

华为云 DevCloud 融入软件工程课程的教学探索*

米庆¹ 于洋^{2,3} 马伟^{1**} 刘璘²

1. 北京工业大学信息学部, 北京 100124
2. 清华大学软件学院, 北京 100084
3. 字节跳动科技有限公司, 北京 100020

摘要 针对“智能基座”背景下华为云 DevCloud 与软件工程课程的融合方式及效果问题, 结合华为云 DevCloud 框架的特点设计课程方案, 基于技术接受模型分析软件工程专业本科生对 DevCloud 的接受程度和使用意愿, 在调研结果的基础上对课程方案提出建议和思考。

关键字 DevCloud, 软件工程, 技术接受模型, 产教融合

An Exploration of Integrating Huawei DevCloud into Software Engineering Courses

Qing Mi¹ Yang Yu^{2,3} Wei Ma^{1**} Lin Liu²

1. Faculty of Information Technology, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China
2. School of Software, Tsinghua University, Beijing 100084, China
3. ByteDance Ltd., Beijing 100020, China

miqing@bjut.edu.cn, yuyang.robert@bytedance.com, mawei@bjut.edu.cn, linliu@tsinghua.edu.cn

Abstract—In this study, we first explore ways to integrate Huawei DevCloud into software engineering courses according to DevCloud's characteristics. Then, we conduct a survey based on Technology Acceptance Model to investigate software engineering undergraduates' impressions and attitudes toward DevCloud and to evaluate their learning outcomes. Finally, we provide suggestions and recommendations regarding the course design plan based on our research findings.

Keywords—DevCloud, Software Engineering, Technology Acceptance Model, Industry-Education Integration

1 引言

2020年9月, 教育部下发《教育部高等教育司关于在有关高校建设教育部——华为“智能基座”产教融合协同育人基地的通知》, 决定进一步推进高校在教学实践中实现产教融合的人才培养模式改革, 首批72所高等院校与华为共同开展联合课程的开发、学生课外实践和企业实习等多方面的深度合作, 着力构建以计算机领域核心技术为基础的产业与人才生态。

软件工程是计算机科学与技术、软件工程等专业的主干课, 重点讲授软件开发与维护过程中的普适原理和技术栈框架, 是一门理论性与实践性并重的综合性课程, 不仅关注经典的理论模型和知识体系, 更关注软件产业内先进的流程迭代和模式革新^[1-2]。为此, 软件工程高等教育应当积极探索教学与产业实际的深度交互, 为社会培养高水平、高素质的应用型人才^[3-4]。

华为云软件开发平台 DevCloud 是华为对 DevOps 先进研发理念的实践, 通过丰富的自动化工具打通产

品、开发、测试、运维链路体系, 在云端完成研发闭环生态链的落地。面向产业发展的最新需求, 有机结合 DevCloud 和软件工程课程实现产教融合、推动人才培养改革, 是“智能基座”落地实践的一次重要探索。然而, 如何在软件工程课程的教学过程中找准结合点融入 DevCloud 仍然存在诸多问题。

(1) 首先, 华为云 DevCloud 和软件工程课程的融合在教研界缺乏广泛的探索实践和经验总结。DevOps/DevCloud 是业界先进的软件工程实践, 如何将其与传统软件工程课程的知识讲解相结合, 并基于本科生的知识体系和实践能力, 科学合理地安排授课年级、授课阶段、授课时长, 是影响教学效果的重要因素。为此, 收集并分析学生反馈数据, 为教学及融合方式的优化提供借鉴与参考。

(2) 其次, 目前仍缺乏对 DevOps/DevCloud 教学效果的相关研究工作报道。在实施教学方案后, 学生是否对 DevCloud 具备足够的接受度、是否认可 DevCloud 的正面价值, 在产研界均缺乏客观评估。为此, 基于技术接受模型调研 DevOps/DevCloud 教学效

* 基金资助: 本文得到华为云沃土云创计划·高校资助

** 通讯作者: 马伟, mawei@bjut.edu.cn

果,并针对现阶段的不足,为华为云 DevCloud 在各高校的落地方式提供经验和建议。

2 DevOps 和 DevCloud

针对软件研发过程中团队的不同职能角色在协作过程中存在目标不一致、联动不通顺而导致的流程不标准、质量不稳定等问题,Patrick Debois 于 2009 年提出 DevOps,力图通过自动化流程加速不同研发阶段的联动、打破不同职能角色的信息壁垒,从而提升软件生产团队的总体效能。华为云 DevCloud 是一套基于 DevOps 方法论的云端落地方案,针对 DevOps 的不同阶段提供了对应的自动化工具链,实现了开发、测试、运维一体化的完整闭环流程(如图 1 所示)。

(1) 需求管理:华为云 DevCloud 对需求进行 Epic、Feature、Story、Task 级别的精细化划分,细化后的需求可以使用云端的多维度看板进行可视化管理,以支持独立高速的协同开发。

(2) 持续开发与集成:华为云 DevCloud 提供自有代码托管仓库和 CloudIDE 以支持 Git-Flow 工作流和云端代码开发。同时引入代码检查服务,防止代码腐化,并通过可高度自定义的编译构建系统实现项目的持续集成。

(3) 自动化测试:华为云 DevCloud 的云测系统作为一站式云端测试管理和自动化测试平台,覆盖了接口测试、性能测试、移动应用测试,实现了缺陷的全生命周期可追溯。

(4) 持续交付与监控:华为云 DevCloud 提供软件包资产的自动归档、可视化管理和追溯、容器化云环境 CCE 以支持软件项目的持续交付与监控,并利用 CloudDeploy 将不同技术栈的软件产物自动部署到物理机、虚拟机或容器中。

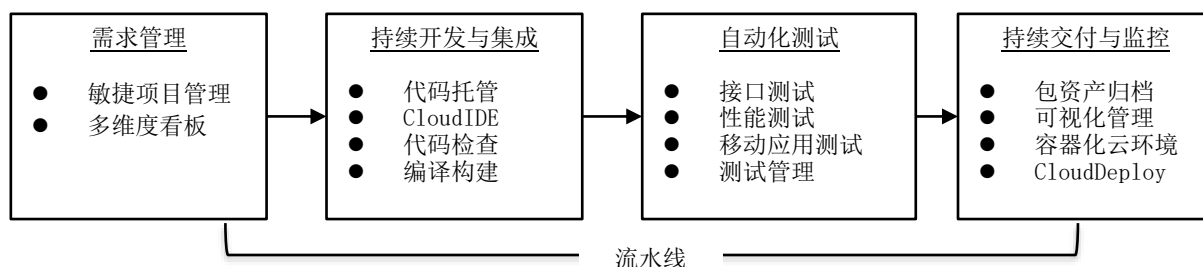


图 1 华为云 DevCloud 框架

3 教学方案设计

3.1 课程特点

软件工程是一门应用性课程,旨在培养学生的基本工程实践能力、解决复杂工程问题的能力、创新创业能力^[5]。本课程在教学过程中沿着软件项目开发这一主线,对软件工程的思想、方法和过程进行阐述。然而,软件工程教学不仅应当关注软件工程的基本理论知识和方法,更需要紧跟业界技术前沿,熟悉业界先进工具和方法。为此,培养方式需要适应业界对于软件人才的要求,以现代企业的软件开发流程为标准,培养学生设计、开发和团队合作的能力,以及真实云服务平台的应用能力^[6]。因此,需要充分利用课堂教学使学生完成理论与实践的有机结合,将软件工程课程作为学生从学校到工作岗位的柔性过渡,使得培养出的软件工程人才,进入相关工程领域进行软件开发时,对业界技术和框架具备一定程度的了解,能够迅速适应并融入业界的实际流程^[7-8]。

3.2 教学方案设计要点

为了响应应用型人才培养的新要求,根据本课程的特点,通过深入考察研究,面向产业发展需求动态调整人才培养途径,坚持以学生价值为中心,以能力培养为导向,探索学科与产业的有效衔接,在软件工程课程中融入业界先进软件开发流程 DevCloud,并采用“理论教学-实验实践”相结合的混合教学方案,以案例为载体,以线上线下一体化教学为手段,有效融合课程教学与实践^[9]。其中,理论教学部分在课堂进行,实验实践部分在课后进行。考虑到 DevOps/DevCloud 的教学内容涉及软件开发全流程,需要学生具备一定的软件工程基础知识,为此,将 DevOps/DevCloud 相关课程安排在第 13 教学周(共 16 教学周),此时学生已掌握软件过程模型、敏捷开发思想、Scrum 流程、面向对象分析与设计等基础知识,能够更好地理解 DevCloud 知识体系,实现更为有效的课程融合和教学效果。

(1) 在理论教学部分,在保证课程基本结构的前提下进行融合,精讲理论,突出重点,首先介绍 DevOps 基础知识,包括 DevOps 发展历史和理念,DevOps 与敏捷开发、持续集成、持续交付的关系等;然后以图 1 所示的华为云 DevCloud 框架为基础,演示基于真实案例的 DevCloud 软件开发流程,包括敏捷项目管理、代码托管、云测、持续集成和部署等。

(2) 在实验实践部分,为了巩固理论教学成果,培养学生的实践操作能力和项目管理能力,使其切实掌握 DevCloud 的使用方法和流程,要求学生以 DevCloud 为实验平台,进行样例项目凤凰商城的开发,包括软件的持续规划与设计、持续开发与集成、持续测试与反馈、持续部署与监测;并鼓励学生在 DevCloud 平台尝试个人软件项目的开发和 DevOps 方法实践。

由于课时有限,在课堂只能讲授必学的重点知识,对于 Docker、Git-Flow 等拓展知识无法详细讲解。为此,向学生提供实验手册和部分教学视频,方便学生进行课前预习和课后回顾。

4 教学效果分析

2021 年秋季及 2022 年秋季,依托北京工业大学都柏林学院软件工程专业必修课《Software Methodology》进行实践。

为调研软件工程专业本科生在实施“理论教学-实验实践”混合教学方案后对 DevCloud 的接受程度和使用意愿,基于技术接受模型(Technology Acceptance Model,简称 TAM)设计问卷^[10]。如图 2 所示,本研究所采用的 TAM 理论模型由社群影响、工作相关性、自愿性、感知易用性、感知有用性、使用意向构成。基于该理论模型,共设计了 6 个 TAM 变量和 19 个对应题项(如表 1 所示),所有题项均采用 Likert 5 级度量方法(非常不同意、不同意、不确定、同意、非常同意)进行计分。调研通过问卷星进行,剔除极端数据(所有选项都相同),最终收回有效答卷 118 份。

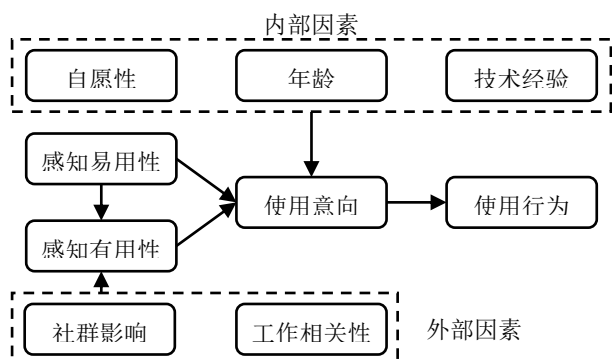


图 2 基于 TAM 的大学生 DevCloud 使用行为模型

对于所收集的度量数据,首先采用 Cronbach's α 和组合信度进行信度分析(即检验测量结果的内部一致性和可靠性),Cronbach's α 和组合信度是常用的表示内部一致性信度质量的检验方法;然后采用平均提取方差值(Average Variance Extracted,简称 AVE)和因子载荷进行效度分析(即检验测量工具能够确实测出所欲测量事物的程度),AVE 表示题项对变量的平均解释能力,因子载荷表示题项到变量的标准化回归系数。

如表 1 所示,6 个变量的 Cronbach's α 均高于临界值 0.7,组合信度均高于临界值 0.7,表明问卷具有较高的内在一致性和可靠性;此外,6 个变量的 AVE 均高于临界值 0.5,所有题项的因子载荷均高于临界值 0.6,表明问卷具有良好的建构效度和收敛效度。

表 2 展示了问卷中 TAM 结构部分的整体调研结果,当被问及 DevCloud 是否易用(PEU)时,9.53%的学生表达了消极的立场,可见 DevCloud 的学习和使用对于本科生而言略有难度。尽管如此,学生仍然肯定了 DevCloud 的工作相关性(JR)、社群影响(IM)和有用性(PU),表示(非常)同意的学生占比分别为 74.86%、73.31%和 82.2%。最终,81.36%的学生在使用意向(IU)上表现出了非常积极的态度,证实了大学生对 DevCloud 接受和使用的倾向程度,以及现行教学方案的有效性。值得注意的是,学生在自愿性(V0)方面的反馈偏中性,表明 DevCloud 并非不可取代。

此外,在问卷的主观题目部分,学生普遍认可 DevOps/DevCloud 对软件开发效率的提升,并表达了较为积极的学习和使用意愿,如“体会到了 DevOps 和 DevCloud 的便捷性,可以让一款软件的开发按照流水线部署测试,极大地提高了软件开发的效率”、“我认为 DevOps/DevCloud 可能会对日后的软件工程领域产生巨大影响,甚至会成为主流,所以需要大家全面了解”。

5 课程方案建议

调查问卷以主观题目的形式,收集了学生在 DevOps/DevCloud 的学习和使用过程中存在的问题。首先,部分学生难以清晰理解 DevOps 软件开发理念及其技术原理,如“如何真正实现‘能自动化的地方全部自动化’这一设想其实是很难理解的”、“部署部分略有难度,并未完全理解这些项目、模块、用例之间的连接”;其次,学生在 DevCloud 的实践过程中仍存在诸多问题,比如“流水线作业结果不直观,而且缺少原始执行 log 信息,不方便调试”、“如果出现问题给出的错误提示太少,难以快速发现错误点”。

基于所收集的学生反馈,对未来的教学过程及课程方案提出如下建议和思考。

(1) 建议 DevOps/DevCloud 的授课年级为大三，OOP、OOD 相关知识并掌握 2~3 门编程语言的基础上，授课阶段安排在软件工程课程的后半部分。才能形成较为完整的理解。DevOps/DevCloud 涵盖软件工程全流程，需要在具备

表 1 问卷题项及信效度检验

变量	题项	Cronbach's α	组合信度	AVE	因子载荷
社群影响 (Image)	IM1: 我认为使用 DevCloud 的人是比较专业的。	0.776	0.776	0.634	0.815
	IM2: 我认为使用 DevCloud 的人通常有良好的表现。				0.779
工作相关性 (Job Relevance)	JR1: 在将来的学习和工作中, DevCloud 的使用是很重要的。	0.797	0.806	0.584	0.844
	JR2: DevCloud 的使用与将来的学习和工作非常相关。				0.773
	JR3: 我认为我很有可能在将来的学习和工作中使用 DevCloud。				0.656
自愿性 (Voluntarines)	VO1: 即使存在其他候选, 我依然会选择使用 DevCloud。	0.814	0.818	0.531	0.672
	VO2: 我是自愿使用 DevCloud 的。				0.700
	VO3: 使用 DevCloud 越多, 我越愿意使用它。				0.710
	VO4: 使用 DevCloud 越多, 我自愿使用它的意愿越强。				0.840
感知易用性 (Perceived Ease-of-Use)	PEU1: DevCloud 的使用没有给我造成困难。	0.861	0.866	0.621	0.760
	PEU2: 我觉得 DevCloud 是易于使用的。				0.857
	PEU3: 使用 DevCloud 能比较容易地达成我的目的。				0.816
	PEU4: 我与 DevCloud 的交互过程是清晰易懂的。				0.702
感知有用性 (Perceived Usefulness)	PU1: 我认为使用 DevCloud 有利于软件项目管理。	0.893	0.894	0.738	0.795
	PU2: 我认为使用 DevCloud 能有效提高我在项目开发中的效率。				0.870
	PU3: 我认为 DevCloud 对软件开发有着非常积极的作用。				0.909
使用意向 (Intention to Use)	IU1: 如果有 DevCloud 的使用权限, 我会使用它。	0.845	0.855	0.666	0.700
	IU2: 我对使用 DevCloud 持有积极的态度。				0.835
	IU3: 我认为使用 DevCloud 是非常有价值的。				0.911

表 2 大学生 DevCloud 使用意愿及使用行为调研结果

变量	非常不同意	不同意	不确定	同意	非常同意
IM	0.00%	4.24%	22.46%	56.78%	16.53%
JR	0.00%	1.98%	23.16%	59.89%	14.97%
VO	0.42%	5.72%	40.04%	42.16%	11.65%
PEU	1.27%	8.26%	36.86%	44.70%	8.90%
PU	0.00%	1.13%	16.67%	57.91%	24.29%
IU	0.00%	1.69%	16.95%	60.73%	20.62%

(2) 建议 DevOps/DevCloud 的理论授课时长为 2~4 课时, 并延长实验实践时长。DevOps/DevCloud 的内容较为抽象, 对于缺乏实际软件开发经验的本科生而言, 仅仅理论教学难以理解, 需要以实验的形式强化教学效果, 将在理论教学部分学习到的知识进一步消化, 提升学生灵活运用所学知识的能力。

(3) 建议引入关联性基础教学。基于 DevOps/DevCloud 的教学难点, 在软件工程课程前期针对相关知识和技术工具进行预教学, 辅以实验和实践, 培养学生系统性思维, 确保学生具备足够的基础知识理解 DevOps/DevCloud 教学内容。

(4) 建议强化团队协作任务。增加以团队为单位的 DevOps/DevCloud 实验实践的比重, 通过学以致用、案例导向, 培养学生发现问题与解决问题的能力, 进而深化对 DevOps/DevCloud 的目标和理念的理解。

(5) 建议产教共建共进。与华为进行深度合作, 拓展 MOOC 教学资源, 完善 DevCloud 实验手册, 共同开发实践案例, 进一步优化 DevCloud 使用体验, 提升其对初学者的友好度。

6 结束语

计算机产业的技术与流程发展日新月异, 为高校计算机学科教育不断提出新挑战、新要求。“智能底座”项目背景下, 各高校不断推进与企业的深度合作, 共建产研一体的新型混合教育课程, 为“产教融合协同育人”新模式的快速发展打下基础。有机结合 DevOps/DevCloud 和软件工程课程, 深入挖掘与软件工程课程的融合方式方法, 探索科学合理新型教学方案, 虽取得一定成效, 但距离建设新的校企合作机制、新的学科教育定位和人才培养模式仍有较大差距。未来将从管理制度安排、实践体系打造等方面不断加强合作, 优化并完善教学手段, 实现产教互通、互利的办学模式。

参考文献

- [1] 李鑫, 齐红, 张馨予, 李烁, 姜宇. 工程教育认证背景下计算机一流专业建设的路径研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(2): 62-65.
- [2] 张贤坤, 苏静, 王怡. 新工科背景下软件工程专业实践能力培养体系探索与实践[J]. 计算机教育, 2020(2): 88-90.
- [3] 李燕. 基于产教融合的应用型本科深度模块化教学改革思考[J]. 教育与职业, 2020(12): 92-97.
- [4] 曾骏, 文俊浩, 蔡斌, 杨梦宁, 徐玲. “一驱动、两突出、三融合”的全过程软件人才培养模式[J]. 计算机教育, 2022(9): 30-34.
- [5] 王群, 陈蒙, 李秋丽. 面向新工科的软件工程应用型人才培养模式研究[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(3): 39-42.
- [6] 王红, 苗强, 李慧. 基于产教融合的应用型人才培养研究与实践[J]. 计算机教育, 2021(1): 101-105.
- [7] 蒋宗礼. 培养计算机类专业学生解决复杂问题的能力[M]. 北京: 清华大学出版社, 2020.
- [8] 刘钊, 林倥, 毛明志. 基于案例的软件项目管理研究生课程思政教学探究[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(2): 88-91.
- [9] 柏琪, 许睿婧, 余星星. 高校“线上线下混合式教学模式”的探索与实践[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, 10(2): 75-78.
- [10] Fred D. Davis. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology[J]. MIS Quarterly, 1989, 13(3): 319-340.