

区块链技术计算机基础课程建设与实践

肖晓春 李弋 刘百祥

复旦大学计算机科学技术学院, 上海, 200438

摘要 针对面向非计算机专业学生的区块链技术课程建设问题, 探讨分析了区块链技术的知识体系框架以及作为公共基础课程所面临的挑战, 阐述在计算机基础教学体系中区块链技术的教学内容、教学模式等方面的实践经验, 为新工科背景下高校计算机基础课程教学改革提供参考。

关键字 区块链, 分布式账本, 计算机基础教学, 新工科

Construction and Practice of Blockchain Technology Computer Basic Course

Xiao Xiaochun Li Yi Liu Baixiang

School of Computer Science, Fudan University, Shanghai, 200438, China

Abstract—Focusing the construction of blockchain technology course for non-computer majors, this paper discusses the knowledge framework of blockchain technology, analyzes the challenges faced as a public basic course, and expounds the practical experience about its teaching contents and mode in the curriculum system of basic computer teaching, so as to provide reference for the teaching reform of computer basic course under the background of new engineering in other universities.

Key words—Blockchain, Distributed ledger, Computer Basic Courses, New Engineering

1 引言

区块链技术自诞生以来, 引发全球性的关注, 被誉为下一代价值互联网, 2019年10月24日, 中共中央政治局就区块链技术发展现状和趋势进行第十八次集体学习, 强调要把区块链作为核心技术自主创新的重要突破口, 加快推动区块链技术和产业创新发展, 积极推进区块链和经济社会融合发展; 日前区块链更与云计算、大数据、物联网等共同成为中国“新基建”的一个关键而重要的构成部分^[1]。而在以大数据、人工智能、区块链等新技术、新业态、新模式、新产业为代表的新经济蓬勃发展之际, 2017年教育部发布了《教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知》^[2]。已经有不少专家和学者围绕新工科背景下高校计算机通识基础课程体系结构、教学内容及方法、实施方案等进行深入研究^{[3][4][5]}, 一致认为面对新时期学生计算思维与信息融合创新能力培养要求, 需要改革教学内容, 增加人工智能、区块链等新技术知识, 加强学生对新技术的理解和掌握, 实现基础知识与前沿技术并重; 同时也需要创新教学方式, 树立以学生为中心的教学理念, 能让非计算机专业的学生可以较

快的方式投入实践, 充分发挥学生的学习积极性和主动性。

因此, 增加区块链技术通识课程教学内容体系, 探索其合适的教学模式, 加强新时期学生区块链技术特有的去中心化分布式应用的计算思维与信息融合创新能力的培养, 使其成为学生在自己专业领域进行区块链技术应用和创新能力的持续支撑, 已成为新工科背景下大学计算机基础课程教学改革研究中亟待解决的重要问题之一。

2 区块链公共基础课程的问题分析

区块链技术虽源自于以比特币为代表的数字加密货币的底层支撑技术, 但具有创新应用价值的是广义的区块链技术, 它是利用加密链式区块结构来验证与存储数据、利用分布式节点共识算法来生成和更新数据、利用自动化脚本代码(智能合约)来编程和操作数据的一种全新的去中心化基础架构与分布式计算范式^[6]。与传统数据库相比, 区块链作为一种去中心化、不可篡改、可追溯、多方共同维护的分布式数据库, 可在互不了解的多方间建立可靠的信任, 在没有第三方中介机构的协调下, 划时代地实现了可信的数

据共享和点对点的价值传输^[7]。为了实现这些创新性的机制和性能,区块链系统具有较为复杂的体系结构,涉及了众多的计算机科学理论和技术实现,所以必须深入分析区块链技术的知识结构框架以及作为公共基础课程所面临的挑战,从而针对性地建立满足基础公共基础课教学培养需求的教学内容和教学模式。

2.1 区块链体系架构

区块链技术从最早作为核心支撑技术应用于以比特币代表的数字加密货币,到创新性地引入智能合约的以太坊,再到目前在区块链+应用中最广的联盟链 Hyperledger Fabric 平台,尽管在具体的实现技术上各有不同,但在整体的系统架构上存在着诸多共性,目前业界公认区块链平台整体上可划分为数据层、网络层、共识层、智能合约层和应用层五个层次^[8],如图1所示:

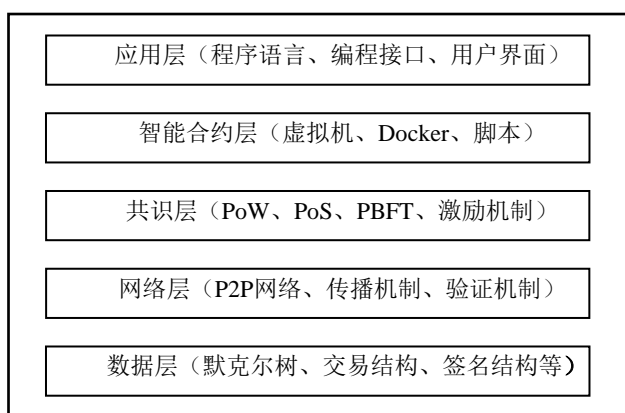


图1 区块链整体系统架构

数据层采用合适的数据结构和底层数据库对交易、区块进行组织和存储管理,针对不同的需求提供更强的数据访问能力(例如以太坊可以选用 LevelDB 或者 CouchDB);网络层采用 P2P 协议完成节点间交易、区块数据的传输,处理节点之间相互发现;共识层决定共识算法和激励机制,解决分布式一致性问题,通过一定的经济模型设计,提升参与者意愿,防止恶意攻击;智能合约层通过构建合适的智能合约编译和运行服务框架,使得开发者能够发起交易及创建、存储和调用合约,包括合约的开发语言。运行环境,安全框架等;应用层提供用户可编程接口,允许用户自定义、发起和执行合约,允许其他系统能够和区块链进行交互,提供“区块链+”的能力^[8]。

2.2 公共基础课程面临的挑战

随着区块链产业的快速发展,人们正感受到区块链技术为越来越多的其他行业和领域注入新的活力,相应地对区块链人才的需求也日益递增,目前国内外很多高校已开设了与区块链技术相关的课程和项目

^[9-11],然而,这些课程大多集中在面向金融专业的数字货币课程,或是面向计算机专业的本科生或研究生的专业选修课,目前,如何面向受众广泛各专业本科生开展区块链技术方面的计算机基础教学,还未形成较为明确的教学目标和教学要求,主要面临一下几个方面的挑战:

(1) 从区块链整体系统架构来看,区块链是多种计算机基本理论和技术的融合体,包含编码学、密码学、分布式、共识机制、P2P(Peer to Peer)网络、程序设计等,如何面对计算机技术基础相对薄弱的各专业学生如何裁剪区块链各部分知识的内容,带来很大的挑战。

(2) 作为面向受众广泛来自各专业本科生的计算机基础教学,学生的计算机技术基础,学习态度以及学习能力参差不齐,差异化明显,如采用单一的课堂讲授,以教为中心的传统教学模式,很难在有限的时间内达到既定的教学目的。

(3) 当前各种区块链开发平台的软件环境的安装都非常复杂晦涩,具有一定的专业性,如何在教学中让学生课程实践环节将学习精力集中在区块链+思维建立之上,而非区块链开发平台的软件环境的安装上,也是课程教学实践所面临又一挑战。

3 课程教学设计

“一致性建构”是澳大利亚教育心理学家约翰·比格斯(John Biggs)提出的课程教学设计的一个原则,这个原则是在“以学为中心”的视角下,通过构建课程目标与学习活动、学习测评等各要素之间的一致性,让学生明确自己应该学什么、怎样学,以及达到怎样的标准^[12]。我们使用了“一致性建构”理念对课程进行了设计。

3.1 学习内容与目标

作为面向各专业本科学生,培养其去中心化分布式应用的计算思维的计算机基础教育平台课程,所以在学习内容与目标设定上,我们规避了区块链背后大量的计算机技术,从区块链实例的角度,深入浅出地让学生掌握比特币、以太坊,超级账本Fabric等各类分布式账本(区块链)系统的架构及运行模式,具备利用开源代码配合容器架构区块链系统的基本操作能力,以及掌握一、两种智能合约的程序设计语言和相关的函数库,开发和实现智能合约解决实际问题的能力。为此,我们从学生学习角度设计了通过课程学习,学生所应获得的知识、技能与价值方面的成果,如表1-3所示。

表 1 知识目标

课程目标	单元目标
完成本课程学习后,学习者能阐释区块链系统能力、实现机制、以及流行的区块链系统平台的运行模式;同时记忆智能合约编程语言的语法和相关函数库。	1. 记忆区块链系统的能力。
	2. 描述区块链相关编码和密码知识。
	3. 解释区块链系统常用的共识机制。
	4. 描述与区别比特币,以太坊,超级账本Fabric等各类分布式账本(区块链)系统的架构及运行模式。
	5. 记忆超级账本Fabric智能合约的程序设计语言GO和相关的函数库。
	6. 记忆以太坊智能合约的程序设计语言Solidity和相关的函数库。

表 2 技能目标

课程目标	单元目标
完成本课程学习后,结合实际的应用场景,学习者能在开源的区块链系统平台部署和开发小型的“区块链+”应用。	1. “区块链+”实际场景应用分析:根据实际场景目标选择合适的分布式账本(区块链)架构,设计节点协作模式,选择合适的共识模型。
	2. 利用源代码配合容器(虚拟机)架构完成区块链系统平台部署的基本操作。
	3. 结合实际的应用场景,利用程序设计语言GO、Solidity开发和实现“区块链+”应用中的智能合约。

表 3 技能目标

课程目标	单元目标
完成本课程学习后,使其成为学生在自己专业领域进行区块链技术应用和创新能力的持续支撑。	1. 培养去中心化创新思想。
	2. 思考去中心化系统在政治、经济领域为社会带来的冲击与影响。
	3. 结合自己的专业,优化重构传统业务流程,创新设计基于区块链系统的业务流程。

3.2 学习活动

为了解决有限的、传统的、单一的课程讲授与学习态度和学习能力参差不齐的学生群体之间,以及复杂耗时的区块链开发平台的基础环境的安装与区块链+思维建立的学习重点之间的矛盾,教学团队以一致性建构原则为指导,对本课程进行了混合式教学的课程设计与改革实践,如表 4、表 5 所示。一方面通过区块链课程在线课程资源的建设,提供学生可以自主查漏补缺的平台,满足不同层次学生学习要求;另一方

面创建虚拟仿真实验平台,方便学生随时随地获得自主学习所需的实践环境,让学生的学习精力重点放在培养其区块链+思维建立,而非复杂晦涩的区块链开发平台的基础环境的安装,提高教学和学习效率。

表 4 线下教学

教学模式	具体内容
1. 课堂讲授 每次课程为2+2学时	(1) 第1节课:讲解与点评上次课布置的线上自测题和线上作业,并针对学生自测题与作业完成情况,以及课后在线答疑所发现的难点,进行进一步的剖析,并鼓励学生讲解和互评,以提高难点的掌握程度。
	(2) 第2,3节课:讲解新的课程内容,操作演示。
	(3) 第4节课,复习上课内容,对当前课程进行反思性的学习活动,并可浏览拓展材料、进行案例探究、实践操作等,以及完成线上自测题(未按时完成,课后可以继续完成),助教和教师在堂进行即时答疑。
2. 小组讨论 采用小组(同专业优先)讨论方式,在课堂上组织学生2次讨论。	(1) 主题一:去中心化系统在政治、经济领域为社会带来的冲击与影响等问题进行交流与讨论。 (2) 主题二:区块链在各个领域创新应用现状以及结合自己的专业,优化重构传统业务流程,创新设计基于区块链系统的业务流程方面的思考。

表 5 线上教学

教学模式	具体内容
1. 知识点学习	登录课程网站,提供包括讲义、ppt讲解视频,操作演示视频,自测题等课程资源,学生可以根据听课的情况,自主地查漏补缺进行学习,并继续完成自测题,自测题为网络自动阅卷,需达到80分方可通过,未通过需要重做。
2. 虚拟仿真实验平台	提供线上虚拟仿真实验平台,结合源代码配合容器(虚拟机)架构完成区块链系统平台部署的基本操作,以及智能合约的部署。
3. 习题作业	在规定时间内登录课程网站,查看相应的线上布置的习题作业,并在规定的时间内提交,教师会在作业提交截止日的下一次线下课程讲解讨论作业,反馈完成情况,剖析难点。
4. 线上答疑及同伴学习	建立钉群或微信群,由教师和助教提供即时的线上答疑,鼓励同学在交流群中互动交流讨论,进行同伴学习。

3.3 学习测评

在一致性建构的理论中,学习目标、学习测评和学习活动是相互匹配的。其中学习目标是整个教学系

统的核心，学习活动和学习测评的实施是为了取得课程目标的成效。Crisp, G (2009)、John Biggs 和 Catherine Tang 等学者将学习测评分为两种：“形成性测评”和“总结性测评”，形成性测评在学习过程中进行，除了反馈给教师教学效果外，还提供给学生

对其自身学习情况的评估，并告知他们需要改进和提升之处；总结性测评则发生在课程学习结束之时，是对学生整个学习掌握情况和学业表现进行整体性测评^[12]，如表 6，表 7 所示。

表 6 形成性测评（占总成绩的 60%）

成绩组成	比例	评阅人	要求与评价标准
课堂出勤	5%	助教	每次线下课程出勤得5分，缺席0分。 最终成绩按照课堂出勤的平均分数计算最终成绩。
课堂讨论	10%	教师	安排2次课堂讨论，采用小组讨论方式： (1) 主题一：关注去中心化系统在政治、经济领域为社会带来的冲击与影响， (2) 主题二：讨论区块链在各个领域创新应用现状，并结合自己专业，优化重构传统业务流程，创新设计基于区块链系统的业务流程等方面的思考。 积极参与小组内部讨论，积极发言，表达清晰，对讨论的主题思考深入或准确为满分10分；发言次数较少，表达较不清晰，且主题思考不够深入或不准确的酌情扣分。
线上自测	10%	助教	每次自测题为网络自动阅卷，需达到80分方可通过，未通过需要重做。 最终成绩按照全部自测题的平均分数计算最终成绩
线上作业	15%	助教	最终按照全部作业的平均分数计算最终成绩，每次作业满分为15分，其中： (1) 知识类的作业题目：按照是否写出各项得分点进行评价，评价标准包括文字质量、撰写规范、独立思考等方面，具体标准以实际发放信息为准 (2) 编程类的作业题目：按照是否实现各项要求的代码进行评价，评价标准包括代码质量、代码规范、代码风格等方面，具体标准以实际发放信息为准。
基于虚拟平台的“区块链+”PJ	20%	教师	按照Project的完成程度，进行评分： (1) 优（20分-18分）：可以熟练完成利用开源代码配合容器（虚拟机）架构完成区块链系统平台部署的基本操作，并且完整实现Project所要求各项功能的智能合约开发。 (2) 良（17分-15分）：可以熟练完成利用开源代码配合容器（虚拟机）架构完成区块链系统平台部署的基本操作，并且实现Project所要求各项功能（85%以上）的智能合约开发。 (3) 中（14分-10分）：较为熟练完成利用开源代码配合容器（虚拟机）架构完成区块链系统平台部署的基本操作，基本实现Project所要求各项功能（75%）的智能合约开发。 (4) 通过（9分-6分）：能基本完成利用开源代码配合容器（虚拟机）架构完成区块链系统平台部署的基本操作，开发的智能合约所实现的功能达到Project所要求的60%。 (5) 差（5分以下）：无法完成利用开源代码配合容器（虚拟机）架构完成区块链系统平台部署的基本操作，开发的智能合约所实现的功能未达到Project所要求的60%。

表 7 总结性测评（占总成绩的 40%）

成绩组成	比例	评阅人	要求与评价标准
期末考试	40%	教师	1. 上机闭卷考试 2. 成绩以卷面分数为准

序号	内容
16	蛮好的
17	涉及到编程的一部分知识对于我来说确实很有难度，不过在学习过程中老师给了很多帮助，也认识了很多乐于助人的同学，大家一起讨论共同进步，总体来说学到了很多！感谢！
18	超棒！
19	偏难了
20	本课程教授的技能对我的发展很有帮助

1 2 3 4 5 6 共6页, 26条 4 GO

图 2 课程教学反馈意见

4 教学实践效果

为了培养各专业学生去中心化分布式应用的计算思维,我们教学团队于2020年暑期面向非计算机专业的学生开设了区块链计算机基础教育平台课程。为了突出分布式计算范式思维的培养,课程使用了《分布式账本(区块链)技术》课程名称,初步形成了普及性区块链技术的教学知识体系;并通过在3个学期的教学实践中教学模式的探索,形成了上述基于“以学为中心”的教学设计基本要素,应用“一致性建构”的课程设计原则的课程教学设计;同时我们构建了该课程的虚拟仿真实验平台:

https://ilab.fudan.edu.cn/blockchain/modules/blockchain_all/。

仿真了区块链系统环境和一系列辅助工具、演示流程。学生通过自由配置参数、任意输入数据、任意编排流程,可以充分观察实验效果,消化掌握知识要点,使得传统平面的知识教导过程变成开放式探索。

目前已有近百名同学选修了该课程,取得了良好教学效果(如图2所示)其中有29人参加了2020年11月份举行的上海市高等学校计算机等级考试《分布式账本(区块链)基础与实践》(二三级)考试,平均分达到优秀(三级水平)。

5 结束语

区块链不仅是数字经济时代最具挑战性的前沿学科,也是最具交叉领域融合发展特色的学科。区块链技术所具有的去中心化、不可篡改、可信任等特性已经将其从狭隘的区块链1.0可编程货币,2.0可编程金融,进入到当前的区块链3.0可编程社会。区块链技术提供了一种通用技术和全球范围内的解决方案,解决了去信任问题,即不再通过第三方建立信用和共

享信息资源,从而使整个领域的运行效率和整体水平得到提高^[13]。在高校推行区块链技术通识课程教学势在必行,我们教学团队围绕着区块链去中心化分布式应用的计算思维,对课程的学习目标、学习测评和学习活动进行了设计,希望我们的探索与实践能助力各个专业的大学生走上应用区块链对世界的重构与创新之路。

参考文献

- [1] 王磊,叶军,陈素芬.大学计算机基础课程中的计算思维[J].计算机教育,2019(07):150-153+158.
- [2] 教育部高等教育司.关于开展新工科研究与实践的 通知[Z].教高司函(2017)6号
- [3] 王琳,齐晖.“新工科”背景下公共计算机基础教学改革初探[J].教育现代化,2018,5(50):57-58
- [4] 何钦铭,王浩.面向新工科的大学计算机基础课程体系及课程建设[J].中国大学教学,2019(01):39-43.
- [5] 李瑞芳,刘华莹,时贵英,倪红梅.新工科背景下非计算机专业计算机基础课程教学改革与实践[J].微型电脑应用,2020,36(03):22-24.
- [6] 袁勇,王飞跃.区块链技术发展现状与展望[J].自动化学报,2016,42(04):481-494.
- [7] 邵奇峰,金澈清,张召,钱卫宁,周傲英.区块链技术:架构及进展[J].计算机学报,2018,41(05):969-988.
- [8] 刘百祥,阚海斌.分布式账本(区块链)基础与实践[M].复旦大学出版社,2020年.
- [9] 李晋江,张天霖,范辉.基于区块链技术的计算机类课程知识体系构建[J].计算机教育,2020(02):63-67.
- [10] 徐玲玲.数字时代下区块链课程的开设现状与展望[J].世界教育信息,2017,30(15):17-22.
- [11] 孔德彭,吕上一,顾伟骊.新工科背景下区块链工程专业人才培养研究[J].浙江工业大学学报(社会科学版),2020,19(03):324-329.
- [12] 约翰·比格斯等著,王颖等译.卓越的大学教学:建构教与学的一致性(第四版)[M].复旦大学出版社,2015年.
- [13] 高泽龙 吕艳著,区块链思维[M].北京邮电大学出版社,2021年.