

工科大学生批判性思维特征分析与研究

——以Python课程为例

吴伟敏, 毕梦娜

(南京邮电大学教育科学与技术学院, 江苏 南京 210023)

摘要: 批判性思维是现代高等教育的核心素养之一,但工科大学生在此方面的表现较为薄弱。通过构建工科生批判性思维分析框架,借助Nvivo软件对学生Python课程的反思记录进行内容分析与量化研究,探究工科大学生在编程学习过程中表现出的批判性思维特征。通过数据分析得到规律,发现工科大学生在Python编程学习中普遍具备理性思考、分析等批判性思维特征,但在沟通表达、情境把握、辩证思维以及推理证明等方面还有所欠缺。研究表明,学生之间存在批判性思维水平差异,高段位批判性思维水平学生的行为特征模式对低段位学生有指导作用。该研究为教育者提供了工科大学生批判性思维培养的具体思路和方法,对提高大学生的批判性思维能力具有重要的实践意义。

关键词: 工科大学生;批判性思维;特征分析;Python

DOI:10.11907/rjdk.231657

开放科学(资源服务)标识码(OSID):

中图分类号:TP 393.04

文献标识码:A

文章编号:1672-7800(2024)008-0105-07



Analysis and Research on Critical Thinking Characteristics of Engineering Undergraduates

——Taking Python Course as an Example

WU Weimin, BI Mengna

(School of Educational Sciences and Technology, Nanjing University of Posts and telecommunications, Nanjing 210023, China)

Abstract: Critical thinking is one of the core literacies in modern higher education, but engineering undergraduates are weak in this area. The purpose of this paper is to explore the critical thinking characteristics of engineering undergraduates in the process of programming learning by constructing an analytical framework for critical thinking of engineering students and conducting content analysis and quantitative analysis of students' reflective records of Python courses with the help of Nvivo software. Through the analysis of the data obtained, the study found that engineering students generally possess critical thinking characteristics such as rational thinking, problem analysis and solution design in learning Python programming, but they lack in communication, contextualization, dialectical thinking and reasoning. Research has shown that there are differences in critical thinking levels between students and that patterns of behavioral characteristics of students at higher levels of critical thinking use can be instructive for students at lower levels. This study provides educators with specific ideas and methods for developing critical thinking in engineering undergraduates and has important practical implications for improving the critical thinking skills of undergraduates.

Key Words: engineering undergraduates; critical thinking; feature analysis; Python

0 引言

随着信息时代的发展,技术的变化愈加迅速,要想在这个竞争激烈的时代中保持竞争力,工科大学生需要具备

批判性思维能力。批判性思维是指对信息进行思辨、归纳和推理的能力,是高等教育的核心素养之一。在工科大学生的专业学习中,批判性思维对于解决复杂问题、研究创新、提高专业能力具有非常重要的作用。因此,了解工科大学生批判性思维的特征和发展现状,对于提高工科大学

收稿日期:2023-06-25

扫描二维码阅读全文:



基金项目:南京邮电大学教学改革研究项目(JG01722JX50)

作者简介:吴伟敏(1973-),男,南京邮电大学教育科学与技术学院副教授、硕士生导师,研究方向为网络教育、教育软件应用、计算机安全等;毕梦娜(1999-),女,南京邮电大学教育科学与技术学院硕士研究生,研究方向为教育技术学。

生的批判性思维能力和促进其个人与职业素养的全面提升具有重要意义。然而,工科生的批判性思维水平与其专业需求和实际生产力需求之间还存在一定差距,主要原因是批判性思维起源于人文领域,存在一定的学科视角差异,加上实用主义的影响,导致批判性思维在此前并没有受到工科研究者的足够重视。针对这一现状,深入研究工科生批判性思维特征和如何促进其批判性思维能力提升,是当前教育领域研究的热点问题之一。本文旨在通过质性与量化结合的方式分析工科生 Python 课程反思记录,探究其批判性思维特征,以及如何针对这些特征创新批判性思维教育,以期为教育实践提供有益的借鉴和指导。

1 研究综述

1.1 批判性思维定义

20 世纪初期,美国教育家 Dewey 提出反思性思维,指对于自己的认知和思维过程进行反思,以不断精进与改进自己的思考方法和策略,包括记忆、理解和经验 3 部分。Ennis 提出有关批判性思维的理解模型,主要涉及分析、评估、推理、解决问题、自我调整等方面。基于此,其强调了批判性思维的两个要素:基础性的思维技能和元思维技能。前者是指一些基本的批判性思维能力,如分析、解决问题,评估和推理;后者是指在基础性思维技能的基础上产生的更高级的思维技能,包括自我观察、元认知和自我调整。Facione 的批判性思维维度框架包括以下 7 个维度:解释、理解、推理、评估、判断、批判性思维技能、批判性思维态度和信息素养,其认为这些维度并非独立,而是彼此联系和相互影响的。经合组织在“面向 2030 年的教育与技能”中指出高阶技能的重要性,其中对批判性思维的定义是“质疑与评估想法以及解决方案”。

换言之,批判性思维既是一种高阶的认知技能,能够通过推理、质疑、判断与评估处理接收复杂信息,使人更好地理解和分析信息,提出有力的观点和论据,又是一种探究、冒险的情感倾向,可视为智力特征。据此,本文对大学生批判性思维的核心概念定义为:批判性思维是能够进行分析、评估、推理、迭代的高阶思维信息加工过程,这一过程包含系统性、分析性的思维习性,由探索真相、开放思想、自信、好奇的情感意向驱动,由元认知进行自我调控。通过批判性思维的定义可以看出,反思记录基本包含了对问题进行研究所需的各类元素。因此,本文选择采用反思文本对工科生的批判性思维进行探究具有科学性和有效性。

1.2 工科生批判性思维研究现状

现阶段,批判性思维研究主要集中在人文社科领域,包括哲学、教育学、心理学等,探讨批判性思维的内涵、实质以及如何将其纳入到教育中,也涉及计算机科学、学习科学、人机交互、认知科学等领域,关注如何让学习者拥有

更好的批判性思维能力、如何将批判性思维与技术相结合以促进更好地决策和解决问题等。工科生的批判性思维是一个有意义的研究方向,但研究关注度相对较低。与人文社会科学相比,工科更注重实践应用和具体技能的培养,因此工科与人文社会科学研究者之间可能存在视角及认知上的差异。在工科教育中,学生通常需要学习大量专业知识和技能,并参加实验、实习、项目设计等实践活动,较少有机会接触和培养批判性思维。同时,工科领域的实用主义思潮也在一定程度上影响了批判性思维在教育中受重视的程度。虽然理论上批判性思维对各个行业都有重要作用,但在社会认知和文化方面,工科领域的社会影响力较大,其成就和对实用性的重视反而导致批判性思维在工科领域无法得到足够关注。而且,批判性思维是一种高阶思维,如何科学地测量、评估工科大学生的批判性思维能力以及选择合适的方法和技术工具进行有效地量化也是研究开展的难点之一,这些原因都导致了当前工科生批判性思维研究的不足。

目前,清华大学通过 ETS 测试揭示国内工科大学生批判性思维水平弱于俄罗斯和美国;田社平等采用准实验研究证明了问题式教学法对工科大学生批判性思维倾向发展的促进作用;李娜等对某省 1 075 名大学生随机抽样进行问卷调查,分析发现工科生的批判性思维训练和信息鉴别力培养较弱,需要加强培养。综上,工科生的批判性思维能力亟需提升,但当前的研究尚不够深入,研究方法也不够细致,还有很大的进步空间。

2 研究方法

2.1 研究方法与研究对象

批判性思维工具主要分为主观题测试或客观题测试。客观题多以选择题形式出现,主观题主要以解释、主观态度、议论文等形式出现,训练策略包括思维导图、情景训练等。国内较常使用教育类的问卷调查进行大基数测试,包括加利福尼亚批判性思维倾向问卷、加利福尼亚批判性思维技能问卷以及各类自测题目等。研究方法繁多,但批判性思维的发展轨迹尚不明确,如何探究更深层次的批判性思维特征是目前研究的重点内容。本文旨在对批判性思维进行更为详细、全面的分析,以获取更精确的特征。结合以往方法,本文采用质性与量化相结合的分析方法,能够更深入地挖掘和理解批判性思维特征,从而为研究提供更可靠的数据分析基础。

本文基于 Python 课程,选择东部地区某双一流大学的 87 名工科专业学生作为研究对象。课程共 12 周,通过第 6 周的项目中期反思文本探究工科大学生批判性思维特征。反思文本包括 200~300 字文字描述与代码,包含学生解决问题时的思考过程、解决方案和未来改进方向等信息。Python 编程语言具有易学、易用和易读的特点,在计算机

科学和工程中得到了广泛应用。课程要求学生提升解决问题与系统设计的能力,即学会运用计算机科学原理和技术,将问题分解成更小的子问题,并通过抽象、模式识别、算法设计、问题建模等方法解决问题。研究选择具有一定工科专业素养的大二年级学生作为研究对象,其批判思维能力还未成熟和稳定,因此更加适合暴露问题,有利于推进研究。受访者统计资料如表 1 所示。

Table 1 Sample of engineering students interviewed
表 1 工科专业学生受访样本情况

项目	类别	人数	百分比/%
性别	男	50	58
	女	37	42
编程基础	有	84	97
	无	3	3
批判性思维测试	有	0	0
了解程度	无	87	100

2.2 批判性思维编码工具构建

本文在 Paul 的经典三元结构基础上制定了工科生批判性思维能力框架,依据“思维八元素”的核心内容将主要考察视角聚焦于问题解决能力模块。结合 Python 编程课程具体要求,又考察了工科生“代码规范”及“技术熟练度”两方面的能力。本文的三元框架设计如图 1 所示。

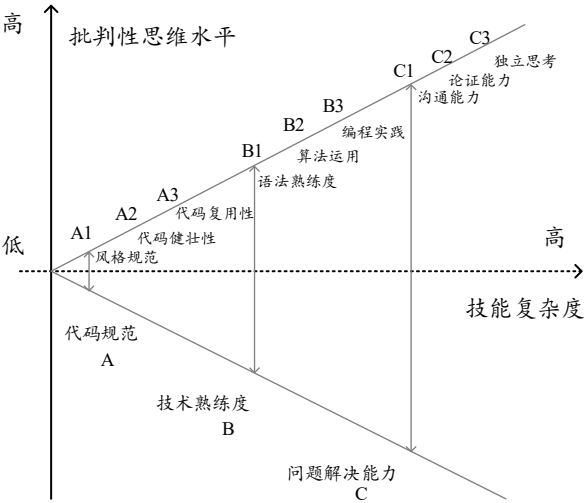


Fig. 1 Critical thinking competency framework of Python course for engineering students
图 1 工科生 Python 课程批判性思维能力框架

在“代码规范”模块(编码为 A 板块),主要考察“风格规范”(A1)、“代码健壮性”(A2)及“代码复用性”(A3),这是 Python 教学目标中最基础的考察内容;在“技术熟练度”模块(编码为 B 板块),主要考察学生是否能够灵活使用代码,将其作为工具来解决问题,如何分析、评估、推理以及迭代,了解信息加工过程究竟是怎么发生的,以上涉及“语法熟练度”(B1)、“算法运用”(B2)及“编程实践”(B3);在最复杂的模块“问题解决能力”(编码为 C 板块)中,考察“沟通能力”(C1)、“论证能力”(C2)及“独立思考”(C3),学生将项目讨论中的各种思路与细节进行呈现,此时考察学

生是否能清晰表达自己的逻辑与思路,对问题理解的程度以及是否找到证据支撑结论的方法。从 A 至 C 考察的能力复杂程度逐渐加深,代表学生具备的批判性思维能力越强。在处理学生反思文本信息后,抽取近 50% 的学生样本进行预编码,根据结果对初始编码工具进行补充和修改。为保障编码的科学性和有效性,邀请两位元认知领域的专家进行评估,最终形成工科生批判性思维能力编码表,见表 2。

2.3 数据收集与整理

本文共收集 Python 编程课程中期反思文本 87 份,对所有记录进行筛选、清洗,同时进行数据预处理,如去除无用字符、符号和高频词汇等,以减少噪音干扰和数据偏差。处理完成后得到 80 份完整、有效的文本,并将其拆解为 1 054 条有效信息。反思文本包括项目代码修改以及问题解决、项目信息更新、环节完善等内容。在遵循工科生批判性思维能力编码表进行编码的同时,评估与迭代的另外两位专家也进行编码。经统计,两组编码具有良好的编码一致性(Kappa 值为 0.819),分歧之处通过协商达成一致。

本文通过量化方法了解学生整体批判性思维水平分布情况:学生之间是否存在批判性思维差异、差异之处主要有哪些、各类批判性思维技能使用情况如何;通过质性分析了解学生批判性思维能力是如何运用的,是否存在薄弱之处,都有哪些特征,并基于此思考如何提升工科生的批判性思维能力。

3 结果分析与讨论

3.1 量化分析结果

从代码规范(A)、技术熟练度(B)、问题解决能力(C)3 部分考察工科生 Python 课程批判性思维能力水平情况,如图 2 所示,柱状图上方数字表示人数与占比情况。由此可见,具有基本问题解构能力并基于此进行代码创作的学生,即到达 A 与 B 要求的学生较多,其可以进行初步的理性思考、问题分析与解决方案设计,但在更深层次的批判性思维能力要求上,如 C 要求的沟通表达、情境把握、辩证思维以及推理证明等方面还有所欠缺,达到 C 要求的人数最少。而兼具这 3 种能力,准确地 Python 课程反思文本中对批判性思维能力进行展现的学生非常少,说明学生对该能力的欠缺程度较为严重。依据此情况将兼具 3 种要求的学生标注为高段位批判性思维水平学生,共 26 份文本,将未达到 C 的学生标记为低段位批判性思维水平学生,共 48 份文本,并进行更深一步的挖掘。

3.2 行为模式分类

运用内容分析法对两类标注语句进行挖掘后,得到七大大类主题,高、低段位批判性思维水平学生的特征表现主要区别如表 3 所示。

Table 2 Coding critical thinking skills for engineering students

表2 工科生批判性思维能力编码

模块	编码	编码含义	具体表现
风格规范	A11	PEP规范	能够遵循Python编码规范
	A12	命名规范	能够遵循良好的命名规范,提高变量、方法、类的可读性
	A13	文档规范	能够按照规范的模板撰写注释和文档,方便他人理解和维护代码
代码健壮性	A21	异常处理	能够判断运行时发生的异常,并合理地处理异常情况
	A22	输入合法性检查	能够检查输入数据的合法性,避免非法输入影响程序正常运行
	A23	数据格式化	能够将输入、输出数据进行准确地转换和格式化,使程序的表现更加直观
代码复用性	A31	模块化	能够将代码按照功能划分成多个模块,实现高内聚、低耦合的设计
	A32	函数化	能够将重复代码封装到函数中,实现可复用性和可维护性
	A33	面向对象	能够使用面向对象编程的方式把代码组织成类和对象,提高代码的复用性和可扩展性
语法熟练度	B11	基本语法	能够准确使用Python的变量、操作符、流程控制、分支语句、循环等基本语法和概念
	B12	函数和模块化	能够依据需求定义函数、模块,编写带参数、返回值的函数
	B13	异常处理	能够检测并处理运行时的异常,保证程序的稳定运行
算法运用	B21	基本算法	能够理解常用的基本算法,如排序、查找等
	B22	高级算法	能够理解更复杂、高级的算法,如动态规划、最短路径等
	B23	算法实现	能够实现各种算法,用Python解决实际问题
编程实践	B31	代码优化	能够通过变量命名、函数抽象、代码重构等手段提高代码的性能和可读性
	B32	版本管理	能够熟练使用版本管理工具,如Git等
	B33	可视化展示	能够使用Python各种工具实现数据的可视化,直观展示实际问题的结果
沟通能力	C11	说服能力	学生能够用清晰、明确的语言表达自己的想法,并说服他人接受自己的解决方案
	C12	团队合作	能够在团队中扮演积极的角色,与其他成员协力解决问题
	C13	语言表达	能够用简洁、准确、规范的语言表达自己的想法,避免歧义和误解
论证能力	C21	证据查找	能够运用搜索引擎等工具寻找相关证据,支撑自己的论点
	C22	比较分析	能够将不同解决方案进行比较,评估其优缺点并作出合理决策
	C23	反思总结	能够反思并总结自己的方案和决策,提出改进意见
独立思考	C31	问题拆解	能够将复杂的问题分解成更小的问题,将问题拆分成更小的部分以便更好地解决
	C32	推理能力	能够运用逻辑思维和推理能力来分析问题,并最终求得决策方案
	C33	创造力	能够灵活运用创造性思维从不同角度看待问题,并提出新颖、有吸引力的解决方案

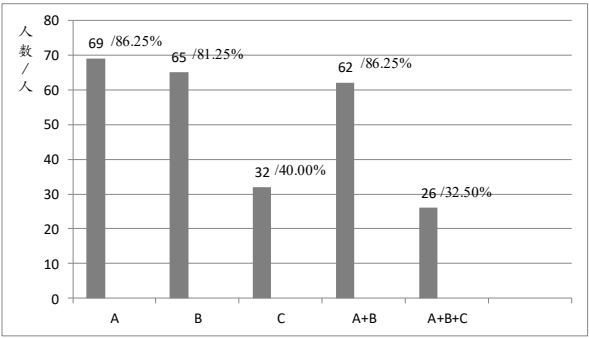


Fig. 2 Distribution of critical thinking among engineering students

图2 工科生批判性思维分布情况

可以看出,高段位批判性思维水平学生展现出的特征包括具有非线性解决问题思维、实验性思维、独立思考能力、深层思考能力、团队协作能力,以及逻辑严谨和超前规划等,而低段位批判性思维水平学生则表现出理解浅显、缺乏独立思考、思考不深入、缺乏逻辑性、缺乏试错思维、沟通交流能力较弱、缺乏计划性等特征。高批判性思维水平学生的反思记录呈现出更加深刻的思考,具有明显的全局性思维模式,更容易解决复杂问题。低批判性思维水平学生则缺乏深入的思考和全局性思维,往往只是片面地处理问题。高批判性思维水平学生具备更强的创新能力和对策略的敏感性,在反思记录中展现出更加准确和精炼的语言表达。相比之下,低批判性思维水平学生在反思记录

Table 3 Critical thinking in the upper and lower levels student characteristics

表3 高、低段位批判性思维水平学生特征

特征	高段位批判性思维水平学生表现	低段位批判性思维水平学生表现
问题理解	深入分析问题本质,采用非线性思维,根据问题进行逻辑推理,非简单回答	对实际问题的理解比较浅显,不能体现问题的深层次本质
思考	善于自主思考和解决问题,并对问题进行周密分析,处理疑问的能力较强	缺乏独立思考能力,编程时依赖他人的指导和帮助,缺乏独立解决问题的能力
分析方法	善于运用较深层次的思考和分析方法,充分考虑实际问题的细节和特点	对于编程任务中出现的问题思考不充分,易出现想当然的情况
逻辑错误	易发现问题中潜在的逻辑错误,有能力利用其他逻辑方法验证、纠正错误	对程序出现的逻辑错误感到困惑,不能针对错误说明确切原因
思维	具有实验性思维,通过验证假设,找到最优解决方案	缺乏试错习惯,对问题的解决过程没有形成相关的验证和纠正机制
团队协作	具有出色的团队协作和沟通技能,善于倾听他人意见和看法	在团队协作和交流方面表现较弱,在沟通与交流中容易造成误解和歧义
规划预测	可以较深层次地预测编程程序可能产生的不良结果,并设计合理的解决方案	不能清晰规划项目进度,对可能出现的困难没有很好的解决办法

中的语言表达往往缺乏准确性和精炼度。基于以上分析, 可以将“问题理解、独立思考、多角度分析问题、语句逻辑、试错思维、团队协作以及学生表达能力”7 个关键特征与相关培训课程和反思实践相结合, 针对低批判性思维水平学生进行相关课程设计, 以提高其思考深度和分析能力, 使其在处理问题时具备全局性思考能力, 提升其对于策略规划的敏感度。

3.3 教学干预结果分析

根据高段位批判性思维学生的行为模式对低段位学生进行教学干预, 针对“问题理解、独立思考、多角度分

析问题、语句逻辑、试错思维、团队协作与表达能力”7 个方向进行有效引导。在教学干预实施前对 48 位低段位学生进行批判性思维倾向与能力测试(《加利福尼亚批判性思维倾向问卷》CCTDI 中文版及 Python 自测卷), 有 29 人总分低于 280 分, 19 人高于 280 分(高于 280 分表示批判性思维水平较高)。在干预实施 5 周后, 再一次对这 48 位工科大学生进行测试, 有 40 人总分高于 280 分, 8 人总分低于 280 分。问卷测试结果分布如图 3 所示。结果显示, 通过教学干预, 低段位学生的批判性思维水平有所提升。

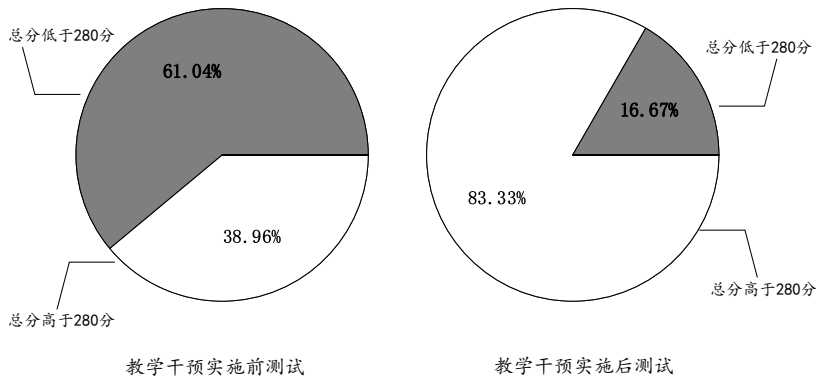


Fig. 3 Distribution of questionnaire test results

图3 问卷测试结果分布

教学结束后发布学习满意度问卷调查获得教学评价, 根据问卷最终得分对学生的体验情况进行分析。由表 4 可得, 学生经教学干预后普遍对有所引导的批判性思维活动更有兴趣, 解决问题时也更有主动性, 迷惑感和无助感

减少, 对批判性思维工具应用有了具象化体验。由测验结果可知, 学生的批判性思维能力有所提升。总体来说, 依据从高水平学生表现中提取的 7 个主题对工科大学生进行教学干预的方法能有效提升学生的批判性思维能力。

Table 4 Questionnaire dimensions and results

表4 问卷调查维度与结果

维度	示例	等级				
		非常同意	同意	一般	不同意	非常不同意
学习效果	干预后, 我能够很好地找出逻辑错误	15.43	63.50	21.07	0.00	0.00
积极性	遇到难题时, 会更加主动进行独立思考	6.11	67.89	26.00	0.00	0.00
学习动机	为了和团队进行更好的合作, 愿意花时间进行沟通和解释	14.91	59.76	25.33	0.00	0.00
体验感	经过教学干预, 解决问题时的困惑感与不能充分思考的感觉减轻了	20.11	51.00	28.89	0.00	0.00

4 结论与建议

本文通过分析工科生 Python 课程中期项目反思文本发现了其批判性思维特征, 发现工科大学生在理性思考、问题分析、解决方案设计等方面表现出较强的批判性思维能力, 但在情境把握、辩证思维、推理证明等方面仍有一定欠缺。高低两组段位批判性思维能力使用者模式有很大区别, 为提升工科生批判性思维能力提供了参考方法。

4.1 反思行为中促进批判性思维提升的关键

通过比较高低两组批判性思维水平学生的反馈与教学实践记录, 可以得出以下 4 个在反思行为中促进批判性思维提升的关键: ①洞悉问题的目的和意图, 找出各种观

点和想法的联系; ②审视证据, 及时更新信息, 纠正错误; ③时刻强调逻辑性, 注重逻辑方法的使用; ④具有主观能动性, 对于试错、计划以及解决问题都应抱有较为正面的态度。这 4 个关键行为对于学生在使用批判性思维过程中呈现的结果十分重要。

在教学中, 可以通过引导协助学生深层次分析问题, 探究各种观点和想法以及形成过程, 时刻提醒学生在评估和理解问题时是否具有清晰的方向, 并形成认识问题的元认知思维; 引导学生识别可能存在的偏见和假设, 评估信息和证据的来源及可靠性, 探索更多证据或信息, 以证实结论是否正确。在教学过程中, 应该引导学生重视自己的推理和逻辑过程, 并注意识别可能出现的错误和不准确的推理过程, 最后根据需要纠正这些错误, 并改进自己的推

理和逻辑过程。同时,还应该发掘学生的积极性,给予足够的尝试机会与鼓励,使学生意识到自身具有的潜力,更积极地解决遇到的困难。

4.2 高段位批判性思维模式

具备高段位批判性思维水平的学生的思维过程是有条理、全面、复杂的过程。该过程可以通过下面几个步骤来说明:①确定问题:高段位批判性思维者能够在评估和分析信息之前,清晰地确定并定义问题;②收集信息:能够从多种来源收集信息,并识别和评估信息来源、准确性和可靠程度;③分析信息:理性地分析收集来的信息,将其分类并识别其内在的相关性;④识别偏见:能够识别可能存在的偏见或错误,并向推理和结论的正确方向进行调整;⑤发现模式:能够发现信息与事实之间可能存在的模式和相关性,将其与自身知识及经验联系起来;⑥提出结论:高段位批判性思维者能够基于分析和评估得出准确、全面的结论,并确定下一步行动计划。

4.3 低段位批判性思维模式

低段位批判性思维水平展现出来的模式通常是表达不清、结论不严谨的,或对信息进行了错误解读。低段位批判性思维者通常缺乏对问题的深入识别和理解,其分析和评价通常不够全面,甚至容易受到感情或偏见的影响。所凸显的主要问题包括:①盲目接受信息:低段位批判性思维者缺乏评估和分析信息的能力,容易盲目接受信息和观点,不加思考地将其作为自己的观点;②偏见和误解:其通常受到不正确的信息和偏见影响,可能根据自己的经历与社会环境对一些问题形成错误的观点和看法;③表达不清:其通常缺乏正确的语言表达能力以及相关学科知识,不能清晰地传达自己的意见,缺乏重点和逻辑关系。

低段位批判性思维者可以通过以下几种方法提高自己的思维能力:①学习关键思维模式,批判性思维所涉及的基本逻辑和分析模式包括分析证据、识别主张、比较和对比、归纳和演绎推理等,以提高评估和分析信息的能力;②冷静思考,避免过于情感化,客观独立思考问题,觉察偏见,并尽量进行控制和纠正;③收集信息,寻求不同来源的信息,了解不同观点,并持开放态度;④建立更多的知识储备,学习重要概念、原则和背景知识,提高对复杂信息的理解和分析能力;⑤将解决问题的注意力集中在核心问题上,直接思考本质问题,不必关注非关键信息。

4.4 提升工科生批判性思维建议

研究表明,工科生在使用批判性思维能力时有不同表现,这些表现聚焦了技能与情感两个方面。因此,在教学中,有关提升工科生批判性思维的建议也分为技能和情感进行说明。

在技能方面,以Python课程为例,需要掌握各类基本应用。首先,学习和实现各种算法和数据结构,培养分析与解决问题的能力,如排序、搜索、图算法等,并培养编程思维,学会通过编写代码解决问题,培养逻辑思维与创新

能力;其次,理解控制流程、函数、面向对象编程等概念,并应用到实际问题中;最后,Python具有丰富的数据分析和可视化库,例如NumPy、Pandas和Matplotlib等,学习处理与分析大量数据并通过可视化方法展示数据结果也十分重要。同时,要保持学习习惯,不断更新知识储备是提升高段位批判性思维的最佳途径之一。学习使用逻辑工具,清晰、准确地推理和分析论点,才能避免逻辑谬误和陷阱。要学会交流与清晰表达,与团队成员辩论时增加解决问题的视角和可能性。

在情感方面,要保持学生的好奇心,好奇心是高段位思维者探索 and 发现新知识的一个重要驱动力。练习良好的心态,高段位批判性思维者应该对新信息持开放态度,不断提出问题、探究各种可能性,并接受可能出现的干扰和错误。另外,高段位批判性思维者应该不断挑战自己的想法,尝试从不同角度进行探究,接受自我纠正和改进。

5 结语

本文通过对Python课程的学生反思文本进行编码分析,揭示了工科学生在Python编程学习中具备的批判性思维特征。尽管工科专业学生需要掌握实践能力,但培养批判性思维同样至关重要,其会影响学生整体学术能力的提升。在当前快速变化和不断创新的时代,工科专业的学生需要具备挑战现有思维方式、寻找更好解决方案、独立思考并作出正确决策的能力。高等教育应当加强对工科生批判性思维的培养,提高其专业素养和竞争力。在下一步研究中,可以进一步探究工科生在学习人工智能技术时如何运用批判性思维,如在人工智能算法开发、伦理和责任、自主决策等方面的批判性思维表现,对比不同学生在人工智能项目中的批判性思维差异,并分析其影响因素;分析学生在学习图像处理技术时如何运用批判性思维来解决各种问题,探究其在图像分类、目标检测、图像生成等任务中的批判性思维能力,以及在评估算法效果和处理图像中的伦理问题时的思维表现;设计跨学科项目,将Python、人工智能、图像处理与虚拟现实等领域相结合,鼓励工科生运用批判性思维解决问题,挖掘其在跨学科项目中的合作、创新以及批判性思维表现。

参考文献:

- [1] Ministry of Education of the People's Republic of China. Ministry of Education SASAC jointly held promotion meeting for cultivation of engineers with excellence [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/202209/t20220927_665483.html.
中华人民共和国教育部. 教育部国资委联合召开卓越工程师培养工作推进会 [EB/OL]. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/moe_1485/202209/t20220927_665483.html.
- [2] ZHAO Z J. Prospects for world higher education in the 21st century and its framework for action - overview of the '98 world conference on higher education [J]. Research in Educational Development, 1998(12):4-11.

- 赵中建. 21世纪世界高等教育的展望及其行动框架——'98世界高等教育大会概述[J]. 上海高教研究, 1998(12):4-11.
- [3] DEWEY J. How we think [M]. New York: Cosimo, 2008.
- [4] ENNIS R H. A taxonomy of critical thinking dispositions and abilities [M]. New York: Henry Holt & Co., 1987:9-26.
- [5] FACIONE P A. Critical thinking: a statement of expert consensus for purposes of educational assessment and instruction. research findings and recommendations [M]. Millbrae: The California Academic Press, 1990.
- [6] OECD. OECD Future of education and skills 2030 [EB/OL]. <https://www.oecd.org/education/2030-project/>.
- [7] LOYALKA P, LIU O L, LI G, et al. Skill levels and gains in university STEM education in China, India, Russia and the United States [J]. Nature Human Behaviour, 2021, 5(7):892-904.
- [8] TIAN S P, WANG L J, QIU Y H. An empirical study on the impact of problem-based teaching method on critical thinking tendency of engineering college students [J]. Research in Higher Education of Engineering, 2018(6):156-160.
- 田社平, 王力娟, 邱意弘. 问题式教学法对工科大学生批判性思维倾向影响的实证研究[J]. 高等工程教育研究, 2018(6):156-160.
- [9] LI N, HAN Q E, ZHONG W X. Analysis of the current situation and differences in the quality of critical thinking of college students - a survey study based on Shandong province [J]. China Higher Education Research, 2019(2):49-52.
- 李娜, 韩清恩, 钟文先. 大学生批判性思维素质现状及差异分析——基于山东省的调查研究[J]. 中国高教研究, 2019(2):49-52.
- [10] HART C, COSTA C D, D'SOUZA D, et al. Exploring higher education students' critical thinking skills through content analysis [J]. Thinking Skills and Creativity, 2021, 41:100877.
- [11] CATALINA C, MIGUEL N, JORGE H, et al. Promoting critical thinking in an online, project-based course [J]. Computers in Human Behavior, 2021, 119:106705.
- [12] SHAVELSON R J, ZLATKIN T O, BECK K, et al. Assessment of university students' critical thinking: next generation performance assessment [J]. International Journal of Testing, 2019(4):337-362.
- [13] CHEN X H, YU Y, ZHAO W. Teaching and testing of critical thinking in university students - a case study of Shantou University [J]. Education and Examination, 2016(1):79-86.
- 陈小红, 余越, 赵文. 大学生批判性思维的教学与测试——以汕头大学为例[J]. 教育与考试, 2016(1):79-86.
- [14] AKPUR U. Critical, reflective, creative thinking and their reflections on academic achievement [J]. Thinking Skills & Creativity, 2020, 37:100683.
- [15] BUTLER H A. Halpern critical thinking assessment predicts real-world outcomes of critical thinking [J]. Applied Cognitive Psychology, 2012, 26(5):721-729.
- [16] ZHANG Q G, SHEN H. Retesting the value-added of Chinese undergraduates' critical thinking ability—another discussion on the practical dilemma of value-added evaluation in higher education [J]. China Higher Education Research, 2022, 38(1):69-75.
- 张青根, 沈红. 中国本科生批判性思维能力增值再检验——兼议高等教育增值评价的实践困境[J]. 中国高教研究, 2022, 38(1):69-75.
- [17] FACIONE N C, FACIONE P A, SANCHEZ C A. Critical thinking disposition as a measure of competent clinical judgment: the development of the california critical thinking disposition inventory [J]. The Journal of Nursing Education, 1994, 33(8):345-350.
- [18] FACIONE P A. The california critical thinking skills test: college level technical experimental validation and content validity [M]. Millbrae: The California Academic Press, 1990.
- [19] PAUL R W. Teaching critical thinking in the "strong" sense: a focus on self-deception, worldviews, and a dialectical mode of analysis [J]. Informal Logic, 1984, 4(2):383-393.

(责任编辑:黄健 刘晶)