

学习分析作为元认知反思支架的效能研究

毛 刚

(浙江师范大学 教师教育学院, 浙江 金华 321004)

[摘 要] 学习分析是以教育大数据为基础的技术应用,能够增进我们对教学规律和学习特征的认识。但是,在进一步发挥学习分析的应用价值,评估学习分析在促进学习者认知和元认知发展的成效方面缺乏研究。文章在理论分析的基础上,提出学习分析可以作为学习者元认知反思支架的观点。以大学生数字文献阅读为情境的实验研究发现,学习分析及其反馈能够有效地激发学习者元认知反思意识,进而促进学习行为调整和优化,主要表现在学习时间管理、阅读速度、干扰控制等能力指标上;学习者可能需要持续的元认知反思支持,主要体现在撤去学习分析支持后,部分学习者会恢复到惯常的行为模式;基于学习分析的元认知反思支持在短时间内难以对学习成绩产生显著影响。

[关键词] 学习分析; 元认知; 反思支架; 学习行为

[中图分类号] G434

[文献标志码] A

[作者简介] 毛刚(1981—),男,湖北黄冈人。讲师,博士,主要从事学习分析、教育数据挖掘、知识资源服务理论与方法等方面的研究。E-mail:catihg@sina.com。

一、问题的提出

学习分析是教育数据挖掘与应用背景下的研究热点。以社会网络分析、语义分析和统计分析为代表的多种技术被广泛应用到教育数据分析中,实现对学生学习、教师教学与管理的量化分析。从机构层面看,相当多的研究证实,基于学习分析的应用在降低辍学率、改善学习体验、提升资源推荐精准性等多个方面具有显著效果。但是,从个体学习层面看,研究者发现,学习者在行为数据上的表现并不完全能够体现在学习成绩或学术成就上^[1]。学习者在网络学习空间中的参与度和投入水平不足,在交互层次和深度学习上的表现并不让人满意^[2-4]。在较短时间内观察学习分析对学习结果的影响,可能并不足以证实学习分析的效能。那么,对于学习过程而言,学习分析是否使学习者更加深入地了解自我学习的特点,从而促进了学习者的行为优化呢?

研究者将注意焦点集中到元认知领域。元认知是学习者对自我学习的关照,表现为学习者对学习目标

的确定、学习行为的自我调节和学习结果的自我反思等^[5]。学习行为是学习者内在认知与元认知特征的外在表现。在网络学习环境下,基于行为数据的分析不仅能够了解学习者的认知水平,还能够发现学习者对自我学习的控制和调节特征。刘红霞等人通过挖掘学习者的过程性数据,分析其学业自我效能水平,并与问卷调查结果相互佐证。研究发现,基于学习过程数据的分析可以支持任务设计、支架设计和反馈设计,并能够有效提升学习者的自我效能感^[6]。李士平等人验证了数据表征元认知的方法,发现在网络学习环境下,学习者查阅作品、查看自身学习情况和参与交互的行为数据是反映其元认知水平的重要指标^[7]。

数据不仅能够表征元认知,基于数据的分析和反馈还能够激发学习动机,提升学习者的元认知表现。Panaoura 等人在数学问题解决学习中,为学生提供观察遇到问题障碍时的表现反馈,发现可以有效增强他们的自律能力,提升数学学习表现^[8]。Muldner 认为,以学习分析为基础的仪表盘能够帮助学习者监控自我学习情绪状态和学习活动进展,为促进积极情感、提

高学习动机提供支持^[9]。杨雪等人通过对行为日志数据的分析,帮助学生认识到自我学习中的拖延行为,支持教师根据学生拖延的程度开展合适的干预。研究结果表明,基于学习分析的信息反馈和干预能够有效地维持学生的学习动机,增强自我效能感,学习者在时间管理、拖延次数和同伴互动等反映元认知水平的指标上得到了显著的提升^[10]。

根据维果斯基“最近发展区”与“教学支架”理论解析这些研究可以发现,成人学习者本身并不缺乏学习能力和自我反思的潜能(处于最近发展区内),给予行为数据分析和反馈(支架),能够激发学习反思,引起学习行为上的自我管理、控制与优化调节。Hill与Hannafin认为,技术支持的支架分为四种类型,分别是概念支架(支持知识学习)、元认知支架(支持如何思考)、过程性支架(支持如何应用资源和工具)、策略性支架(支持方法选择)^[11]。基于以上分析,可以获得这样一个判断:基于学习行为数据的分析与反馈可以作为学习者元认知反思的支架。理论上,这一支架能够帮助学习者更清晰地认识自我学习的特点,激发他们更主动地开展基于反思的学习。但是,在实践中,学习分析作为元认知反思支架的效能如何呢?特别是学习分析支持的学习环境并不是无处不在的,当学习者脱离学习分析支持,他们是否还能主动激活元认知意识?他们的元认知知识与技能是否能够得到保持甚至提高?因此,开展“学习分析的分析研究”,不仅要关注进行时的认知与元认知发展状态,更要研究将来时(即撤去学习分析支持后)的学习表现^[12]。

二、研究设计

(一)研究假设

本课题的研究问题是学习分析作为元认知反思支架的效能如何?这里涉及两个子问题:第一,学习分析作为反思支架是否能够有效地改善学习者的学习?体现在哪些方面?第二,学习分析支持的学习反思是否具有保持效应,即当反思支架撤去后,学习者是否能够继续保持良好的状态?

根据以上问题提出假设:

- (1)学习分析是激发学习者元认知反思的有效支架,有助于学习者优化调节学习行为;
- (2)学习分析对学习反思的影响具有保持效应,并通过学习行为表现出来;
- (3)基于学习分析的元认知反思能够有效提升学习者的学习成绩。

(二)研究对象

研究以大学生数字文献阅读课程为平台,采取混合学习的方式,要求学习者在网络学习平台上完成文献阅读,并在课堂教学环节开展基于主题的讨论。课程的主要目标是拓展学生的科学研究视野,提升学生的科研论文阅读能力。课程持续时间为6周,教师会在课堂讨论前3~5天发布主题阅读材料包,阅读材料包中包含1篇英文文献和3~4篇中文文献。

123名大学三年级学生选修这门课程。为验证研究提出的假设,按照自然班将123名学生分为两组,实验组60人,控制组63人。

(三)研究方法

研究以周为单位,通过为实验组和控制组提供不同的分析反馈来调查学习分析对学生学习行为的影响。为验证论文提出的两个假设,整个实验划分为两个阶段,如图1所示。第一阶段实验持续6周,验证学习分析在激发学习反思、促进学习者行为优化调节方面的作用。第二阶段实验在课程的后两周实施,检验在没有学习分析支持的情况下,学习者的行为是否能够得到良好的保持。实验组学习者在阅读学习过程中能够得到学习分析的反馈支持,主要目的在于激活学习者的元认知反思能力,提升阅读投入水平。

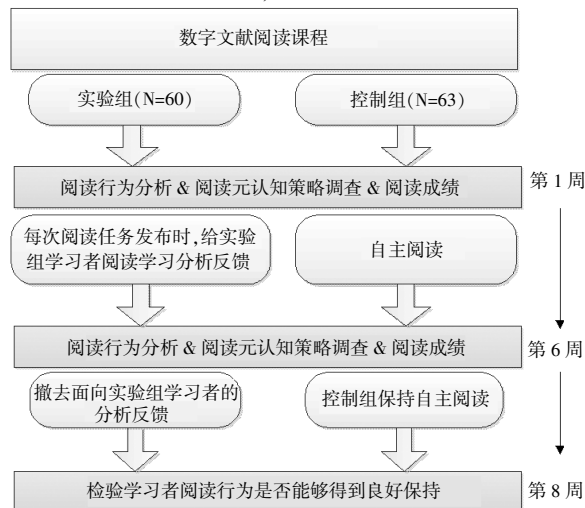


图1 实验设计

在数据获取方面,以标记行为数据为中介,开展对学习者的元认知水平的分析。阅读标记心理研究发现,标记可以为学习者的理解加工提供重要线索,帮助读者表征文章的组织结构,强化信息提取和信息加工,促进阅读理解与保持^[13]。作为一种阅读伴随行为,标记是一种自然的行为,不会对阅读产生过多的干扰。因此,标记是一种理想的、可用于监测学习者元认知水平的中介性行为。多种数字阅读资源管理平台都能够记录学习者的标记数据,例如CNKI E-Study、

表 1 不同阶段学习者对自我学习的调控状态

阶 段	组 别	有效样本/实际人数	阅读速度(字/分钟)	中断次数(次)	时间利用效率	注意力保持时间
Week1	实验组	37/60	52.31(15.63)	5.22(1.87)	0.36(0.18)	31.16(8.35)
Week1	控制组	42/63	54.28(13.27)	5.98(1.62)	0.38(0.15)	29.00(8.05)
Week6	实验组	49/60	60.65(8.14)	4.27 (1.59)	0.59(0.13)	34.84(3.84)
Week6	控制组	45/63	55.21(16.01)	5.69 (1.57)	0.49(0.16)	32.33(9.32)

PDF 阅读器等。通过提取学生标记文本中的标记时间、空间位置、各类型标记数量等数据,对学习者的阅读过程中的时间管理、注意力控制、阅读速度等反映元认知水平的指标进行深度分析。分析结果以可视化的方式反馈给学生,其中包括学习者个体阅读状态数据和集体平均状态数据,如图 2 所示。在实验过程中,考虑到学生阅读特点的差异,建议但不强制学生采用标记阅读策略。

学习者的阅读成绩通过开放性的问答测试获取。根据文献阅读课程的教学目标,设定一系列的问题,其中包括文献研究的主题是什么?作者选择的研究对象和方法是什么?研究获得了哪些结论?研究具有什么样的启示?学习者在阅读后自由作答,并在课堂讨论前将答案上传到学习系统。学生成绩由两名课程助理依据答案标准分别打分,取平均分作为学生阅读成绩。对于打分存在较大差异的,讨论协商后再给出分数。

在学习者阅读元认知发展上,采用 Mokhtari 和 Reichard 提出的阅读元认知意识量表。该量表从整体阅读策略(例如我总是带着目的开展阅读)、支持性阅读策略(例如我会用下划线或圈点文本中的信息以帮助记忆)和问题解决策略(例如我会根据所读内容调整阅读速度)三个方面检测学习者对阅读学习的自我管理和控制^[14]。量表设计 30 个题目,并采用里克特 5 级评分方法采集学习者问卷数据。根据实验设计,分别在第 1 周和第 6 周开展阅读元认知意识问卷调查。

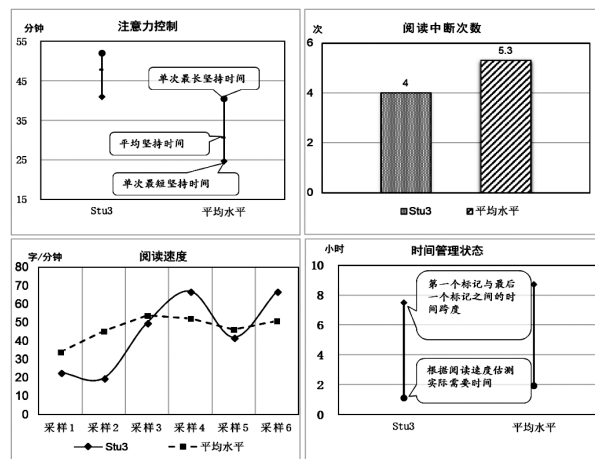


图 2 阅读学习分析反馈样例

三、研究结果

(一)学习分析及反馈支持下的学习者阅读学习表现

通过对样本数据的初步整理发现,相较于中文文献,学习者在英文文献阅读中标记阅读的主动性更高,标记数据更能反映学习者的英文阅读特征与能力。事实上,课堂讨论环节也暴露出学习者英文文献阅读能力较弱,对文章的综合理解水平不高等问题。标记是学生在英文文献阅读中最常见的支持性行为。另外,由于个体阅读习惯的差异,并不是所有的学习者每次阅读时都会采用标记阅读策略。因此,每周采集的样本数据并不总是一样,只能将有效样本作为相应组别的代表。通过对第 1 周和第 6 周学习者阅读标记数据的统计,获得学习者对自我学习的调控状态数据,见表 1。

实验结果显示,经过 6 周的学习,实验组学习者在阅读速度、中断控制、时间利用效率和注意力保持水平方面得到明显的提升。应用独立样本 T 检验方法,对第 6 周学习者的阅读调控状态进行进一步的分析。研究发现,与控制组相比,实验组学习者在相关指标上得到了显著的提升。其中,阅读速度变得更快($t=2.136, p=0.035<0.05$),中断次数更少($t=-4.349, p=0.000\leq 0.000$),时间利用效率更高($t=3.308, p=0.001<0.05$),在注意力保持水平上,两组没有显示出显著差异($t=1.678, p=0.097>0.05$)。

为更清晰地看到学习者在 6 周学习中的变化,对实验组和控制组组内进行配对样本检验。结果显示,实验组学习者在阅读速度($t=3.594, p=0.000\leq 0.000$)、中断次数($t=-4.299, p=0.001<0.05$)、时间利用效率($t=-7.129, p=0.000\leq 0.000$)三个方面发生了显著的变化,而控制组只在时间利用效率上有所提升($t=-3.077, p=0.004\leq 0.05$)。

(二)撤去学习分析支持后学习者的阅读学习表现

实验从第 6 周开始进入第 2 阶段,无论实验组还是控制组均没有获得学习状态反馈。在第 8 周对学习者阅读标记数据进行采集,获得学习者阅读状态数据,见表 2。

表2 第8周学习者阅读投入保持状态

组别	有效样本/实际人数	阅读速度 (字/分钟)	中断次数 (次)	时间利用效率	注意力保持时间
实验组	40/60	56.43 (11.60)	3.89 (1.25)	0.51 (0.14)	30.98 (9.15)
控制组	42/63	52.98 (12.12)	4.63 (1.75)	0.40 (0.09)	29.60 (7.95)

独立样本 T 检验显示,实验组学习者在阅读速度 ($t=2.133, p=0.036<0.05$)、中断次数 ($t=-2.258, p=0.027<0.05$)、时间利用效率 ($t=4.119, p=0.000<0.000$) 三个方面仍然保持较高的水平。

为进一步观察学习者在实验持续的8周时间内的动态变化,以每周为时间节点,对阅读速度、中断次数、时间利用效率和注意力保持时间的平均数进行描绘,如图3所示。可以看出,经过6周的学习,反映学习者阅读调控水平的各项指标均有了积极的变化,其中实验组的表现更为突出。

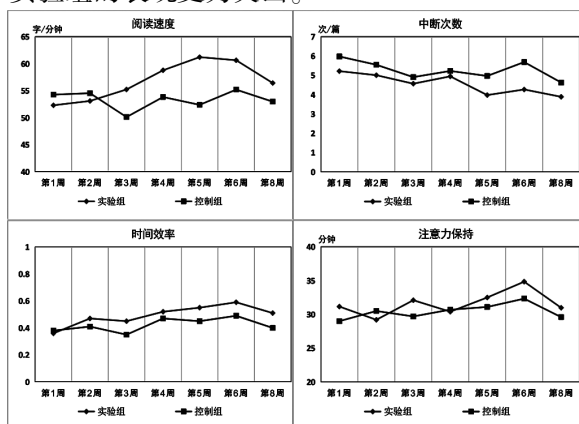


图3 学习者各周学习状态

(三)学习分析支持下的元认知调查与阅读学习成绩分析

学习者行为的优化调节来自于反思的驱动,但外显性的行为难以反映学习者内在元认知的全部变化。因此,在第1周和第6周对实验组和控制组学习者进行阅读元认知策略调查。研究发现,在第1周,两组学习者在元认知策略上没有显示出显著差异。在第6周,实验组学习者在整体阅读策略 ($t=-2.939, p=0.010<0.05$)、支持性阅读策略 ($t=-3.239, p=0.005<0.05$) 和问题解决策略 ($t=-2.86, p=0.013<0.05$) 等指标上均表现出显著差异。

基于学习分析的元认知反思对学习结果的影响也是本研究关注的一个方面。通过收集学习者每一周的测试成绩,获得相应数据。解读数据,学习者的课程学习成绩呈现缓慢上升的趋势,但实验组和控制组在

阅读成绩上并没有表现出显著差异。综合元认知知识调查数据和阅读成绩数据,可以更清晰地观察到基于学习分析的元认知反思对学习成绩并没有显著的影响,如图4所示。

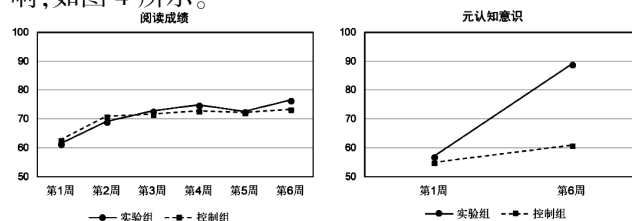


图4 学习者阅读成绩与元认知知识

四、讨论

(一)学习分析与反馈是支持学习反思、促进学习行为优化调节的有效支架

阅读是一个需要学习者投入认知与元认知两个方面多种要素的学习活动。阅读过程中的时间管理、速度控制、注意力调节不仅是学习者认知能力的反映,更是其元认知水平的直接体现。通过6周的学习,实验组学习者的阅读表现更为突出。在阅读时,他们注意排除外在干扰,并且能够在限定的时间内完成阅读任务。显然,基于标记行为数据的分析和反馈为学习者反思自我学习过程,调节学习行为提供了有效的线索。已有研究发现,在多媒体学习环境下,学习者往往对自主学习的过程疏于管理^[15]。出现这种现象的主要原因在于,他们不能自发激活元认知,即使在了解元认知的重要性并具备相关知识的情况下也是如此^[16]。有效的外在线索是学习者搭建个体反思支架的重要资源。它之所以能够发挥作用,根本原因在于这种支架以学习者自身行为数据为基础,以自我反思和评价为动力,并通过学习行为调整和优化不断强化其结构。Chen 同样发现,为学习者提供学习状态反馈,不仅能够提升阅读的投入水平,还能够进一步提高阅读标注的质量^[17]。

根据以上分析,可以证实本文提出的第一个假设,即学习分析是激发学习者元认知反思的有效支架,有助于优化学习者的学习行为。

(二)学习分析对学习反思和行为调节的保持效应有待进一步观察

在撤去学习分析支持后,实验组学习者在阅读投入上仍然优于控制组学习者。从统计分析角度,这一结果表明,基于学习分析的反馈对支持学习者优化和保持学习行为具有积极作用。事实是不是这种情况呢?为此,我们抽取第1、3、6、8周的有效标记样本数据进行配对筛选,发现各组均有稳定的保持标记阅读

习惯的学习者,其中实验组 24 人,控制组 27 人。这一数据说明,学习分析及其反馈进一步强化了本来就采用标记阅读策略的学习者的行为,并且改善了部分较少使用标记策略的学习者的行为。

实验组中选择标记阅读策略的学习者数量有所减少,相关指标趋势走向值得特别注意。出现这种现象的原因可能是多方面的。现代阅读心理研究表明,标记反映了学习者的阅读需要,是学习者对自身阅读策略、习惯、材料组织能力等方面的不足进行弥补的重要方式^[18]。标记在一定程度上可以降低学习者的认知负荷,但另一方面则对学习者的元认知监控提出了较高的要求。元认知负荷的增加可能会给不擅长采用反思性学习策略的学习者带来压力。另一方面,根据支架设计的渐退性原则,在学习者能够自主承接教师设定的学习任务时,可以撤除脚手架支持。由于课程安排以及时间限制,实验在第 6 周后撤去了学习分析支持,部分学习者可能尚未形成稳定的反思性学习习惯。在撤去学习分析支持后,面对学习情境对认知以及元认知提出的高要求,学习者采取“更舒服”的学习方式可能是一种自然选择。对这一类学习者,不仅需要提供更长时间、更多维度的学习反思支持,还要在学习策略和方法上提供相应的帮助。

根据以上分析,不能完全证实本文提出的第二个假设,即学习分析对学习反思的影响具有一定的保持效应,但部分学习者在失去反思支持后可能会恢复到习惯的学习方式。

(三)学习分析对自主学习情境下学习者成绩的影响尚未显现

自主学习是大学生的主要学习方式,要求学习者具备较高的学习管理能力。Zimmerman 指出,自主学习是一个循环的过程,需要学习者制定任务计划、持续监控自我学习表现并反思学习结果。这一循环需要学习者持续的反思,并为后续的学习做好准备^[19]。基于学习分析的支持为学习反思搭建支架,促进学习行为的优化调节。具体到本案例中,表现为学习者能更积极地采用标记阅读策略,阅读速度更快、阅读更专注、时间利用效率更高。总之,学习者的阅读学习更高效。

学习者在阅读成绩上处于上升通道,但这种改变并不是学习反思这一独立要素促成的。综合学习者元认知报告和行为表现,可以获得这样一个基本认识,

即高效的学习并不等同于高水平的认知理解。出现这一现象的原因可能是多方面的。第一,自主学习情境下的学习结果检测是非强制性的,学习者个体责任的激活程度对问题回答会产生影响;第二,开放性的问题设计通常检测学习者的综合思维能力,通过一般性的问答测验可能难以实现对学习者真实水平的准确测量;第三,学习者反思能力的激活可以实时反映在学习行为上,但对学习成绩的影响可能需要更长的时间才能凸显出来。

综合以上分析,在学习分析促进学习成绩提升这一命题上,还需要开展更深入的实证研究予以证实。

五、结 论

学习分析与反馈是促进学习者元认知反思的有效支架。在确定的时空环境下,学习分析对学习的影响更多的可能是改变学习者的体验。这种体验意味着更积极地投入、深度沉浸以及由此带来的自我满足和愉悦。这一支架之所以能够有效提升元认知意识,需要满足一些前提条件。第一,以学习者自然学习状态下的自发行为基础,开展基于行为数据的深度分析,实现对学习者内在学习特征的深刻理解。第二,适时的、以学习者为中心的学习状态反馈是支持学习者自我搭建心理支架的关键,目的在于为学习者关照和理解自我学习提供更多的机会。第三,持续的学习分析、信息反馈和行为优化调节可以形成良性的循环,不断强化这一心理支架将从根本上改变学习者的整体面貌。

学习分析支持下的行为优化和调节是有效的,但对后续学习的影响有待进一步实践研究。从理论上讲,学习分析与反馈能够有效地引发自我意识的觉醒,由此引起的学习者行为的改变会对未来的学习带来深远的影响。但是,在富资源、富技术的网络学习环境下,学习活动形式的多样性对学习分析应用提出了非常高的要求。同时,在宽松的网络自主学习环境下,学习者对自我学习的监督要求并不迫切。如何激发学习者的主动性,并使其表现在行为操作层面?分析哪些学习行为能够准确把握学习者的个体特征?什么样的信息反馈能够有效激发学习反思并引发行为调节?什么时候撤出学习分析支持还能让学习者保持良好的学习状态?对此,需要在更长的时间跨度上,对反映学习者能力发展水平的行为进行持续的跟踪与分析。

[参考文献]

- [1] 郑勤华,李秋劫,陈丽. MOOCs 中学习者论坛交互中心度与交互质量的关系实证研究[J]. 中国电化教育, 2016(2): 58-63.
- [2] 梁云真,赵呈领,阮玉娇,等. 网络学习空间中交互行为的实证研究——基于社会网络分析的视角[J]. 中国电化教育, 2016(7): 22-28.

- [3] 朱珂.网络学习空间中学习者交互分析模型及应用研究[J].电化教育研究,2017(5):43-48.
- [4] 郑兰琴,李欣,黄荣怀,等.网络学习空间中同伴互助焦点和手段的研究[J].中国电化教育,2017(3):76-81.
- [5] 汪玲,郭德俊.元认知的本质与要素[J].心理学报,2000(4):458-463.
- [6] 刘红霞,赵蔚,李士平.学习分析视角下学习设计对大学生学业自我效能的影响研究——兼论学习设计与学习分析的一致性[J].现代远距离教育,2017(5):58-65.
- [7] 李士平,赵蔚,刘红霞,等.数据表征元认知:基于学习分析的网络自主学习行为研究[J].电化教育研究,2017(3):41-47.
- [8] PANAOURA A, GAGATIS A, DEMETRIOU A. An intervention to the metacognitive performance: Self-regulation in mathematics and mathematical modeling[J]. *Acta didactica universitatis comenianae mathematics*, 2009(9):63-79.
- [9] MULDER K, WIXON M, RAI D, et al. Exploring the impact of a learning dashboard on student affect[C]// International conference on artificial intelligence in education. Switzerland: Springer international publishing, 2015:307-317.
- [10] 杨雪,姜强,赵蔚,等.大数据时代基于学习分析的在线学习拖延诊断与干预研究[J].电化教育研究,2017(7):51-57.
- [11] HILL J R, HANNAFIN M J. Teaching and learning in digital environments: the resurgence of resource-based learning[J]. *Educational technology research & development*, 2001, 49(3):37-52.
- [12] 韩锡斌,黄月,马婧,等.学习分析的系统化综述:回顾、辨析及前瞻[J].清华大学教育研究,2017(3):41-51,124.
- [13] 何先友,莫雷.国外文章标记效应研究综述[J].心理学动态,2000(3):36-42.
- [14] MOKHTARI K, REICHARD C A. Assessing students' metacognitive awareness of reading strategies.[J]. *Journal of educational psychology*, 2002, 94(2):249-259.
- [15] LAWLESS K A, BROWN S W. Multimedia learning environments: issues of learner control and navigation[J]. *Instructional science*, 1997, 25(2):117-131.
- [16] BANNERT M, HILDEBRAND M, MENGELKAMP C. Effects of a metacognitive support device in learning environments[J]. *Computers in human behavior*, 2009, 25(4):829-835.
- [17] CHEN C M, WANG J Y, CHEN Y C. Facilitating english-language reading performance by a digital reading annotation system with self-regulated learning mechanisms[J]. *Educational technology & society*, 2013, 17(1):102-114.
- [18] 田学红,张东.文章标记效应的类型、产生机制研究[J].首都师范大学学报(社会科学版),2004(1):114-118.
- [19] ZIMMERMAN B J. Becoming a self-regulated learner: an overview[J]. *Theory into practice*, 2002, 41(2):64-70.

Study on Effectiveness of Learning Analysis as a Metacognitive Reflective Scaffold

MAO Gang

(Faculty of Teacher Education, Zhejiang Normal University, Jinhua Zhejiang 321004)

[Abstract] Learning analysis is a technology application based on educational big data, which can improve our understanding of teaching laws and learning characteristics. However, there is not much research on the application value of learning analysis and on assessing the effectiveness of learning analysis in promoting learners' cognitive and metacognitive development. This study proposes that learning analysis can be used as learners' metacognitive reflective scaffold, and the experiment is conducted on the basis of college students' digital literature reading activities. The study finds that learning analysis and its feedback can effectively stimulate learners' awareness of metacognitive reflection, and then promote the adjustment and optimization of learners' learning behaviors, which mainly manifests in study time management, reading speed, interference control and so on. Learners may need continuous metacognitive reflection support, for some learners will turn back to the habitual behaviors after the learning analysis support is withdrawn. Moreover, it is difficult for the metacognitive reflective scaffold based on learning analysis to have a significant impact on learners' academic performance in a short period of time.

[Keywords] Learning Analysis; Metacognition; Reflective Scaffold; Learning Behavior