

认知负荷学习理论发展综述

叶泽童

福建师范大学心理学院, 福建 福州

收稿日期: 2022年9月7日; 录用日期: 2022年10月19日; 发布日期: 2022年10月26日

摘要

认知是指个体对信息的处理能力, 是个人对知识的获取和问题的解决过程与能力。认知负荷理论(认知负载理论)的观点提出了认知是个人认知资源消耗的一种过程。个体需要在解决问题和获取知识的过程中, 对认知内容等进行加工, 从而对认知资源进行消耗。在心理学、教育科学、计算机科学和信息学等领域, 认知负荷理论已被广泛应用。本文就认知负荷理论发展进程和实践应用进行总结论述。

关键词

认知, 认知负荷理论, 影响因素, 实践应用

A Review of the Development of Cognitive Load Learning Theory

Zetong Ye

School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: Sep. 7th, 2022; accepted: Oct. 19th, 2022; published: Oct. 26th, 2022

Abstract

Cognition refers to an individual's ability to process information, the process and ability of acquiring knowledge and solving problems, as well as the process and ability of acquiring knowledge and solving problems. According to cognitive load theory, cognition is a process of personal cognitive resource consumption. In the process of solving problems and acquiring knowledge, individuals need to process cognitive content, so as to consume cognitive resources. Cognitive load theory has been widely used in psychology, educational science, computer science and informatics. This paper summarizes the development process and practical application of cognitive load theory.

Keywords

Cognition, Cognitive Load Theory, Influencing Factors, Practical Application

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

作为一个物理概念，负荷最初是指单位时间内由动力设备、机械设备和生理组织等承担的工作量，也叫负载或载荷，也指建筑构件所承担的重量。在日常生活中，负荷不仅存在于现实的物理世界中，还存在于人脑的认知加工过程之中。认知负荷理论认为，个体认知是资源消耗的一种，个体需要进行学习知识、认知加工和解决问题时消耗认知资源。认知负荷理论认为，人的认知既包含着有限的工作记忆，同时也包含着无限的长期记忆。当解决问题和完成任务所需的认知资源总量超过工作记忆认知资源总量时，就会发生认知超载现象。认知超载会导致问题解决和任务完成效率极低。认知负荷过大导致的认知超载的情况广泛存在，而认知负荷理论的目的就是尽可能地减少认知超载的可能性，因此该理论的实践指导意义是十分重要的。

2. 认知负荷理论的提出

认知是指个人获取知识、解决问题的过程与能力，也就是处理信息的过程与能力。研究者[1]提出了认知负荷理论，认为个体的认知是一种资源消耗，个体需要进行认知加工来学习知识和解决问题，从而消耗认知资源。认知负荷理论假设人类的认知结构由工作记忆(working memory)和长时记忆(long-term memory)组成，工作的记忆空间是有限的，时间长了，就会有无限的记忆空间。学习过程就是以一定的方式把信息储存在长时记忆当中。学习与解题过程需要认知资源的消耗。当所需总资源量大于工作记忆总资源量时，学习将会变得低效甚至无效，这便是出现了认知超载的情况(cognitive overload)。

认知负荷理论的核心思想是：为了减少个人在完成任务时所需的精力，提高个人任务完成的效率，应对任务流程的设计和任务信息的呈现方式进行优化。研究者结合资源有限论中“个体的脑力资源是有限的”这一观点，通过实验可知导致新手无法获取图式的原因在于：新手在没有给图式获取留出空间的情况下，使用了大量有限的精力来解决问题，即新手的解题方法对图式习得产生了干扰的认知负荷。研究人员认为，想要图示更好出现，那就需要解决问题时减少认知负荷[1]。

根据认知负荷的性质和来源，影响认知负荷的因素主要有：材料的组织方式，学习内容的呈现方式，学习材料内部之间的本质特征以及个人先前的经验等。

3. 认知负荷的分类

Sweller 等人在研究学习困难的成因时，建设性地提出了内认知负荷与外认知负荷的概念，丰富和扩展了认知负荷理论。他们认为认知总负荷可以分解为两个相当独立的要素：一是教学设计所强加的外在的认知负荷；另一种是内部认知负荷，这是教师无法控制的。此外还有研究者[2]将认知负荷分为内在认知负荷(intrinsic cognitive load)、外在认知负荷(extraneous cognitive load)和关联认知负荷(germane cognitive load)三大类，认知负荷的总量就是三种认知负荷相加。

学习者以往所学材料的繁杂程度及知识的影响主要影响或者说是提高内在认知负荷。学习材料之间的交互性活动,即学习材料的复杂性,它关系到我们学习时候材料涉及的元素的数量,关系到材料的图式。长时记忆是存储图式这种特殊知识的关键所在,信息必须在工作记忆中进行加工,才能构建成为新的图式。如果所学材料与长时记忆种储存的图式缺乏必要的关系和联结,或者这种关系不够结实精密,加工时候,工作记忆模板就需要与大脑之中暂存的图式建立联系;如果长时记忆中缺少现有的图式,学生还必须临时建构组织新的图式,同时考虑到我们工作记忆的容量和资源不是无限的,因此学习者会感觉比较吃力,也就是所谓的内在认知负荷较高。另一方面,同样的材料,学习者之间可能也会感受到不同的难度区别,这其中也涉及到学习者以往的知识经验所带来的另一个变量的影响。如果一个学习者具有较为丰富的专业知识,尤其是在对学习材料所涉及的领域,那么他的现有的图式可以将这些材料很快地纳入,或者与这些图式建立联系,认知过程中工作记忆所需要的加工程度就会很少,最终能够减轻工作记忆的负担,也会降低内在认知负荷。反过来,如果学习者知识比较贫乏,尤其是在专业领域的学识内容,同时又需要更多的加工材料,这会在很大程度的加重工作记忆的负担,最终导致高的内在认知负荷。这就是为什么在某一领域的专家比新手更快、更简单、更轻松有效地学习这一领域的新知识[3]。

此外,Seufert [4]等人根据决定内在认知负荷的两大主要决定因素的来源,把内在认知负荷进一步细分为外因导向内在认知负荷(externally determined intrinsic cognitive load,简称EICI)和内因决定的内在认知负荷(internally determined intrinsic cognitive load,简称IICI)。由外因决定的内在认知负荷,它是由外在因素决定的,主要是由学习材料的复杂性造成;由内因决定的内在认知负荷是通过影响认知图式的可得性,主要受学习者过往知识经验丰富度的影响。

外在认知负荷又称无效认知负荷(ineffective cognitive load),主要与学习材料的组织和呈现方式有关,被认为是由于心理活动造成的,在学习过程中对学习没有直接的贡献。我们在学习过程中的时候,内在图式与呈现知识内容没有自动化建立联系的时候,或者存在外在因素对这种自动化的联系产生干扰,认知过程就会产生额外的认知负荷。相关认知负荷也称为有效认知负荷(effective cognitive load)。早期针对教学设计的研究几乎都是关注如何减少外部认知负荷。但在一些案例中,也有部分研究者发现认知负荷可以促进学习,过去“为了促进学习而降低认知负荷”的结论似乎并不成立。于是,一些学者开始研究第三种与图式建构直接相关的认知负载,也就是关联认知负荷。当学习者在完成某项任务的过程中,将没有用完的剩余认知资源用于与学习直接相关的加工(如重组、提取、比较、推理等)时,相关的认知负荷就会产生[2]。和外部认知负荷一样,相关的认知负荷也会占用工作记忆的资源,对学习会造成一定的干扰。但与外部认知负荷会阻碍学习相反,相关认知负荷在一定程度上能够提高学习效果,促进认知过程有效性。研究者认为相关认知负荷所占用的认知注意资源主要是用来寻找、组织构建图式和自动化生成与图式的联结,从而提高学习效果。根据认识负荷可加性的三个特点[5],相关认知负荷总量主要受到认知负荷的高低和内部负荷的大小的影响,同时又会受到外部负荷的多少的影响。当认知负荷的总量很大,而外在认知负荷和内在的认知负荷却很低时,相关认知负荷是非常高的。如果内外的认知资源都很高,两者相加接近认知负荷总量的时候,相关认知负荷所用的资源就不多了。此外,学习者的动机、唤醒水平,认知等因素还会影响相关认知负荷,如读文字读图的认知策略、映射策略、元认知反思策略等都对学习有一定的好处[4]。

4. 认知负荷的影响因素

研究者[6]在比较4种问题求解训练策略时,提出了认知负荷二维结构测量模型,由因果维度(影响认知负荷的因素)和评价维度(受认知负荷影响的因素)构成,用以代表特定学习者执行特定任务所施加的认知负荷。因果维度包括:学习者的特点,任务的特点,学习者和任务的交互作用;其中,学习者的特点

是比较稳定的因素,如受试者的认知能力,认知风格,知识经验等;任务特点包括任务结构,任务的新颖性,奖励机制的种类,时间压力等因素;环境特点有噪音、温度等;并且学习者与任务之间的互动可以通过相对不稳定的因素,如最佳表现的内部标准等,来影响认知负荷。评价维度则包括心理负荷和心理努力,并通过学习行为表现出来;其中,任务需要施加心理负荷,对给定任务不变;心理努力,指的是实际分配的精力,以满足任务的需要;绩效是指完成学习任务后的效果。

而国内研究者[7]认为,影响认知负荷的内在和外因素主要包括三类,分别是学习者因素、任务材料因素和二者相互影响的因素。其中,学习者的知识经验,已有内在图式、认知能力和学习风格等方面为因素一;学习任务的完成时间压力,任务新旧程度和任务要求组织结构等为因素二,因素三还包括学习的学习动机,生理因素和内在自我标准等。赵等人[8]考虑到现有学生学习的现实状况和教育实践活动,划分认知负荷影响学习过程的因素为六大种类:学习内容的本质,组织情况,教师评估因素,学习者个体因素,实际学习组织形式,学习时长。

5. 认知负荷理论的实践应用

认知负荷理论研究的主要目的是有效调节学习过程中的工作记忆负荷,将外部阻碍学习的认知负荷降到最低程度,对内在认知负荷进行控制,对促进学习的相关认知负荷进行优化,应尽可能减少学习者在日常教学中的认知负荷,增强学习效果。但是,由学习材料和内容本身的认知难度带来的内在认知负荷难以单纯地通过组织和呈现方式的设计而得以改善,除非改变学习材料或者任务本身,因此,研究者研究重点在于通过降低外在认知负荷的方式来减轻总的认知负荷。

目前智能教育领域认知负荷理论的应用主要体现在自主学习,移动学习,游戏化学习,沉浸式学习,以计算机为基础的仿真学习等方面[9]。近年来,认知负荷理论在学科内呈现出交叉融合应用的趋势,如强调认知负荷理论与自主学习的融合[10],移动学习过程中认知负荷理论的应用[11]等。

6. 认知负荷理论的发展展望

随着智能科技与教育的深度融合,学习方式也将在学习环境之外发生重大变革。认知负荷理论是在学习和教学领域影响较大的理论框架之一。在新的教育背景下,移动学习、自主学习等新的学习方式如何有效引导,也将是今后一个时期重要的研究方向。认知负荷理论认为,工作记忆具有加工视觉信息和加工听觉信息的信息通道,当我们必须将相互关联的视觉信息在教育教学中分离呈现出来时(如果图表必须与文字说明能力相匹配才能理解,而作为空间限制的文字不能全部嵌入到图表中),这些文字内容可以通过音频信息来呈现,提升信息处理能力的工作记忆,提高学习效果。虽然移动设备的便携性可以支持学习者在不同情况下随时随地学习,但移动设备上不恰当的学习内容会增加学习者认知过程的风险。所以,研究的另一个热点将是移动学习材料的设计者如何有效地设计基于认知负荷理论的移动学习。

参考文献

- [1] Sweller J. (1988) Cognitive Load during Problem Solving: Effects on Learning. *Cognitive Science*, **12**, 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- [2] Sweller, J. (1994) Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. *Learning and Instruction*, **4**, 295-312. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(94\)90003-5](https://doi.org/10.1016/0959-4752(94)90003-5)
- [3] Sweller, J. and Chandler, P. (1994) Why Some Material Is Difficult to Learn. *Cognition and Instruction*, **12**, 185-233. https://doi.org/10.1207/s1532690xci1203_1
- [4] Seufert, T., Jänen, I. and Brünken, R. (2006) The Impact of Intrinsic Cognitive Load on the Effectiveness of Graphical Help for Coherence Formation. *Computers in Human Behavior*, **23**, 1055-1071. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2006.10.002>

-
- [5] Paas, F., Renkl, A. and Sweller, J. (2003) Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, **38**, 1-4. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_1
- [6] Paas, F.G.W.C. and Van Merriënboer, J.J.G. (1994) Variability of Worked Examples and Transfer of Geometrical Problem-Solving Skills: A Cognitive-Load Approach. *Journal of Educational Psychology*, **86**, 122-133. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.86.1.122>
- [7] 邹艳春. 试论现代认知负荷结构理论对减负的启示[J]. 现代教育论丛, 2001(5): 27-29.
- [8] 赵俊峰, 申继亮. 中学生学习过程中认知负荷的现状[C]//第十一届全国心理学学术会议. 第十一届全国心理学学术会议论文摘要集. 开封: 中国心理学会, 2007.
- [9] 张慧, 张定文, 黄荣怀. 智能教育时代认知负荷理论发展、应用与展望——“第十一届国际认知负荷理论大会”综述[J]. 现代远程教育研究, 2018(6): 37-44.
- [10] Sweller, J. and Paas, F. (2017) Should Self-Regulated Learning Be Integrated with Cognitive Load Theory? A Commentary. *Learning and Instruction*, **51**, 85-89. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.05.005>
- [11] Deegan, R. (2015) Complex Mobile Learning that Adapts to Learners' Cognitive Load. *International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, **7**, 12 p. <https://doi.org/10.4018/ijmbl.2015010102>