

# 小学生计算思维培养的过程和策略研究

——基于对武汉市从事机器人教育的26位教师的深度访谈

杨玉芹, 龙彦文, 孙钰峰

(华中师范大学教育信息技术学院, 湖北 武汉 430079)

**[摘要]** 研究基于对武汉市从事机器人教育的26位一线小学教师的深度访谈,对机器人教育中发展学生计算思维的教学过程和策略进行深入研究,以揭示计算思维培养实践的现状以及可能存在的问题,进而为培养学生的计算思维提供一些有益的借鉴。研究利用共识质性研究方法和持续比较方法对教师的访谈数据进行了深度分析和挖掘,发现在机器人教育中,培养学生计算思维的教学过程一般涉及四个阶段、八大环节,不同环节采用不同的策略;模式识别阶段的任务分析环节、交流反思阶段以及与之相匹配的教学策略尤其需要进一步完善和发展;在计算思维培养过程中,创造性思维培养策略相对匮乏。研究从理论和实践两个维度,提出了培养学生计算思维的建议。

**[关键词]** 计算思维; 机器人教育; 教育机器人; 教学策略; 教学阶段

**[中图分类号]** G434      **[文献标志码]** A

**[作者简介]** 杨玉芹(1981—),女,山东阳信人。副教授,博士,主要从事学习科学、知识建构与创新、学习评价与学习分析等方面研究。E-mail: yuqinyang0904@gmail.com。

## 一、问题的提出

21世纪似乎是计算的世纪,大数据、云计算、语音和面部识别、物联网、人工智能等已经悄悄地进入我们的工作、生活、学习和娱乐中,并逐渐改变着我们的工作方式、生活方式、学习方式和娱乐方式。计算也影响着各个学科、行业的创新,成为推动产生创新工作方式与思考方式的整合工具之一。正因如此,计算思维被视为21世纪学生所必须具备的基本素养和基础能力<sup>[1-2]</sup>,在中小学课程学习和实践中开展培养学生计算思维的时代已经到来<sup>[2-3]</sup>。机器人教育,作为整合了计算机科学、机械和工程等学科内容的一类综合课程,尤为关注学生在设计、组装、编程和运行机器人处理情景任务的过程中所发展的任务分析能力、问题解决能力、设计能力、抽象能力和计算思维等<sup>[4]</sup>,因而机器人教育成为许多中小学帮助学生发展计算思维的

重要方式之一。我国政府及相关教育部门高度重视机器人教育,例如:国务院于2017年颁布的《新一代人工智能发展规划》中明确指出,中小学阶段设置人工智能相关课程,逐步推广编程教育;教育部于2018年发布的《普通高中课程方案和语文等学科课程标准(2017年版)》中,通用技术课程增加了“机器人设计与制作”模块。

机器人教育在培养学生计算思维方面具有无法比拟的优势和价值<sup>[5-6]</sup>。尽管在理论上就如何通过机器人教育培养学生的计算思维取得了一定的理论成果(如实践活动模式等),但实践中,机器人教育主要以校本选修课或社团的形式开展,以竞赛为主<sup>[6]</sup>,机器人教育并未走进常规课堂,实践推进相对缓慢。同时,能够胜任机器人教育的师资比较匮乏。因而,在实际教学过程中,不同的教师使用了哪些可能有效的策略帮助学生发展计算思维,其教学展开过程是怎样的等关

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目“基于学习分析的反思性评价培养小学生高阶思维的实证研究”(项目编号:18YJC880107)

键问题的研究非常必要,但鲜有实证研究对其进行深入研究。本研究通过对武汉市从事机器人教育的26位一线小学教师的深度访谈,尝试对通过机器人教育发展学生计算思维的教学过程和策略进行深入研究,以揭示计算思维培养实践的现状以及可能存在的问题,进而为培养小学生计算思维的理论和实践的发展提供一些有益的借鉴。

## 二、概念框架

### (一)计算思维的概念

计算思维由Wing于2006年首次提出,将其定义为利用计算机科学的基础概念来解决问题、设计系统、理解人类行为等的思维和能力<sup>[1]</sup>。Wing认为,随着计算和计算机的迅猛发展,计算思维将同阅读、写作、数学一样,成为学生必须具备的基本素养和能力。自此,计算思维在美国的中小学教育中开始被关注。对于计算思维的界定,学术界一直存在不同的声音。例如,Sellby和Woollard将计算思维界定为计算机科学家解决问题的思维技能,包括形成解决问题的策略、形成应用到任何领域的问题解决技能及创造能被计算机执行的问题解决方案<sup>[7]</sup>。Chen认为,计算思维是一套完整的认知工具,能够帮助人们将困难任务分解为容易解决的子任务,恰当地表征问题、解释数据、编写算法,并考虑问题解决的正确性、效率和美学等<sup>[8]</sup>。

### (二)计算思维培养的教学实践与机器人教育

在国内,对于计算思维,目前大部分研究关注对其概念、意义以及如何培养的理论探讨。已有的培养计算思维的实践,主要依托于信息技术学科和编程课程进行。例如:谢忠新等在信息技术学科中,基于计算思维的具体内容设计课堂教学活动,研究计算思维培养的方法<sup>[9]</sup>;郁晓华等探究了基于可视化编程的计算思维培养模式,通过支架帮助学生发展计算思维<sup>[10]</sup>;李峰通过构建指向计算思维教育的STEM课程来培养学生的计算思维<sup>[11]</sup>。相较于国内,国外计算思维培养的实证研究相对较多,但对于如何高效培养计算思维,仍处于探索阶段。在国外,计算思维的培养主要依托于计算机编程数学等课程,但也有少部分研究依托于语言课程<sup>[12]</sup>,其主要编程语言包括Scratch,Logo,Stagecast Creator,Toontalk等。计算思维培养的有效策略可以概括为两类:一是帮助学生进行评价、反思等元认知活动,这一策略对计算思维培养的成效具有关键性的作用<sup>[13]</sup>;二是编程过程中给学生提供脚手架,例如来自计算机的自动支持、同伴协作编程、知识内容框架结构<sup>[14]</sup>等。

机器人教育提供了融合多学科的教学活动和富有挑战性的学习任务,涉及任务的逻辑、系统处理、设计作品、测试与调试、迭代优化、序列代码的逐步开发等<sup>[5]</sup>,是培养计算思维的有效途径之一。教育机器人在教育中日益普及,学生在设计、拼装、编程和运行机器人系统处理情境任务的过程中,能够发展设计能力、问题解决能力和计算思维,因而教育机器人成为计算思维培养的有效工具和载体之一。

以教育机器人为工具,通过机器人教育,帮助学生发展计算思维的研究和实践日益兴起。一些研究使用不同的策略在机器人教育中帮助学生发展计算思维。例如:Leonard等通过游戏策略,帮助中学生发展计算思维<sup>[16]</sup>;Berland和Wilensky通过给学生提供真实和虚拟的机器人系统,帮助学生进行合作、比较、反思等活动,在这些活动中,将学到的知识和技能进行应用和创新<sup>[17]</sup>。

借助教育机器人发展学生计算思维的研究和实践引起了研究者和一线教师的极大关注,但无论是机器人教育的研究还是实践都处于起步阶段。本研究基于对武汉市从事机器人教育的26位教师的深度访谈,探讨机器人教育中计算思维培养的过程与具体教学策略,以深入了解机器人教育的现状和可能存在的问题,从而为机器人教育在常规课堂的有效和高效实施奠定基础。本研究主要解决以下两个问题:

(1)教学过程中,机器人教育的教学过程具体是如何展开的;

(2)教学过程中,机器人教育实施的不同阶段,教师采用哪些策略,使学生投入学习过程,以发展计算思维。

## 三、研究方法

### (一)研究对象

本研究的参与者是26位进行机器人教育的一线小学教师(校本选修课和社团课);这些教师的选取由武汉市教育局推荐(在武汉市机器人教育方面做得比较好的教师),在征得教师的意愿后实现。对于参与教师的逐个深入访谈,通过实地走访学校,历时5个月完成。参与访谈的26位教师,绝大多数是男教师(占70.8%);大部分教师拥有本科学历,部分教师拥有硕士学历和专科学历;他们所学专业种类繁多,涉及计算机教育、教育技术学、自动化、管理(如工商管理、行政管理、建筑管理、信息管理等)、对外贸易、电子商务、机械工程、药剂学、科学教育等;教师教学时间从1~20年不等,但1~6年教龄的教师占绝大部分。

## (二)数据收集

### 1. 访谈法

本研究采用半结构化访谈,利用图1中的访谈提纲,对参与教师逐一进行了深度访谈,每次访谈持续约1~1.5小时,使用录音笔进行录音,访谈地点为被访谈教师的工作单位。访谈主要关注机器人教育中培养学生计算思维的具体教学过程和策略、关键步骤、教学事件及处理方法等。对于访谈录音,我们进行了逐字全文转录。

- Q1.请您描述下,您这个学期的课程教学目标和教学内容是什么?  
 Q2.请描述下,您平时上课一般进行哪几个步骤或者阶段?每个阶段分别用了哪些教学方法或者策略?可不可以举例说明一下?  
 Q3.当学生在拼装或编程环节遇到困难无法继续操作时,您会怎么做?可不可以举例说明一下?  
 Q4.在您的课堂中学生的合作情况如何?您一般怎样来做来帮助学生进行更好的合作?可不可以举例说明一下?  
 Q5.在您看来,机器人教育能够从哪些方面帮助学生提升创造性问题解决意识和能力?  
 Q6.在课程中您怎样对学生进行评价?评价的形式和标准有哪些?可不可以举例说明一下?

图1 教师访谈提纲节选

### 2. 观察法

为了更好地了解教师培养学生计算思维的教学过程和策略,我们从参与访谈的26位教师中分别随机选择了教学过程中创造性教学行为(教师自评量表)得分高和低的两位教师,进行了为期12周的实地观察(每周一次课),对教师的教学活动和学生的学习活动进行观察、记录和录像,收集到的数据包括图片、课堂录像、全部课堂观察的记录与反思笔记等。本研究对这些课堂观察和视频数据等不进行分析

和报告(另一个研究中汇报该数据),但对课堂的深度观察可以帮助我们更好地理解和分析教师的访谈数据。

## (三)数据分析

本研究首先对被访谈的26位教师进行统一编码,从T1至T26,然后采用共识质性研究方法<sup>[8]</sup>,对访谈数据进行分析,以确保数据分析过程与结果的客观性。共识质性研究方法,即对数据进行分析时,采取团队共识而非个人意见的做法。数据分析过程中,除了本项目团队的三位研究人员共同分析所有访谈转录数据外,还另外邀请学习科学领域的一位专家共同参与数据的分析与编码。

在对访谈数据进行具体编码的过程中,采用持续比较研究方法<sup>[9]</sup>。具体操作如下:首先,对访谈内容进行梳理,提取出与教学过程和策略相关的内容;其次,对抽取出的内容作进一步分析整理,整合成几个核心主题;再次,将归属于同一个核心主题的信息进行概括,梳理成几个主要的核心观点;最后,将所有归属于同一个核心主题、来自不同被试的核心观点聚合到一起进行分析整理,整合成不同的类别,进而揭示最后的研究结果。

## 四、研究结果

基于26位被访谈教师对教学过程的描述,我们发现在机器人教育中,培养学生计算思维的教学过程涉及四个阶段(激发动机、模式构建、创意实践、交流反思)、八个环节,且在不同环节,教师使用的策略也不尽相同,如图2所示。

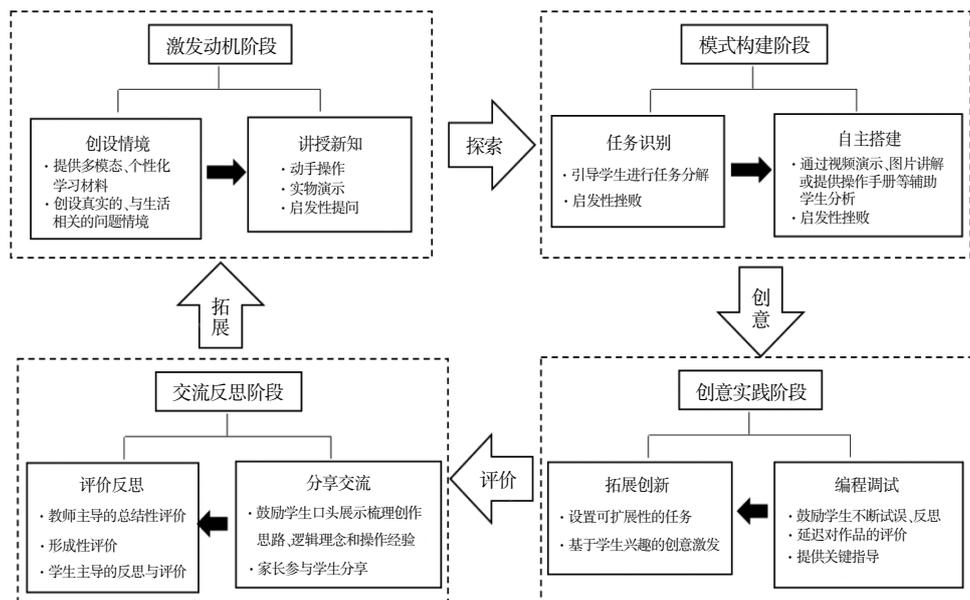


图2 小学生计算思维培养的教学过程和教学策略

### (一) 激发动机阶段

#### 1. 环节一: 创设情境

计算思维的培养强调学生在特定问题情境下的分析思维<sup>[1]</sup>,因而,教师如何创设適切的问题情境,进而激发学生的学习动机尤为重要。在该环节,教师使用的策略主要有两个:一是提供丰富、个性化的教学材料;二是创设真实的问题情境。在提供丰富、个性化教学材料过程中,教师会结合学生的性格特征和爱好(T14、T18、T3),通过生动形象的语言(T19)、图片(T23)、播放与教学主题相关的视频(T17、T24)来激发学生的学习动机。创设真实的问题情境中,教师创设贴近生活的问题情境(T15、T23、T1、T9),激发学生去思考解决方案。也有一部分教师激发学生思考生活中的实例,如何利用机器人模型来解决生活中的实际问题。例如T15在访谈中提到:“电梯的那个门防夹的功能也是通过红外线传感器去实现的,有的小朋友还可以举出像扫地机器人,它不会去撞墙或者撞人(碰到障碍物),其实也是通过红外线传感器。我只布置任务,实际生活中遇到什么问题,你知道要拿这个红外线来解决这个问题就行了。”

#### 2. 环节二: 讲授新知

在讲授新知环节,教师使用的策略主要包括启发性提问(T1)、实验探究(T18)以及实物演示(T15)。例如T15在访谈中提到:“……因为他对这个对称不太熟悉,那么我就对他说,如果(用)这一张纸的话,就可以把这个纸对折一下,然后这个螺丝从这里穿过来,透过另外一个点,再把它展开。”通过实物演示和动手操作,学生对知识点的理解可以更加具象化。

在访谈过程中,近1/3的教师并未提到讲授新知这个环节。一些被访谈的教师认为“知识点本身很难”(T17)、“理论讲解十分枯燥”(T15)、“难以选择与知识点相关的合适的教学场景”(T13)等。

### (二) 模式构建阶段

#### 1. 环节一: 任务识别

学生掌握了基础知识和原理后,需要运用所学的知识分析并完成给定的搭建任务。在任务识别环节,学生对目标任务的分解和对问题解决步骤的梳理是计算思维中算法思维的重要组成部分<sup>[1]</sup>。在这一环节,教师使用的策略主要有两个:一是引导学生进行任务分解(80%教师使用该策略),二是启发性挫败策略(20%教师使用该策略),即首先教师鼓励学生自主探索问题的多重表征方式和方案,然后再引导学生进行整合和巩固。引导学生进行任务分解的策略中,教师比较常用的方法包括引导学生绘制流程图、分析机器

人模型结构组成和功能实现。例如访谈中T18提到,“把每个视角的图拿过来,让你去观察,然后让孩子们做共同笔记,它由哪些部分构成,每一个部分是怎么连接起来的”。使用启发性挫败的策略中,教师非常关注学生的自主探索,根据机器人模型结构和功能的特点及任务目标启发学生的思维。例如访谈过程中T8提到,“并不是让学生直接动手操作或告知学生编程步骤,而是让学生自主思考任务过程中涉及的重难点,先理清思路,再进行操作”。

#### 2. 环节二: 自主搭建

明晰任务后,几乎所有课堂都会提供充裕的时间鼓励学生自主进行搭建。这也是一节课中占用时间最多的环节。这一环节,大部分教师(77%)采用的策略主要是通过视频演示、图片讲解或提供操作手册等辅助学生分析。例如访谈过程中T23提到,“会让学生观察搭建好的成品,通过PPT展示图片或视频分析搭建步骤”。一小部分教师使用的策略是提供关键指导,即鼓励学生先进行自主探索和创新,当学生遇到困难时,提供关键帮助。例如一些教师在访谈中提到,“如果图上的零件没有,你自己要想办法解决”(T9、T3);“学生在实现过程中遇到细节上面的问题再去指导”(T11)。这一环节,有的教师很关注学生创新意识的培养,例如,访谈过程中T15提到,“让他们自己发挥空间想象能力,完成这个结构”。

### (三) 创意实践阶段

#### 1. 环节一: 编程调试

接受访谈的26位一线教师中,88%的教师提到了自主搭建之后的编程环节。大部分教师认为编程对学生非常重要。例如:T13认为,“编程能够锻炼学生的逻辑思维,帮助学生形成清晰、有条理的思维模式”;T18也提到,“串行、并程序,循环和切换的概念,它的逻辑层次会比较复杂,一个动作里面包含了很多动作,前后关系是相互影响的……(学生)需要把它的逻辑成分分得很清楚”;这一环节,教师使用的主要策略是鼓励学生不断试误、反思,并提供关键指导(T15、T22、T24、T3、T19、T23)。例如T3在访谈过程中提到,“你要不停地试(教师对学生说的话)。(学生)他说我都试了十次了,我说试了一百次也要试,爱迪生发明灯泡试了一千多次,还是把它发明出来了,如果他试了一百次就放弃了,他就发明不出来电灯泡了”。这个过程体现了计算思维中的评估要素,学生能够根据调试反馈来反思程序的可行性和最优性,对程序进行不断修正来实现最终效果。

#### 2. 环节二: 拓展创新

学生完成基本任务后,绝大多数受访教师提到了拓展创新环节。这一环节,教师使用的策略之一是设置可拓展性的任务。部分访谈教师提到,任务设置要具备可扩展性,以便学生能够在基础模型上进行发散,多角度地选择方案以解决问题(T13、T19、T11、T12)。策略之二是根据学生的兴趣点来激发创意。部分受访教师提到,鼓励学生积极思考和表达自己的想法,通过实际操作验证方案的可行性,并在不断尝试中发现问题、解决问题、实现创新(T5、T8)。例如 T15 提到,“这个小车根据功能来设计的话,他会有很多种类,如果有他感兴趣的点,他可能会把其中一个点抽出来,比如说我想做一个挖土机,那么他会在这个小车上进行一些创意,这就是对小孩创造力的一种激发”。访谈过程中,一部分教师指出拓展创新的时间并不充裕,该环节可能会视课堂进度情况而被压缩(T10),并且大部分学生由于无法及时完成基础搭建,导致没有时间进行创意扩展。在实际的机器人教学中,部分教师在教学中更注重基础任务的完成,并没有给学生提供表达和实现创意思想的空间。例如 T5 在访谈中指出,“(对于)创新能力的培养,目前没有什么好的想法,只能尽量鼓励学生去做”。

#### (四)交流反思阶段

##### 1. 环节一:分享交流

在接受访谈的 26 位教师中,只有近 1/3 的教师访谈过程中提到会鼓励学生在课堂上分享作品。教师一般鼓励学生口头表述自己的创作思路、逻辑理念和操作经验。例如访谈过程中 T18 提到,“让学生说明今天所学的知识 and 拼搭创意,介绍作品的制作原因、制作重难点以及作品的效果等”。此外,仅有少数受访教师会邀请家长参与学生的分享活动。

##### 2. 环节二:评价反思

评价反思这一环节也是被访谈教师提及比较少的一个环节,尤其是引导学生进行自主评价和反思方面,评价策略仍旧以教师评价、总结性评价为主。对于评价的侧重点,不同教师的认知不同。有的教师强调知识与技能的掌握,如 T6 提到,“尽管学生制作的机器人作品不同,但用到的科学原理是大致相同的,学生能够合理进行运用即可”;有的教师则强调作品的优化程度和程序的流畅程度(T10、T11);有的教师则关注学生的创意(T8)。少部分被访谈教师鼓励学生进行自我反思和同伴互评。例如访谈过程中 T23 提到,“因为很多小朋友,他其实知道(程序)怎么去写的,也能理解,但是他们描

述不出来。让小朋友通过口述形式描述程序,其他小朋友可以对他描述的程序做一个判断”。学生对任务完成过程的梳理、反思和评价,不仅有利于学生总结解决问题的方法和技巧,而且对培养计算思维中涉及的知识迁移和应用能力的发展也十分关键,更为重要的是,帮助学生不断发展元认知能力(如计划、反思、评价、调控等),进而学会如何学习<sup>[20]</sup>。

## 五、结 语

本研究通过实证研究发现,在培养学生计算思维的四个阶段、八个环节中,模式构建和激发动机阶段,尤其是任务识别和分享交流两个环节在整个教学过程中相对薄弱,有待完善。在任务识别环节,如何通过适切的策略和活动,帮助学生提高任务分析、模式识别等能力,建立抽象思维、逻辑思维、工程思维等高阶思维尤为值得进一步探究。分享交流环节,如何营造轻松、开放的教学氛围,鼓励学生在课堂上自由表达和分享创意;如何帮助学生学会对自己的学习过程和作品进行监控、评价和反思;如何将进行活动与概念学习实现更好地融合;如何激发并帮助学生实现作品制作过程中的想法与创意,并进行拓展、迁移等,这些课题非常重要,并值得进一步研究。

计算思维包括理论和实践两个组成部分。在发展计算思维的实践阶段,如自主搭建和编程调试环节,如何设置多元路径可实现、可拓展的任务,如何提供思维发散的空间,如何引导学生在不断试误的过程中分析问题、推导原因并优化方案,逐渐帮助学生发展逻辑思维以及问题解决能力,实现知识与方法的迁移和运用等尤为重要,值得进一步深入研究。

机器人教育在小学生计算思维的培养过程中有很大的潜力,其潜力的发挥依赖于知识架构科学合理的课程,与计算思维发展相契合的教学支架、教学策略、教学过程,熟练教育机器人操作、教学技巧以及胜任设计基于机器人的教学活动的师资队伍。但目前机器人教学在这几个方面都相对薄弱,无论是研究还是实践都刚刚起步,尤其是胜任机器人教育的师资尤为匮乏。因此,对机器人教育课程的开发、教学模式与策略的重构、教师专业发展途径等的研究尤为必要和迫切。

本研究对于了解借助机器人教育培养学生计算思维的实践现状、教学过程和教学策略,以及如何加快机器人教育在常规课堂的有效和高效推进具有一定的启示意义。

## [参考文献]

- [1] WING J M. Computational thinking [J]. *Communications of the ACM*, 2016, 49(3): 33-35.
- [2] GROVER S, PEA R. Computational thinking in K-12: a review of the state of the field [J]. *Educational researcher*, 2013, 42(1): 38-43.
- [3] GROVER S, PEA R. Computational thinking: a competency whose time has come [EB/OL]. [2019-08-10]. <https://www.researchgate.net/project/Computational-Thinking-8>.
- [4] GERECKE U, WAGNER B. The challenges and benefits of using robots in higher education [J]. *Intelligent automation & soft computing*, 2007, 13(1): 29-43.
- [5] 钟柏昌. 中小学机器人教育的困境与突围[J]. *人民教育*, 2016(12): 52-55.
- [6] 周进, 安涛, 韩雪婧. 国际机器人教育研究前沿与热点——基于 Web of Science 文献的可视化分析[J]. *开放教育研究*, 2018(8): 43-52.
- [7] SELBY C, WOOLLARD J. Computational thinking: the developing definition [EB/OL]. [2019-07-15]. <https://eprints.soton.ac.uk/356481/>.
- [8] CHEN G, JI S, BARTH-COHEN L, et al. Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming [J]. *Computers & education*, 2017, 109: 162-175.
- [9] 谢忠新, 曹杨璐. 中小学信息技术学科学生计算思维培养的策略与方法[J]. *中国电化教育* 2015(11): 116-120.
- [10] 郁晓华, 肖敏, 王美玲, 陈妍. 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*, 2017, 35(6): 12-20.
- [11] 李锋. 中小学计算思维教育: STEM 课程的视角[J]. *中国远程教育*, 2018(2): 44-49.
- [12] MILLER P. Learning with a missing dense: what can we learn from the interaction of a deaf child with a turtle? [J]. *American annals of the deaf*, 2009, 154(1): 71-82.
- [13] ROBERTSON J. The educational affordances of blogs for self-directed learning [J]. *Computers & education*, 2011, 57 (2): 1628-1644.
- [14] MA L, FERGUSON J, ROPER M, et al. Investigating and improving the models of programming concepts held by novice programmers [J]. *Computer science education*, 2011, 21(1): 57-80.
- [15] GERECKE U, WAGNER B. The challenges and benefits of using robots in higher education [J]. *Intelligent automation & soft computing*, 2007, 13(1): 29-43.
- [16] LEONARD J, BUSS A, GAMBOA R, et al. Using robotics and game design to enhance children's self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills [J]. *Journal of science education and technology*, 2016, 25(6): 860-876.
- [17] BERLAND M, WILENSKY U. Comparing virtual and physical robotics environments for supporting complex systems and computational thinking [J]. *Journal of science education and technology*, 2015, 24(5): 628-647.
- [18] 珠玛, 侯志瑾, 邵瑾, 李栩, 陈淑芳. 共识性质性研究方法(CQR)及其在心理咨询研究中的应用[J]. *中国临床心理学杂志*, 2011, 19(3): 413-418.
- [19] CORBIN J, STRAUSS A. *Basics of qualitative research: techniques and procedures for developing grounded theory* [M]. Thousand Oaks, CA: Sage Publications, 2015: 1-456.
- [20] YANG Y, VAN AALST J, CHAN C K K, et al. Reflective assessment in knowledge building by students with low academic achievement [J]. *International journal of computer-supported collaborative learning*, 2016(11): 281-311.

## Study on Process and Strategy of Cultivating Computational Thinking: Based on In-depth Interview with 26 Teachers Engaged in Robotics Education in Wuhan

YANG Yuqin, LONG Yanwen, SUN Yufeng

(School of Educational Information Technology, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079)

**[Abstract]** Based on in-depth interviews with 26 primary school teachers engaged in robotics education in Wuhan, this paper focuses on the teaching procedure and strategies for developing students' computational thinking in robotics education, so as to reveal the current situation and possible problems in the practice of cultivating computational thinking, and provide some useful reference. Consensual qualitative research method and continuous comparison are used to analyze the interview data. It is found that the teaching process of cultivating students' computational thinking generally involves four stages and eight links, different links with different strategies. The task analysis of pattern identification stage, communication and reflection stage and the corresponding teaching strategies need to be further improved and developed. In the process of the cultivation of computational thinking, the strategies for creative thinking are relatively deficient. This paper puts forward some suggestions on how to cultivate students' computational thinking from theory and practice.

**[Keywords]** Computational Thinking; Robotics Education; Educational Robotics; Teaching Strategies; Teaching Procedure

(上接第 107 页)

- [15] 波兹曼.娱乐至死[M].章艳,译.南宁:广西师范大学出版社,2004.  
 [16] 埃弗雷特·M·罗杰斯.创新的扩散[M].辛欣,译.北京:中央编译出版社,2002.  
 [17] KEEGAN D.从远程学习到电子学习再到移动学习[J].丁兴富,译.开放教育研究,2000(5):6-10.

## Learning Powered by Technology from Perspective of Cost-effectiveness Analysis: Based on Survey of Minors' New Media Use in 2018

LI Yongjian<sup>1</sup>, YANG Binyan<sup>2</sup>, CHEN Zonghai<sup>3</sup>

(1.School of Media, University of Chinese Academy of Social Science, Beijing 100088;

2.Institute of Journalism and communication, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100026;

3.Graduated School of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488)

**[Abstract]** New media has become a common tool for minors to live and learn, and "learning powered by technology" is an important way for future education. Based on the survey of minors' new media use, this paper analyses the cost-effectiveness of learning powered by technology from learners' perspective. The analysis is carried out from two aspects: new media use and factors affecting learning powered by technology, and tries to provide a new perspective for cost-effectiveness analysis of learning powered by technology. On this basis, four ways to maximize the cost-effectiveness are put forward: one is to promote the development of learning powered by technology by stimulating the self-education motivation of minors. The second is to improve the technical literacy of learners and the whole society and remove the obstacles of learning powered by technology. Third, it is necessary to establish a purification and standardization mechanism to strengthen the social benefits of learning powered by technology. Finally, it should be applied to education during the saturation period of the diffusion of emerging technologies, so as to improve the comprehensive benefits of learning powered by technology.

**[Keywords]** Learning Powered by Technology; Minors; New Media Use; Online Learning; Cost-effectiveness