

基于问题驱动和能力导向的“计算思维与算法设计基础”课程教学实践探索*

穆 珺 肖晓霞 刘青萍

(湖南中医药大学信息科学与工程学院 长沙 410208)

〔摘要〕 结合湖南中医药大学教学实践,分析“计算思维与算法设计基础”课程教学现状、教学方法,详细阐述问题驱动式教学法在课程中的应用实践,包括教学设计、教学实施等,分析存在的问题并提出建议。

〔关键词〕 计算思维;问题驱动教学法;最近邻分类算法

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2022.09.020

Exploration on the Teaching Practice of “Computational Thinking and Algorithm Design Basis” Course Based on Problem-based Learning and Capability-oriented MU Jun, XIAO Xiaoxia, LIU Qingping, School of Information Science and Engineering, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha 410208, China

〔Abstract〕 Combined with the teaching practice of Hunan University of Chinese Medicine, the paper analyzes the teaching status and teaching methods of the course “computational thinking and algorithm design basis”, expounds the application practice of Problem-based Learning (PBL) teaching method in curriculum, including teaching design, teaching implementation, etc., analyzes the existing problems, and puts forward suggestions.

〔Keywords〕 computational thinking; Problem-based Learning (PBL); K-Nearest Neighbor (KNN)

1 引言

大学计算机基础系列课程是高等中医药院校非

〔修回日期〕 2021-09-30

〔作者简介〕 穆珺,硕士,讲师,发表论文10余篇;通信作者:刘青萍,博士,副教授。

〔基金项目〕 2020年湖南省普通高等学校课程思政建设研究项目“新医科背景下高等中医药院校信息通识类课程思政推进路径与策略研究”(项目编号:HNKCSZ-2020-0243);2018年湖南省普通高校教学改革研究项目“‘互联网+双创’背景下中医药院校《计算机基础》课程体系创新研究”(项目编号:2018-309)。

计算机专业培养学生计算思维与学习能力的核心基础课程^[1]。计算思维作为一种用计算机有效解决问题的方法、确切描述问题及其解决方案的思维过程,已成为信息化人才必备的素养和技能^[2]。“计算思维与算法设计基础”课程是湖南中医药大学面向非计算机专业学生开设的必修课^[3],其目标是培养学生的计算思维和终生学习能力。本研究基于学生专业背景,以最近邻分类算法进行疾病诊断问题为驱动,将糖尿病诊断案例贯穿到课程教学中,促使学生学会将现实生活中的复杂问题转化为计算机能理解的问题,培养学生计算思维及分析、解决问题的能力。

2 课程教学现状

2.1 课程介绍

“计算思维与算法设计基础”课程是面向理学、工学类非计算机专业本科生所开设的公共基础课。该课程教学以实际问题为驱动^[4]，从问题提出、分析和抽象出发，引导学生进行问题分析与建模，并运用C语言程序设计和实现算法，最终求解问题。通过这一过程，学生可由浅入深地对计算机自动求解问题形成深刻理解；教师可训练和强化学生问题抽象分析和求解能力，从而实现形成计算思维的培养目标。

2.2 现状分析

本课程所面向的授课对象主要是药学、中药学、药物制剂、康复治疗、生物工程、医学检验技术专业本科生。这些专业的学科特点与计算机专业差异较大，学生信息素养普遍比较缺乏，如何有效调动学生学习兴趣是本课程教学需要解决的关键问题。另外本课程所采用教材^[4]中教学内容组织以问题为驱动，所选用案例是学生成绩管理系统。教学过程中部分学生反馈教学案例所反映的实际问题和专业结合不够紧密，希望采用更加贴合专业特点的教学案例。

3 教学方法探索与思考

本研究探讨问题驱动教学法在“计算思维与算法设计基础”课程中的应用，对于提高学生计算思维和自主学习能力具有实际意义。问题驱动教学建立在建构主义学习理论基础上，即基于问题的教学

方法，以提出的问题为学习载体。教师将教学内容蕴含在某个问题中，通过预先设计的“问题链”引导学生自主学习、协作探究，促使学生通过寻找问题的解决方法掌握相应教学内容，从而提高学生发现、分析、解决问题的能力^[5]。在问题驱动教学法应用过程中^[6]，问题设计和问题链构造是核心和关键。巧设问题链、构建知识链循序渐进地引导学生通过置疑、思疑和解疑过程提出问题、分析问题和解决问题，以达到培养学生计算思维、创新意识和终生学习能力的目标。

4 问题驱动式教学法在课程中的研究与实践

4.1 教学设计

4.1.1 教学方案 根据“计算思维与算法设计基础”课程教学目标与教学内容，结合授课学生的学科和专业背景、问题驱动教学原理，在教学设计中融入医药类专业学生感兴趣的问题，制定该课程教学方案，将最近邻分类算法进行糖尿病诊断这一问题贯穿到课程教学中，通过问题驱动引导学生提出问题、构建问题链，促使学生在置疑、思疑和解疑过程中学习分类算法。

4.1.2 教学内容和知识点 结合最近邻分类算法进行糖尿病诊断这个原始问题及其相关子问题，按照教学课时安排进一步梳理教学内容和知识点，探索提出问题和构建问题链的方式，引导学生掌握如何将复杂的原始问题逐层分解为用所学知识能解决的子问题，见表1。通过设置由浅入深、由易到难的一系列子问题，逐步引导学生掌握“分而治之”的问题分析与解决方法，以此培养学生计算思维，并提升分析和解决问题、自主学习能力。

表1 “计算思维与算法设计基础”课程问题设计

教学内容	教学知识点	问题驱动教学中涉及的子问题
怎样与计算机对话	C语言基本语法：变量与数据类型、运算符、库函数（输入输出、数学运算）	(1) 定义变量 x_1, y_1, x_2, y_2 。(2) 输入变量 x_1, y_1, x_2, y_2 的值。(3) 使用算术运算符和 <code>sqrt</code> 库函数计算坐标点 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 之间的欧几里得距离
怎样解决生活中的选择问题	分支语句	将变量 x, y, z 进行排序
怎样解决生活中的重复问题	循环语句、数组	(1) 定义数组存储多个距离值。(2) 将数组中的多个距离值进行排序

续表 1

怎样使用工程思维解决复杂 函数定义与调用
问题

(1) 输入参数为两个数组 (存储两个样本的属性值), 定义函数计算两个样本之间的欧几里得距离。(2) 定义函数对输入参数数组的值进行排序

4.2 教学实施

4.2.1 概述 根据课程安排和教学设计有计划、按步骤地实施教学。导课过程中让学生了解与专业相关的前沿研究案例, 并以问题为驱动激发学生学习的积极性; 教学过程中将枯燥的新知识点与原始问题的子问题关联起来, 通过进阶设计鼓励学生持续学习; 课程结课时引导学生将所学知识连贯起来, 以问题和案例为驱动, 学会将复杂的原始问题逐步分解为子问题, 运用所学知识解决专业领域中的实际问题。教学实施具体过程可分为以下 3 个阶段。

4.2.2 创设情境, 提出问题 从医药相关专业学生感兴趣的热点话题入手, 结合学科发展前沿和学生专业背景, 通过人脸识别技术和计算机辅助疾病诊断的应用案例引出分类算法^[7]。采用皮马印第安人糖尿病数据集^[8], 以最近邻分类算法如何对未知类别的测试样本进行疾病分类为问题, 引导学生学习分类算法。

4.2.3 问题驱动, 引发思考 以“最近邻分类算法进行糖尿病诊断”问题为驱动, 引导学生学习分类算法原理与基本概念。循序渐进地指引学生构建问题链, 思考蕴含着专家经验的训练样本、被计算机分类的测试样本分别是什么, 如何从训练样本得到分类规律, 怎样通过分类规则判断测试样本的未知类别等问题。

4.2.4 问题分析, 总结凝练 疾病诊断问题属于分类问题。引导学生解决“最近邻分类算法进行糖尿病诊断”问题主要包括 3 个步骤。一是教师通过设置自学和分组作业, 让学生提前学习训练样本、测试样本概念。促使学生结合自查资料和小组讨论获取以下信息: 训练样本是计算机分类算法的知识来源和分类依据, 是源于已经存在的人类专家 (医生) 经验, 在自动诊断问题中体现为医生诊断过的历史病例信息。训练样本通常包含两方面内容: 属

性和类别标签。训练样本属性是医生进行分类 (诊断) 之前就已知的信息, 例如待诊断对象的各项检测指标; 训练样本类别标签则是医生根据待诊断对象的各项检测指标 (训练样本属性) 和自身经验以及相关诊断标准进行诊断所得到的分类结果——阴性或阳性。测试样本是没有被医生诊断过、有待计算机算法自动诊断的待诊断对象。测试样本同样包含属性和类别标签两方面内容。同理测试样本属性是在算法进行分类 (诊断) 之前就已知的信息, 即按照训练样本属性的相同项目所构成的检测指标。测试样本类别标签是指分类算法计算之后得到的分类结果——阳性或阴性。二是在上述概念理解的基础上提取原始问题中隐含的信息, 明确每个概念在该具体问题中的取值, 转化为计算机能理解的已知条件。具体信息如下: 采用美国国立糖尿病与消化及肾脏疾病研究所采集和公布的皮马印第安人糖尿病数据集^[8-9], 该数据集中每个训练样本包含 8 个属性和 1 个类别标签。训练样本的 8 个属性分别是: 待诊断对象的年龄、体重指数、怀孕次数、舒张压、口服葡萄糖耐量试验中血浆葡萄糖浓度、三头肌组织褶厚度、2 小时血清胰岛素、糖尿病系统功能。训练样本的 1 个类别标签是: 阳性 (用 1 表示) 或者阴性 (用 0 表示), 这是由医生诊断得到的已知条件。每个测试样本中同样包含 8 个属性 (与训练样本属性的构成完全相同) 和 1 个类别标签, 其中测试样本类别标签属于未知信息, 由分类算法计算后得到。需要说明的是在数据集采集中医生进行糖尿病诊断是基于世界卫生组织标准^[9-10], 而并不完全基于上述 8 个属性值。但是这 8 个属性是专家所挑选的与糖尿病相关危险因素^[9], 可以利用其训练计算机分类算法寻找其中规律, 从而实现利用计算机算法早期诊断和预测糖尿病。理解实际问题后需要引导学生了解最近邻算法基本原理, 认识到算法应用基于如下假设, 即如果待分类的测试

样本属性和某个训练样本的属性特别相似（两个样本属性的欧几里得距离很小），那么这个测试样本很可能和相似的训练样本具有同样的类别标签。由此可知最近邻算法是通过计算待诊断的测试样本属性和所有训练样本属性之间的距离找出与测试样本距离最近的前 K 个训练样本，即为 K 近邻，出现次数最多 K 近邻类别即为最近邻算法对该测试样本所划分的类别，详细流程如下。

算法输入：

float TrainingAttr [TrainingNum] [FeatureNum], int TrainingLab [TrainingNum], float TestingAttr [FeatureNum], int K

算法输出：

变量 lab（测试样本的类别标签）

算法流程：

- 1：定义数组 float Distance [TrainingNum]，用来存储测试样本到所有训练样本的距离；
- 2：定义变量 int lab，用来存储算法得出的测试样本的类别标签；
- 3：定义变量 int vote0 和 int vote1，并初始化为 0，用来存储算法得出的阴性样本和阳性样本各自的投票数；
- 4：for i ← 0 to TrainingNum - 1
- 5： Distance [i] ← CmptDistance (TrainingAttr [i],

TestingAttr)；即调用 CmptDistance 函数计算第 i 个训练样本的属性 TrainingAttr [i] 和测试样本的属性 TestingAttr 之间的欧几里得距离；

6： sortDistance (Distance, TrainingLab)；即调用 sortDistance 函数，对所有训练样本到测试样本的距离 Distance 按升序排序，并且将训练样本的类别标签 TrainingLab 对应地重新排序。

- 7： for i ← 0 to K - 1
- 8： if TrainingLab [i] = = 0
- 9： vote0 加 1
- 10： else
- 11： vote1 加 1
- 12： if vote0 > vote1
- 13： lab ← 0
- 14： else
- 15： lab ← 1
- 16： 返回分类结果 lab

三是引导学生采用“分而治之”法将问题逐步划分为容易理解的子问题，再进行分步求解。以问题驱动引导学生通过自学和小组讨论等方式思考如何将原始问题分解为适合的子问题，并结合所学知识判断是否可以直接求解，如不能则继续逐层分解直到解决，见表 2。

表 2 问题分解过程

原始问题	第 1 次问题分解	第 2 次问题分解	涉及关键知识点
采用最近邻分类算法进行糖尿病诊断	子问题 1 计算训练样本的属性和测试样本的属性之间的欧几里得距离	子问题 1.1 定义 4 个变量，表示两个坐标点	变量与数据类型
		子问题 1.2 输入 4 个变量的值，为两个坐标点赋值	变量、赋值语句
		子问题 1.3 使用算术运算和 sqrt 库函数计算两个坐标点之间的欧几里德距离	运算符、库函数（输入输出、数学运算）
	子问题 2 对所有训练样本到测试样本的距离按升序排序，并且将训练样本的类别标签对应地重新排序	子问题 2.1 对变量排序	分支语句
		子问题 2.2 将数组中的多个距离值进行排序	循环语句、数组
		子问题 2.3 定义函数对输入参数数组的值进行排序	函数的定义与调用

5 教学反思

5.1 存在的问题

本研究基于思维与能力培养目标,探讨问题驱动教学法在“计算思维与算法设计基础”课程教学中的应用与实践。教学实施过程中学生学习兴趣有所增强,多数学生能积极按照要求开展自主学习,针对实际问题思考如何有效分析和分解促进求解。教学中尚存在以下问题:第一,由于课时受限,本问题求解仅采用手动输入训练数据并存储至数组的方式,一定程度限制了训练数据的规模,无法完全展现分类算法性能。第二,本研究所进行的教学设计和教学实施尚未与教学评价充分结合起来,学生自主学习和小组讨论主要以平时成绩加分和自愿完成的形式,没有完全纳入到平时成绩和最终成绩考核与评价中,不能有效保证全体学生学习效果及评价。

5.2 建议

今后教学改进方向主要包括 4 个方面:一是鼓励学生自学 C 语言文件处理,实现从文件中读入训练数据,进一步优化现有方法;二是将编程语言从 C 语言转变为更高级、更灵活的 Python 语言,降低编程语言掌握难度,在教学内容中增加文件操作相关内容,从而更合理地求解问题;三是改进教学评价方法,设计并实施科学合理的教学评价方法,以此促进教学效果的准确客观评价,从而为进一步改进和优化教学方法提供依据;四是优化教学设计,将思政教育和混合式教学融入到课程设计中,使学生能在有限的课时更灵活、更自主地学习。

6 结语

本研究针对“计算思维与算法设计基础”教学

中存在的问题,探讨问题驱动教学法在课程教学中的应用与实践。通过引入最近邻分类算法进行糖尿病诊断这一实际问题引导学生学会分析和解决问题,培养学生主动学习的能力。教学实践显示本研究所提出的教学方法较好地激发和引导学生学习兴趣,有效地培养学生计算思维及分析、解决问题能力。

参考文献

- 1 徐晓飞,李廉,战德臣,等.未来工程教育形态:面向可持续竞争力的服务型教育[J].中国大学教学,2019(5):4-9.
- 2 姜洋,衡红军,李俊生.基于计算思维层次化认知的大学计算机教学改革实践[J].中国大学教学,2020(11):59-63.
- 3 刘青萍,晏峻峰,占艳,等.新工科背景下高等中医药院校计算机基础“宽专融”课程体系初探[J].医学信息学杂志,2019,40(1):89-92.
- 4 肖晓霞,彭荧荧.计算思维与算法设计基础[M].北京:人民邮电出版社,2020.
- 5 周立军,吕海燕,刘凯.基于问题驱动与能力导向的大学计算机基础课程教学实践[J].计算机教育,2020(3):80-83.
- 6 董玉莹.基于问题驱动的计算思维培养研究[D].兰州:西北师范大学,2018.
- 7 陈封能,迈克尔·斯坦巴赫,阿努吉·卡帕坦,等.数据挖掘导论[M].北京:机械工业出版社,2019.
- 8 张颖,窦一峰.基于 WEKA 的医学数据分类及糖尿病早期预测[J].医学信息,2021,34(6):32-35.
- 9 Smith J W, Everhart J E, Dickson W C, et al. Using the ADAP Learning Algorithm to Forecast the Onset of Diabetes Mellitus [J]. Proceedings the Annual Symposium on Computer Applications in Medical Care, 1988 (10): 261-265.
- 10 World Health Organization. Report of a Study Group: Diabetes Mellitus [R]. Geneva: World Health Organization, 1985.