

A Review of Cognitive Load Theory

Qimei An, Hong Wu

College of Education Science, Guizhou Normal University, Guiyang
Email: 757101815@qq.com, 395336533@qq.com

Received: Dec. 28th, 2014; accepted: Jan. 16th, 2015; published: Jan. 27th, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Cognitive load theory is the eternal topic of cognitive psychology. It is the amount of mental activity imposed on the individual cognitive system in a specific operation time (Sweller, 1988) and is to optimize and make full use of the relevant cognitive resources in complex task learning. The author, through the analysis of related literature on cognitive load theory, describes the connotation, structure model, classification and features. Finally, by combining a comprehensive domestic and foreign research to this theory, this paper states the present situation and prospect of the study on the cognitive load theory, in order to bring further thinking and inspiration to the readers.

Keywords

Cognitive Load, Cognitive Load Theory, Working Memory, Schema

认知负荷理论综述

安其梅, 吴 红

贵州师范大学教育科学学院, 贵阳
Email: 757101815@qq.com, 395336533@qq.com

收稿日期: 2014年12月28日; 录用日期: 2015年1月16日; 发布日期: 2015年1月27日

摘 要

认知负荷理论是认知心理学经久不衰的话题, 它是指在一个特定的作业时间内施加于个体认知系统的心

理活动总量(Sweller, 1988), 对有关复杂任务学习中认知资源的优化和充分利用的问题。笔者通过对认知负荷理论相关文献的梳理, 对认知负荷理论的内涵、结构模型、分类、特点进行了阐述。最后, 综合国内外对该理论的研究, 陈述了认知负荷理论研究的现状与展望, 以期给读者带来进一步思考与启发。

关键词

认知负荷, 认知负荷理论, 工作记忆, 图式

1. 引言

认知负荷(cognitive load)理论的研究, 是以美国心理学家 Miller 于 1956 年的脑力负荷或心理负荷(mental workload)研究为基础, 由澳大利亚新南威尔士大学的认知心理学家约翰·斯威勒(John Sweller)于 1988 年首先提出来的。它以 John Sweller 等人为代表的研究者, 是在关于问题解决的过程中, 对专家和新手在解决问题之间的差异中逐渐提出来的。随着研究的深入, 研究者们开始对如何促进问题解决与学习感兴趣。围绕这一问题, 以 John Sweller 为代表的研究者, 从人类认知的信息加工的角度, 以工作记忆理论、图式理论和与其有关的认知资源有限理论为基础, 来考察了认知负荷。并较为完整、系统地论述了认知负荷理论(Cognitive Load Theory, 简称 CLT)(张慧, 张凡, 1999)。之后, 随着研究的深入与发展, 认知负荷的研究转向了教育心理学、认知心理学等领域。

2. 认知负荷理论的内涵

2.1. 认知负荷的概念

自 John Sweller 等人对认知负荷开始研究以来, 不少研究者纷纷对认知负荷展开了研究, 也分别从不同的角度对认知负荷作了定义。

在国外, 认知负荷理论的提出者 John Sweller 认为“认知负荷是处理被给信息所需要的心智能量的水平”(Sweller, 1988); 此外, 具有代表的人物 Paas 和 Van Merriënboer 1994 认为认知负荷由多维度构成, 是执行一项具体任务时, 施加于个体认知系统的负荷(Paas & Van Merriënboer, 1994)。

在国内, 曹宝龙等人认为, 认知负荷指一个事例中智力活动强加在工作记忆上的总数(曹宝龙, 刘慧娟, 林崇德, 2005); 之后, 赖日生、曾晓青、陈美荣等人认为认知负荷指的是在特定的场合下施加到工作记忆中的智力活动的总量(赖日生, 曾晓青, 陈美荣, 2005)。杨心德、王小康则将认知负荷定义为完成某项任务而在工作记忆上所进行的心智活动所需的全部心智能量(杨心德, 王小康, 2007)。

纵观不同研究者对认知负荷的定义, 可以得知, 在既定的任务环境下, 影响认知负荷大小的重要因素, 是人类的认知加工系统, 主要指工作记忆, 所能承受加工任务数量的多少。为此, 笔者认为, 广义上, 认知负荷是指在一定任务环境下, 个体在进行认知活动时, 当前任务施加给学习者认知结构(主要是指工作记忆上的智力活动)的总量。狭义上, 认知负荷是指在一定的学习与条件下, 不同的学习者在学习活动过程中, 加工不同的任务所需占用认知系统, (主要指工作记忆)的认知资源总量。

2.2. 认知活动的机制

所谓认知, 是指人类对客观事物的感知、记忆、思维、想象、注意等心理活动的过程, 并有着相应的心理机制, 其心理机制是认知结构。所谓认知结构, 是指由记忆系统合成并提取各种信息单元(图式)

的心理系统，而记忆系统的基本心理成分是工作记忆与长时记忆(常欣，王沛，2005)。

工作记忆是认知系统的基本心理成分，它有相对独立的视觉、听觉信息加工单元，其容量有限。工作记忆除了对输入的信息有暂时贮存、主动记忆的作用之外(R. M. 加涅著·皮连生，王映学，郑葳等译1999)，还参与长时记忆共同对当前信息进行加工和暂时存储(Baddeley, 2003)，共同完成建构一个完整而有意义的认知图式。

长时记忆是对工作记忆加工过的信息赋予意义和储存的心理结构。它是储存永久性知识与技能的“仓库”，含有当前勿需运用但却必需理解的信息，并且能对所学信息产生永久性记录(Bower, 1975)，其容量无限。

3. 认知负荷理论结构模型

Paas 等人提出了认知负荷结构模型(Paas & Van Merriënboer, 1994) Paas 和 Van Merriënboer 认为认知负荷包括因果维度和评价维度(王海燕，2013)，认知负荷理论结构模型是认知负荷理论的核心。

3.1. 因果维度

因果维度反应了认知负荷的来源以及认知负荷的分类。如图 1，认知负荷的因果因素包括任务(环境)、学习者、任务与学习者的交互作用。任务(环境)因素包括学习任务的难度、复杂程度、任务的新颖性、结构、时间压力等因素；学习者因素包括学习者本身已有知识经验、认知能力、认知风格、意志品质等因素；学习者与环境的交互作用包括学习动机与学习情绪等因素。

3.2. 评价维度

评价维度集中反应了对认知负荷大小的评估及测量。主要包括三个方面：心理负荷(mental load)、心理努力(mental effort)和绩效(performance)。心理负荷体现的是学习材料与学习者之间的交互作用，大小比较客观，真实反映学习材料难度与学习者经验之间的作用。心理努力则是学习者主动付出的认知努力，包括感知、记忆、思维、想象等认知努力以及情绪调节与时间控制等，具有主观性，影响学习绩效。学习绩效就是指学习者通过学习之后，所获得的成绩，是认知负荷的外在表现。认知负荷的评价维度，使研究者对认知负荷测量有了研究的依据。

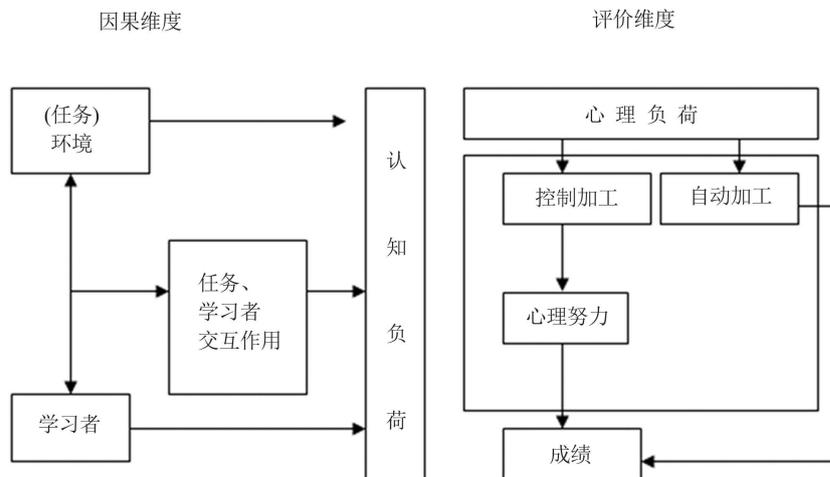


Figure 1. The structure of the cognitive load model
图 1. 认知负荷的结构模型

4. 认知负荷的分类

依据认知负荷的来源,以 John Sweller 等人为代表的研究者,划分了三种类型的认知负荷:内在认知负荷(Intrins Cognitive Load)、外在认知负荷(Extraneous Cognitive Load)、关联认知负荷(Germane Cognitive Load) (Sweller, 1988)。

内在认知负荷。内在认知负荷是由学习材料本身的复杂程度与学习者原有知识水平决定,当学习材料的要素越简单,学习材料越丰富,学习者长时记忆中具有与图式建构相关的知识越多,那么加工学习任务所需要占用的认知资源就越小,对于学习者来说,内在认知负荷就越小。相反,当学习材料越复杂,学习者所具备的知识经验越少,则个体加工图式所需要的认知资源就越多,学习者的内在认知负荷就越大。

外在认知负荷。外在认知负荷是由信息呈现的方式和学习者的学习活动所引起的,当学习任务呈现方式不利于学习者的图式加工及构建时,学习者加工与建构知识就会受到一定阻碍,感受到高的外在认知负荷,反之就小。一般来讲,教学活动中信息传递渠道不畅通、教学设计差、学习方式越复杂,所引起的外在认知负荷就越大(林琳, 2012)。

关联认知负荷。关联认知负荷是由学习过程中图式的构建与自动化而引发的,它促进与激励个体把认知资源分配到学习活动上去(林琳, 2012)。教学设计的本质就是把外在认知负荷向关联认知负荷转变。适当的教材呈现方式,不但可以降低外在认知负荷,还可以帮助学习者专注于学习的内容。

5. 认知负荷的特点

了解认知负荷的特点,有助于我们对认知负荷的深刻认识,认知负荷的特点源于对认知负荷的定义。

主观性。认知负荷的主观性,是指在认知活动时,个体对认知负荷大小的体会和感受。对于特定的个体,由于已有知识经验的不同,对来自不同的材料所感受到的认知负荷的大小不同。

内隐性。由于学习者加工信息的机制是认知执行系统,其加工场所是大脑。不像汽车载物,却能直观看到。不仅如此,由它引起的有关生理活动,也是我们不能直接观察到的,这就是为什么认知负荷具有内隐性的特点。

动态性。既定条件下,个体的认知资源总量一定,但是在认知活动中,三种认知负荷并不恒定,它们之间相互影响、相互关联、互相制约。并随加工任务进程的变化呈此消彼长、瞬时变化的特点。

6. 认知负荷理论的研究现状

自认知负荷提出以来,研究者们对认知负荷的结构以及分类,几乎达成共识。随着研究的变化与发展,研究重点转向以认知负荷理论为基础的教育教学研究。本世纪以来,认知负荷的研究主要围绕三个方面:研究教学设计有效性与认知负荷的测量(王诗怀, 2012);近年,以 John Sweller 为代表的研究者,将生物进化理论与信息加工理论进行类比,对旧的认知负荷理论进行升级,提出了比较新颖的认知负荷理论,并以该理论为指导,进行了相关的实证研究,得到了该理论下的三种认知负荷效应,证明了该理论对人们信息的加工和处理与教学活动的指导,具有一定现实意义。

6.1. 教学设计有效性方面

纵观国内外,研究者们共同以认知负荷理论为基础,按照减少内在认知负荷与外在认知负荷,增加关联认知负荷的原则,在教学设计上进行了诸多的实证研究。

国外研究集中体现在教学内容呈现方式、学生学习材料设计以及个体学习差异等方面(季春兰, 2011)。在教学内容呈现方式方面的研究集中在图表设计、计算机模拟与整合多种呈现方式的研究;学生学习材

料设计的研究包括实验手册设计、教科书设计与超文本学习材料的设计；对个体学习差异的研究包括对学习者的先前知识和背景音乐的研究。

国内研究集中体现在学科教学、类比思维与个体差异等方面。在学科教学研究内容包括多媒体教学研究与阅读教学的研究；思维学习的研究主要研究了类比思维学习对认知负荷的影响；个体研究差异方面包括了对学习者人格类型、工作记忆以及个体认知风格的研究(季春兰, 2011)。

6.2. 认知负荷的测量方面

对认知负荷的测量,其依据是认知负荷的结构与特点。目前为止,最为常用的测量方法主要有三种:即主观测量法、任务绩效测量法与生理测量法(孙崇勇, 2012)。

主观测量法。主观测量法是目前运用最多的一种测量方法,它主要依据学习者对学习任务的难度与所需要的心理努力,对认知负荷的大小进行评估与报告的一种测量方法。国内,测量量表大多以国外的量表为参照。这些量表有:Paas 编制的认知负荷自评量表(The Cognitive Load Subjective Ratings)、SWAT 量表(Subjective Workload Assessment Technique)、TLX 量表(National Aeronautics and Space Administration-Task Load Index)、WP (The Workload Profile Index Ratings)量表等。

任务绩效测量法。任务绩效测量,其主要依据学习者在一定时间,对任务学习后进行测验,以所得成绩高低对认知负荷进行评估的方法。其评估指标有时间、得分、正确率。

生理测量法。随着认知神经科学的兴起及学科之间的交叉发展,出现了以神经生理科学为基础,对认知负荷进行客观测量的方法。它以人们在进行认知加工时,会引起相应的生理指标变化为依据,来客观测量认知负荷的方法。目前,生理测量法评价指标有:心脏活动(心率)、眼活动(瞳孔直径变化、眨眼率、注视时间、注视次数等)、大脑活动的变化(诱发电位)等。

6.3. 新近认知负荷理论的观点

随着研究的深入与进展,新近的认知负荷理论认为,人类对于信息的认知加工,仍然是以人类认知结构进化的观点为基础,但新的理论更强调,人们只有在对于那些大脑本身没有进化而得到的信息进行加工的时候,才会增加认知结构的负荷。并且,对于习得知识的分类,也是按照进化状态进行的(Paas & Sweller, 2012)。

在新近认知负荷理论观点下,通过实证研究,研究者得到了如下效应:一、人体运动效应,它反映了神经科学的新发现,该效应认为,当我们独自行动时使用的皮质回路,与观察其他人运动时,产生的神经回路相同;二、集体工作效应的发现表明,合作学习能够使得学习者获得工作记忆容量的增益;三、具身认知的研究认为,人的认知是围绕人的感知和运动进行的,而不是仅仅对抽象符号的操作(Paas & Sweller, 2012)。

7. 认知负荷理论研究的展望

纵观国内外对认知负荷的研究,尽管在广度和深度取得了一定的成果,但还需不断完善与发展。

首先,在认知负荷的定义上,研究者众说纷纭。在操作性定义上,还没有明确的界定。这有待从更加深入的研究中,得到对认知负荷更加全面、完整、统一的定义。

其次,从影响认知负荷的因素研究来看,在研究对象上,还缺乏对不同年龄阶段、不同性别、不同种族、不同出生环境、成长环境、学习环境以及教养方式、不同文化背景(本土化)等的个体与群体,进行单因素及因素之间的交互研究;在学习材料上,在国内已有研究基础上,根据不同的具体学科特点为研究内容,深入研究如何编排教学内容、如何进行课程安排、教学过程中怎样呈现教学内容(板书、计算机模拟、多媒体等)等,进行多因素研究,全面考虑影响认知负荷的因素与大小,以避免对结论的解释主观

化。此外，为了研究的生态效度，有必要从过去的实验室研究走向课堂研究。

再次，在测量方面的研究。认知负荷测量的本土化研究并不成熟。目前还没有对三种负荷分别进行测量的量表。国内的主观测量量表是借鉴国外的量表进行编制的，其是否能真实客观测量我国不同群体及个体的认知负荷，还有待进一步证实。此外，在测量技术与方法上，不同的测量方法与测量技术各有优缺点，需要进一步探索各种方法与技术适用的条件与范围。国内研究者孙崇勇、刘电芝，尝试用双任务实验范式比较了 PAAS 量表、WP 量表与 TLX 量表的灵敏度与效度(孙崇勇, 刘电芝, 2013)。这无疑是一个较好的尝试，为科学研究开拓了视野，奠定了基础，是一个好的范例。同时，因为受研究条件与研究技术的局限，因此，在测量指标的全面性上，还有待进一步探究。

最后，对于新近理论的研究，不论是在研究的内容与领域，还是其广度与深度方面都将是未来研究的方向。

参考文献 (References)

- Baddeley, A. (2003). Working memory: Looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 829-839.
- Bower, G. H. (1975). Cognitive psychology: An introduction. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of Learning and Cognitive Processes (Vol. 1), Introduction to Concepts and Issues* (pp. 25-80). Hillsdale: Erlbaum.
- Paas, F. & Van Merriënboer, J. (1994) Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6, 351-371.
- Paas, F., & Sweller, J. (2012). An Evolutionary upgrade of cognitive load theory: Using the human motor system and collaboration to support the learning of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 24, 27-45.
- R. M. 加涅著·皮连生, 王映学, 郑葳等译(1999). *学习的条件与教学论*. 上海: 华东师范大学出版社.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- 曹宝龙, 刘慧娟, 林崇德(2005). 认知负荷对小学生工作记忆资源分配策略的影响. *心理发展与教育*, 1 期, 36-42.
- 常欣, 王沛(2005). 认知负荷理论在教学设计中的应用及其启示. *心理科学*, 5 期, 1-2.
- 季春兰(2011). *高中生认知负荷的编制及其相关研究*. 南京师范大学硕士学位论文, 南京.
- 赖日生, 曾晓青, 陈美荣(2005). 从认知负荷理论看教学设计. *江西教育学院学报(社会科学)*, 1 期, 53.
- 林琳(2012). *基于认知负荷理论的虚拟仿真培训系统设计*. 东北石油大学硕士论文, 大庆.
- 孙崇勇(2012). *认知负荷的测量及其在多媒体学习中的应用*. 苏州大学博士学位论文, 苏州.
- 孙崇勇, 刘电芝(2013). 认知负荷主观评价量表比较. *心理科学*, 1 期, 1.
- 王海燕(2013). *认知负荷理论在高中思想政治课教学中的运用*. 苏州大学硕士论文, 苏州.
- 王诗怀(2012) *认知负荷理论及其研究*. 四川师范大学教育科学学院, 成都, 1.
- 杨心德, 王小康(2007). 认知心理学视野中的认知负荷理论. *宁波大学学报(教育科学版)*, 3 期, 11.
- 张慧, 张凡(1999). 认知负荷理论综述. *教育研究与实践*, 4 期, 1.

汉斯出版社为全球科研工作者搭建开放的网络学术中文交流平台。自2011年创办以来，汉斯一直保持着稳健快速发展。随着国内外知名高校学者的陆续加入，汉斯电子期刊已被450多所大中华地区高校图书馆的电子资源采用，并被中国知网全文收录，被学术界广为认同。

汉斯出版社是国内开源（Open Access）电子期刊模式的先行者，其创办的所有期刊全部开放阅读，即读者可以通过互联网免费获取期刊内容，在非商业性使用的前提下，读者不支付任何费用就可引用、复制、传播期刊的部分或全部内容。

