

小学生计算概念理解提高的困境与对策：基于具身认知视角

阮汝莹 熊倩珩 李永俊

佛山大学

摘要：在数字化时代，计算概念作为计算思维的基础，对学习至关重要。然而通过文献研究发现，许多学习者在计算概念中存在认知障碍、学习困惑和动手实践不足等问题。对于缺乏抽象思维的小学学习者而言，如何将计算概念实现从抽象到具象的转变成为关键问题。因此，文章将基于具身认知理论，探索出适用于小学生的计算概念教学策略，以促进学生对计算概念的深度理解，为学生在未来数字化时代中应对挑战和发展提供坚实的基础。

关键词：具身认知理论；计算思维；计算概念；概念教学

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6261.2024.08.021

引言

在当今数字化时代，计算思维（Computational Thinking）是学习者在人工智能社会中生存发展所需要的关键能力之一^[1]。而计算概念作为计算思维的基础，对学生的计算思维和素养培养有着重要意义。目前国内内外学校已将计算概念纳入主要教学内容，纷纷在信息技术课堂中开展编程教育。相较于其他学科的知识，信息科技学科的计算概念知识存在着显著的动态性和抽象性特征^[2]。因此教师如何将计算概念实现从抽象到具象的转变成为了小学编程课堂的关键问题。

具身认知理论把认知置于环境和身体的整体背景中，强调通过身体感知和动作经验来构建知识和理解，这一理论恰恰与小学阶段学习者具象思维的特征相吻合，同时也与新课标中鼓励学生“做中学”“用中学”“创中学”的课程理念相契合^[3]。因此，文章将深入剖析目前小学生在计算概念学习过程中的困境，并从具身认知的视角出发，探讨具身认知理论与小学计算概念教学的适切性。在此基础上，进一步深入探索小学生在计算概念学习中实现理解提升的有效策略，以期促进学生对于计算概念的深层理解和认知发展。

一、何为计算概念

（一）计算概念的内涵

计算概念一词最初诞生于计算机科学领域。从广义上看，它是计算机科学概念的简称，涵盖了计算机科学领域中的核心概念。而从狭义的角度来看，在2012年，布伦南教授根据计算思维的内容划分为计算概念、计算实践和计算观念三个维度。同时，他明确指出计算概念是计算思维三维结构的重要组成部分，其内涵指从事编程实践时所涉及的基本概念。并且布伦南教授还在图形化编程教学中列举了序列、循环、条件等七种常用的计算概念^[4]。其中文章中所指的计算概念是指狭义层面的计算概念。

（二）计算概念的特性

在当今快速发展的信息化时代，信息科技学科作为

一门独特的学科，与其他学科知识相比，信息科技学科的计算概念展现出了显著而独特的特性：

1. 动态性

计算概念的动态性体现在技术的不断发展和变革中。布伦南等人认为计算概念的发展是与技术和社会需求相互作用的结果，它们会随着时间和环境的变化而发生变异和转化。随着新的编程工具和技术的涌现，计算概念也将不断演化。概念的变化对于编程学习以及学生计算思维的发展具有重要意义。

2. 抽象性

计算概念具有一定的抽象性，即它们可以被概括为更一般的概念和原则，适用于不同的情境和问题。例如，循环和条件是计算中常见的抽象概念，可以应用于各种具体的编程任务。抽象性使得计算概念具有普遍性和灵活性，能够解决不同层次和类型的问题。

二、现实困境

在国家积极推进学习者计算思维发展的社会背景下，各地学校依托本土资源积极开展编程课程建设工作。然而在具体教学实践中，学习者往往存在在计算概念学习层面产生理解困难的问题。通过文献研究发现，学习者产生计算概念理解困难的原因主要体现在以下两个方面：

（一）计算概念的抽象性与学习者的经验相脱离：

对于处于具体运算阶段的小学生来说，计算概念的抽象性与他们形象思维的认知特征存在一定的矛盾冲突。在小学编程课程的教学实践中，教师往往会通过利用学生已有经验，加深学生对计算概念知识的理解程度。但是学生在课堂学习时，往往难以感知概念蕴含的实质意义^[5]。实际上是由于课堂学习的计算概念常常与学生已有的经验和现实情境脱节，导致学生难以领悟概念的实质，仅仅构建起浅薄的认识和机械式的记忆^[6]。如程序设计中的“=”，在日常生活中，它的定义是等号两边的值相等，而程序设计中，它更多地表示赋值的意思，而小学生往往不能如此理解。计算概念作为抽象符号系统，常常超出初学

者的具身经验范畴,因而难以直观理解。即使是像循环、条件等基本的计算概念^[7],学生在知识理解和掌握过程中仍会面临挑战。尤其是小学学段的学习者,尽管编程教育已经在该阶段得到普及,然而该学段的学习者由于其认知发展的局限性,往往难以自如地构建与运用抽象思维。因此,具有抽象性质的计算概念成为以形象思维为主的小学生编程学习的难点。

(二) 计算概念教学的缺失与学习者的实践性需求相矛盾:新课标强调信息科技课程的实践性和学生的主体性^[8],然而目前我国的教学存在虚化“知识教学”、淡化“概念教学”的问题,甚至有教师将概念教学简单理解为定义教学,认为只要记住概念的定义就是掌握了概念^[9]。在这类编程课堂中,学生真实地参与到课堂中的只有学生的大脑。而学生的身体以及其他的知觉感官,并未科学地参与进课堂。因此,学生在身体“缺场”的情况下理解抽象概念,将会导致对知识具备的理解趋于机械,对计算概念的应用流于表面,无法深层理解各类概念,从而创造性的编程活动也被遏制^[10]。

三、具身认知理论与小学计算概念教学的适切性

(一) 作为一种理论视角的具身认知

20世纪60年代初期,受语言学、计算机科学的发展和人工智能的兴起,具身认知开始进入人们的视线。最初的具身认知观认为人类的认知过程是借助身体和外界进行交互,应重视身体体验。叶浩生教授在最初具身认知观的基础上,还提到了经验和环境两个要素,主张认知既是具身的,又是嵌入的,大脑嵌入身体,身体嵌入环境,它们构成了一体的系统^[11]。李其维教授认为具身认知具有具身性、情境性、发展性和动力性四个特征,同时他强调具身性是具身认知的核心特征^[12]。也有学者从教学内容、环境、目标、教学过程等多个教学要素的角度分析具身认知的特征。

总体而言,具身认知是大脑、身体和环境的交互过程,其理论主张知识是通过认知主体与认知对象及环境的互动形成的,具有具身性、情境性、动态性等特点。由此可见,具身认知的思想为探索当前小学计算概念教学提供了新思路。

(二) 具身认知指导小学计算概念教学的依据

从教学对象看,皮亚杰的认知发展理论认为学习者的学习需要遵循学生的年龄特点和认知规律。于小学学段的学习者而言,思维方式正处于具体运算阶段,学习者的抽象思维水平低,对于事物的认知仍更多依托于形象思维,倾向于通过身体的感官刺激来积累知识经验。因此,对小学生而言学习编程不在于机械记忆某些计算概念知识,其关键在于促使学习者基于概念学习活动,初步领悟编程思想,激发其对于编程学习活动的浓厚兴趣。强调通过学习者与环境的互动来获取知识和理解。因此,相较于传统教学,具身认知理论支持下的教学更

符合小学学段学生的年龄特点和认知发展特点,可以通过具体的体验和操作来帮助他们更好地理解抽象的概念,同时激发其学习兴趣。

从课程理念看,《义务教育信息科技课程标准(2022年版)》(以下简称新课标)倡导真实性学习,注重真实性情境创设,鼓励学生“做中学”“用中学”“创中学”。学生概念学习的过程也是学生认知操作的过程。具身认知理论坚持“人类的认知深深根植于身体与物理环境的相互作用中”的观点,认为认知活动不仅仅局限于人类大脑中的“信息加工过程”,更是根植于真实的物理环境中。而与此相对应的是,在信息科技课堂中每一个概念都会因使用情境而被赋予不同的意义^[13]。由此看来,具身认知理论的观点与新课标的“真实性学习”理念与相契合,为信息科技课程的教学提供了有益的指导和支持。

综上所述,具身认知在小学计算概念教学中具有显著的适切性,能够更好地满足小学生的认知需求,并且符合新课标的课程理念,有助于引导学生更好地理解抽象概念,促进其计算思维能力的发展。

四、具体提升策略

(一) 关联已有经验,创设具身情境

具身认知认为,认知不是大脑的简单加工,而是一个情境性、体验性的动态演变过程。计算概念知识具有抽象性、去情境化的特征,往往无法轻易与日常生活产生具象化的联系^[14]。因此,立足具身认知的视角,教学情境的创设需要考虑情境的生活化,关联学生的已有经验。将教学情境与学生已有的生活经历和认知水平相联系,通过引入与学生日常生活相关的案例或问题情境,让学生在熟悉、安全的情境中积累知识、迁移知识、内化知识,从而实现概念知识由抽象到具象的转变,使学习更加有意义和实用。

(二) 利用感知和操作,设计具身活动

法国认知心理学家瓦拉雷认为在一个鲜活的认知中,感觉和运动过程、知觉与动作从本质上来讲是不可分离的。当个体在环境中活动时,身体不仅仅是大脑的执行器,并且是大脑在认知中的伙伴。因此,在教学过程中可以设计具身性的学习任务和活动,让学生能够在真实或模拟的情境中通过感知和实际操作来理解计算概念,降低知识的抽象性。例如,在学习“变量”这一概念时,张彩霞通过设置“买水果”的学习活动,让学生亲身体验和探索“变量”的基本内涵与特征。这样的具身经验可以帮助学生建立更牢固的概念结构。通过情境化的学习任务,将抽象的计算概念与具体的实践相结合,可以调动学生多感官参与,充分体验,帮助他们将抽象的概念置于具体的背景中,从而实现深度感知与知识的理解。

(三) 善用肢体语言,促进具身表达

具身认知理论认为,人的认知过程并不仅仅只依赖于“计算—表征”机制,实际上,“隐喻和模拟”才是映射

和建立概念意义的最根本基础。在信息科技课堂中,计算概念的学习蕴含了抽象的思维和逻辑推理过程,教师可以运用概念隐喻这一认知手段,降低计算概念的抽象程度,以达到强化学习者认知的目的。Broaders认为学习者通过手势传递的信息通常是言语所难以充分表达的,这种非言语行为是隐性知识向外显知识转化的重要媒介,可以促使学习者对知识的深层理解^[15]。教师可以通过身体动作和手势来演示不同的计算概念,例如,用手指在身体前方顺时针旋转模拟循环的迭代过程,或者用左右手分别指向表示条件分支结构。这样的具身表达能够激发学生的感官体验和身体参与,帮助他们更深入地理解和应用所学的计算概念,从而促进他们的计算思维发展。

(四) 提供练习与反馈,强化具身认知

计算概念知识学习产生的困难并不是仅仅因为对基本概念的理解不足,还在于不知道如何运用计算概念知识。只有在不断地运用过程中,学生才能够深层理解并掌握计算概念知识。因此,在教学过程中,除了传授概念知识本身,还需要为学生提供足够的练习和及时的反馈,以达到强化具身认知的目的。坦尼森教授的Merrill-Tennyson概念教学模式^[16]中提到,在问题式练习阶段,学生需要辨别正反例并解释,教师给予适当的反馈。这个模式为具身认知在计算概念教学的应用提供了有章可循的指导。通过针对性的练习与反馈,学生不仅能够加深对计算概念的理解,还能够在错误中不断学习和改进,从而提升他们的计算思维能力。

结语

身处智能时代,计算思维已然成为青少年应对未来竞争和挑战的必要技能^[17],而计算概念作为计算思维运转过程中被调动、利用的“资源”^[18],其重要性不言而喻。文章立足具身认知的视角,通过深入剖析学生在计算概念学习过程中的现实困境,在此基础上,深入探索小学生在计算概念学习中实现理解提升的有效策略。通过对具身认知理论在小学计算概念教学应用和教学策略的探索,笔者期望能够有效帮助小学生更好地理解和运用计算概念,进而促进其计算思维能力的全面发展,为学生在未来数字化时代中应对挑战和发展提供坚实的基础。

参考文献

[1] PEDRO F, SUBOSA M, RIVAS A, et al. Artificial intelligence in education: challenges and opportunities for sustainable development [R]. Paris: UNESCO, 2019: 18-20.

[2] Seppala O, Malmi L, Korhonen A. Observations on student misconceptions—A case study of the Build-Heap Algorithm [J]. Computer Science Education, 2006, 16 (3): 241-255.

[3] 教育部印发《义务教育课程方案和课程标准(2022年版)》[EB/OL] http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202204/t20220421_620068.html

xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202204/t20220421_620068.html

[4] Brennan K, Resnick M. New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking [C] // Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association, Vancouver, Canada. 2012: 1-25.

[5] Piteira, M, & Haddad, S. R. (2011). Innovate in your program computer class: an approach based on a serious game. ITiCSE July 13: Proceedings of the 18th ACM conference on Innovation and technology in computer science education.

[6] 林静. CAT: 基于学习科学的科学概念学习环 [J]. 全球教育展望, 2009, 38 (10): 31-35.

[7] Sepp L O, Malmi L, Korhonen A. Observations on student misconceptions—A case study of the Build-Heap Algorithm [J]. Computer Science Education, 2006, 16 (3): 241-255.

[8] 郭建鹏, 彭明辉, 杨凌燕. 正反例在概念教学中的应用 [J]. 教育学报, 2007, (06): 21-28.

[9] 陆康康. 编程课程中学生手势协助对概念理解的影响研究 [D]. 浙江师范大学, 2022.

[10] 孙瑰琪. 编程教学活动中幼儿深度学习现状研究 [D]. 辽宁师范大学, 2023.

[11] 叶浩生. 具身认知的原理与应用 [M]. 北京: 商务印书馆出版社, 2017: 28-29.

[12] 李其维. “认知革命”与“第二代认知科学”刍议 [J]. 心理学报, 2008, 40 (12): 1306-1327.

[13] 王靖, 刘志文, 陈卫东. 未来课堂教学设计特性: 具身认知视角 [J]. 现代远程教育研究, 2014, (05): 71-78.

[14] 张彩霞. 具身认知视域下小学编程概念教学策略研究 [D]. 福建师范大学, 2021.

[15] Broaders, S. C., Cook, S. W., Mitchell, Z., & Goldin-Meadow, S. Making children gesture brings out implicit knowledge and leads to learning [J]. Journal of Experimental Psychology-General, 2007, 136 (4): 539-550.

[16] Tennyson, R. D. & Cocchiarella, M. J. An Empirically Based Instructional Design Theory for Teaching Concepts [J]. Review of Educational Research, 1986, 56 (1): 40-71.

[17] Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P., & Yadav, A. Computational thinking compulsory education: Towards an agenda for research and practice [J]. Education and Information Technologies, 2015, 20 (4): 715-728.

[18] 冯友梅, 王珊, 王昕怡, 等. 支持我国信息技术课程评价体系构建的计算思维描述框架设计 [J]. 电化教育研究, 2022, 43 (06): 115-121.