

2014—2024 年自定步调学习策略在多媒体学习领域中的应用系统综述

杨九民, 喻邱晨, 李妍, 方睿, 李妮辰

(华中师范大学 人工智能教育学部, 湖北 武汉 430079)

[摘要] 多媒体学习领域正从“以教为主”的优化设计研究转向“以学为主”的应用策略研究。研究旨在探讨自定步调学习策略在多媒体学习领域的应用特征与研究进展。研究围绕发文趋势与研究情境、理论框架与研究内容、研究设计与效果评价三个维度构建分析框架,并对国外 28 篇实证研究文献进行系统综述。研究发现,自定步调学习策略的研究发文量呈逐年增长态势,主要集中在高等教育情境中。自定步调学习策略研究多依托认知负荷理论和多媒体学习认知理论等重要理论基础,围绕自定步调学习策略的有效性、特定学习行为(序列)的作用、缓解多媒体学习中的消极影响以及如何优化自定步调学习策略四个核心内容展开。其中,多数研究通过验证性实验,考虑先验知识和工作记忆等个体差异,并采用自报告问卷和知识测试来评估认知负荷及学习效果(保持和迁移)等因变量。基于以上发现,文章从拓展研究内容、丰富研究范式和创新研究路径三个方面提出具体建议。

[关键词] 自定步调; 学习者控制; 学习策略; 多媒体学习; 系统综述

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 杨九民(1969—),男,湖北枣阳人。教授,博士,主要从事教学设计、教师教育研究。E-mail:yjm@ccnu.edu.cn。

一、引言

国家智慧教育公共服务平台汇聚了海量数字资源,其中,多媒体学习资源作为关键组成部分在提升教学质量和促进学习效果方面举足轻重。尽管精心设计的多媒体学习资源能显著减少知识传递过程中的负面影响,但其能否促进学习效果不仅取决于资源本身的设计,更与学习者如何学习密切相关^[1]。其中,资源的优化设计更加强调教师的主导地位,使得知识的传递更多地依赖学习者的被动接受而非主动加工,这在一定程度上弱化了学习者的主体地位。在“以教师为主导,以学生为主体”的教育理念下,学者们开始将研究焦点转向能够促进学习者深度理解的有效学习策略,其中,自定步调学习策略因其理论普适性和实践广泛性备受关注。由此,本研究采用系统综述

方法,对国外相关实证研究进行综合评估、分析和比较,关注其发文趋势、研究情境、理论框架、研究内容、研究设计和效果评价,旨在为未来研究提供参考。

二、相关概念和研究问题

自定步调(Pacing)作为学习者控制(Learner Control)概念的具体体现,最早由 Katharina Scheiter 提出,其核心在于学习者对自身学习进程的主导程度^[2]。这一概念涵盖了学习者对节奏、内容及表征三个关键维度的自主调控^[3]。首先,节奏控制赋予学习者自主播放、暂停或重放多媒体学习资源的机会,实现了对信息流的控制。其次,内容控制的范畴不仅包括从众多学习资源中自主选择信息单元,还涉及对信息显示的密度和深度进行调整,以及根据学习者的具体需求

基金项目:2021 年度国家自然科学基金面上项目“生成性学习策略影响视频学习的认知神经机制及智能干预研究”(项目编号:62177027)

将信息内容划分为更适宜的学习单元。最后,表征控制意味着支持学习者根据个人偏好与学习风格,选择最适合自己的信息呈现模式或观察视角^[4-5]。本研究着重关注学习者在多媒体学习中对节奏维度的自主调控。

在自定步调学习过程中,学习者可利用媒体播放器的内置交互功能,及时调整当前的学习节奏,以满足其个性化的认知需求^[6]。具体而言,学习者能够根据自身的知识掌握程度灵活调整学习路径。对于已经熟练掌握或相对简单的知识内容,学习者能够浏览或快速跳过,有效减少因信息冗余导致的外在认知负荷。面对复杂概念或需要高认知投入的知识内容时,学习者可以通过多次观看或反复学习来减轻由学习资源复杂性引起的内在认知负荷^[7-8]。尽管自定步调学习策略备受学者关注,但近年来对其有效性的研究结果却各执一词,并表现出较高的异质性^[9]。这表明自定步调策略的有效性可能与外部情境和内部操作紧密相关。因此,本研究旨在通过系统综述方法,全面梳理自定步调学习策略的研究背景、内容和干预过程,并解决以下三个研究问题:

研究问题一:自定步调学习策略研究的趋势和研究情境有何特点?

研究问题二:自定步调学习策略相关研究主要依据哪些理论框架,并聚焦哪些核心研究内容?

研究问题三:自定步调学习策略相关研究通常采用何种研究设计,以及在实验中如何进行效果评价?

三、研究方法

系统综述(Systematic Review)是一种严谨而系统的文献综合分析方法,其遵循清晰、可重复的操作步骤,旨在对特定研究问题的相关文献进行全面搜索、严谨评估与整合,从而归纳出多项实证研究的结果。系统综述在某些情况下会纳入元分析(Meta-analysis),即利用统计分析方法整合多项研究结果并计算相应效应量的大小^[10]。鉴于自定步调学习和系统步调学习的学习时长不一致,且多数研究尚未严格报告该关键数据,为避免因此导致的潜在学习效果偏差,并确保异质性来源于潜在的调节变量而非单纯的学习时长,本研究未纳入元分析部分(将自定步调学习与系统步调学习进行直接对比并探索潜在的调节变量),而仅采用系统综述方法全面评估、比较不同研究。

为确保系统综述的全面性、客观性和可复制性,本研究遵循 PRISMA 指南^[11]报告研究过程和结果,包

括:(1)文献识别(Identification),系统检索获取相关文献;(2)文献筛选(Screening),初步筛选不符合要求的文献;(3)资格审查(Eligibility),严格根据纳入标准筛选文献;(4)纳入研究(Included),对符合条件的研究进行编码与分析。

(一)文献检索

本研究通过检索 Web of Science (WoS)、PsycINFO、Education Resources Information Center (ERIC)、ProQuest 和 Google Scholar 等核心数据库,利用(“learner control” OR “self-pacing” OR “pacing” OR “interactivity” OR “viewing behavior” OR “behavioral pattern” OR “clickstream” OR “pause” OR “rewind” OR “fast forward”) AND (“multimedia learning” OR “instructional video” OR “video lecture” OR “education video”) 检索关键词,并设定检索时间范围为 2014 年 1 月 1 日至 2024 年 8 月 15 日,最终共获取 207 篇相关文献。其中,WoS 中检索到 71 篇,PsycINFO 中检索到 44 篇,ERIC 中检索到 25 篇,ProQuest 中检索到 54 篇,以及 Google Scholar 中检索到 13 篇。本研究的检索工作由两位研究人员协作完成,以确保文献检索过程的准确性与一致性。

(二)文献筛选和纳入标准

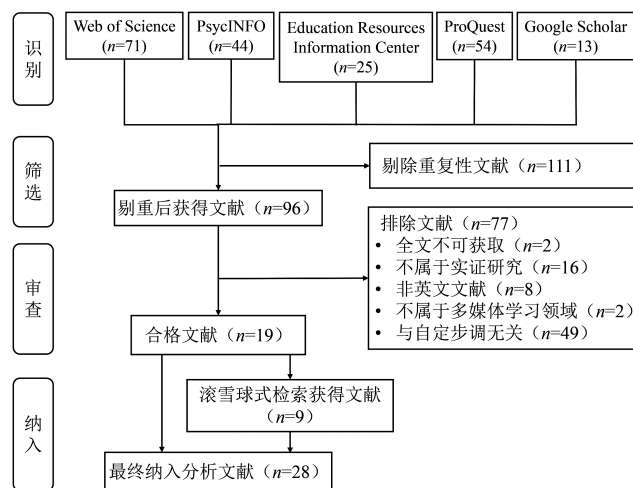


图1 文献检索与筛选的 PRISMA 流程

根据研究问题和目的制订本研究文献筛选和纳入标准:(1)可获取全文;(2)发表在同行评审期刊上的实证研究;(3)英文文献;(4)研究主题与多媒体学习领域相关;(5)研究内容涉及自定步调学习策略。文献筛选流程分为三个阶段:第一阶段,两位研究人员识别并剔除了 111 篇重复性文献,以确保后续分析的文献具有唯一性。第二阶段,两名研究人员分别对剩余的 96 篇文献的标题和摘要进行独立审阅,并依据既定标准筛选出符合条件的文献。在此过程中,两名

研究人员对不一致的筛选结果进行讨论并达成共识,最终得到 19 篇符合条件的文献。第三阶段,两名研究人员采用“滚雪球”检索方法^[12],查找可能遗漏的、符合标准的文献,并通过这种方法额外纳入了 9 篇文献^[12]。经过三轮筛选,共有 28 篇文献被纳入后续分析。文献检索与筛选的 PRISMA 流程如图 1 所示。

(三)编码框架

本研究编码框架包括发文趋势与研究情境、理论框架与研究内容、研究设计与效果评价三大维度(见表 1)。为保证编码的可靠性,每篇纳入研究的文献均由两名研究人员独立使用编码方案分别进行编码,并针对不一致的结果进行讨论,直至最终达成一致。

表 1 编码框架

一级维度	二级维度	编码情况
发文趋势与研究情境	标题	文献标题
	年份	文献正式发表的年份
	期刊	文献来源期刊名称
	实施学段	高等教育、K-12、其他
	应用学科	STEM、非 STEM
理论框架与研究内容	理论框架	认知负荷理论、多媒体学习认知理论、情绪或动机理论框架、其他
	研究内容	自定步调学习策略有效性、自定步调学习策略中特定行为(序列)的作用、自定步调学习策略何以缓解多媒体学习中的消极影响、如何优化自定步调学习策略
研究设计与效果评价	研究类型	验证性、探索性
	个体差异	先验知识、学习兴趣、情绪水平、工作记忆容量、其他
	学习材料	教学视频、多媒体程序、其他
	学习时长	限定学习时长、不限定学习时长
	因变量	认知(学习效果、认知负荷、学习判断)
		情感(学习动机、情绪水平、学习满意度、其他)
		行为(学习行为、观看时长、视频参与度、其他)
	数据来源	自报告问卷、知识测试、日志数据、访谈
	数据分析方式	差异分析(方差分析、t 检验、非参数检验)
		关联分析(多元线性回归、线性混合效应模型、结构方程模型、序列中介分析、相关性分析)
		特征分析(主成分分析、亲和图法、聚类分析、因子分析)

四、研究结果

(一)发文趋势与研究情境

本研究系统综述最终纳入的 2014 至 2024 年间

发表的 28 项国际研究。为积极响应当前开放科学的倡议,致力提升科研过程的透明度和可重复性,本系统综述涉及的文献列表及详细编码结果已在开放科学平台(OSF)上公开(<https://osf.io/ckrs2/>)。图 2 详细展示了该研究主题不同年份的发文量趋势,考虑到国际期刊论文历经研究设计、实验实施、论文撰写和正式出版等过程,通常需要一至两年的时间,因此,本文选定以两年为一个周期来分析发文数量的变化趋势。该研究主题不同年份的发文量呈稳步上升态势。这些研究成果主要发表在教育技术学领域的权威国际期刊中,包括 *Computers in Human Behavior*、*Computers & Education*、*British Journal of Educational Technology* 以及 *Interactive Learning Environments* 等 15 种不同出版物,如图 3 所示。

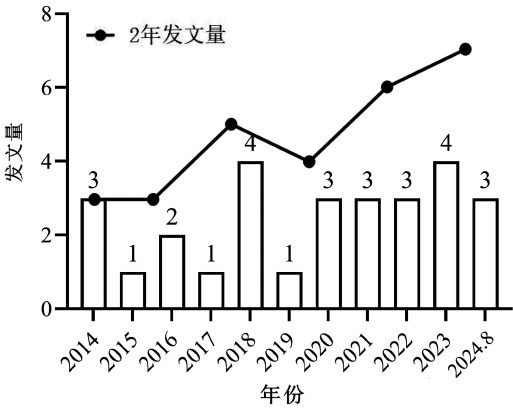


图 2 发文趋势

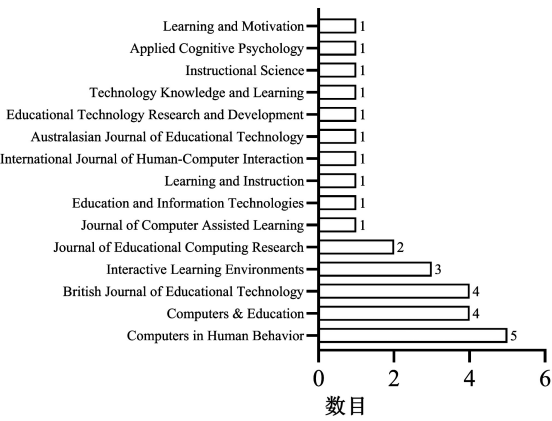


图 3 发文期刊分布

在实施学段上,绝大多数研究均聚焦高等教育情境($n=26$)下自定步调学习策略的应用,这主要归因于该策略对学习者的先验知识、认知水平和元认知能力提出了较高的要求。首先,先验知识在提升自定步调学习策略的使用频率和有效性方面起着关键作用。研究证据表明,先验知识水平较低的学习者使用系统步调的学习方式可能更为适宜^[13]。其次,自定步调学习策略的有效运用与个体的工作记忆容量和执

行功能(Executive Function)密切相关。工作记忆容量有限的学习者在信息处理过程中难以加工大量信息,因此,时常面临更高的认知负荷^[14]。执行功能较弱的学习者在过滤干扰信息和专注核心内容时,往往遇到更大的挑战^[14]。最后,学习者在多媒体学习中应用自定步调学习策略时,需实时进行自我监控并采取有效措施调节当前学习状态,这对于学习成效至关重要^[15]。在应用学科方面,研究涵盖了STEM(生物、医学、物理等)领域(n=17)和非STEM(历史、教育)领域(n=11)。此外,自定步调学习策略的相关研究在陈述性知识(正念、阅读障碍)和程序性知识(闪电的形成、光合作用、血液循环等)情境下均进行了有效的探索。

(二)理论基础和研究内容

自定步调学习策略的研究主要依托以下四类理论基础(部分研究可能同时依托多个理论基础,或未明确提及任何特定理论框架):第一,认知负荷理论(Cognitive Load Theory)关注学习资源设计对学习者的认知资源的影响,以及如何优化认知资源的分配以提升学习效果(n=20)。相关研究尤为关注瞬态信息效应(Transient Information Effect)和工作记忆容量有限(Limited Working Memory Capacity)两个方面。具体而言,学习者处理瞬时且易逝的信息(如动态图片)时必须在有限的工作记忆中保持当前的瞬时信息,并迅速将其与新传入的信息进行整合。此过程往往需要较高的认知能力,可能会消耗与内容理解无关的认知资源(即外在认知负荷),并可能导致认知负荷超载,自定步调学习策略的潜在作用和优势在此显现。第二,多媒体学习认知理论(Cognitive Theory of Multimedia Learning)则是强调主动学习所必需的三个认知过程:选择、组织和整合(n=12)。自定步调学习策略要求学习者在多媒体学习过程中主动选择与其学习目标紧密相关的信息,再将这些信息以视觉和言语模型的形式进行有效组织以促进理解和记忆,进而与长期记忆中激活的相关先验知识整合,从而形成更为全面、深入的理解。第三,情绪/动机理论框架,包括控制—价值理论(Control-Value Theory, n=2)和自我决定理论(Self-determination Theory, n=2)。一方面,控制—价值理论强调学业情绪的产生与学习者对控制的评估密切相关,即学习者对学习活动和结果的可控性感知,这种感知从低到高,感知到高控制的学习者更倾向于相信自己有能力实现预期的学习效果。另一方面,从自我决定理论的视角来看,学习者采用自定步调学习策略提高了其在多媒体学习过程中的选择性,从而有助于提

升其内在学习动机。第四,相关研究还涉及了其他理论基础,从不同层面丰富了对自定步调学习策略的理解。在宏观层面,ICAP框架(n=1)强调学习者在多媒体学习中需由被动接受逐步转化为主动加工。而在微观层面,事件分割理论(Event Segmentation Theory, n=2)和INTERACT框架(Integrated Model of Multimedia Interactivity, n=1)等被用来作进一步细化研究。

自定步调学习策略的研究内容可归纳为四个方面:(1)自定步调学习策略的有效性(n=6);(2)自定步调学习中特定行为(序列)的作用(n=10);(3)自定步调学习策略何以缓解多媒体学习中的消极影响(n=7);(4)如何优化自定步调学习策略(n=5)。这些研究内容的分布情况及内在联系如图4所示。首先,自定步调学习策略通常涉及学习者个体与学习媒介之间的交互。在探讨自定步调学习策略的有效性时(n=6),学者们分别考察了个体先验知识^[16]和认知风格^[17]的潜在影响。具体而言,相较于低先验知识的学习者,较高先验知识的学习者在自定步调视频学习中更倾向于频繁使用特定的点击行为(如暂停、后退)和观看策略(如回顾先前知识、参考辅助材料),并表现出更积极的学习态度和更好的学习效果^[16]。在认知风格方面,自定步调学习中个体的视觉认知风格相较于听觉认知风格显得更为重要。视觉认知风格与感知认知负荷呈现出微弱的负相关性,但与学习效果之间的相关性并不显著^[17]。同时,学习者与学习媒介之间交互的自由度也影响着自定步调学习策略的有效性。这种自由度主要体现在学习者的可操作性上^[18-21]。例如,通过对学习材料进行分段,系统在特定学习内容片段后进行自动暂停,学习者在这种情况下通常表现出更高的教学效率^[18-19],并在程序性知识的学习中取得更好的学习效果^[20]。此外,随着分段数量的逐渐增加,促进学习者知识保持和迁移的积极效应呈现上升趋势,随后逐渐减弱^[21]。

其次,自定步调学习策略的有效性可向下进一步纵向分层至自定步调学习中特定行为(序列)的作用(n=10)。一方面,自定步调学习中常见的点击行为,如暂停、快进和后退,可能在不同学习情境下发挥不同作用。由此,学者试图建立起学习行为框架,将特定点击行为与学习目的建立联系^[22]。从学习投入视角出发,研究者进一步将这些点击行为背后的潜在目的细分为多种学习投入行为,以更深入地理解这些行为如何影响学习过程和效果^[23]。另一方面,考虑到常见点击行为可能与潜在的学习收益相关,相关研究开始利用XGBoost模型和稳健线性混合模型(Robust Linear

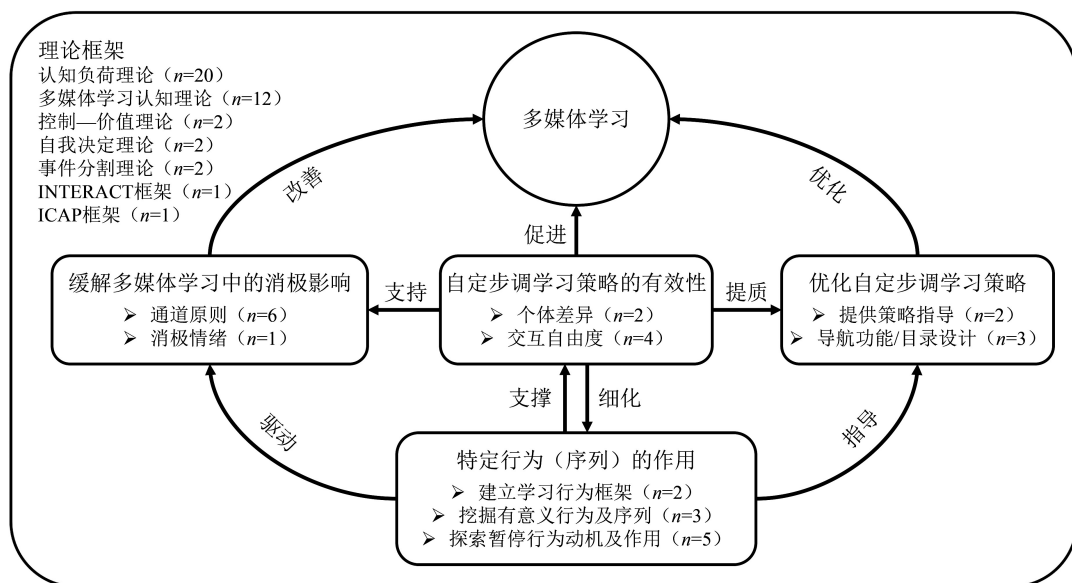


图4 自定步调学习策略在多媒体学习领域的研究内容框架

Mixed Models) 探索视频点击行为与学生成绩之间的相关性,研究发现暂停次数、后退次数等指标能够预测学生学习效果^[24]。此外,研究者从真实学习情境出发,依据前后测学习成绩将学生划分为优异型、勤奋型、漠然型和坚持型四种群体,并进一步探索这些群体是否展现出差异化的自定步调学习模式^[25]。在此基础上,类似的研究通过分析视频观看行为,成功识别出四种与认知投入相关的行为序列,这些行为序列揭示了学生在自定步调学习过程中的深层次认知活动,为理解学习者如何与学习资源互动提供了新视角^[26]。基于先前的探索性研究,研究者逐渐将研究重点聚焦在“暂停”这一特定的点击行为上。实证研究结果表明,无论在面对高度复杂材料之前还是之后,使用暂停的学习者均能获得更好的学习成绩^[27]。同时,相关研究也证实,暂停行为能够帮助学习者提高学习判断的准确性^[28]。此外,由于暂停同时受到瞬时性解释和结构性解释支持^[29],研究者进一步探讨了该行为的潜在动机和影响机制。从潜在动机的角度来看,学习者感知到的理解困难以及视频中有意义的结构断点与暂停行为的增加相关联^[30]。从影响机制的角度来看,暂停可以通过激发额外的认知和元认知过程来增加整体认知负荷,同时在某些情况下,学习者在暂停期间的放松对于短时间内缓解较高认知负荷具有积极效应^[31]。

最后,研究横向扩展至两个关键领域:一是自定步调学习策略如何缓解多媒体学习中的消极影响(n=7),二是如何优化自定步调学习策略以提升学习效果(n=5)。在多媒体学习过程中,学习者认知超载往往是由于视听双通道未能得到有效利用的结果。因此,相

关研究在通道原则的基础上,探讨自定步调学习策略是否能够通过优化认知负荷来消除由不良设计带来的消极影响。具体而言,研究考察了在多媒体教学资源中口语表达不流畅或学习资源中包含非必要文本等情况下,相较于系统步调学习策略,自定步调学习策略是否能够带来更优的学习效果^[32-37]。同时,也有一项研究基于控制—价值理论,探讨了如何利用自定步调学习策略弱化消极情绪带来的负面影响^[38]。此外,研究还深入探讨了优化自定步调学习策略的具体举措。一方面,学习者在自定步调学习过程中往往缺乏主动性^[20]。因此,研究指出,在视频学习之前提供具体策略指导^[39]或明确告知学习任务的价值^[40],对于提升自定步调学习策略的效果具有积极作用。另一方面,考虑到视频内容多以线性方式组织呈现,学习者较难立即把握其内在结构^[41],研究建议,通过引入播放器导航栏^[41-42]或者在资源界面下方设置目录^[43]以帮助学习者更有效地应用自定步调学习策略。

(三)研究设计与效果评价

本研究发现,在研究类型的分布上,绝大多数研究通过实施特定的实验干预开展验证性研究(n=21)。这类研究通常采用单因素被试间实验设计,以验证不同交互自由度下自定步调学习策略的有效性以及特定优化策略的效果;或者通过引入额外的自变量,利用多因素被试间实验设计进一步探究自定步调学习策略在缓解消极影响方面的作用,以及如何通过策略组合实现协同增效。不施加特定干预措施、以探索性研究为目的的研究较少(n=7),这类研究主要通过对学习者行为数据的深入分析,以揭示潜在的学习模式和影响机制。

在实验的初始阶段,众多研究将学习者个体差异作为协变量纳入后续数据分析,个体差异主要包括先验知识($n=17$)、学习兴趣($n=3$)、情绪水平($n=3$)和工作记忆容量($n=3$)等。这些研究通过知识测试和自报告问卷形式评估学习者的个体差异,在此基础上控制潜在干扰变量对数据分析结果的影响,以确保研究结论的准确性和可信度。在实验材料的选择上,自定步调学习策略研究普遍使用教学视频作为实验材料($n=23$),这表明自定步调学习策略可能更加适用于视频学习。此外,仅有12项研究对学习者的自定步调学习时长进行了限定,但这些研究均未提供详细的学习时长平均值和方差数据。鉴于各研究采用的教学材料时长以及学习者的实际学习时长存在显著不一致性,这种差异性是本研究未采用元分析方法进行分析的一个重要因素。

实验研究的因变量选取可划分为三个主要维度:认知、情感和行为。在认知维度上,测量的指标主要包括学习效果(包括保持和迁移)($n=25$)、认知负荷($n=13$)、学习判断($n=2$);在行为维度上,测量的指标涉及学习行为($n=8$)、观看时长($n=4$)、视频参与度($n=1$)等;在情感维度上,测量的指标涵盖了学习动机($n=3$)、情绪水平($n=2$)、学习满意度($n=2$)等。主要通过自报告问卷($n=19$)、知识测试($n=24$)、日志数据($n=8$)和访谈($n=1$)等方法采集相关研究数据。因变量的多元性反映了研究者对不同维度下自定步调学习策略影响因素的全面考量。其中,知识测试主要用于衡量学生的学习效果,包含选择题、匹配题、开放式问题等。问卷主要用于为学生提供自我报告内容的载体,通过不同类型的李克特量表对学生的认知和情感进行衡量。在问卷测量中,频率最高的指标是认知负荷指标,通常采用包括心理努力和心理负荷的二维问卷^[44],或是包括内在、外在、关联认知负荷的三维问卷^[45]。日志数据的采集旨在量化学生学习行为的各项指标,如通过日志数据分析记录学生的视频暂停次数、暂停时长、观看时长、使用进度条上滑块的次数等。访谈主要用于采集相关定性数据,通过对访谈内容的分析辅助验证定量分析得出的结论。

本研究将数据分析方法划分为三个主要类别:差异分析、关联分析和特征分析。其中,差异分析包括方差分析($n=21$)、 t 检验($n=3$)和非参数检验($n=3$);关联分析则涉及多元线性回归($n=7$)、线性混合效应模型($n=1$)、结构方程模型($n=1$)、序列中介分析($n=1$)、相关性分析($n=1$);特征分析包括主成分分析($n=1$)、亲和图法($n=1$)、聚类分析($n=1$)和因子分析

($n=1$)。差异分析方法在研究中的使用频率显著高于关联分析和特征分析,这一现象表明在自定步调学习策略研究中,相对于其影响机制和特征抽取的探讨,研究者对自定步调学习策略的效果评估给予了更多的关注。

五、讨论与总结

近十年间,自定步调学习策略相关研究主要发表在 *Computers in Human Behavior*、*Computers & Education*、*British Journal of Educational Technology* 等教育技术学领域的国际期刊上,发表量呈现逐年增长的趋势。通过对研究框架进行历时性分析可以发现,2014年至2019年期间的研究主要依托实证干预实验范式,系统验证自定步调学习策略的有效性,并探索其在认知负荷和学习效果方面的优势,以明确其适用的边界条件。在此基础上,研究旨在有效利用自定步调学习策略的优势,以缓解由于多媒体学习资源设计不当带来的消极影响,进而进行横向探索研究。随后,在2020年至2024年期间,研究者对自定步调学习策略进一步深化,更多地采用探索性实验和方法纵向挖掘不同学习行为(序列)的作用。自定步调学习策略的四个核心研究内容相互关联和支持,其最终目标导向均为如何改善学习者的多媒体学习效果,共同构建了一个较为全面的研究框架。这些研究不仅关注行为本身,还基于对这些行为作用的理解,思考如何促进和激励有意义行为的产生,从而更好地优化自定步调学习策略,使其更加贴合学习者的实际需要和学习过程的动态变化。

未来研究可从以下三个方面进一步深化研究内容、范式和路径。首先,较多研究未报告学习时长,导致该策略的部分促学效果可能归因于学习时长的增加^[3]。鉴于此,本研究未将学习时长纳入元分析量化自定步调学习策略的效应量,同时也未探索潜在的调节变量。因此,本研究鼓励研究者未来在开展自定步调学习策略的实证研究时,严谨控制并详尽报告学习时长这一关键变量。这有利于未来通过元分析厘清该策略的效应量,检验特定的调节变量,并最终明确自定步调学习策略的有效性及其边界条件。其次,本综述所纳入的实证研究多在实验室环境中进行,样本规模相对较小。未来的研究可借助国家智慧教育公共服务平台、小雅平台等在线学习平台,拓展实验数据集,覆盖更广泛的学习群体、内容主题和教学情境。可以利用大数据分析模型对大规模数据集进行深度挖掘和拟合,以揭示有意义的学习行为模式,从而提出更

具针对性和普适性的教学实践建议^[46]。此外,在获取同一在线平台不同时期的群体数据集之后,可以借鉴教育心理学的研究范式,结合回归模型和元分析方法开展深入探索^[47]。最后,当前研究主流范式遵循“数据收集—观察分析—假设构建—实验验证”的步骤,倾向理论驱动型探究。此范式在多媒体学习认知理论、认知负荷理论等理论框架的指导下,通过实证干预措施严格控制无关变量,并采用方差分析等统计方法揭示各变量间的潜在因果关系。然而,当研究结果未能直接支持初始假设时,往往更多依赖于研究者的经验和实践性判断,这种做法可能会削弱研究的科学性和

严谨性。鉴于此,未来的研究可转向数据驱动的探索路径,充分利用真实在线学习环境中易于获取的大量一手数据,通过严谨的大数据模型和严密的逻辑推理来预测和推演变量之间的统计相关性(即它们变化趋势上的一致性)^[48]。统计相关性虽然是理解变量间关系的重要起点,但不足以确立因果联系。随后,可在实验室环境中设计更为精细的实验,对先前通过数据分析识别出的关系进行验证,从而更准确地揭示自变量与因变量之间的直接效应,并进一步反馈到理论框架的构建中,对其进行必要的修正、完善与优化,确保理论能够更好地解释和指导实践。

[参考文献]

- [1] CASTRO-ALONSO J C, DE KONING B B, FIORELLA L, et al. Five strategies for optimizing instructional materials: instructor-and learner-managed cognitive load[J]. *Educational psychology review*, 2021, 33(4):1379-1407.
- [2] SCHEITER K, GERJETS P. Learner control in hypermedia environments[J]. *Educational psychology review*, 2007, 19:285-307.
- [3] DOMAGK S, SCHWARTZ R N, PLASS J L. Interactivity in multimedia learning: an integrated model [J]. *Computers in human behavior*, 2010, 26(5):1024-1033.
- [4] KALYUGA S. Enhancing instructional efficiency of interactive e-learning environments: a cognitive load perspective [J]. *Educational psychology review*, 2007, 19:387-399.
- [5] PLASS J L, HOMER B D, HAYWARD E O. Design factors for educationally effective animations and simulations [J]. *Journal of computing in higher education*, 2009, 21:31-61.
- [6] HASLER B S, KERSTEN B, SWELLER J. Learner control, cognitive load and instructional animation [J]. *Applied cognitive psychology*, 2007, 21(6):713-729.
- [7] LOWE R, SCHNOTZ W. Learning with animation: research implications for design[M]. Cambridge:Cambridge University Press, 2008.
- [8] VANDEWAEETERE M, CLAREBOUT G. Cognitive load of learner control: extraneous or germane load? [J]. *Education research international*, 2013, 2013(1): 902809.
- [9] KARICH A C, BURNS M K, MAKI K E. Updated meta-analysis of learner control within educational technology [J]. *Review of educational research*, 2014, 84(3):392-410.
- [10] SIDDAWAY A P, WOOD A M, HEDGES L V. How to do a systematic review: a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses[J]. *Annual review of psychology*, 2019, 70(1):747-770.
- [11] MOHER D, LIBERATI A, TETZLAFF J, et al. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement[J]. *International journal of surgery*, 2010, 8(5): 336-341.
- [12] NADERIFAR M, GOLI H, GHALJAIE F. Snowball sampling: a purposeful method of sampling in qualitative research [J]. *Strides in development of medical education*, 2017, 14(3).
- [13] MAYER R E. The Cambridge handbook of multimedia learning[M]. 3rd ed. Cambridge:Cambridge University Press, 2022.
- [14] LAWSON A P, MAYER R E. Role of individual differences in executive function for learning from distracting multimedia lessons[J]. *Journal of educational computing research*, 2024, 62(3): 756-784.
- [15] ROEBERS C M. Executive function and metacognition: towards a unifying framework of cognitive self-regulation [J]. *Developmental review*, 2017, 45:31-51.
- [16] LI L Y. Effect of prior knowledge on attitudes, behavior, and learning performance in video lecture viewing [J]. *International journal of human-computer interaction*, 2019, 35(4/5):415-426.
- [17] KOĆ-JANUCHTA M M, HÖFFLER T N, PRECHTL H, et al. Is too much help an obstacle? Effects of interactivity and cognitive style on learning with dynamic versus non-dynamic visualizations with narrative explanations[J]. *Educational technology research and*

development, 2020,68:2971–2990.

- [18] SCHROEDER N L, CRAIG S D. The effect of pacing on learners' perceptions of pedagogical agents [J]. *Journal of educational computing research*, 2017,55(7):937–950.
- [19] SCHROEDER N L, CHIN J, CRAIG S D. Learner control aids learning from instructional videos with a virtual human [J]. *Technology, knowledge and learning*, 2020,25(4):733–751.
- [20] BIARD N, COJEAN S, JAMET E. Effects of segmentation and pacing on procedural learning by video [J]. *Computers in human behavior*, 2018,89:411–417.
- [21] DOOLITTLE P E, BRYANT L H, CHITTUM J R. Effects of degree of segmentation and learner disposition on multimedia learning [J]. *British journal of educational technology*, 2015,46(6):1333–1343.
- [22] YÜRÜM O R, YILDIRIM S, TAŞKAYA-TEMİZEL T. An intervention framework for developing interactive video lectures based on video clickstream behavior: a quasi-experimental evaluation[J]. *Interactive learning environments*, 2023,31(10):6611–6626.
- [23] SEO K, DODSON S, HARANDI N M, et al. Active learning with online video: the impact of learning context on engagement[J]. *Computers & education*, 2021,165:104132.
- [24] YÜRÜM O R, TAŞKAYA-TEMİZEL T, YILDIRIM S. The use of video clickstream data to predict university students' test performance: a comprehensive educational data mining approach[J]. *Education and information technologies*, 2023,28(5):5209–5240.
- [25] LIAO C H, WU J Y. Learning analytics on video-viewing engagement in a flipped statistics course: relating external video-viewing patterns to internal motivational dynamics and performance[J]. *Computers & education*, 2023,197:104754.
- [26] KUHLMANN S L, PLUMLEY R, EVANS Z, et al. Students' active cognitive engagement with instructional videos predicts STEM learning[J]. *Computers & education*, 2024,216:105050.
- [27] LIU T C, LIN Y C, KALYUGA S. Effects of complexity-determined system pausing on learning from multimedia presentations[J]. *Australasian journal of educational technology*, 2022,38(1):102–114.
- [28] MERKT M, BODEMER D. Learning with videos: do task instructions and the availability of a pause button matter?[J]. *Journal of computer assisted learning*, 2024,40(6):2856–2871.
- [29] MERKT M, BALLMANN A, FELFELI J, et al. Pauses in educational videos: testing the transience explanation against the structuring explanation[J]. *Computers in human behavior*, 2018,89:399–410.
- [30] MERKT M, HOPPE A, BRUNS G, et al. Pushing the button: why do learners pause online videos?[J]. *Computers & education*, 2022,176:104355.
- [31] LEE J Y, DONKERS J, JARODZKA H, et al. Different effects of pausing on cognitive load in a medical simulation game[J]. *Computers in human behavior*, 2020,110:106385.
- [32] CHEON J, CROOKS S, CHUNG S. Does segmenting principle counteract modality principle in instructional animation?[J]. *British journal of educational technology*, 2014,45(1):56–64.
- [33] KÜHL T, EITEL A, DAMNIK G, et al. The impact of disfluency, pacing, and students' need for cognition on learning with multimedia[J]. *Computers in human behavior*, 2014,35:189–198.
- [34] CHEN C Y. Cognitive support for learning computer-based tasks using animated demonstration[J]. *Interactive learning environments*, 2016,24(4):859–874.
- [35] IZMIRLI S, KURT A A. Effects of modality and pace on achievement, mental effort, and positive affect in multimedia learning environments[J]. *Journal of educational computing research*, 2016,54(3):299–325.
- [36] ROP G, SCHÜLER A, VERKOEIJEN P P J L, et al. The effect of layout and pacing on learning from diagrams with unnecessary text[J]. *Applied cognitive psychology*, 2018,32(5):610–621.
- [37] CHEN C Y, YEN P R. Learner control, segmenting, and modality effects in animated demonstrations used as the before-class instructions in the flipped classroom[J]. *Interactive learning environments*, 2021,29(1):44–58.
- [38] CHEN L, ZENG S, WANG W. The influence of emotion and learner control on multimedia learning [J]. *Learning and motivation*, 2021,76:101762.
- [39] LIN Y C, LIU T C, KALYUGA S. Strategies for facilitating processing of transient information in instructional videos by using

- learner control mechanisms[J]. Instructional science, 2022,50(6):863–877.
- [40] STARK L, MALKMUS E, STARK R, et al. Learning-related emotions in multimedia learning: an application of control-value theory[J]. Learning and instruction, 2018,58:42–52.
- [41] MERKT M, SCHWAN S. How does interactivity in videos affect task performance?[J]. Computers in human behavior,2014,31: 172–181.
- [42] COJEAN S, JAMET E. Does an interactive table of contents promote learning from videos? A study of consultation strategies and learning outcomes[J]. British journal of educational technology, 2022,53(2):269–285.
- [43] YU Q, GOU J, LI Y, et al. Introducing support for learner control: temporal and organizational cues in instructional videos[J]. British journal of educational technology, 2024,55(3):933–956.
- [44] PAAS F G W C. Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: a cognitive-load approach [J]. Journal of educational psychology, 1992,84(4):429–434.
- [45] KLEPSCH M, SCHMITZ F, SEUFERT T. Development and validation of two instruments measuring intrinsic, extraneous, and germane cognitive load[J]. Frontiers in psychology, 2017,8:1997.
- [46] PLUCKER J A, MAKEL M C. Replication is important for educational psychology: recent developments and key issues [J]. Educational psychologist,2021,56(2):90–100.
- [47] YU Q, SCHUNN C D. Understanding the what and when of peer feedback benefits for performance and transfer [J]. Computers in human behavior, 2023,147:107857.
- [48] 刘三女牙,周子荷,李卿. 再论“计算教育学”:人工智能何以改变教育研究[J]. 教育研究,2022,43(4):18–27.

2014–2024 Systematic Review of Self-paced Learning Strategies in Multimedia Learning

YANG Jiumin, YU Qiuchen, LI Yan, FANG Rui, LI Nichen

(Faculty of Artificial Intelligence in Education, Central China Normal University, Wuhan Hubei 430079)

[Abstract] In the field of multimedia learning, the research is shifting from the "teacher-centered" optimization design to the "student-centered" application strategy. This study aims to investigate the application characteristics and research progress of self-paced learning strategies in multimedia learning. An analytical framework is constructed around three dimensions of publication trends and research contexts, theoretical frameworks and research contents, and research designs and effectiveness evaluations. And a systematic review of 28 international empirical research literature from abroad is conducted. It is found that researches on self-paced learning strategies have been increasing annually, with a predominant focus on the context of higher education. The researches mostly rely on important theoretical foundations such as cognitive load theory and the cognitive theory of multimedia learning, and are carried out around four core contents: the effectiveness of self-paced learning strategies, the role of specific learning behaviors (sequences), the mitigation of negative effects in multimedia learning, and the optimization of self-paced learning strategies. Confirmatory experiments are employed in most researches, considering individual differences such as prior knowledge and working memory, and self-report questionnaires and knowledge tests are used to assess dependent variables, including cognitive load and learning effect (retention and transfer). Based on these findings, this paper proposes specific recommendations from three aspects: expanding research contents, enriching research paradigms, and innovating research approaches.

[Keywords] Self-paced; Learner Control; Learning Strategy; Multimedia Learning; Systematic Review