

计算思维评价的新途径:微认证

郁晓华¹ 王美玲² 程佳敏¹ 邱振华³

(1. 华东师范大学 教育学部教育信息技术学系, 上海 200062; 2. 建平实验中学, 上海 201204;
3. 上海外国语大学尚阳外国语学校, 上海 200331)

[摘要] 随着 K-12 教育计算思维培养的不断推进, 计算思维评价的重要地位日渐凸显。鉴于计算思维由复合思维和能力构成, 本研究提出以能力为导向的微认证。该方式不同于当前大多数研究采用的统合视角的评价方式, 对计算思维的各构成要素分别评价和认证。本研究基于对计算思维概念的要素分解和专家认证, 将计算思维从认知和操作层面以及非认知层面分解为问题识别与分解、抽象建模、算法设计、自动化、问题迁移能力以及计算观念六个子能力; 讨论各子能力在 K-12 阶段的发展水平及适合的测评方式; 展示计算思维微认证的实现过程, 探讨正式与非正式学习情境下实施的差异。研究最后以 41 名 6-8 年级学生参与的教学实践为例, 验证将微认证引入计算思维评价的可行性。研究结果表明, 微认证作为计算思维评价的新途径, 得到了师生认可, 不仅能有效呈现学生计算思维层面的发展, 还能激发学生参与学习和测评的积极性, 实现以评促学; 同时微认证存在过程性任务数据难以收集以及部分数据缺失下结果认证合理性等问题。

[关键词] 计算思维; K-12; 微认证; 数字徽章

[中图分类号] G42

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2022)01-0107-14

一、引言

世界各国对人工智能人才梯队的建设不断加强, 且有往下延展到基础教育阶段, 甚至有在幼儿园就开始铺垫的趋势 (Seow et al., 2019)。作为人工智能时代智慧型人才的必备素质 (郑旭东, 2018), 计算思维 (computational thinking) 近年来在各国政策和决策报告中屡被提及并强调。计算思维的定义也由早期与计算机科学等紧密关联, 向通用化和普适性方向发展, 更加强调人们将身边的问题用计算

方法快速制定有效解决方案的思维与能力 (Sysło & Kwiatkowska, 2013), 包含从编程概念、算法能力到思维意识等一系列要素 (Corradini et al., 2017)。在推动计算思维教育发展的过程中, 计算思维评价的作用非常重要, 它既是计算思维培养的重要环节, 也是验证培养成效的重要依据 (郁晓华等, 2020)。当前, 国内外已有不少计算思维评价的方法与工具。其中, 布伦南 (Brennan) 和雷斯尼克 (Resnick) 提出的计算思维三维框架被引用最多 (Adams et al., 2019)。郁晓华等 (2020) 梳理现有计算思维测评案

[收稿日期] 2021-08-26

[修回日期] 2021-10-18

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2022.01.011

[基金项目] 2019 年度教育部人文社会科学研究规划基金项目“5-15 岁儿童计算思维测评框架及方法研究”(19YJA880079)。

[作者简介] 郁晓华, 博士, 副教授, 华东师范大学教育学部教育信息技术学系, 研究方向: 信息化教与学、计算思维培养、学习分析与可视化、学习技术系统设计与开发 (xhyu@deit.ecnu.edu.cn); 王美玲, 中学二级, 建平实验中学, 研究方向: 计算思维教学与评价; 程佳敏, 硕士研究生, 华东师范大学教育学部教育信息技术学系, 研究方向: 计算思维教学; 邱振华, 中学一级, 上海外国语大学尚阳外国语学校, 研究方向: 少儿编程。

[引用信息] 郁晓华, 王美玲, 程佳敏, 邱振华 (2022). 计算思维评价的新途径: 微认证 [J]. 开放教育研究, 28(1): 107-120.

例后,归纳出题目测试法、编程测试法等六种测评方式。但由于计算思维内涵复杂,许多研究主张运用多种评价方式才能客观和准确地反映学生计算思维的发展。比如,奥尔索普(Allsop, 2019)组合使用课堂观察与非正式交流、编程制品分析、问题解决表分析等多种测评方式;丁世强等(2020)采用自评互评量表、课堂观察和测评量表验证项目式教学对学生计算思维能力发展的效果。上述研究虽然评价方法多样,但都试图以统合的方式描述学生计算思维的发展水平。既然计算思维涵盖众多要素,是否可以以一种能力导向的视角分别对这些要素展开评价呢?

微认证(micro-credentials)为计算思维评价开辟了新路径。微认证提倡以更多样化、更直接、更丰富的数据评估方式评判别人的经历、能力、知识和品质。数字愿景认为,微认证是以能力为导向的新型评价载体,面向个性化需求,便于分享。近年来,微认证在教育领域越来越受到关注,尤其是教师培训领域(魏非等,2017;新西兰资格认证局,2018)。《2016年地平线报告》也将微认证列为重要的学习技术,认为微认证更易促进学习认证(Becker et al., 2017)。由于微认证可以对单项能力、技能、经历进行表征(Elliott et al., 2014),因此可以基于此将计算思维的内容分解后分别进行评价和认证。此外,区别于传统的以分数或名次为评价结果的呈现形式,微认证能提供名为数字徽章的数字化资格证书,能形象生动地表征学生计算思维发展水平。综上,本研究提出基于微认证的计算思维评价研究,支持和推进计算思维教育的开展,并探讨了计算思维微认证实现的方法和过程。

二、微认证引入计算思维的可行性

(一)概述

2007年,伊娃·贝克(Eva Baker)建议美国教育研究协会将教育评估形式改为对资质的认证,呼吁重视真正的成就而非考试成绩,提出认证可个性化选择并可与他人分享。这一评价理念随后以微认证的形式发展起来。2011年,由摩斯拉基金会发起的开放徽章项目开启了由数字徽章带动微认证的实践。微认证是对学习者正式或非正式学习任务及能力的证明和展示(Rughinis, 2013)。与传统的学习

评价不同,微认证不受时间、地点、方式甚至认证机构的条件限制。本质上,微认证是基于能力本位理念的微型学习评价活动(汪维富等,2020),其“微”体现在被认证对象是“小而实”的能力(DeMonte, 2017)。由于微认证结果常以徽章形式呈现,因此它也被称为数字徽章、开放徽章、教育徽章等(Willis et al., 2016)。

一般而言,微认证包括认证内容、认证标准、表现证据、学习凭证等结构化要素(汪维富等,2020),学习者获取微认证的步骤可细化为选择、学习、收集、提交、评估和获得认可(魏晓宇,2020)。相对于教师教育、大规模开放在线课程(MOOCs),微认证在K-12阶段的应用仍处于起步阶段,典型项目有鼠标(MOUSE)(<https://mouse.org/badges>)、拓展学习体验(Expanded Learning Experiences,ELEs)(Davis & Fullerton, 2016)、芝加哥学习之夏(Chicago Summer of Learning, CSOL)(Chicago digital, 2013)、汉兰达扩大学习机会(Highlander's Expanded Learning Opportunities, ELOs)(Afterschool Alliance, 2015)、波士顿课外及校外活动(Boston After School & Beyond, BASB)(Priest, 2016)、课后课程联盟(Providence After School Alliance, PASA)(Muilenburg & Berge, 2016)等。这些项目,有的聚焦专业知识和技能的获得,如视频制作、船舶修理、机器人技术等;有的关注思维和品质的发展,如批判性思维、创造力、团队合作等。在跟踪和认证学习者学习经历和成就的实践中,这种新型评价机制被证明可灵活应对学习者的发展需求,使学习路径可见,从而有效提升学习者的学习兴趣和获得感(Sherre & Damien, 2019)。

(二)计算思维微认证的可行性

作为问题解决的复合思维和能力,计算思维具有复杂的内容结构与多种核心要素,但人们习惯以统合的视角看待计算思维,致使对计算思维的理解抽象且晦涩,很难落实到评价活动且达到理想效果(王美玲,2020)。将计算思维的内容分解,有助于增强评价的针对性和可操作性。已有研究开始在与计算思维相近的计算机科学、STEAM领域,尝试用数字徽章评价学习者的不同子能力。比如,人文学科科学技术合作联盟(Humanities, Arts, Science, and Technology Alliance and Collaboratory, HASTAC)

开发的面向 K – 12 学习者的徽章系统就包含了计算机科学领域的微认证,北京某中学在物联网创客活动中也引入了数字徽章的评价机制(李国云等,2018)。美国弗吉尼亚州教育局设立的微认证项目鼓励教师在 STEM 及计算机科学领域开展微认证(Digital Promise,2019)。这些实践和政策表明计算思维微认证的可行性。

借鉴设计原则文档项目(Design Principles Documentation Project,DPD)的设计原则(DeMonte,2017),计算思维的微认证可从四个功能出发进行设计,包括认识学习、评估学习、激励学习和研究学习。认识学习指要对计算思维进行多元分解,科学拟定微认证的“水平表现”和“评价标准”,允许学习者自由选择,并在证明相关成就时提供对应的学习数据或证据。评估学习指评估要有等级之分,评估准则要明确可执行,提倡多种评价主体参与,通过在线电子档案等方式收集数据并进行综合计算。激励学习指要创建学习者喜爱的徽章样式并赋予徽章的外部价值,提供平台展示学习者的学习成就,还可创建合理的竞争机制和奖励机制来激励学习者。研究学习指不同环境下的学习成果都可获得徽章,要围绕微认证创建完整的学习生态系统。不难看出,计算思维微认证最关键的内容包括计算思维如何分解,计算思维子能力如何表征和测评,以及如何实施微认证过程等。

三、计算思维的分解及子能力的建构

(一) 计算思维分解

自 2006 年以来,国内外学者和相关组织就从多个视角提出了计算思维的定义,其内容体系也在此过程中不断发展与完善,但没达成一致的认知。为了确保对计算思维的分解能最大程度地反映计算思维的核心子能力,本研究对国际和国内使用频率较高的 14 个权威定义提及的计算思维构成要素进行词频统计(Wing, 2006, 2007; CSTA & ISTE, 2011, 2020; Chang, 2011; Brennan & Resnick, 2012; Aho, 2012; Selby & Woollard, 2013; Gouws et al., 2013; Computing At School, 2020; 王飞跃, 2013; 王荣良, 2007; 教育部, 2017),然后由构成要素拟定子能力。为了确保词频分析结果的准确性,本研究对计算思维定义提及的构成要素词汇进行多次编码直至结果完全一致,最终得到的分解结果见表一。除计算观念

外,构成要素提及频次为 1 的都忽略不计。

表一 计算思维构成能力词频统计

计算思维构成子能力	频次	计算思维构成要素	频次	计算思维构成能力	频次
抽象建模	13	并行	4	逻辑思维	2
算法设计	13	数据分析	4	问题识别	2
自动化	7	数据收集	4		表达 1
问题分解	6	数据表示	4	计算观念	连接 1
问题迁移	5	评价	3		质疑 1

由表一可知,被提及最多的五个子能力分别是抽象建模、算法设计、自动化、问题分解与问题迁移。由于计算思维是一种解决问题的方法,这五项子能力可与问题识别子能力共同构成解决问题的完整过程(见图 1),也可视为计算思维认知或操作层面的核心构成能力。计算观念出现的频次虽然不高,但它对学习者社会观与价值观的发展有重要影响(王旭卿,2014),因此本研究将它视作计算思维非认知层面的构成能力而纳入微认证实践。

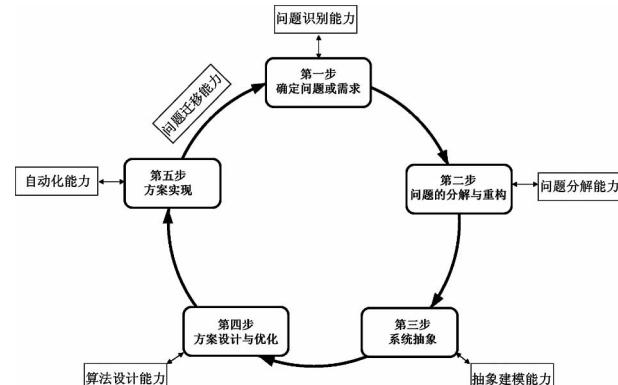


图 1 问题解决视角下的计算思维子能力分布

为检验上述计算思维分解的合理性,本研究通过问卷调查和访谈的形式,邀请相关专家结合对计算思维的理解和实践对六项子能力加以取舍或补充。60 位学者和教师参与了调查,其中计算思维研究学者 5 位,信息技术学科教研员 22 位,信息技术学科一线教师 33 位。问卷以李克特量表的形式设计,调查上述专家对六项子能力的认同程度。研究者最终收回有效问卷 47 份。

数据处理结果显示,将这六项子能力纳入计算思维微认证范畴的适当性得到了较高认可(满

分5分,各子能力得分均超过4分,平均分为4.3分)。对于是否需要补充其他能力指标,仅21%的受访者表示需要,集中于批判性思维、测试与调试两项上。由于批判性思维已体现在计算观念的质疑中,而测试与调试是学习者编程自动化过程的技能表现,因此这两项已包含在微认证范畴内,不用添加。

综上,本研究最终确定的计算思维子能力集合包括:问题识别与分解能力、抽象建模能力、算法设计能力、自动化能力、问题迁移能力和计算观念(表达、连接和质疑)。

(二) 计算思维子能力命名与能力描述

为了增强计算思维子能力评价的实践性,本研究对六项子能力进行了名称包装和含义细化(见表二),以更好地适应K-12教育的实践者。首先是计算思维子能力的命名,本研究充分考虑了子能力所代表的要素内涵以及K-12学习者的兴趣与学习特点,采用以学习者希望从事的职业或角色,比如问题识别与分解能力被命名为“问题诊断师”,作为微认证数字徽章的名称。其次,各项子能力的描述与实践评价紧密相关,必须使用可衡量、可操作的语言,方便师生理解和使用。为此,本研究结合计算思维教师资源指导手册(CSTA & ISTE, 2020)、计算思维三维框架(Brennan & Resnick, 2012)以及K-12计算机科学框架(CSTA, 2017),形成各子能力的描述(见表二)。

表二 计算思维微能力名称及其能力描述

计算思维子能力		子能力(数字徽章)名称	能力描述
认知/操作层面	问题识别与分解能力	问题诊断师	能从现实世界识别复杂的跨学科问题,能把复杂问题拆分成若干小的、可管理的问题,并能评估这些问题是否适合用计算思维的方式解决
	抽象建模能力	信息提炼师	能删繁就简,识别事物的共同属性,抽取问题的核心特征;能提炼解决问题的一般模式,降低复杂性;能对现象和过程进行建模,设计仿真系统,以了解和评估潜在的结果
	算法设计能力	规划设计师	掌握包含算法、变量、并行、控制结构以及模块化在内的基本要素;能制定系列有序的步骤解决问题或达到某种目的,还能在多种方案中找到最优途径
	自动化能力	编程小专家	能用编程的方式开发方案或使用计算机完成单调重复的工作;能为了实践意图、个人表达或解决社会问题而创建计算作品;能通过测试与调试改进现有的编程作品
	问题迁移能力	类比推理师	能将已有的问题解决过程与方法加以概括并迁移到其他问题的解决
非认知层面	计算观念	表达	技术表达者
		连接	协作贡献者
		质疑	批判思考者
			能以计算的视角洞察和理解自己、与他人的关系以及周围的技术世界,具体表现在:能用技术表达想法(表达),进行交流协作(连接),能逆向思考技术以及技术的使用(质疑)

表三 计算思维子能力发展水平

年级 子能力	K - 2	3 - 5	6 - 8	9 - 12
问题识别与分解能力	能识别已经通过计算方式解决的问题	能识别简单的、可用计算方式加以解决的问题	能识别涉及多个标准和约束的、可用计算方式加以解决的问题	能识别涵盖多个学科知识的、可用计算方式解决的问题
	能将跨学科的复杂问题分解成可管理的子问题,并使用已有的问题解决方式加以解决	能分解简单问题	能将复杂问题分解成若干可管理的小问题	能将复杂问题分解成一系列待实现的子问题,并使用流程图绘制解决问题的关键过程
抽象建模能力	能通过类比事物的视觉特征或物理序列识别和描述事物间的共同属性	能通过模式识别提取事物的共同属性	能从复杂的过程或现象中提取事物的共同特征	能提取问题的基本特征并进行抽象处理
	在教师的指导下能绘画描述简单的模式,或通过动画模拟简单的现象	明白计算机可以模拟真实世界的现像,能使用已有的计算机模拟系统了解世界	能设计相互作用的模块系统,通过模块间的相互协调,实现对现实问题的模拟	能减少解决方案的复杂性并隐藏较低层次的实现细节,能用形式化的方式表述问题
算法设计能力	明白日常生活过程可以用算法表示,能用算法逻辑表示日常事务的过程	明白不同的算法可以得到相同的结果,但算法的性能在不同情境中有优劣之分	明白算法影响着人机交互以及计算机响应的方式,能设计适合多种情境的、易于跟踪、测试和调试的算法	能根据性能、可重用性和易于实现性评估和选择算法,能运用算法知识改进开发软件,保护数据和存储信息的方式
	明白计算机程序可存储和操作不同类型的数据,如数字、图像等	明白编程语言能提供用于存储和修改数据的变量,数据的类型决定着可以对其执行的操作	能正确区分问题解决中涉及的各种数据,采用适当的数据类型创建变量并加以使用	能根据功能、存储和性能权衡、选择数据结构,以管理程序的复杂性
	明白计算机是按照精确的指令序列自动执行任务的,但也会因为循环或事件的触发而导致不连续性	能根据不同的情况选择适当的控制结构(顺序、并行、循环、条件等),明白条件语句在不同的情境下可以选择性地执行或跳过	能合理地选择并组合控制结构,创建更复杂的程序行为	在选择和组合控制结构时,能综合考虑和权衡可行性、可读性及程序性能
自动化能力	能模仿或从一组给定的命令中进行选择、组合,以创建简单的动画故事或解决预先存在的问题	在技术的支持下,能体现开发的自主性	能独立地开发更加复杂、更具有广泛意义的作品	能独立、系统地使用技术进行开发,并能有效地利用社会资源
	能通过不断试错改进作品效果,能将结果与预期目标进行对比	能验证所给的标准和约束条件是否已满足	善于选择有效的方式调试程序,能考虑作品中的逻辑错误和潜在错误	能使用复杂的策略预见、识别和修复错误,并利用这些信息推动开发
问题迁移能力	能识别可迁移的情境,能明确指出可以使用哪些已有方案解决当前的问题	能套用已有的问题解决方案解决当前的问题,能结合实际调整方案	能总结和类比同类问题的特征,实现方法或工具的有效迁移	能通过重用问题解决方案,改进和完善现有的问题解决模型,并将其应用到学习和生活中
计算观念	表达	能简单说出计算技术如何改变人们的生活、工作和交互方式,能主动关注计算方面的消息和作品	能有意识地了解计算作品的实现方式和原理,能提出自己的见解或疑问	能分析学习生活相关的计算作品的原理,并能对其进行模拟
	连接	能围绕计算任务,通过一定的工具进行头脑风暴,分享个人观点,洞察他人看法	能在教师的引导下使用技术协作工具(如知识共享工具、在线项目空间)进行团队管理与合作	能独立组织和管理团队;能辨别哪些协作工具是适合使用的,并知道该在何时使用
	质疑	能提出关于技术和使用技术的问题	逐渐形成自身对技术使用的独特看法,能意识到计算工具不是万能的	能提出计算工具在功能和使用上存在的不足,并尝试给出改进意见

只有适合学习者所处发展阶段并满足其发展需求的评价才能使其受益。因此,不同阶段的计算思维子能力测评方案需综合考虑评价的内容和目标、学习者的认知特征以及教学条件和情境,最好整合

多种评价方式从多个视角、过程化、发展性地反映学习者的真实状况。基于以上考虑,本研究拟定了一个方案指南以指导 K - 12 不同年级计算思维子能力的测评方法(见表五)。

表四 计算思维测评手段汇总

测评方法	方法描述	代表性手段	优缺点	适用的年级与评价目标
题目测试法	从识记、理解、应用和分析四个层级考察学习者,题目类型多为客观题	Bebras 任务,计算思维语言(CTL) (Lu & Fletcher, 2009),计算思维测试题(CTt) (Román - González et al., 2017)	优点:适用学段和维度广,操作简单,效率高 缺点:对题目效度要求较高,测试较难反映学习者真实问题情境中运用知识和技能的能力	K - 12 年级,主要考察认知能力/技能
编程测试法	基于程序开发的考核方式,完成指定功能,调试程序排除故障,或开放式主题开发,注重作品或任务的完成度	基于 Alice 的精灵(Fairy)主题测试 (Werner et al., 2012)	优点:与主流的计算思维培养方式匹配,易于推广 缺点:若操作不当,易演变为测试编程语法,而不是计算思维所需更高层次的思维和能力	3 - 12 年级,主要考察认知能力/技能
作品评价法	与编程测试法相比,作品评价法面向的是系统完整的制品,看重作品创意,并会对代码结构进行分析和优劣评判,可以是对实时编码的评价也可以是对最终作品的评价	计算思维模式分析(CTPA)工具 (Ioannidou et al., 2011),基于Scrape 工具的作品档案袋分析法,计算思维早期发展(PECT)模型 (Seiter & Foreman, 2013),实时的计算思维形成性评估工具(RACT) (Koh et al., 2014),Scratch 程序分析工具 (Moreno - León & Robles, 2015) 和 SAT (Chang et al., 2018)	优点:数据为学习者的编程制品,采样方便;自动化分析,效率高 缺点:实时评价工具仍处于探索阶段,较少公开版本;针对 Scratch 外的其他编程作品的自动化分析工具缺乏	3 - 12 年级,主要考察认知能力/技能
图文分析法	倡导学习者在项目学习中持续以图文形式记录自身从问题识别到方案形成的过程以及项目完成后对学习过程的自我评价与反思。图文包括:1)书写伪代码;2)绘制的流程图;3)填写反思报告等	流程图评价法(郁晓华等, 2017)	优点:能呈现学习者思维发展过程,诊断比较客观 缺点:频繁绘制书写可能引起学习者的倦怠情绪,出现乱写乱填现象;低年级群体图文表达基础较差	6 - 12 年级,主要考察认知能力/技能
观察访谈法	观察法:结合量规进行课堂观察并伴随着田野笔记的记录,中间穿插部分非正式交流 访谈法:多指半结构化访谈,要求学习者回答与课程活动、学习成果相关的问题	基于编程制品的访谈法(Brennan & Resnick, 2012)、情境设计法(Brennan & Resnick, 2012)	优点:能收集学习者行为表现数据 缺点:耗时,不适用于大批量群体;受访者尤其是低年级学习者接受访谈时容易出现记忆缺失	观察法适用于 K - 12 年级,访谈法适用于 3 - 12 年级
调查法	将计算思维评价的主体转向学习者自评,多以量表和调查问卷的形式	计算思维水平量表(Korkmaz et al., 2016)	优点:评价主体变为学习者,操作简单 缺点:调查结果受学习者主观影响,对低年级群体适用度不高	6 - 12 年级,关注非认知能力

表五 计算思维各子能力测评方法指南

计算思维子能力	评价目标	测评方法	适用年级
问题识别与分解能力	形成性	观察访谈法、图文分析法	K - 5
		图文分析法	6 - 12
抽象建模能力	总结性	题目测试法	K - 12
	形成性	观察访谈法、图文分析法	K - 5
		图文分析法	6 - 12
	总结性	题目测试法	K - 2
算法设计能力	总结性	题目测试法、作品分析法	3 - 12
	形成性	观察访谈法、图文分析法	K - 5
		图文分析法	6 - 12
	总结性	题目测试法	K - 2
自动化能力	总结性	题目测试法、作品分析法	3 - 12
	形成性	题目测试法	K - 2
问题迁移能力	总结性	题目测试法、编程测试法	3 - 12
	形成性	观察访谈法、图文分析法	K - 5
		图文分析法	6 - 12
	总结性	题目测试法	K - 2
计算观念	总结性	题目测试法、编程测试法	3 - 12
	形成性	观察访谈法	K - 12
	总结性	调查法	6 - 12

五、计算思维微认证的实现

(一) 计算思维微认证过程

微认证起源于数字游戏,玩家完成任务并达标后,就能获取徽章作为奖励和对个人能力的认证。借鉴游戏成就的框架体系,计算思维微认证遵循计算思维培养活动的成就路线(即子能力的认证方案)。该路线包括对子能力及其数字徽章的文本描述、获取认证所需的行动或证据的描述、完成任务的评价标准、可选的途径或权利等(见图 2),路线的终点被象征性地标记为数字徽章的颁发(Rughinis, 2013)。

首先,学生要根据兴趣,结合教师推荐,选择想要获取的计算思维子能力,提出微认证申请;接着,教师给学生发放与认证目标对应的学习材料,如测试题目、编程任务、学习指导手册等。学生在正式开

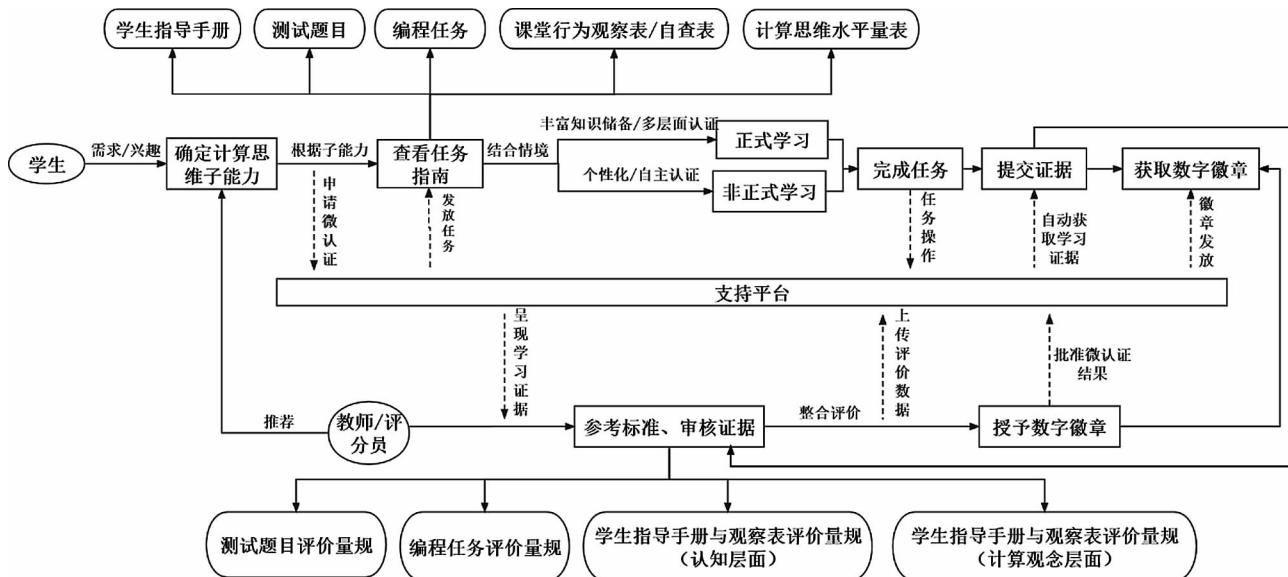


图2 计算思维微认证过程

展计算思维学习前,需根据发放的计算思维水平量表明确要达到的学习目标水平,然后结合当前的教学条件或情境,展开学习并完成给定的任务,提交微认证所需要的学习证据。学习过程可以以正式学习(如信息技术课)或非正式学习(如课外兴趣拓展)的方式进行。最后,教师根据编程任务评价量规、测试题目评价量规等标准,审核学生提交的学习证据,判定学生的学习成效,决定是否授予学生数字徽章,完成计算思维的微认证。微认证的交互流程可通过技术平台完成。学生的任务记录和学习证据直接被平台跟踪记录,并提交教师审核,部分成果的评价(如测试题目)还可由系统自动实现。学生获得的数字徽章也可通过平台记录和展示。

(二) 任务指南与评价标准

在计算思维微认证过程中,明确的任务指南(学生用)和评价标准(教师用)作用重大。

1. 任务指南

任务指南实质上是对计算思维测评方法的细

化,它向学生阐明想要获取微认证需要完成的任务清单及目标。对应于计算思维评价方法的多元性特征,学习任务类型也多种多样,如需要完成的计算思维测试题目、编程任务规定的项目目标、学生学习指导手册和行为自查表等。表六展示了3-5年级学生的抽象建模能力微认证的任务指南。该项子能力的微认证采用三种测评方法,设计了三种任务,学生据此指南开展学习,达到规定的学习要求。为保证任务指南收集的数据能真实、全方位地反映学生的能力发展,部分任务(如制作流程图)需要用三角测量的方式,即同一性质任务执行多次,在不同项目的情境中观察是否表现相同(Foshay & Hale, 2017),从而作出客观准确的判断。

2. 评价标准

评价标准规定了学生完成任务指南要达到何种程度才能通过微认证,从而获得相应等级的数字徽章。评价标准以计算思维各子能力发展的标准水平(见表三)为基础,结合具体的测评方法采用量规这

表六 计算思维微认证任务指南(3-5年级)

计算思维子能力	测评方法	任务类型	任务描述 (想获得此项微认证,你需要做到……)
信息提炼师 (抽象建模能力)	图文分析法	学生学习指导手册	能抽象出项目所包含的功能或角色,能选出实现每一功能或角色所需的脚本块,请在学生指导手册的相关模块填写上述内容
	题目测试法	测试题目	完成老师准备的CTf中文版测试题,要求作答合格
	作品评价法	编程任务	提交独立完成的Scratch编程作品(猴子拿香蕉、接水果游戏或者其他自主开发的作品),要求代码结构优良

种形式将不同的学习表现加以区分,使评价更具可操作性,也更客观一致。教师可依据此标准判断学生的学习任务是否达标,能否最终得到微认证认定。表七展示了学生编程作品的评价量规,该量规基于莫雷诺·莱昂等 (Moreno - León & Robles, 2015) 定义的规则制定。

(三) 正式与非正式学习情境的差异

计算思维微认证的开展可分为正式学习情境(以课堂教学活动为主)和非正式学习情境两类,两类应用情境在实施过程中各有差异。首先,课堂教学活动面向全体学生,每位学生都有选择和参与的机会,而非正式情境下的学生则需要自己关注和寻找微认证的途径,创设学习条件。因此,正式学习情境下微认证的普及程度较非正式情境高,但非正式学习情境更能促进学生的自主学习,微认证的开展也更灵活有弹性。其次,大部分微认证的任务指南都涉及过程性评价任务,例如课堂观察、填写学生学习指导手册等。这些学习证据在多元化的非正式学习情境下必须借助一定的技术条件支持才能有效收集和汇总。但课堂教学活动是在教师的监督下开展的,一般会预留任务完成的时间。相对于非正式学习情境,它更能保证过程性数据收集的及时性和完备性,以对学生能力认证作出全面判断。最后,课堂教学的课时安排相对稳定,教学活动的环节能与微认证的任务较好对应,教师可根据课堂反馈实时诊断学生的任务完成情况,及时作出教学调整。但由于教学进度和人数的限制,学生可能无法随时申请微认证。相对而言,非正式情境的认证相对灵活,不受时间和人数限制;若学生认证失败,还可反复申请。两者各有优缺点,微认证实践可考虑将两者结合。

表七 计算思维微认证编程作品评价标准(代码部分,6 – 8 年级)

计算思维子能力	能力维度	能力水平		
		合格(1分)	良好(2分)	杰出(3分)
规划设计师 (算法设计能力)	同步	代码中涉及“等待”	代码中包含:“广播消息”“当接收 到消息时”“停止……”	代码中包含:“在…之前一直等 待”“当背景切换到……”“广 播并等待”
	条件	代码中使用了“如果……那么 ……”语句	代码中使用了“如果……那么 ……,否则……”语句	代码中使用了逻辑运算
	循环	代码块按顺序排列	使用了“重复执行”代码块	使用了“重复执行直到……”代 码块

六、计算思维微认证实践

(一) 实践概况

本研究以七年级的 Scratch 选修课(正式学习情境)学生为对象开展计算思维认证实践,共 30 名学生参与(男生 25 人,女生 5 人)。课程围绕学习“猴子拿香蕉”和“接水果游戏”两个 Scratch 项目展开,共 10 课时。学生在学习流程图和编程知识的同时,完成微认证任务指南的相关材料,提交学习证据。本研究提供了八项微认证供学生自主选择,要求至少需要拟定四项能力作为最终目标。同时参与的还有 11 名八年级学生(男生 9 人,女生 2 人)。他们不参加课程学习(非正式学习情境),而是根据任务指南的要求直接提交认证材料。本研究拟定的计算思维各子能力测评方案见图 6。其中,中文修订版 CTt 测试卷借由权威的计算思维测试 CTt 改编而成(见图 3),由难度不同的 31 道选择题与两道问答题组成,作答时间为 45 分钟。

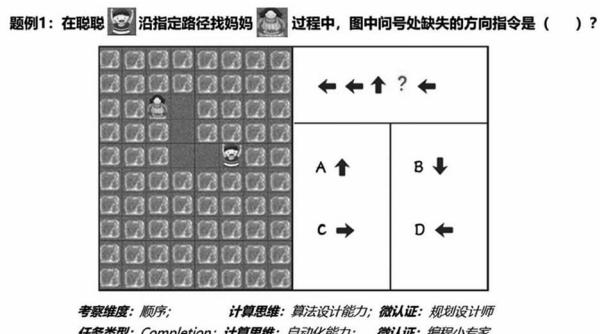


图 3 CTt 中文修订版测试题例

编程任务制品(学生编程作品实例见图 4)要求学生编写一个游戏作品,也可以提交自拟主题的作品作为相关能力的证据。学生指导手册(填写实例见图 8)由学生在课堂教学中完成。除了填写主观

思考文字,学生还要以流程图等专业化的思维工具将设计想法表达出来。认证计算观念的课堂行为观察表与自查表分别由教师和学生完成,用于记录和相互印证学生的课堂言行的表现(自查表实例见图5)。学生对自我的课堂省查,需要有证明人签字确认。计算思维水平量表使用科尔克马兹等(Korkmaz et al., 2016)设计开发的量表,由22道题组成。



图4 学生编程作品实例

在具体实施时,由于受课程时间限制与学生自身等因素的影响,只有少数学生完成CTt补充测试题(共五题,补充原CTt测试中没有涉及的维度,如问题迁移等)、课堂行为表现与自查表、计算思维水

1. 在该项目的学习中我完成了
①学生指导手册的填写: 是 否 ②编程作品的提交: 是 否
2. 在这个项目的完成过程中,我帮助其他人解决了课程相关的问题。(计算观念之连接)
 是 (证明人签字: _____) 否

a. 客观性
b. 评价主体多元化

图5 计算观念自查表实例

平量表,数据并不完整。另外,部分子能力的学生指导手册与课外拓展编程制品几乎没有相关数据。数据收集情况见图6。

对于中文修订版CTt测试题的数据处理,本研究按照组合考察与分维度评价的原则建立能力打分参考表(见表八),然后以维度为单位计算得分与总分之间的比例,并在此基础上评定相应的微认证能力等级。

对于提交的编程作品,评分依据为代码结构的技术度和作品功能的完成度。对于学生指导手册,得到的数据包括流程图和内容填写两大类。图7展示了流程图的评分实例。内容填写的评分依据学生文本与标准文本的一致性程度。公式如下:

$$P = \frac{Xi}{Yi} \times 100\% \quad (i = 1, 2, 3)$$

其中,X表示能够识别的学生文本的要点数量,



七年级收集的具体有效数据量为:

测试题30人次, 编程制品16人次, 学生指导手册20人次, 课堂行为表现8人次, 计算思维水平量表8人次



八年级收集的有效数据量为:

CTt中文版测试题5人次, 自主编程制品5人次

- 注: 代表大部分学习者完成并提交了该项任务, 数据收集相对齐全
 代表只有少数学习者完成了该项任务, 数据收集相对欠缺
 代表几乎没有收集到相关数据

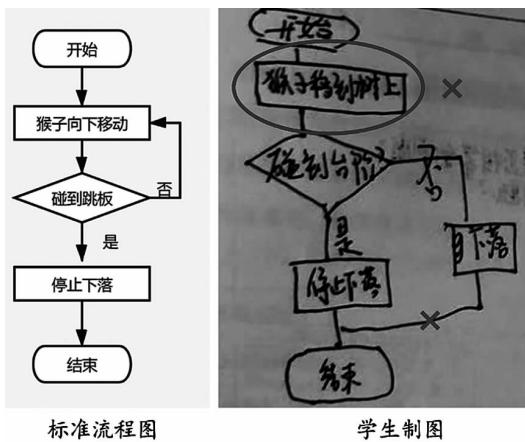
图6 计算思维微认证测评方式与数据收集

表八 6~8 年级计算思维测试题能力打分表

题号	考察指标	是否存在同类嵌套	任务类型	分值			
				算法设计能力		抽象建模能力	自动化能力
				循环	条件		
1	基本方向和序列	否	Sequencing	1	0	0	1
2	基本方向和序列	否	Completion	1	0	0	2
3	基本方向和序列	否	Debugging	1	0	0	3

Y 表示标准答案包含的要点数量。内容填写评分实例详见图 8。

最后,研究人员综合学习任务的完成情况,对微



得分点		学生得分
严谨性和完整性 (4分)	1 包含圆角矩形框表示的“开始符”与“结束符”(1分)	1
	2 包含顺序和条件结构(3分)	3
结构合理性 (6分)	1 流程一：“猴子向下移动”(2分)	0
	2 流程二：“碰到跳板(台阶)”的条件结构(4分)	3
学生综合得分：7		

图 7 流程图评分实例

标准文本

第一部分：问题界定与分析
【写一写】：风车的特点有哪些？
1. 风车具有叶片
2. 风车能够旋转

学生文本

第一部分：问题界定与分析
【写一写】：风车的特点有哪些？
会被风吹动；有叶片能转

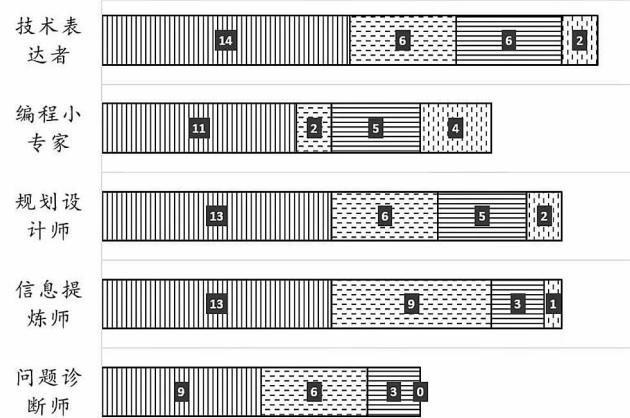
图 8 学生指导手册填写评分实例

认证的通过与否作出评定。

在本实践中,八年级学生主要以测试题作答和提交编程作品的形式参与微认证,因此微认证主要集中于“信息提炼师”和“规划设计师”。七年级学生的“类比推理师”“协作贡献者”和“批判思考者”三项能力收集到的有效数据量少且数据单一,不足以支持最后的微认证,故放弃。总体而言,41 名学生中,有 24 名学生获得所有申请的计算思维微认证(见图 9),其他的只获得部分认证,对应授予的数字徽章实例见图 10。能力水平的评定结果主要集中于“合格”与“良好”两个等级,这与授课课时较短有关。

计算思维微认证结果(七年级)

■ 总获得人数 □ 合格(人) □ 良好(人) □ 杰出(人)



计算思维微认证结果(八年级)

■ 总获得人数 □ 合格(人) □ 良好(人) □ 杰出(人)

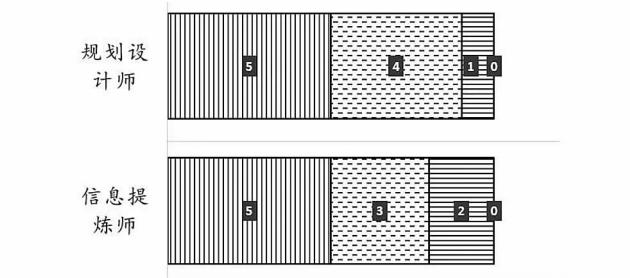


图 9 七、八年级计算思维微认证结果分布



图 10 “编程小专家”数字徽章实例

注:两星表示等级为“良好”

(二) 师生对微认证的看法

研究者对师生进行了访谈。教师表示学生计算思维微认证的最终评定结果基本与学生的行为表现相符,一定程度上证明了微认证评价的有效性;其次,他们认为融入微认证的课堂能持续激发学生的学习兴趣,帮助教师全面了解学生的能力发展状况。但他们也指出应该在整个教学过程中阶段性地反馈学生微认证的完成情况,以便让学生了解自身进度,有动力继续完成任务。学生表示,以数字徽章对他们的计算思维能力发展进行微认证,形式新颖,既增强了他们的学习兴趣,又证明了他们的学习成就,保障了他们持续参与的动力。他们能根据提供的资料有目标地学到有用的知识,诊断他们计算思维发展水平,对自己有更清晰的认知。

(三) 问题反思

实践证明,微认证这一新型的计算思维评价方式的可操作性得到了较好验证。它能被师生接受和认可,尤其是八年级学生在非正式学习情境下的参与,更说明了微认证具有较广泛的适用性。实践应用也带来一些思考。首先,相比于课堂教学的正式学习情境,非正式学习情境下过程性任务数据的收集存在较大困难,因此任务指南的设计需要根据具体应用情境作出调整。其次,部分学生在课堂上无法按时提交过程性任务。除了学生本身的能力水平,这可能是由于课堂教学环节安排不合理。教师实施微认证时,需要根据实际对教学环节作出调整,给学生留出足够的时间和空间。最后,实施过程中可能会由于时间和参与形式等客观原因导致部分认

证数据缺失,本研究建议可在确保合理性的前提下,忽略部分缺失的数据,提升结果认证的效度。

七、总结与展望

随着人工智能的推进,计算思维教育的重要性日益突显。然而,相对于计算思维培养内容和教学方式的研究进展,计算思维测评研究还远远不够(郁晓华等,2020)。不同于大多数研究试图以统合的方式描述学习者复杂的计算思维能力发展,本研究提出借助微认证解决当前计算思维评价发展的困境,在微认证设计原则的基础上探讨将其引入计算思维评价的可行性,然后通过分析多个版本计算思维权威定义的核心要素和专家访谈,将复杂的计算思维分解为问题识别与分解、抽象建模、算法设计、自动化、问题迁移以及计算观念六个子能力,并分别规定了各子能力在 K-12 阶段发展的标准水平以及适用的测评方法,最后探讨了计算思维微认证的实现过程。为验证以微认证开展计算思维测评的可行性,本研究选取 41 名 6-8 年级学生,分别在课堂教学情境和非正式学习情境下展开实践。反馈显示,微认证方式得到师生的认可,能有效地呈现学生计算思维的发展状况。这种全新的评价形式也能较好地激发学生参与学习和测评的兴趣与积极性。但实践也发现,微认证存在难以收集过程性任务数据以及部分数据缺失下结果认证合理性的问题。因此,不难理解现有测评实践为什么较少采用两种及以上的多元评价方式(郁晓华等,2020)。

作为一种能力导向的评价手段、一种过程表征的学习技术,微认证的引入在一定程度上是对已有计算思维测评研究在质上的转变。由于能力的分解,微认证能从细节处和操作层面更精准、更深入地反映学习者学习过程取得的计算思维技能或成效。同时,由于路径的明确,微认证能让学习者更有目标地开展学习,并维持参与动力。随着计算思维培养在 K-12 教育中的全面展开,如何推动、推广计算思维的评价成为关键。尽管评价标准和方法仍存在较多的不确定,但计算思维微认证的应用可作为一条实现途径,丰富现有的实践手段。

[参考文献]

- [1] Adams, C., Cutumisu, M., & Lu, C. (2019). Measuring K-

- 12 computational thinking concepts, practices, and perspectives: An examination of current CT assessments [J]. *Interactive Learning Environments*, 26(3) : 386-401.
- [2] Afterschool Alliance (2015). Digital badges in afterschool: Connecting learning in a connected world. [R]. [2021-1-15]. <http://www.afterschoolalliance.org/documents/DigitalBadgesInAfterschool.pdf>.
- [3] Aho, A. V. (2012). Computation and computational thinking [J]. *Computer Journal*, 55(7) :832-835.
- [4] Allsop, Y. (2019). Assessing computational thinking process using a multiple evaluation approach [J]. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 19: 30-55.
- [5] Baker, E. L. (2007). 2007 presidential address—The end (s) of testing [J]. *Educational Researcher*, 36(6) : 309-317.
- [6] Becker, S. A. , Freeman A. , Hall C. G. , Cummins M. , & Yuhnke B. (2017). NMC/CoSN horizon report: 2016 K-12 edition [EB/OL]. [2021-1-10]. <https://library.educause.edu/~media/files/library/2017/11/2016hrk12EN.pdf>.
- [7] Brennan, K. , & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking[A]. Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association[C]. Canada: Vancouver, 1-25.
- [8] CAS Community. (2020). Computational thinking – A guide for teachers [EB/OL]. [2020-11-16]. <https://community.computingatschool.org.uk/resources/2324/single>.
- [9] Chang, C. K. (2011) . Integrate social simulation content with game designing curriculum to foster computational thinking[A]. The 7th international conference on Digital Content, Multimedia Technology and its Applications[C]. IEEE, 115-118.
- [10] Chang, Z. , Sun, Y. , Wu, T. Y. , & Guizani, M. (2018). Scratch analysis tool (SAT): A modern scratch project analysis tool based on ANTLR to assess computational thinking skills[A]. 2018 14th International Wireless Communications & Mobile Computing Conference (IWCMC)[C]. IEEE, 950-955.
- [11] Chicago digital(2013). “Level Up” with the chicago summer of learning [EB/OL]. [2020-11-15]. <https://digital.cityofchicago.org/index.php/level-up-with-the-chicago-summer-of-learning/>.
- [12] Elliott, R. , Clayton, J. , & Iwata, J. (2014). Exploring the use of micro-credentialing and digital badges in learning environments to encourage motivation to learn and achieve[A]. Hegarty B. , McDonald J. , & Luke S. K. (Eds.) (2014). Rhetoric and Reality: Critical perspectives on educational technology[C]. Dunedin: Proceedings asilite, 703-707.
- [13] Corradini, I. , Lodi, M. , & Nardelli, E. (2017). Conceptions and misconceptions about computational thinking among Italian primary school teachers [A]. The 2017 ACM conference [C]. ACM, 136-144.
- [14] CSTA, & ISTE. (2011). Operational definition of computational thinking for K – 12 education [EB/OL]. [2020-11-16]. <http://www.iste.org/docs/ct-documents/computational-thinking-operational-definition-flyer.pdf>.
- [15] CSTA, & ISTE. (2020). Computational thinking for all [EB/OL]. [2020-11-16]. <https://www.iste.org/explore/computational-thinking/computational-thinking-all>.
- [16] CSTA(2017). K-12 computer science framework [EB/OL]. [2020-11-15]. <http://www.k12cs.org>.
- [17] Dagienė, V. (2006). Information technology contests: Introduction to computer science in an attractive way [J]. *Informatics in Education-An International Journal*, 5(1) : 37-46.
- [18] Davis, K. , & Fullerton, S. (2016). Connected learning in and after school: Exploring technology’s role in the learning experiences of diverse high school students [J]. *The Information Society*, 32(2) : 98-116.
- [19] DeMonte, J. (2017). Micro-credentials for teachers: What three early adopter states have learned so far[R]. Washington, DC: American Institutes for Research. [2020-6-5]. <https://www.air.org/sites/default/files/downloads/report/Micro-Credentials-for-Teachers-September-2017.pdf>.
- [20] Digital Badges. [EB/OL]. [2020-11-15]. <http://www.hastac.org/digital-badges#projects>.
- [21] Digital Promise. (2019). Micro-credentials and education policy in the United States: Recognizing learning and leadership for our nation’s teachers [EB/OL]. [2020-6-5]. <https://digitalpromise.org/wp-content/uploads/2019/06/mcs-educationpolicy.pdf>.
- [22] Digital Promise. Micro-credentials: Igniting impact in the ecosystem [EB/OL]. [2020-11-16]. <https://digitalpromise.org/our-reports/dp-microcredentials-igniting-impact/>.
- [23] 丁世强,王平升,赵可云,阎昭斐,杨鑫(2020).面向计算思维能力发展的项目式教学研究[J].现代教育技术,30(9):49-55.
- [24] Foshay, W. R. , & Hale, J. (2017). Application of principles of performance-based assessment to corporate certifications [J]. *TechTrends*, 61(1) : 71-76.
- [25] Gouws, L. A. , Bradshaw K. , & Wentworth P. (2013). Computational thinking in educational activities: An evaluation of the educational game light-bot[A]. Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and Technology in Computer Science Education[C]. ACM, 10-15.
- [26] Ioannidou, A. , Bennett V. , Repenning A. , Koh K. H. , & Basawapatna A. (2011). Computational thinking pattern [EB/OL]. [2020-1-20]. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED520742.pdf>.
- [27] 教育部(2018).普通高中信息技术课程标准(2017年版)[M].北京:人民教育出版社;5-6.
- [28] Koh, K. H. , Basawapatna, A. , Nickerson, H. , & Repenning A. (2014). Real time assessment of computational thinking[A]. 2014 IEEE symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)[C]. IEEE, 49-52.
- [29] Korkmazö, Çakir R. , & Özden, M. Y. (2016). Computational thinking levels scale (CTLS) adaptation for secondary school level [J]. *Gazi Journal of Educational Science*, 1(2) : 143-162.

- [30] 李国云,张春华(2018).基于“数字徽章”开展学习评价的实践与探索[J].中国现代教育装备,(10):77-80.
- [31] Lu, J. J., & Fletcher, G. H. L. (2009). Thinking about computational thinking[A]. Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer Science Education[C]. ACM, 260-264.
- [32] Moreno-León, J., & Robles, G. (2015). Dr. Scratch: A web tool to automatically evaluate Scratch projects[A]. Proceedings of the workshop in primary and secondary computing education[C]. ACM, 132-133.
- [33] Mouse Badges [EB/OL]. [2020-11-15]. <https://mouse.org/badges>.
- [34] Muilenburg, L. Y., & Berge Z. L. (Eds.). (2016). Digital badges in education: Trends, issues, and cases [M]. Routledge: 32-41.
- [35] New Zealand Qualifications Authority (2018). Micro-credentials system launched [EB/OL]. [2020-08-28]. <https://www.nzqa.govt.nz/about-us/news/micro-credentials-system-launched/>.
- [36] Open Badges [EB/OL]. [2020-11-15]. <https://openbadges.org/>.
- [37] Priest, N. (2016). Digital badging and micro-credentialing [EB/OL]. [2021-1-15]. https://bostonbeyond.org/wp-content/uploads/2016/06/Digital_Badging_Paper_NMEF.pdf.
- [38] Román-González, M., Moreno-León J., & Robles G. (2017). Complementary tools for computational thinking assessment [A]. Proceedings of international conference on Computational Thinking Education (CTE 2017) [C]. The Education University of Hong Kong, 154-159.
- [39] Román-González, M., Pérez-González J. C., & Jiménez-Fernández C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test [J]. Computers in Human Behavior, 72: 678-691.
- [40] Rughinis, R. (2013). Talkative objects in need of interpretation. Re-thinking digital badges in education [A]. CHI'13 extended abstracts on Human Factors in Computing Systems[C]. CHI, 2099-2108.
- [41] Seiter, L., & Foreman, B. (2013). Modeling the learning progressions of computational thinking of primary grade students[A]. Proceedings of the ninth annual international ACM conference on International Computing Education Research[C]. ACM, 59-66.
- [42] Selby, C., & Woppard, J. (2013). Computational thinking: The developing definition [EB/OL]. [2021-02-16]. https://eprints.soton.ac.uk/356481/1/Selby_Woppard_bg_soton_eprints.pdf.
- [43] Seow, P., Looi, C. K., How, M. L., Wadhwa, B., & Wu, L. K. (2019). Educational policy and implementation of computational thinking and programming: Case study of Singapore[A]. Computational Thinking Education[M]. Singapore: Springer, 345-361.
- [44] Sherre, R., & Damien, C. (2019). Digital badges, do they live up to the hype? [J]. British Journal of Educational Technology, 50(5): 2619-2636.
- [45] Sysło, M. M., & Kwiatkowska, A. B. (2013). Informatics for all high school students: A computational thinking approach[A]. International conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives[C]. Berlin, Heidelberg: Springer, 43-56.
- [46] 汪维富,闫寒冰(2020).面向开放学习成果的微认证:概念理解与运作体系[J].电化教育研究,(1):60-68.
- [47] 王飞跃(2013).面向计算社会的计算素质培养:计算思维与计算文化[J].工业和信息化教育,(6):4-8.
- [48] 王美玲(2020).计算思维微认证的设计与应用[D].上海:华东师范大学, 18.
- [49] 王荣良,卢文来(2017).计算思维——行进中的挑战[J].中国信息技术教育,(6):4-10.
- [50] 王旭卿(2014).面向三维目标的国外中小学计算思维培养与评价研究[J].电化教育研究,35(7):48-53.
- [51] 魏非,闫寒冰,祝智庭(2017).基于微认证的教师信息技术应用能力建设生态系统的构建研究[J].电化教育研究,38(12):92-98.
- [52] 魏晓宇(2020).教师微认证的体系构建与应用探索:美国的经验及启示[J].当代继续教育,38(4):34-40.
- [53] Werner, L., Denner, J., Campe, S., & Kawamoto, D. C. (2012). The fairy performance assessment: Measuring computational thinking in middle school[A]. Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education[C]. ACM:215-220.
- [54] Willis, J. E., Flintoff, K., & McGraw, B. (2016). A philosophy of digital open badges[A]. Ifenthaler D., Bellin-Mularski N., & Mah D. K. (2016). Foundation of Digital Badges and Micro-Credentials[C]. Switzerland: Springer, 23-40.
- [55] Wing, J. M. (2011). Research notebook: Computational thinking—What and why [J]. The Link Magazine, 6: 20-23.
- [56] Wing, J. M. (2006). Computational thinking [J]. Communications of the ACM, 49(3), 33-35.
- [57] 郁晓华,王美玲(2020).计算思维培养之路还有多远?——基于计算思维测评视角[J].开放教育研究,26(1):60-71.
- [58] 郁晓华,肖敏,王美玲,陈妍(2017).基于可视化编程的计算思维培养模式研究——兼论信息技术课堂中计算思维的培养[J].远程教育杂志,35(6):12-20.
- [59] 郑旭东(2018).智慧教育2.0:教育信息化2.0视域下的教育新生态——《教育信息化2.0行动计划》解读之二[J].远程教育杂志,36(4):11-19.

(编辑:赵晓丽)

A New Approach for Computational Thinking Assessment: Micro-credentials

YU Xiaohua¹, WANG Meiling², CHENG Jiamin¹ & QIU Zhenhua³

(1. Department of Education Information Technology, East China Normal University, Shanghai 200062, China;
2. Jianping Experimental Middle School, Shanghai 201204, China; 3. Sunshine Foreign Language
School Affiliated to Shanghai International Studies University, Shanghai 200331, China)

Abstract: With the development of computational thinking (CT) training in K-12, CT assessment is playing an increasingly important role. Considering the compound composition of CT, competence-oriented micro-credentials is proposed to open a new space for CT assessment. This approach evaluates and certifies the elements of CT separately, which is quite different from the integrated perspective of most current research. After the decomposition of CT concepts and then expert authentication, CT is divided into six sub-competencies from the cognitive and operational aspect and non-cognitive aspect, including problem identification & decomposition, abstraction & modeling, algorithm design, automation, problem-solving transfer, and computing perspective. The development standard of each competence at different stages of K-12 and its appropriate assessment methods are discussed. Then, the paper presents the implementation process of CT micro-credentials, and discusses the differences between formal and informal learning context. Finally, a teaching practice was carried out in the stage from grades 6 to 8 with a total of 41 participant students, which preliminarily verified the feasibility of introducing micro-credentials into CT assessment. The experimental results show that as a new CT assessment approach, micro-credentials have been well recognized by teachers and students. It can not only effectively present the development of students in different dimensions of CT, but also stimulate students' enthusiasm to participate in learning and evaluation so as to promote learning by evaluation. However, it is also found that there are difficulties in data collection for process tasks and problems with the rationality of result authentication under partial data missing.

Key words:computational thinking;K-12;micro-credentials;digital badges

《开放教育研究》编辑部持有记者证核验名单公示

根据《上海市新闻出版局关于开展 2021 年度新闻记者证核验工作的通知》要求,《开放教育研究》编辑部已对申领记者证人员的资格进行严格审核,现将已领取记者证人员名单进行公示。公示期为 2022 年 1 月 24 日至 2022 年 2 月 2 日。

通过核验人员名单:徐辉富 魏志慧

上海市新闻记者证管理违规情况的投诉、举报电话:64339117。

《开放教育研究》编辑部