工智能与计算机和数学有密切的联系,也有自己的特点。因此,智能科学与技术专业的人才培养也不同于计算机专业和数学专业。本文根据人工智能自身的理论和实践特点,从数学和计算机专业出发,结合金陵科技学院的应用型高校定位和办学实践,构建了智能科学与技术专业的理论课程体系、实践课程体系以及课外实践体系,建立了从理论到实践、从课内到课外的全周期的、完整的专业人才培养体系。试图通过此体系,让学生具备较强的创新意识和工程实践能力,具有团队合作精神和组织管理能力,系统地掌握人工智能的基本理论、工程知识和专业技能,从而实现适应地方人工智能产业发展所需的高级应用型专业人才培养目标。

参考文献:

- [1] 国务院. 新一代人工智能发展规划:国发〔2017〕35号[A]. 2017-07-08
- [2] 中华人民共和国教育部. 高等学校人工智能创新行动计划:教技〔2018〕3号[A]. 2018-04-03
- [3] 中华人民共和国教育部. 教育部关于公布2018年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知:教高函〔2019〕7号[A]. 2019-03-25
- [4] 中华人民共和国教育部. 教育部关于公布2019年度普通高等学校本科专业备案和审批结果的通知:教高函〔2020〕2号[A]. 2020-02-21
- [5] 刘丽珍,宋巍,王万森,等. 高师院校人工智能师范类本科专业人才培养分析[J]. 计算机教育,2019(10):9-11
- [6] 李阳阳,张丹,冯婕,等. 引领新工科的人才培养实践——以智能科学与技术专业为例[J]. 教育教学论坛,2019(17):29-30
- [7] 李晓东. 关于智能科学与技术专业建设的几点思考——以中山大学智能科学与技术专业为例[J]. 计算机教育,2015(18):2-5
- [8] 白鹤. 应用本科院校智能科学与技术专业课程体系建设研究[J]. 计算机教育,2019(6):120-123

(责任编辑:湛 江)