

信息论与编码课程理论与实践教学的研究和思考

◆ 蒋 斌, 刘伟华, 张秋闻

(郑州轻工业大学 计算机与通信工程学院, 河南 郑州 450001)

摘 要: 信息论与编码课程在理论教学中存在数学公式多、公式推导难的问题, 在实践教学教学中面临实验知识点多、内容紧凑、编程难度大的现状。本研究分析了上述问题存在的原因, 提出采用线上线下混合式教学模式解决理论教学中的公式难题, 采用必选结合、朋辈辅导与程序复盘的教学模式解决实践教学中的实验难题, 取得了良好的教学效果, 希望能对信息论与编码课程的教学有所启发。

关键词: 信息论与编码; 教学模式; 分析与思考

信息论与编码是通信工程专业的核心课程。此课程以通识教育中的高等数学方法为依托, 在学科基础环节前接概率论与数理统计, 后启通信工程的核心课程通信原理。学生通过学习和积累信息论与编码课程的知识, 能够为学习本专业的光纤通信、现代交换技术、移动通信等课程打下坚实的基础。

不少通信工程专业的学生对信息论与编码课程存在不准确的认识, 更多地将学习精力投入到通信原理、信号与系统、数字信号处理这三门与考研关系比较紧密的专业课程中。实事求是地讲, 复杂的数学公式和较难的实验编程确实增加了信息论与编码课程的学习难度。有鉴于此, 课题组对郑州轻工业大学通信工程专业 2019 级、2020 级学生的学习情况进行了摸底调查, 并对信息论与编码课程开展了教学模式的研究与探索, 形成了信息论与编码课程的教学研究与改革成果。下面课题组分别从教学难点分析、教学对策与思考、教学效果等方面进行阐述, 提出信息论与编码课程教学研究的工作思路。

一、教学难点分析

此课程的教学难点主要集中在数学公式和课程实验两个方面。

(一) 数学公式方面

以课题组所用教材为例, 在信息论的基础概念部分, 有多达 186 个公式, 而在信源与信道编码方面, 也有 141 个公式。公式之难, 体现在两个方面。其一是公式数量多。学生需要掌握的知识点以数学公式为“骨”, 没有公式的支撑, 理论学习就

非常肤浅。其二是公式推导难。刘鑫在分析信息论与编码课程的特点时, 指出此课程涉及大量数学知识, 公式推导和计算多, 很多内容抽象难懂。李旭红认为理论推导和证明过程在一定程度上成为电子信息类专业学生学习信息论与编码课程的障碍。不少教材限于篇幅, 会省略公式推导过程。而在信息论与编码课程中, 公式推导比比皆是, 并呈现出两个特点。首先是信息状态的复杂化造成的推导难题。比如, 当信源或信道由离散状态转入连续状态时, 计算公式就由求和变成了求多重积分, 此时就要求推导者熟练掌握高等数学与概率论的知识。其次是部分公式推导涉及新的数学知识。比如, 在信息熵的性质中, 为了证明上凸性, 需要用到 Jensen 不等式; 在马尔可夫信源部分, 还涉及马尔可夫性质、马尔可夫链等容易混淆的名词。这些因素客观上增加了学生自学的难度与教师备课的压力。

对学生来说, 数学公式是学习过程中的“拦路虎”。公式越多, 越难推导, 就越容易挫伤学生的学习积极性。从教师的角度考虑, 每个知识点分配的学时有限, 在公式较多的情况下, 教师只能先把重点讲清楚。陈婧认为, 教师应该首先明确哪些推导证明必须讲授, 哪些可以省略, 以减轻学生推导证明公式的压力。所以, 涉及公式推导, 教与学的压力都很大, 不可能面面俱到, 有些只能一笔带过。

(二) 课程实验方面

信息论与编码的实验之难, 也体现在两个方面。一是实验知识点多、内容紧凑, 二是编程难度大。有效地锻炼学生的实践能力, 让学生将课堂上

基金项目: 国家自然科学基金项目 (编号: 61702464); 河南省科技攻关项目 (编号: 222102210103); 2021 年中国学位与研究生教育学会重点课题 (编号: 2020ZDB29); 2021 年河南省研究生教育改革与质量提升工程项目“研究生教育优质课程现代信号处理” (编号: YJS2021KC12)

作者简介: 蒋斌 (1983—), 男, 郑州轻工业大学讲师, 研究方向为图像处理和模式识别; 刘伟华 (1989—), 男, 郑州轻工业大学讲师, 研究方向为无线通信、干扰管理; 张秋闻 (1982—), 男, 郑州轻工业大学教授, 研究方向为人工智能、视频编码、三维音视频处理。

学到的原理从计算公式转换为实验程序,以便更好地理解 and 巩固课堂上学到的知识,是实验教学的初衷。虽然 Matlab、Python 等实验工具都包含了大量函数,但是让学生通过直接调用函数或复制程序的形式完成实验,实际上并不利于其理解与巩固知识点,因为很多函数并不开源,相当于一个“黑匣子”。如果将实验过程变成指导学生如何确定输入参数,如何解读输出结果,对于方法的使用而言并无问题,但学生并没有真正理解。在这种情况下,学生的自主编程能力没有得到锻炼,教师也不能掌握学生真实的实践水平。但是,如果要求所有学生都在有限的实验时间内写出程序,也是不现实的。无法按时完成实验的挫败感可能会打击部分学生的自信心。因此,教师应当根据学生的整体学习情况做好教学安排。

二、教学对策与思考

针对上述问题,课题组从以下两个方面入手解决。

(一) 采用线上线下混合式教学模式解决公式难题

课前,课题组借助录屏软件制作了信息论与编码课程课堂教学的讲解视频,并通过超星学习通发布给学生。

讲课视频旨在帮助学生厘清每个章节的学习内容与知识主线,让学生理解重要概念与数学公式的意义、计算方法。这样做有三个好处:第一,学生通过在课前观看讲解视频进行预习,可以找到本节课的重点和难点,从而提高听课效率;第二,这种在线视频学习方式有利于学生合理安排自己的学习时间;第三,教师在制作课程视频的过程中注意力高度集中,会不断在练习中发现问题、解决问题,从而能更好地控制讲课节奏。

课中,教师讲述章节概念,重点依靠板书来展示重要公式的推导过程。

课题组发现,板书的效果要好于播放 PPT。原因在于,书写的过程是缓慢的、片段式的,学生可以一步一步跟着教师的思路,完成对公式的推导,教师可以通过书写过程中的提问与学生形成课堂互动,加深学生对概念的理解;而 PPT 通常是快速、完整地展示公式推导过程,极易让学生放弃思考,单纯地听教师讲解,从而造成对推导过程的记忆偏差。刘刚强调,在教学过程中,对重要定理、经典内容的推导和分析仍要采用板书方式,促使学生在课堂上与教师一起思考。

课后,向学生提供重要公式推导的相关资料,包括附带公式推导过程的教材扫描页、从图书馆下

载的相关论文、从网络上下载的课件等。这些资料有助于学生复习和掌握重点、难点。

教师在讲课过程中,还可以启发学生遇到问题如何查找、分析资料,让学生逐步树立自学意识,获得正确表达、分析通信领域工程问题的能力。

以上方法可以帮助学生搬开学习过程中遇到的一些“绊脚石”,加深学生对信息论与编码知识的理解,使学生知其然更知其所以然。这种线上线下混合式教学在学生完成“预习—听讲—复习”流程的基础上,提供了丰富、完整的线上学习资料,从而引导学生依靠多种资源、从不同角度理解课程内容。

(二) 采用必选结合、朋辈辅导与程序复盘的教学模式解决实验难题

1. 实验前实行必选结合

在有限的实验学时内,将实验分为必做项目和选做项目。必做项目明确了学生必须具备的动手能力,让学生对抽象的概念产生具体的认识,重点在于培养学生的编码与译码能力。选做项目明确学生应当拓展的具体知识,鼓励学生课上课下灵活地开展实验,重点在于加深学生对信源与信道的理解。选做项目的得分不计入实验成绩,在减轻学生压力的前提下,提高了学生参与实践的积极性。

2. 实验中依靠朋辈辅导

课题组在实验中发现,很多情况下学生遇到的问题是比较琐碎的。在课堂上辅导教师能够有针对性地解决学生的疑问,然而在课下,辅导效果并不理想。一是学生白天的课程较多,自习时间多选在中午和晚上,教师无法及时回答学生的问题;二是实验答疑与理论答疑是有区别的,实验答疑多出现在运行程序出现错误时,如果脱离实验环境进行交流,可能做不到有的放矢。有鉴于此,课题组通过分析学生的平时成绩,选择了若干名实验能力较好的学生,让他们对同学进行帮扶。朋辈辅导的好处在于,学生在面对同学时不存在面对教师的压力,对难点的描述也更容易被朋辈快速理解,这样就能及时解决问题。同时,学生通过相互讨论,还能加深对问题的认识。

3. 实验后进行程序复盘

实验的正确结果是唯一的,但实现方法是多样的。对于同一个问题,不同的学生依据不同的理解会给出不同的解决方法。课题组在每次实验后的程序复盘,会列举实验中出现的不同方法,分析不同方法的解题思路,让学生明白“条条大路通罗马”。对于每一种能有效解决问题的方法,课题组都会予以表扬,鼓励学生大胆探索、认真求证。通

过复盘,学生对问题的理解更加深入,分析问题、解决问题的能力也有所提高。

以上几种方法可以有效地锻炼学生的实践能力。必选结合能够给进度快的学生提供学习进步的空间,朋辈辅导能够为进度慢的学生提供有效的帮助,程序复盘为不同程度的学生提供了相互交流的机会,拓展了大家的思路,使学生在设计实验、分析与解释数据方面取得了共同进步。

三、教学效果

通过对信息论与编码课程的学习,学生需要达到三个课程目标。其中课程目标1与课程目标2属于理论部分,前者要求学生具备信息论的基础知识,理解信源与信源熵、信道与信道容量的基本概念,能够在此基础上正确表达、分析通信领域的工程问题,后者要求学生具备基本的编码知识,理解限失真信源编码、无失真信源编码及信道编码的基本概念,能够在此基础上正确表达、分析通信领域的工程问题。课程目标3属于实验部分,要求学生依据信息论与编码的基本原理,通过文献研究和通信系统建模与仿真来设计实验、分析与解释数据,并通过信息综合得到合理有效的结论。

经过两个教学周期的努力,通信工程专业2019级96名学生、2020级90名学生的成绩明显有所提高。与学生的成绩相比,年级课程目标平均达成度更客观,它依据“课程目标的平均分/课程目标总分/班级数”而得。其中,通信工程专业2019级学生的课程目标1和课程目标2的平均达成度分别为86.2%和72.6%。其评价依据包括平时作业、期中考试和期末考试,涉及的内容为信息论与编码课程的理论部分。课题组通过对理论部分的研究与摸索,加强了对相关数学公式的分析与讲解,使得第二个教学周期中通信工程专业2020级学生的课程目标1和课程目标2的平均达成度分别上升至88.9%和83.4%。课题组通过问卷调查发现,学生对该部分知识的学习满意度有了明显提高。通信工程专业2019级学生课程目标3的平均达成度为95.8%,在课题组完善了必选结合、朋辈辅导与程序复盘的教学模式后,通信工程专业2020级学生课程目标3的平均达成度上升至97.5%,学生对实验的理解有所加深,其程序编写能力进一步提高。

信息论与编码课程的教学研究与思考是课题组在研讨2019版通信工程专业人才培养方案的基础上,从通信工程专业2019级开始,在实际教学中进行研究与实践的成果。课题组认为,下一阶段还应当从以下三个方面入手继续深入研究。

信息论与编码并不是一门容易理解的课程,此课程面临的主要困境是知识点不够形象。同为学科基础课程的通信原理、信号与系统、数字信号处理实际上或多或少也面临同样的问题,但这三门课程是研究生考试中通信工程专业普遍选择的考试科目,信息论与编码课程并不具备这一优势。因此,如何将课程中涉及的抽象概念直观、形象地展示出来,是课题组需要继续深入研究的一个问题。

信息论与编码并不是一门孤立存在的课程。对于通信工程专业来说,信道编码在移动通信课程中就占有相当大的比例,甚至信源编码在电子信息工程专业的数字图像处理课程中也有所涉及。所以,信息论与编码课程的讲授应当立足于整个课程体系。只有各个课题组及时交流、相互学习,才能让学生避免重复学习知识,节约学习时间。因此,如何更加清晰地展示课程之间的关联,做好课程之间的过渡,是课题组需要考虑的另一个问题。

信息论与编码课程教师应当积极贯彻国家关于加强高校学生思想政治教育、开展课程思政的要求,对如何进行课程思政教学进行探索。黄昭县提出了更新课程标准、重构课程体系、建设课程思政案例库、扩展课堂等思路。不过,信息论与编码课程思政的探索仍需深入开展。

从2023年开始,信息论与编码课程将纳入修订后的通信工程专业人才培养方案的教学实践中,课题组还会面临新的情况和挑战。教学改革不可能一蹴而就,希望课题组的教学经验能够对承担此课程或电子信息类专业基础课程的教师和课程团队有所启发。

参考文献:

- [1] 朱春华.信息论与编码技术(MATLAB实现)[M].北京:清华大学出版社,2020.
- [2] 刘鑫,杨高波.培养解决复杂工程问题能力的信息论与编码课程教学探索[J].计算机教育,2019(11).
- [3] 李旭红,袁俊岭.面向信息与计算科学专业的信息论与编码课程讲授方法研究[J].教育观察,2021(46).
- [4] 陈婧,贾世祥.信息论与编码课堂教学方法探索[J].高教学刊,2020(28).
- [5] 刘刚,郭漪,肖嵩,等.混合式教学在“信息论与编码理论”中的探索[J].电气电子教学学报,2020(6).
- [6] 黄昭县.“信息论与编码技术”融入课程思政的教学探索[J].教育教学论坛,2020(50).

责编:瀚海