

基于计算思维的农村高中生图形化编程教学模式设计

蒲秋梅¹, 何果¹

(1 中央民族大学信息工程学院, 北京, 100081)

摘要: 本文根据农村高中学生信息技术素养特征, 通过图形化编程作为切入点, 以新建构主义理论和 PRIMM 编程策略为理论基础, 构建面向农村高中学生计算思维培养的教学模式, 并根据该模式设计了教学案例, 为农村高中学生计算思维培养寻找多元的学习模式。

关键词: 计算思维; 图形化编程; 农村高中生; 教学模式

中图分类号: G632 **文献标识码:** A

一、引言

当今时代已进入以物联网、大数据及人工智能等技术为驱动力的“工业 4.0”时代, 在这个全球革命浪潮下, 教育不可能“独善其身”, 孤岛发展。教育是国家发展的基石, 教育的迭代更新需要与时代背景同发展, 共影响, 因此, 在这个数字化时代, 教育不仅要利用科技为其服务, 更需要抓住数字化时代的关键, 教会学生数字化应用解决问题的思维和能力, 以适应时代的发展, 更要培养学生终生学习能力, 体现新课改背景下的核心素养育人价值观。2017 年新一轮《普通高中信息技术课程标准》中提出“计算思维”核心素养, 2019 年教育部发布的《2019 年教育信息化和网络安全工作要点》的通知中指出“推动在中小学阶段设置人工智能相关课程, 逐步推广编程教育。”^[1]而 2022 年 4 月新公布的《义务教育信息科技课程标准》中也明确了“计算思维”在义务教育阶段的中小学生信息技术核心素养培养中的地位^[2]。可见, 计算思维已经成为了中小学阶段学生信息技术能力一脉相承的培养重点。每次技术革命中, 技术本就是教育中不可或缺的要害, 但未来最大的挑战不仅仅是科学与技术, 更是认知观念的转变^[3], 即思维的改变。“人工智能-编程-计算思维”是当前培养学生适应社会发展的必然选择。人工智能是时代要求和背景, 编程是培养学生计算思维的路径和有效方式, 计算思维是学生核心素养目标之一。

二、计算思维及现状

(一) 计算思维实践现状

计算思维的概念目前认为可以追述到 20 世纪 70 年代的西蒙·派珀特 (Seymour Papert)^[4], 但在 2006 年周以真教授正式发表文章对计算思维进行了系统界定和描述后得到逐渐的重视和发展。关于计算思维具体定义当前也并没有肯定严格的定义^[5], 从狭义角度来说, 当前界内将计算思维定义为指个体运用计算机科学领域的思想方法, 旨在培养学生在问题解决过程中涉及的抽象、分解、建模、算法设计等思维活动^[6]。具备计算思维的学生能通过对问题进行抽象、分解、建模、设计算法形成解决方案, 并在反思、优化迭代中迁移运用解决其他问题。现如今培养学生计算思维的课程体系中, 主要通过三个方面课程途径进行培养, 一方面是学校教育信息技术或科学课程体系, 另外一个途径则是创客、Stem 教育, 而当前已经不少学者提出要将计算思维整合到其他课程中, 实现跨学科的计算思维融合培养^[7]。因此, 计算思维并不局限在信息技术或者创客等领域的思维能力, 而是一种泛在的跨界融合的

思维能力体系。

（二）农村高中生计算思维培养困境

当前计算思维培养已经在国内外得到重视和加强培养,编程作为培养计算思维的有效途径也在不少国家得到大力推广,比如在芬兰等国家已经在中小学提出“编程周”等活动^[8],国内以行业、企业推广实践居多,在新课标的指导下,校内的编程教育在高中引入 Python 编程实践。然而我国东西部和城乡教学发展的差异,应试教育的理念根深蒂固在农村地区中小学将信息技术课程视为工具观等看法造成了当前农村中小学信息科技教学中学生信息素养基础水平显著低于正常水平要求,表现为基础水平参差不齐,应用能力差,信息意识不强,信息技能薄弱,显然这些问题并不能在短期内解决。因为高中信息技术课程是对义务教育阶段的衔接和深化,基础阶段的能力缺失势必对高中阶段产生不利影响,生硬地通过文本编程来培养学生计算思维就会出现学生在初始阶段就出现因基础能力差而出现畏难情绪,而局限在高中信息技术有限的课堂中,通过 Python 编程培养学生计算思维存在时间不足,学生困于基础语法上面难题很难在短期内解决,学生被置于因基础能力和语法的困境之中,显然违背了通过编程培养计算思维的初衷,从而影响学生解决问题和迁移解决问题的能力培养。计算思维是一种思维观,这与传统上将信息技术作为工具观的理念并不冲突,所以,在信息技术课上寻求计算思维的培养并不是最佳可行方案,而通过多种课堂的融合培养将才是最佳途径,一种简单便捷不用关注语法问题的编程工具成为一种迫切要求。

三、图形化编程支架

（一）农村高中学生特点分析

基于笔者对贵州省一个偏远县的普通高中的调查,该校有百分之八十六以上学生来自农村,抽样调查中,百分之八十以上学生几乎未接触过编程,信息技术基础整体较低,水平参差不齐。但这一代的学生基本上为 2005 年以后出生,显然是随着计算机科技高速发展同步成长的“数字原住民”,尤其是近几年移动互联的发展,计算机、手机等终端已经不是农村学生眼中的稀罕物,而成为他们了解世界的得力工具,耳濡目染环境下,他们对信息和数字具有天生的默契感和适应能力,对工具的应用也具有快速的上手能力。

认知能力上,这个阶段的学生的逻辑思维能力,抽象思维的能力趋于成熟,对问题的系统思维处于塑造时期;学习态度上这部分学生学习具有对生活问题与学习理论结合产生的疑惑并渴望能得到解答。高中学生已经形成了各自不同的学习风格,并呈现出对不同学科产生不同的兴趣分支,“偏文”或者“偏理”等学习偏向已经形成,可以说,对学生的计算思维培养上更呈现除信息技术基础能力薄弱外的其他问题。

（二）图形化编程语言工具

图形化编程最早起源于 2007 年美国麻省理工学院研究的图形化编程语言^[9],它将复杂的文本编程语言封装成一个个可视化微型模块,并且可以进行本土化实现国际化转换,学习者只需要关注功能,省去花费在晦涩的语法上面的消耗,具有简单易懂、上手容易等优点。例如早期的 Logo^[10]语言是西蒙·派珀特(Seymour Papert)早期提出的儿童绘画编程语言,当前比较流行的由美国麻省理工学院媒体实验室研发的 Scratch 已经成为国内外儿童图形化编程的热门工具,随着图形化编程的火热发展,涌现了诸多各具特色的图形化编程工具,如 Mind+, Mixly, Blockly, Kitten 等,这些图形化编程工具免去了复杂的语法学习和调试等

难题,给与学习者极大的自由和创造空间,只需要像堆积木一样就可以实现编程,大大提升学习者学习兴趣和自我效能感,且有一些工具兼具图形化编程和 Python 文本编程的转换功能,为深入学习文本编程提供灵活的支点。

(三) 寻找农村高中学生编程工具支架

在中小学阶段,培养学生编程并不是要将他们培养为专业程序员,而是将编程作为培养计算思维的一种手段,培养学生分解、抽象、建模和算法设计等方面解决问题的能力,因此,高中阶段也同样是这方面能力的深化培养,使用图形化编程语言作为衔接农村高中学生计算思维培养可以在信息技术课上减少学生因基础不足而对编程的畏惧,学生在理解编程的底层逻辑后有利于过渡到 Python 文本编程的学习。当前图形化编程语言普遍是用于对 16 岁以下的儿童的编程培养,但并不意味着只适用于初中以下学习者。针对农村高中学习者,图形化编程的引入,可以对还未接触编程的学生给予一定的新兴事物冲击感,绝大多数学生先前并没有接触过图形化编程工具,可以在基础水平上达成一致,这可以作为学生编程的工具支架,使得学习者通过简单的图形化编程领略到编程的底层思想,通过对实际问题、其他学科问题的解决培养起问题解决的思路和步骤,可以大幅提升学习兴趣和信心,可以在纵向从图形化编程到 Python 编程的技能深度迁移,在横向上面实现解决问题能力的迁移。

四、基于图形化编程的教学模式构建

农村高中学生计算思维的培养,需要在工具上采用简单的图形化编程,而内容上则需要贴近实际,贴近学科,符合当前学生的知识认知,以让学生体会到利用工具解决问题的主要目标,而不是单纯在学习工具本身,更要在问题的解决过程中学会思考,学会合作,学会沟通,学会批判,学会迁移解决问题。但如何弥合在动手技能和思维培养之间的鸿沟,需要结合扎实的教育理论基础和策略,高中学生的思维相比以往更加具有个性化,每个人头脑中对不同的知识问题已经初步形成自己的稳定的理解,因此,从建构主义理论角度看待学生特点才能更好地寻找适合学生的教学模式。在移动互联发展的当前情形,信息碎片化无孔不入使得学生的学习知识结构具有很大不同,在信息获取便利的同时,学生知识碎片化更为严重,这种时代形成的机遇和挑战都对新的教学模式提出了更高的要求。结合农村高中的认知能力、环境因素拟结合新建构主义思想和 PRIMM 教学策略对教学模式进行设计和建构。

(一) 理论基础

1. 新建构主义

新建构主义最早是由我国学者王竹立^[1]在 2011 年针对网络时代学习面临的挑战首次提出的学习理论,其主要思想可以概括为两大挑战、一种学习策略、七个关键词和一种思维方法。其中学习策略为:“零存整取”式学习策略,其目的为将碎片化的知识进行积攒,不断改写,直至最后形成属于自己的作品。分为三个阶段,第一阶段是通过网络或者其他方式搜集原始的信息或者素材,只需要简单的复制粘贴操作,目的在于数量的简单积累和评述;第二阶段是当积累到达一定的程度时候,学习者基于收集的信息发现其中的相关共性或者个性,寻找到信息之间的知识关联,在思想上产生某种质变,部分内化为自己的知识达到质的转变的“个性化改写”阶段;第三个阶段则为深化迭代的个性化加工“创造性重构”阶段,使知识与自己原有知识体系的反复碰撞和融合,在不断的顺应和同化中得以重构,直至重构为新的知识体系,形成学习者内部稳定知识结构。

2. PRIMM 策略

PRIMM^[12]是英国 Sue Sentence 根据 Use-Modify-Create (使用-修改-创造) 编程教学改进的编程教学法。其内涵为 Predict (预测)、Run (运行)、Investigate (探究)、Modify (修改)、Make (创作) 五个教学环节, 其主要核心是学生通过阅读教师提供的程序, 预测程序功能, 运行程序理解程序的功能, 通过探究修改其中的代码, 深入理解程序结构, 并进行小幅度的功能调整, 最后对程序全面掌握, 可以跳出提供的程序进行自我创新, 设计新程序解决新的问题。

以上两个理论对农村高中学生计算思维培养的启示意义在于, 可以通过唤醒学生在不同的渠道如网络、以往知识、当前各个学科中获得的游离状态和碎片化知识片段, 经过积累和整合, 通过给学生一定的支架, 启发学生从基础的复制或者复现起, 结合自己已有知识结构进行分析, 逐步重新打散, 分解和抽象这些知识内容部分内化, 最后建模、设计算法, 利用软硬件解决问题, 重塑为新认知。

(二) 教学模式构建

从新建构主义和 PRIMM 教学策略中, 我们可以寻找其共通点和契合点就是在学生已有认知结构与新知识体系之间存在较大差距、不系统的情境下, 采用小步子的积累, 从简单复制和运用着手, 逐步修改调整, 从量上的探究直至升华为质上的转变, 最终为学生掌握, 并熟练应用于新的问题和情境。由于 PRIMM 教学策略主要是针对文本编程的, 在图形化编程中, 前面的程序预测阶段可以略过, 我们可以结合上述策略和农村高中学生的特点构建三个阶段的教学模式, 为方便记忆, 称之为“321”教学模式, 如图 1 所示的三个阶段:



图 1 农村高中生图形化编程教学模式

(1) 阶段一, 3R——回忆、收集、运行 (Recall-Recycle-Run)。教师引入教学情境, 告知目标、设置学习任务, 学生根据教师引导, 回忆 (Recall) 以往有关知识点, 上网检索收集 (Recycle) 相关有用知识与素材, 教师发布该任务中的框架代码, 可运行, 但不全面和完整, 学生尝试运行 (Run) 和理解代码功能, 绘制程序功能结构框架, 寻找欠缺模块功能。该阶段教师提供思维支架帮助学生学会从宏观上分解问题, 识别整个问题的主题结构。

(2) 阶段二, ME——修改、探索 (Modify-Explore)。学生尝试增加素材, 修改 (Modify) 其中部分代码, 弄清代码间的逻辑结构, 完善或修改代码, 探索补充欠缺模块的方法, 调试运行探索模块之间的关联。该阶段是学生将知识逐步内化和个性化改写的过程, 在每个模块内部思考程序的控制结构等逻辑过程, 并发现模块之间的关联, 以及调试程序中不断的迭代问题。

(3) 阶段三, See——创新 (Create), Create 取首字母 C, See 与 C 同音, 既代表了创新, 也表示学生在该阶段呈现明了, 清楚的认识, 已经将知识吸收内化为自身知识, 也是将内部知识结合其他外部知识和信息进行创新和迁移的高级阶段。

整个过程中, 需要由两只隐藏的箭贯穿课堂, 即师生交流和生生交流, 学生可以组合 2-3 人小组进行任务合作, 彼此交流碰撞, 并在任务完成后进行小组间的交流和展示, 彼此借鉴和提升; 而师生之间的互动即教师指导、帮助和鼓励, 使学生在遇到的困难中得以指导, 并在困难中获取心理支持, 保持兴趣和信心。

五、教学案例设计

本文主要基于高中信息技术课程通过编程对农村高中学生计算思维培养, 当前的高中信息技术教材多个版本都是推荐使用 Python 编程, 经过学生的分析, 将以图形化编程作为技能支架, 教师可以创造性地选用教材外的其他案例进行入门, 在学生具备一定的算法思维后, 迁移 Python 的教学。

(一) 教学目标与内容

除了课本案例外, 教师可创造性地借鉴一些学生学习过的其他课程中国的典型案例, 如史上著名的“曹冲称象”典故为例来实施图形化编程入门, 并通过课程的活动实施培养学生计算思维。首先该案例中蕴含的解决问题的思路已经在学生小学阶段语文课程学习过的内容, 学生了解案例中的算法过程; 其次, 学生在中学和高中阶段物理课程上学习的浮力与重力知识与该案例核心思想密切相关, 利于学生突破学科限制; 该案例中的模块分解可以培养学生分解问题的能力、等量替代可以培养学生将大化小思维、识别案例中每个事物的性质是抽象问题的过程, 最后算法步骤设计的过程是算法思维的培养, 在图形化编程中建立各个事物对象及之间的关系模型, 设计顺序、分支、循环等结构代码解决和迭代调试也是培养计算思维的重要部分。

综上所述, 结合学生特点, 根据罗伯特·马扎诺教育目标新分类“三系统一领域”^[13], 我们对教学目标设计为:

(1) 学生可以充分提取过往有关学科知识, 检索和收集利用网络信息, 在教师提供的案例支架中, 在图形化编程中, 描述案例程序功能, 理解案例程序模块和结构; 动手检查程序问题、修改问题程序、优化程序功能、创造新程序功能块。达到知识领域的信息、脑力程序、肢体程序三方面的协同, 也是对认知系统发展目标。

(2) 学生在解决问题过程前、过程中、过程后, 体验知识的作用, 体会运用知识解决问题的愉悦感, 强化自我系统。

(3) 明确问题的目标, 控制解决问题的流程, 执行过程顺利完成由清晰的把控和策略解决方案, 提升学生元认知系统能力。

(二) 教学活动设计

教学活动过程按照设计的教学模式进行展开。在导入阶段, 教师需要采取引起学生兴趣的策略导入新课, 并根据教学目标与内容设置学生活动, 帮助学生回忆旧知、检索信息, 提供程序和任务单。学生修改和探知阶段是学生新旧知识交织的关键环节, 教师组织学生分组讨论交流合作, 设计活动和检查任务单供教师和学生监控知识内化情况; 创新环节为学生补充优化新模块环节, 学生将所掌握知识外化显示, 并结合所掌握信息和材料深化加工, 展示小组完成作品和交流。本文图形化工具选择的是 Kitten 在线图形化编程, 结合教学目标和内

容，教学流程图见表 1。

表 1 图形化编程教学案例

教学阶段	学生活动	教师活动	
3R (回忆、 收集、 运行)	明确主题	明确主题任务。	引入课题，呈现任务
	回忆旧知	分组讨论，识别任务主体功能清单，明确所需材料。	呈现功能结构框架，引导学生分解问题，抽象事务中的对象主体和联系。
	收集信息	检索信息，收集所需素材和帮助信息，甄别有用信息和知识。	提供学生讨论中分解、抽象主体间联系的资源。
	运行程序	观看和运行教师提供程序，理解程序语法规则和程序结构功能的对应关系。	提供主体框架运行图形化编程程序，可部分运行，并演示。
ME (修改、 探究)	探究	鉴别教师提供的程序与主体程序之间的差异和小组讨论的差异，梳理程序整体运行算法流程。	提供策略辅助 鼓励学生发现问题
	修改	尝试修改教师提供程序，如：素材的更换，程序变量的更换，循环或者分支结构的修改，观察结果与预期之间的异同。个性化程序功能。	提供程序调试问题的帮助
See (创新)	迭代创新	明确整个主体的功能细节和流程，发现主体功能的缺失部分，补充缺失模块的程序，迭代优化程序。	辅导支持学生创新过程中的问题，分析问题关键。引导学生监控任务。
	迁移	跳出教师提供的资源框架，自行组织增加新的模块功能。	
	交流突破	分组展示讲解创意，互相借鉴。	组织讨论和评价

六、总结

本文针对农村高中生在新课标变更后的计算思维核心素养培养方面的困境，通过图形化编程作为切入点，解决农村高中生因基础信息素养薄弱和在新教材变更后对文本编程的不适应困境，试探性寻找探究基于图形化编程的教学模式，通过对数字网络时代的特点分析，结合农村高中生的特征，以新建构主义理论和 PRIMM 编程策略为基础，构建了从简单到复杂，基础到创新，从外部知识转为内如认知的三阶段农村高中计算思维培养的教学模式，并根据该模式设计了教学案例。

本案例基于高中信息技术课展开，但计算思维的培养并不局限在信息技术课程上，以图形化编程作为工具，其他课程也能借鉴性地其他课题渗透计算思维的培养，如本文中的案例也可以在物理课程中进行探讨，为计算思维的培养模式多样化提供更加多元的参考。

参考文献

- [1] 教育部办公厅, 教育部办公厅关于印发《2019 年教育信息化和网络安全工作要点》的通知[Z], 2019-03-01.
- [2] 中华人民共和国教育部.义务教育信息科技课程标准(2022 版)[M].北京师范大学出版社,2022:4.
- [3] 孙立会,周丹华.基于 Scratch 的儿童编程教育教学模式的设计与构建——以小学科学为例[J].电化教育研究,2020,41(06):75-82.
- [4] 胡金艳,陈羽洁,蒋纪平,张义兵.论计算思维的培养——派珀特思维教育思想的审思[J].当代教育科学,2021(11):38-44.
- [5] 牟琴,谭良.计算思维的研究及其进展[J].计算机科学,2011,38(03):10-15+50.
- [6] 中华人民共和国教育部.普通高中信息技术课程标准(2017 年版 2020 年修订)[M].北京:人民教育出版社,2020:6.
- [7] 陈鹏,黄荣怀,梁跃,张进宝.如何培养计算思维——基于 2006-2016 年研究文献及最新国际会议论文[J].现代远程教育研究,2018(01):98-112.
- [8] 李阳.计算思维导向的跨学科儿童编程教育模式研究——基于芬兰儿童编程教育的经验与启示[J].现代教育技术,2020,30(06):19-25.
- [9] 王婷婷,王丹力,路璐,何亮,王宏安,戴国忠.面向儿童的图形化编程语言和工具[J].计算机辅助设计与图形学学报,2013,25(04):584-591.
- [10] Papert S. Mindstorms: children, computers, and powerful ideas(2nd edition)[M]. New York: Basic Books,1993.
- [11] 王竹立.新建构主义:网络时代的学习理论[J].远程教育杂志,2011,29(02):11-18.
- [12] Sentence Sue, Waite Jane, Kallia Maria. Teaching computer programming with PRIMM: a sociocultural perspective[J]. Computer Science Education,2019,29(2-3):
- [13] 胡兰,李广.指向“学习内生力”发展的小学课堂教学新探[J].中国教育学刊,2022(03):97-102.

A Design of Graphical Programming Teaching Mode for Rural High School Students Based on Computational Thinking

Pu Qiumei, He Guo

(School of Information Engineering, Minzu University of China, Beijing, 100081)

Abstract: According to the characteristics of students in rural high school, this paper uses graphical programming as an entry point, and takes neo-constructivism theory and PRIMM programming strategy as the theoretical basis to construct a teaching model with a relative teaching case for the cultivation of computational thinking toward rural students of high school. This teaching mode is a new exploration to find multiple teaching modes for the cultivation of computational thinking for rural high school students.

Keywords: computational thinking; graphical programming; rural students of high school; teaching mode

作者简介 (可选) :