

多媒体学习中的认知与情感

——基于认知负荷理论的研究视角

郑千屿

福建师范大学心理学院, 福建 福州

收稿日期: 2023年10月11日; 录用日期: 2023年11月29日; 发布日期: 2023年12月7日

摘要

多媒体学习已成为现代教育的主要形式之一, 但如何最好地整合情感因素以提高学习效果仍然是一个待解决的问题。本文旨在阐释认知负荷理论的核心概念和机制, 将其与情感加工的相关理论和研究相结合, 以深入探讨情感在多媒体学习中的作用机制。此研究试图为多媒体学习的情感设计提供理论依据, 从认知层面探讨如何更有效地融入情感元素, 以优化学习体验和学习效果。

关键词

多媒体学习, 认知负荷理论, 情绪设计

Cognition and Emotion in Multimedia Learning

—A Perspective Based on Cognitive Load Theory

Qianyu Zheng

School of Psychology, Fujian Normal University, Fuzhou Fujian

Received: Oct. 11th, 2023; accepted: Nov. 29th, 2023; published: Dec. 7th, 2023

Abstract

Multimedia learning has become one of the main forms of modern education, but how to best integrate emotional factors to improve the learning effect is still a problem to be solved. The purpose of this paper is to explain the core concepts and mechanisms of cognitive load theory, and to combine it with the related theories and researches of affective processing, so as to explore the mechanism of emotion in multimedia learning. This study attempts to provide a theoretical basis

文章引用: 郑千屿. 多媒体学习中的认知与情感[J]. 社会科学前沿, 2023, 12(12): 6977-6984.

DOI: 10.12677/ass.2023.1212951

for the emotional design of multimedia learning, from the cognitive level to explore how to integrate emotional elements more effectively to optimize learning experience and learning effect.

Keywords

Multimedia Learning, Cognitive Load Theory, Emotional Design

Copyright © 2023 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. 引言

20 世纪 80 年代, Swell 等人基于工作记忆模型提出了认知负荷理论用以描述人类认知加工的内在机制[1], 经过三四十年的发展, 认知负荷理论在教学研究和教学实践中不断地得到检验、发展和完善, 成为教育心理学的重要理论。在互联网和教育技术的日益发展的今天, 多媒体学习已然成为现代教育的关键组成部分, 它结合了文本、图像、音频、视频等多种媒体形式, 以提供更丰富和吸引人的学习体验。多媒体教学设计者仍然遵循着认知负荷理论的基本原则——减少无关认知负荷进行教学设计, 致力于为学生们的有效学习留出足够的认知资源。研究者在实证研究的基础上逐渐构建出一套系统化的多媒体教学设计原则, 这些原则说明了教学设计中有效的内容和边界条件[2], 其中, 情绪设计是其中一项重要议题, 已有研究表明, 多媒体情感设计能够促进学习, 然而, 目前还没有统一的方法将这种效应整合到认知负荷理论中, 如已有研究表明有趣但与学习目标的插图已被证明会引起与任务无关的认知负荷, 从而阻碍学生的学习。因此, 最大限度发挥多媒体学习中情感设计的作用必须关注情感和认知的关系, 尽管目前大量研究探索了媒体学习中情感元素对学生学习的影响, 并强调将情绪加工的概念加入个体的认知过程, 但情感设计对学习影响的内在机制尚不明确。从认知负荷理论出发, 对多媒体学习环境中的认知情感之间的关系进行梳理和探讨, 有助于进一步明确更加有效的设计原则。本文综合情绪加工和学习关系的相关理论和研究, 从认知负荷理论视角阐述情感的作用机制, 试图从认知层面为多媒体学习中有效的情绪设计找到相应的理论依据。

2. 认知负荷理论

2.1. 内涵

认知负荷理论(Cognitive Load Theory, 简称 CLT)是一种广泛应用于教育和认知心理学领域的理论框架, 用于解释和理解学习过程中的认知负荷及其影响。该理论的发展始于 20 世纪 80 年代, 由约翰·斯万德尔(John Sweller)和迪特里希·奥普尔(Dietrich Dörner)等学者共同构建, 其核心思想是, 人类的认知资源是有限的, 当学习任务超过学习者的认知能力时, 就会出现认知负荷, 从而降低学习效果。

2.2. 认知负荷理论的解释机制

根据认知负荷理论, 个体在学习时可能产生三种认知负荷: 内在认知负荷、外在认知负荷和相关认知负荷[3]。基于工作记忆的信息处理模型, 工作记忆和长期记忆组成了人类的认知结构。新信息必须经过工作记忆的处理才能进入长期记忆得到存储。而工作记忆的容量有限且存储时间较短, 一旦处理的信息超过工作记忆可用容量便会产生认知负荷效应, 即阻碍信息的有效加工。研究者将元素交互(Element

Interactivity)作为认知负荷的内在定义机制[4]，并由此解释了三种认知负荷：

首先，内在认知负荷与信息本身的复杂性有关，特定学习材料的内在认知负荷取决于元素交互的水平。在多媒体学习中，高元素交互水平的学习材料涉及到更多相互联系和相互作用的元素组成，因此不能孤立地学习。相互作用的元素越多，工作记忆负荷就越重[5]。例如在解方程等数学问题中，学习者必须在工作记忆中同时处理所有相关的元素。而低元素交互水平的学习材料涉及更多可以独立学习的元素，例如学习化学元素表，工作记忆只需要处理单个元素相关的符号。此外，在信息处理过程中，除了学习材料本身涉及的概念，还需要个体存储在长期记忆中的相关知识，因此内在认知负荷在一定程度上和个体的先验知识有关[6]。

其次，外在认知负荷与教学设计密切相关，包括教学材料的呈现方式，教学程序的实施方式。基于认知负荷理论的教学设计的主要目标是通过减少外部认知负荷来实现的，即通过改善教学设计促进有效学习。Sweller 等人指出元素交互性作为工作记忆负荷的主要来源，可以潜在地解释外部认知负荷的定义[7]。具体而言，在不改变学习内容的前提下，可以通过教学设计降低元素交互水平，我们可以认为工作记忆的负荷是由外部认知负荷带来的，例如和注意力分散，冗余效应相关的教学设计都需要通过减少元素交互性得到优化。如果只能通过改变学习内容来改变元素交互水平，工作记忆负荷则是由内部认知负荷引起的。

最后，相关的认知负荷来自学习者将来自长期记忆的相关信息与来自当前学习任务的信息相关联的过程[8]。简单来说，相关认知负荷涉及学习者的先验知识，为内在认知负荷提供与学习材料相互作用的元素，因此，它是学习者致力于处理与信息相关的内在认知负荷的工作记忆资源。从这个角度看，学习者的知识水平或动机水平等相关认知负荷变量可以作为一种工作记忆资源参与到内在认知负荷的调节中。因此在多媒体的教学设计中，除了尽可能地减少外部认知负荷，通过促进相关认知加工分配更多的工作记忆用于内在认知处理是一种有效的设计思路。

总得来说，认知负荷理论的核心是通过研究信息是如何处理和存储的，以解释多媒体教学设计中促进学习的内在认知机制，特别关注工作记忆及其在学习中的作用。近年来，研究者也越来越关注除了认知以外的因素对学习过程的影响，如情感过程，社会过程等。本文主要关注情感变量对学习过程的影响，基于上述认知负荷理论的定义机制和理论框架，探讨将情感变量纳入多媒体学习过程的影响。

3. 多媒体学习中的情感

3.1. 多媒体学习

多媒体学习指的是结合了不同种类的媒体学习资源，如文本、图像、音频、视频等，以促进知识的传递和理解。这种学习方式通过多种感官通道来传达信息，以更生动、多样化的方式呈现内容，从而吸引学习者的兴趣，提高学习效果[9]。具体而言，多媒体学习可以通过不同感官的刺激来激发学生的兴趣和注意力，有助于更好地吸收和理解学习材料。已有大量研究探究了多媒体学习带来的情感体验以及学习效果，并形成了相关的理论基础。因此，综合这些理论研究有助于我们进一步探究多媒体学习中认知和情感的交互作用，为更有效地设计和传递多媒体学习内容提供依据。

3.2. 多媒体学习中的情感理论

梅耶的多媒体学习的认知理论具体描述了多媒体学习中的认知过程：1) 选择相关的输入信息；2) 将选择的信息组织成连贯的心理表征；3) 将心理表征与其他知识结合起来。基于人类学习的认知过程，多媒体教学的目标在于通过教学设计减少外部认知加工、管理基本认知加工以及促进生成性加工。Moreno 和 Mayer 将情感变量融入多媒体学习的加工模型中，提出了认知情感媒体学习理论(CATLM)，根据这一

理论,学习者除了能够进行适当的认知加工,还要具备愿意进行认知加工的学习动机[10]。学习动机是个体激活、激发并维持学习目标的内在动力。它反映在学习者在学习过程中是否愿意付出努力参与适当的认知过程。因此认知负荷理论应该把学习动机作为有效认知的关键因素。除了 Moreno 的工作增加了对动机的关注, Plass 和 Kaplan 提出了综合认知情感模型(ICALM),强调情感和认知加工以及相关设计因素的整合。ICALM 假设,当信息以认知方式处理时,额外的情感评估会发生,导致在多媒体学习环境中认知和情感密不可分地交织在一起[11]。具体而言,多媒体信息的认知-情绪加工涉及对认知资源主动的加工过程,例如兴趣、动机。综上所述,多媒体学习的认知加工模型的已经将情绪加工作为学习过程的一个重要方面。因此,在设计多媒体学习材料时,除了考虑认知设计因素外,还要考虑情绪设计因素的重要性。

3.3. 多媒体学习中的情感研究

关于学习与情感的研究关系,目前存在不少的经典研究。这些研究大多数基于情绪诱导实验,情绪诱导是一种诱导学习者在一段时间内体验愉快或不愉快情绪的方法。例如,在学习开始前给学习者播放带有情绪色彩的音乐、电影或提供引起回忆的指导语,从而考察个体情绪状态对认知加工或学习过程的影响[12]。

关于由外部诱发的情绪对学习的影响并没有一致性的结果。情感核心模型提出了用以区分情绪的两个维度,即情绪的效价和唤醒度。基于这一框架, Pekrun 和 Stephens 发现不同的情绪状态(积极与消极,高唤醒与低唤醒)会对学习过程产生不同的影响。例如放松或无聊,通常不利于学习,已有研究表明,愤怒或挫折等消极-高唤醒情绪会由于任务无关思维的增强而削弱学习成绩,但困惑等消极-高唤醒可以提高学习成绩[13]。另外,积极-高唤醒情绪与学习记忆、任务持久度、创造性问题解决以及学习效果之间通常存在正相关,而积极-高唤醒情绪与学习动机的决定因素,如兴趣、内在动机或成就目标定向呈正相关[14]。

另一种研究情感对学习过程的影响体现在对教学材料的设计上,研究者在教学材料中添加暖色调和拟人化的元素来考察情绪设计对学习过程的影响。Plass 和 Kaplan 发现在学习环境中使用圆形和暖色能够诱导学习者的积极情绪,进而促进学习科学材料的理解和迁移。后续研究尽管使用了不同主题的学习材料,也得到了情绪设计效应[15]。总之,多媒体材料的许多设计特征,如颜色、形状和声音,都可能对学习者的情感产生影响,研究结果表明,多媒体学习中的情绪设计显著增加了学习者内在动机和心理努力程度,降低了学习者对学习任务的感知难度。

总的来说,无论是促进学习还是抑制学习,情感活动广泛存在于个体的学习过程中,并通过影响认知加工过程影响学习效果。因此,本文基于认知负荷理论框架,针对情绪是如何影响认知过程这一问题进行了总结,并归纳为以下三种观点,以便为情绪如何影响学习提供认知层面的解释。

4. 认知负荷理论视角下的情绪加工

在认知负荷理论视角下探讨多媒体学习中的情绪加工,在某种程度上可以转换为探讨情绪是如何影响工作记忆资源的分配,因此本节内容基于认知负荷理论的三元结构展开论述。

4.1. 情绪影响内在认知负荷

根据认知负荷理论,内在认知负荷与多媒体学习材料的特征以及个体的先验知识有关。教学的目标在于通过教学设计使学习者工作记忆资源的利用最大化,即尽可能地将工作记忆资源用于与学习目标相关的内在认知加工。就情绪和内在认知负荷的关系而言,存在以下三种解释:1) 情绪作为一种线索促进内在认知加工。简单来说,通过情绪设计将学习者的注意力集中在一定的目标上。注意力假设认为情绪

能够通过改变注意力范围或转移注意力来影响学习者的注意力。研究发现,积极的情绪会扩大注意力的范围,而消极的情绪会导致注意力的集中缩小[16],在对眼动模式的分析中也发现了这种现象。简单来说,情绪通过分配注意力资源来影响学习过程中的认知加工。2) 情绪可以作为长期记忆的有效提取线索。如情绪一致性理论认为情绪一致性使认知过程变得容易。积极的信息在积极的情绪下比在消极的情绪下更容易回忆;负面的信息更容易在消极的情绪下回忆起来[17]。这和长期记忆中的情绪线索的提取有关,即情绪调动长期记忆中的相关信息投入到工作记忆中,从而影响内在认知加工。3) 情绪影响认知加工风格。Kuhl学者的一项研究表明,不同情绪状态下的加工风格不同。积极的情绪促进启发式处理,并导致更全面的处理。这与更具发散性和创造性的思维不谋而合。相反,负面情绪会导致更集中、更具分析性的加工方式,并伴随着详细的信息加工[18]。换句话说,处于积极的情绪状态有助于处理创造性问题,而处于消极的情绪状态则促进逻辑性问题的处理。这一点表明了学习材料的特征与情绪加工之间的关系。总之,情绪作为影响内部认知负荷的重要因素,必须在教学设计中予以考虑。

4.2. 情绪作为外部认知负荷

在多媒体学习中,当部分学习材料与学习目标无关时,对这些无关信息的处理会引起外部认知负荷。一般来说,积极和消极的情绪都可能导致与任务无关的思考,从而产生外部认知负荷。研究者认为焦虑作为一种激活程度较高的消极情绪往往会导致学习者的担忧、注意力不集中,从而导致工作记忆的存储和处理能力下降[19]。此外,刻板印象威胁可能涉及类似的机制,社会群体的成员在社会比较过程中产生威胁感,对自己的表现感到焦虑,并且处理由此产生的情绪可能导致可用认知资源的减少。同样的,对积极情绪的诱导可能通过使学习者分心从而抑制学习效果,这一点得到了眼动证据的支持。这些过程都涉及了对情绪的评估和调节,在这种情况下,个体对自身状态的思考占用了有限的认知资源,从而导致无法对与学习目标相关的内容进行加工处理,阻碍了有效学习。对焦虑、压力等情绪的研究更多代表了在实验研究中,通过诱导程序产生相应的情绪状态对学生学习的影响。在多媒体情绪设计中,教学材料的情绪设计有时也会作为一种外部认知负荷阻碍学习,如诱惑性细节。多媒体学习的认知理论认为,增加诱惑的细节可以通过分散注意力、阻碍有效的因果联系以及错误整合信息等方式干扰知识构建过程[20]。

综上所述,作为外部认知负荷的情绪加工抑制了学习过程,占用了学习者有限的认知资源。在这个过程中,情绪可能会分散学习者对相关学习材料的注意力,同时减少与学习任务相关的认知活动。情绪加工是一种外部认知负荷代表了注意力分散理论的主要观点,即积极和消极情绪都通过消耗工作记忆容量来损害学习。总之,任务加工和无关任务加工描述了情绪与认知相互作用的一个重要方面,但它主要集中在情绪对认知负荷和学习的负面影响的解释。

4.3. 情绪作为相关认知负荷

相关认知负荷来自学习者将来自长期记忆的相关信息与来自当前学习任务的信息相关联的过程。因此,它属于分配给处理内在认知负荷的工作记忆资源[21]。换句话说,相关负荷取决于学习者在学习过程中可用于处理内在负荷的工作记忆资源及其对内在负荷的深层次加工。因此,影响认知投入程度的学习动机可以作为情绪相关的相关认知负荷来考察。动机理论假设,积极或消极的情绪会培养动机,动机导致更多的努力投入,从而导致更好的学习结果。心理努力的投入在某些情况下是无意识的,是从长期记忆中成功的学习经验里提取并唤醒的积极情绪引起的。基于这一假设的实证研究结果表明,负面情绪会增加外在动机,积极情绪可以增强内在动机。但此类研究的结果并不稳定。

根据多媒体学习的认知情感理论(CATLM),多媒体学习同样受到动机结构的影响。研究表明积极情绪有助于激发内在动机,因此在情感设计中采用一些能够引发积极情绪的特征,比如暖色调或圆形,可

能会使学习环境更富有动力,从而提高学习动机[22]。此外,多媒体学习中的个性化效应也反映了动机对认知加工的影响。个性化效应指的是在多媒体学习中采用人称代词、措辞形式等方式生成个性化语言,以促进学习效果。研究者指出,使用个性化语言引起的积极情绪可以导致更高的学习动机[23]。最后,关于情绪与学习关系的研究还发现,情绪对努力相关的元认知体验等变量产生影响,因此更积极的情绪可能会导致学习者更投入于学习任务[24]。

总的来说,上述内容为关于情绪和认知过程的不一致的结果提供了一个可能的解释。因此,在认知负荷理论框架下探讨情绪和认知负荷理论的关系,有助于更准确地理解情感在学习过程中的发生机制,为有效的情感设计提供合理的建议。

5. 讨论

本篇文章基于认知负荷理论,探讨了学习过程中的情绪加工。目前的研究表明,情绪可能作为外部认知负荷阻碍学习,也可以影响内在认知负荷或相关认知负荷促进学习。前者作为额外的或与任务无关的信息来竞争有限的工作记忆资源。后者则通过影响记忆和工作记忆资源的分配影响认知过程。此外,情绪和认知负荷的关系可能是由动机为中介的[25]。从这个角度来看,情绪进而影响学习引发学习者的动机——增加或减少消耗认知投入。

由于情绪与学习的关系往往相互矛盾,因此,在不同的情境、不同的主题领域以及不同的学习者中,可能会有一个或多个关于情绪与认知负荷之间关系的观点。在学习任务的不同阶段,情绪影响认知负荷的方式也可能发生变化。这种变化可能是由于特定学习活动需要实现的不断变化的子目标,学习者情绪的变化,甚至随着时间的推移认知资源的消耗导致的。为了从理论上探讨情绪和认知负荷之间的联系,我们应该从情绪的动态特征来发展关于情绪对学习的作用的理论和模型:1) 将学习和教学过程整合在一起,理解情感与学习的相互作用。2) 不同性质的情绪对学习过程的作用,了解情绪和认知之间的相互作用。3) 更多地了解中介变量在情绪和学习中的作用。总之,在整个学习环境中,必须从整体上看待学习和教学的过程。这意味着从认知、情感和社会过程更广泛和多元的角度对多媒体学习的理论进行补充和完善。

6. 总结和展望

本研究基于认知负荷理论的研究框架,总结并阐述了情绪对学习过程影响的各种假设。本文总结的内容表明了在未来的研究中进一步整合认知和情感过程的必要性。通过深入研究认知与情感的交互作用,教育者可以更有效地构建多媒体学习材料,以增强学生的情感参与度,提高学习效果。这意味着创造更吸引人的学习体验,激发学生的积极情感,促进更深入的理解和记忆。这一领域的研究也为个性化学习提供了支持,了解学生的认知和情感特征使教育者能够提供定制化的学习体验,以满足不同学生的需求。这有助于提高学生的学术表现,减少学习障碍,并提高学习满意度,个性化学习是未来教育的关键,而研究认知与情感关系为其提供了重要的基础。最后,研究多媒体学习中认知与情感关系有助于推动教育心理学和教育实践的进步。它为教育者提供了更多的工具和策略,以更好地理解学习者,提高教学质量,增进学习者的发展。

总之,通过更好地理解认知与情感的相互关系不仅可以提高学习效果,还可以满足学生的个性化需求,改进教育设计和实践,以及促进更有意义的学习体验。这一研究领域在不断塑造未来教育的方式,使其更具吸引力和有效性,并为未来的教育设计创新提供更多可能性。

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] Mayer, R.E. and Estrella, G. (2014) Benefits of Emotional Design in Multimedia Instruction. *Learning and Instruction*, **33**, 12-18. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2014.02.004>
- [3] Kalyuga, S. (2011) Cognitive Load Theory: How Many Types of Load Does It Really Need? *Educational Psychology Review*, **23**, 1-19. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9150-7>
- [4] Sweller, J. (2010) Element Interactivity and Intrinsic, Extraneous, and Germane Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, **22**, 123-138. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9128-5>
- [5] Naismith, L.M. and Cavalcanti, R.B. (2015) Validity of Cognitive Load Measures in Simulation-Based Training: A Systematic Review. *Academic Medicine*, **90**, S24-S35. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000000893>
- [6] Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C.P.M., Van Gog, T. and Van Merrinboer, J.J.G. (2013) Development of an Instrument for Measuring Different Types of Cognitive Load. *Behavior Research Methods*, **45**, 1058-1072. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0334-1>
- [7] Sweller, J., Ayres, P. and Kalyuga, S. (2011). *Cognitive Load Theory*. Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4>
- [8] Skulmowski, A. and Xu, K.M. (2022) Understanding Cognitive Load in Digital and Online Learning: A New Perspective on Extraneous Cognitive Load. *Educational Psychology Review*, **34**, 171-196. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09624-7>
- [9] Mayer, R.E. (2014) Cognitive Theory of Multimedia Learning. In: Mayer, R.E., Ed., *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*, Cambridge University Press, New York, 43-71. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139547369.005>
- [10] Moreno, R. and Mayer, R. (2007) Interactive Multimodal Learning Environments. *Educational Psychology Review*, **19**, 309-326. <https://doi.org/10.1007/s10648-007-9047-2>
- [11] Plass, J.L. and Kaplan, U. (2016) Emotional Design in Digital Media for Learning. In: Tettegah, S.Y. and Gartmeier, M., Eds., *Emotions, Technology, Design, and Learning*, Elsevier Academic Press, San Diego, 131-161. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-801856-9.00007-4>
- [12] Münchow, H. and Bannert, M. (2019) Feeling Good, Learning Better? Effectivity of an Emotional Design Procedure in Multimedia Learning. *Educational Psychology*, **39**, 530-549. <https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1524852>
- [13] Pekrun, R. (2006) The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, **18**, 315-341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>
- [14] Isen, A.M., Daubman, K.A. and Nowicki, G.P. (1987) Positive Affect Facilitates Creative Problem-Solving. *Journal of Personality and Social Psychology*, **52**, 1122-1131. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.52.6.1122>
- [15] Heidig, S., Muller, J. and Reichelt, M. (2015) Emotional Design in Multimedia Learning: Differentiation on Relevant Design Features and Their Effects on Emotions and Learning. *Computers in Human Behavior*, **44**, 81-95. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.009>
- [16] Kaspar, K. and König, P. (2012) Emotions and Personality Traits as High-Level Factors in Visual Attention: A Review. *Frontiers in Human Neuroscience*, **6**, Article 31477. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00321>
- [17] Endres, T., Weyreter, S., Renkl, A. and Eitel, A. (2020) When and Why Does Emotional Design Foster Learning? Evidence for Situational Interest as a Mediator of Increased Persistence. *Journal of Computer Assisted Learning*, **36**, 514-525. <https://doi.org/10.1111/jcal.12418>
- [18] D'Mello, S. and Graesser, A. (2012) Dynamics of Affective States during Complex Learning. *Learning and Instruction*, **22**, 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001>
- [19] Cierniak, G., Scheiter, K. and Gerjets, P. (2009) Explaining the Split-Attention Effect: Is the Reduction of Extraneous Cognitive Load Accompanied by an Increase in Germane Cognitive Load? *Computers in Human Behavior*, **25**, 315-324. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2008.12.020>
- [20] Wang, Z., Sundararajan, N., Adesope, O.O. and Ardasheva, Y. (2017) Moderating the Seductive Details Effect in Multimedia Learning with Note-Taking. *British Journal of Educational Technology*, **48**, 1380-1389. <https://doi.org/10.1111/bjet.12476>
- [21] Mutlu-Bayraktar, D., Cosgun, V. and Altan, T. (2019) Cognitive Load in Multimedia Learning Environments: A Systematic Review. *Computers & Education*, **141**, Article ID: 103618. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103618>
- [22] Chung, S. and Cheon, J. (2020) Emotional Design of Multimedia Learning Using Background Images with Motivational Cues. *Journal of Computer Assisted Learning*, **36**, 922-932. <https://doi.org/10.1111/jcal.12450>
- [23] Rey, G.D. and Steib, N. (2013) The Personalization Effect in Multimedia Learning: The Influence of Dialect. *Computers in Human Behavior*, **29**, 2022-2028. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.04.003>

- [24] Tyng, C.M., Amin, H.U., Saad, M.N.M. and Malik, A.S. (2017) The Influences of Emotion on Learning and Memory. *Frontiers in Psychology*, **8**, 1454. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01454>
- [25] Plass, J.L. and Kalyuga, S. (2019) Four Ways of Considering Emotion in Cognitive Load Theory. *Educational Psychology Review*, **31**, 339-359. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09473-5>