

线索在多媒体学习中的作用*

王福兴 段朝辉 周宗奎

(青少年网络心理与行为教育部重点实验室; 华中师范大学心理学院, 武汉 430079)

摘要 线索在多媒体学习中作为一种重要的教学设计形式, 具有引导注意、组织和整合信息的功能。综述已有研究发现, 线索具有引导学习者加工特定位置信息、忽视无关信息干扰的功能; 在特定条件下帮助学习者整合图-文信息, 并且提高学习者的学习效果; 但对于线索信息组织功能尚缺少充分而有力的证据。关于线索对学习效果的影响, 大部分研究证实线索能够促进学习。但是由于线索的多样性以及学习材料的复杂性, 线索能否有效地提高学习效果仍然存在争议。从认知负荷理论视角综述发现, 线索加入并没有明显降低学习者感知到的主观认知负荷; 从知觉加工视角而言, 线索作为突显的刺激会吸引学习者的注意, 从而简化学习者在知觉加工阶段的视觉搜索。未来研究仍然需要关注以下问题: (1) 线索是否真的被学习者所注意和加工? (2) 重视学习材料多样性比较和不同线索类型差异探讨, (3) 关注学习者经验影响, (4) 如何在教学设计上保证线索的有效性。

关键词 线索; 多媒体学习; 注意引导; 认知负荷; 整合

分类号 B849:G44

伴随着技术的进步, 高效而丰富多彩的多媒体被广泛关注。由于多媒体可以有效地利用其外部视觉和空间表征传递信息, 帮助学习者建构复杂的知识或结构性心理表征(Hegarty, 2005; Imhof, Scheiter, Edelman, & Gerjets, 2012; Kriz & Hegarty, 2007; She & Chen, 2009)。所以, 基于动态视觉呈现(dynamic visualization)、动画、视频等多种计算机技术的指导性多媒体被教育者广泛使用, 以帮助学习者识记知识、构建心理表征和理解学习材料(Lowe, 2004; Mayer, 2005b; Mayer & Moreno, 2002)。

1 多媒体学习中的线索

多媒体包含复杂且多层面的信息, 需要消耗学习者的工作记忆或认知资源(Mayer, 2005b)。以动画形式的多媒体为例, 呈现动态的信息虽然会

有利于学习者了解过程性信息, 但是动画呈现的信息具有多信息同时呈现、高复杂性和转瞬即逝的特点, 学习者不仅要加工当前信息还要记住之前的信息, 给其带来了巨大的认知负担(Höfler & Leutner, 2007; Tversky, Morrison, & Betrancourt, 2002)。因此, 在多媒体学习中, 如何有意识地引导学习者的注意和信息加工显得尤为重要。如果把重要的视觉信息通过高亮、颜色、加粗等视觉线索的方式告知学习者, 能否促进学习者对知识的理解和问题的解决呢? 一些研究给出了肯定的答案(Canham & Hegarty, 2010; Grant & Spivey, 2003)。

线索(cue)是指在多媒体学习中采用非内容信息(比如: 颜色、箭头、闪烁)方式来引起学习者注意, 从而引导学习者注意关键信息, 以促进学习效果的一种教学设计方式(De Koning, Tabbers, Rikers, & Paas, 2007, 2009)。也有研究使用信号(signaling)一词来指代线索(Dodd & Antonenko, 2012; Mautone & Mayer, 2001; Mayer, 2009, pp. 108–117; Moreno, 2007; Ozcelik, Arslan-Ari, & Cagiltay, 2010), 为了方便理解本文统一使用线索一词。

收稿日期: 2013-03-15

* 青少年网络心理与行为教育部重点实验室开放课题(2012B07)和华中师范大学中央高校基本科研业务费重大科研培育项目(CCNU11C01005)资助。

通讯作者: 周宗奎, E-mail: zhouzk@mail.ccnu.edu.cn

有关线索类型的分类,不同的研究者观点迥异。有的研究者从全局的视角去看待线索,将其分为标题(headings, titles)、功能词(function and relevance indicators)、列举(enumeration)和排版(typography)等类别(Mautone & Mayer, 2001)。Mayer 在其《多媒体学习剑桥手册》中将线索分为言语线索(verbal signaling)和视觉线索(visual signaling)两大类。言语线索包括列举大纲(topic shifts)、标题(outlines or headings)和强调重要信息(signaling the spoken text)等;视觉线索包括箭头(arrows)、颜色(color)、聚光灯(spotlight)和手势(gesture)等(Mayer, 2005b)。但是上述的分类方式也存在不足,如被很多研究者视为线索之一的速度(Fischer, Lowe, & Schwan, 2008; Fischer & Schwan, 2010)却并不包含其中。已往综述中并没有对具体的线索类型进行归类,而是按照线索的功能来对其进行划分(De Koning et al., 2009)。因此,本文综述了已有研究,尝试把线索归为物理线索和时空线索两类。其中,物理线索是指基于物体物理属性变化而产生的线索,如:对比度变化(luminance or spotlight-cueing) (De Koning et al., 2007; De Koning, Tabbers, Rikers, & Paas, 2010a)、箭头(Kriz & Hegarty, 2007; Lin & Atkinson, 2011)、颜色(Boucheix & Lowe, 2010; Ozcelik, Karakus, Kursun, & Cagiltay, 2009)、颜色变化或高亮(highlighting) (Crooks, Cheon, Inan, Ari, & Flores, 2012; Jamet, Gavota, & Quaireau, 2008; Ozcelik et al., 2010)等;而时空线索是指基于物体时间和空间位置的变化而产生的线索,如:动态箭头(Boucheix & Lowe, 2010)、变化字体样式(Mautone & Mayer, 2001)、速度变化(Fischer et al., 2008; Fischer & Schwan, 2010)和特定区域缩放(Amadiou, Mariné, & Laimay, 2011)等(参见表1)。

2 线索在多媒体信息整合中的角色

Mautone 和 Mayer (2001)在总结以往研究的基础上,提出了线索具有引导注意(guiding attention)、引导知识的组织(guiding the process of organizing knowledge)和引导知识整合(guiding the process of integrating knowledge) 3 个作用。后来,De Koning 等人(2009)进一步简化为选择(selection)、组织(organization)和整合(integration) 3 个功能。3 个功能的基本假设是线索可以引导学

习者注意学习任务相关的信息,简化其视觉搜索过程,帮助学习者找到重要信息,腾出工作记忆空间用于整合信息和建构心理表征,进而促进其学习的效果(De Koning et al., 2009)。

2.1 注意引导功能

线索的注意引导(或选择功能)是指引导学习者注意多媒体中特定的位置和信息(对理解原理、建构心理表征有用的重要信息) (De Koning et al., 2009; Jamet et al., 2008)。这种观点较早出现在 Mautone 和 Mayer (2001)的研究中(实验1)。在其实验中研究者测试了多种线索形式(导读、连接词、加粗、斜体),发现线索对注意具有引导作用,并且线索组学习成绩更高。后来, Bétrancourt (2005)提出了注意引导原则(attention-guiding principle)的概念来突出线索在多媒体学习中的重要作用,并且建议使用视觉线索引导学习者注意学习材料中重要的内容。

很多研究发现,注意引导能够促进多媒体环境下学习者的学习效果(综述见: De Koning et al., 2009)。综述已有研究,线索之所以引导注意并提升学习效果有两个重要原因。第一,线索作为一种突显刺激可以引导被试关注重要信息出现的区域。Ozcelik 等人(2010)利用颜色作为线索并记录学习的眼动过程,发现被试对相关信息的注视次数更多、总注视时间更长。De Koning 等人(2010a)也发现了类似的结果,即学习者对于那些研究者设计的线索区域注视次数更多、注视时间更长。Boucheix 和 Lowe (2010)的研究也发现线索组在任务相关兴趣区的眼动注视更多。第二,减少无关信息的加工。即线索的出现能够让学习者关注与学习有关的信息,忽视无关的信息(Kalyuga, Chandler, & Sweller, 1999; Tabbers et al., 2004)。比如:多媒体眼动研究发现,线索能够提高对任务相关信息的搜索效率,缩短信息的搜索时间(Ozcelik et al., 2010)。Boucheix 和 Lowe (2010)的研究发现当使用动态颜色作为线索时,被试对学习材料中低视觉突显但在学习主题高相关的兴趣区注视更多、注视时间更长,说明学习者可能忽视了视觉高突显性而更多关注与学习主题相关的信息区域。

对重要信息线索化有利于信息的选择,提高对此信息内容的理解,因而提高学习效果。当然,我们也需要看到线索对于注意的引导假设,只是 在一些特定的线索条件下得到了验证,比如:颜

表 1 线索在多媒体学习中的作用概要

文章及发表时间	文章关键词	线索形式	线索功能	学习结果测验	线索对学习的积极作用	线索对认知负荷是否有影响
Mautone & Mayer, 2001	Signaling	Color, Arrows, Icons, Slower and deeper intonation	Attention guiding, Organization Integration	Retention test, Transfer test *	部分支持(该研究实验 1 和实验 3 仅在 Transfer test 上线索主效应不显著)	※
Tabbers, Martens, & van Merriënboer, 2004	Cueing	Color	Attention guiding Integration	Retention test *, Transfer test	部分支持♀	无
Boucheix & Guignard, 2005	Signaling	Color, Arrows, Instruction	Attention guiding Integration	Comprehension (recall, transfer, explanation *) test, Delayed post test	部分支持	无
De Koning et al., 2007	Cueing, Attention	Luminance, Spotlight	Attention guiding	Comprehension test *, Transfer test *	支持 #	无
Kriz & Hegarty, 2007	Signaling Bottom-up	Arrows, Speed control	Attention guiding Integration	General understanding, Mental models, Trouble shooting, Learning time	不支持△	※
Mautone & Mayer, 2007	Signaling	Colored lines and arrows, Shadings	Attention guiding Organization Integration	Relational statements and causal statements *, Learning time *	支持	※
Moreno, 2007	Signaling	Headings, Highlighting words	Attention guiding Integration	Retention test *, Transfer test	部分支持	有
Jamet et al., 2008	Cueing, Attention guiding	Red color	Attention guiding	Diagram completion task *, Process retention task *, Function retention task *, Transfer task	部分支持	※
Ozcelik et al., 2009	Color coding	Color	Attention guiding Integration	Retention test *, Matching test *, Transfer test *	支持	无
Boucheix & Lowe, 2010	Cueing	Spreading-color, Dynamic arrows	Attention guiding Organization	Comprehension test * Learning time *	支持	※
De Koning et al., 2010a	Cueing, Visual attention	Shading	Attention guiding	Comprehension test, Transfer test	不支持	无
De Koning et al., 2010b	Cueing	Luminance	Attention guiding,	Retention test *, Inference test *, Transfer test *	支持	无
Fischer & Schwan, 2010	Cueing Signaling	Blinking color, speed	Attention guiding, Organization	Written descriptions, Mechanics knowledge test *	部分支持	无
Ozcelik et al., 2010	Signaling effect	Change color, Red color, Black color	Attention guiding, Integration	Retention test, Transfer test *, Matching test *	部分支持	※
Amadiou et al., 2011	Cueing Attention	Zoom on	Attention guiding, Integration	Comprehension test, Problem solving task *	部分支持	无
De Koning, Tabbers, Rikers, & Paas, 2011	Cueing	Luminance, Speed	Attention guiding Integration	Comprehension test, Transfer test	不支持	无
Lin & Atkinson, 2011	Visual cueing	Red Arrows	Attention guiding	Retention test, Learning time *, Learning efficiency *	部分支持	无
Crooks et al., 2012	Visual cueing	Change color, Dynamic arrows	Attention guiding, Integration	Free recall test, Matching test, Comprehension test, Spatial recall test	不支持	无

注：为了方便展示研究脉络，表中文献按照发表的先后时间呈现；*表示线索组在该测验成绩显著高于非线索组；#“支持”是指线索组在“学习结果测验”列出的测验上均好于非线索组；△“不支持”是指“学习结果测验”列出的测验上均没有发现显著线索主效应；♀“部分支持”是指线索组仅在部分测验上差异显著；※表示该研究没有测量线索对认知负荷的影响。

色(Kalyuga et al., 1999; Ozcelik et al., 2010; Ozcelik et al., 2009)和对比度变化(De Koning et al., 2007, 2010a)。而对于其它的线索条件,并没有得出一致而显著的结论,一些眼动研究也没有给出满意的答案。这说明线索对学习的引导机制是一个很复杂的问题,这个问题将会在展望部分进行阐述。

2.2 信息组织功能

信息组织功能是指线索能够建立多媒体的连贯结构或强调其本身的组织关系(Mautone & Mayer, 2001)。在Mautone和Mayer(2001)的研究中(实验2),研究者使用声音和语调作为线索来强调学习内容的逻辑和组织关系(符合线索信息组织功能的界定)。该研究发现声音线索组的保持测验和迁移测验成绩均高于非线索组。Mautone和Mayer(2007)研究发现,线索呈现促进了学习者对学习材料的关系表述。而Fischer和Schwan(2010)通过操作空间线索(闪烁颜色)和时间缩放(速度变化),发现高速呈现的动画有利于个体对机械原理的理解和加工。此研究中,这种时间缩放作为一种重要的时间变化线索,能明显促进学习者对学习材料组织关系和结构的理解。也有研究者结合物理线索和时空线索采用随动画渐变颜色的方式研究了钢琴系统的工作原理,结果发现这种能够显示机械工作原理的内部线索可以提高学习成绩(Boucheix & Lowe, 2010)。

相对于线索的注意引导功能,关于线索组织功能的研究较少,一些研究结论也仅仅来自文本加工的推论,即线索有利于识别和表征文本学习材料的结构性组织,并且提高保持测验成绩(De Koning et al., 2009)。表1归纳的18项实证研究中,线索具有组织功能的仅4项。此类研究较少的主要原因是很多学习材料很难符合组织功能界定。其次,很多线索(比如:颜色、对比度、动态变化)都是直接指向注意的,而能体现组织功能的线索(比如:声音、提纲、标题)在最近几年研究中被偏向使用教学指导技术的研究者所忽视。

2.3 信息整合功能

根据Mautone和Mayer(2001)的阐释,整合功能是指线索可以帮助学习者将新知识与原有知识建立联系。而后来研究者在实证研究基础上将其界定为理解多媒体各成分间关系(比如:闪电图示与文字解释之间关系),帮助学习者建构一个连贯的心理表征;并且将其分为单一关系表征(比

如:图片或文字)和多关系表征(比如:图片与文字)(De Koning et al., 2009)。由于多媒体更多涉及图-文整合,所以从比较宽泛的意义上讲,在注意引导功能中涉及到图-文信息加工的材料大部分都体现了线索的整合功能。比如:Ozcelik及其同事采用包含图示信息和文字说明的学习材料(神经元突触传递和涡轮发动机)研究发现,相对非线索条件,线索组视觉搜索的有效性更高、定位相关信息的时间更短;较短的搜索定位时间与较高的迁移测验成绩呈正相关(Ozcelik et al., 2009, 2010)。

在具有图-文信息的多媒体中,学习者必须在图形表征和对应的文字表征间建立联系(比如:把动滑轮原理示意图与文字说明对应起来),并且把图-文信息整合为一个准确的心理模型与原有经验建立联系。线索作为一种提示性信息,可以帮助学习者建立图-文之间的连接、建构一个整合的心理表征或心理模型。除了以上直接体现图-文整合的研究,对于线索具有整合功能的研究更多的是基于迁移测验、问题解决任务等进行推测。因为迁移任务和问题解决任务不仅需要理解具体知识,更重要在于把知识作为一个整体形成一个系统的表征和模型进行应用以解决实际问题。线索的这种整合功能在引导问题解决任务(Grant & Spivey, 2003; Thomas & Lleras, 2007)和多媒体学习中都得到了验证。但是Crooks等人(2012)采用包含文字解释的关系线索(动态箭头)试图促进学习者对图文信息的整合,却没有发现线索在学习成绩上的明显效应。所以,这种线索整合的功能也并不是在所有的研究中都能得到证实(比如:Jamet et al., 2008; Lin & Atkinson, 2011),具体见表1中归纳。这种研究结论不一致也说明了对于线索整合功能的探讨和研究还有待深入,尤其是如何准确测得线索是否真正促进了多媒体学习中图-文信息的整合过程和整合效果,仍然需要直接有效的实证数据支持。

3 线索能否促进多媒体学习效果么?

线索作为教学设计的一项重要技术,没有什么比影响最终的学习成绩更能引起教学设计者和学习者的兴趣。根据线索功能推论,如果加入线索后可以引导注意,并且帮助选择、组织和整合信息,那么预期的假设应该是线索可以提高多媒

体学习成绩。但是,从表1汇总的18项研究发现仅有5项研究结果发现线索可以促进多媒体学习效果,9项结果部分支持,剩余4项没有发现显著差异。

很多研究发现,线索可以促进多媒体学习效果(Jeung, Chandler, & Sweller, 1997; Mautone & Mayer, 2007)。比如:Kalyuga等人(1999)研究发现,使用颜色视觉线索能够在文字和图片信息间建立联结,从而促进学习效果。De Koning及其同事使用心血管系统动画作为学习材料,采用把一定周围区域变暗突出显示特定信息进行线索提示,结果发现线索组的各项学习测验成绩均显著高于非线索组(De Koning et al., 2007, 2010b)。一些使用颜色线索研究也发现,线索可以帮助学习者建构心理模型并提高学习成绩(例如:Boucheix & Lowe, 2010; Keller, Gerjets, Scheiter, & Garsoffky, 2006; Ozcelik et al., 2009)。

但是,也有一些研究发现线索对学习没有作用。比如:Kriz和Hegarty(2007)研究发现虽然线索将注意指向了与任务相关的信息上,但学习者并没有表现出更好的测验成绩。De Koning等人的两项研究同样发现线索对学习成绩没有积极影响作用(De Koning et al., 2010a, 2011)。有趣的是,对比该团队的其它研究,即使使用了相同的多媒体学习材料和近似的实验变量操作,线索对学习效果的影响却得出了不同的结论(促进作用见:De Koning et al., 2007, 2010b)。在其他研究中也发现线索加入并没有对学习结果产生影响(例如:Crooks et al., 2012; Fischer & Schwan, 2010)。

然而,在有些研究中发现线索可以促进学习的部分证据(Boucheix & Guignard, 2005; Moreno, 2007; Tabbers et al., 2004)。比如:在Mautone和Mayer(2001)研究的实验1和实验3都发现线索组迁移测验成绩显著高于非线索组,但是在保持测验上差异不显著;但在实验3中多媒体动画上却没有发现线索的作用,仅仅在文本文字和声音解说上发现了线索对学习的促进作用。Lin和Atkinson(2011)利用红色箭头引导学习材料中重要信息,结果发现线索缩短了被试学习时间,并提高了学习效率;但是在保持测验上线索并没有显著的促进作用。在其它一些研究中也发现了类似的结果(Amadiou et al., 2011; Jamet et al., 2008; Ozcelik et al., 2010),具体见表1中提供的信息。

之所以会出现线索影响多媒体学习效果不一致的结论,可能受到学习加工深度的影响。线索可以引导学习者关注重要的区域,但是这并不等于可以让学习者准确理解和建构重要信息(Kriz & Hegarty, 2007),这也说明提取视觉信息的知觉加工和编码与信息建构心理模型的概念加工是两个不同的过程。换言之,仅仅把学习者注意引导到特定位置停留于浅层的表面水平,而这种表面水平引导并不能让被试在概念水平上有更深层次加工或者让知识之间建立特定联结(De Koning et al., 2010b)。当然,这种推测还需要更多实证研究的验证。

4 如何看待线索在多媒体学习中的作用

4.1 认知负荷理论。

对线索作用的理论解释,引用最多且最具有解释力的是认知负荷理论(Cognitive Load Theory, CLT)。从CLT角度,个体的认知资源是有限的,而搜索、组织和整合有关的多媒体信息被认为是消耗认知资源的额外任务(De Koning et al., 2007)。基于此,线索的加入会减少被试用于搜索、组织和整合信息时的资源消耗,从而释放更多的资源用于与学习有关的活动或进行深加工。即这种带有线索的多媒体教学设计会降低个体的外部负荷(extraneous load),从而促进学习效果(认知负荷理论见:Paas, Renkl, & Sweller, 2003; Sweller, 1988)。在多媒体学习环境中,个体需要加工来自视觉、听觉等多通道信息,需要整合来自图片、图形、图示、文字、解说等多层面信息,所以线索可以有效地降低认知负荷这种观点得到了一些研究者的认可(见:Mayer & Moreno, 2003; Wouters, Paas, & van Merriënboer, 2008)。

但是,一些最近的实证研究并没有支持线索可以降低认知负荷的假设。研究发现线索的加入并没有降低学习者在学习过程中的认知负荷和心理努力度,至少在主观评定的认知负荷上没有发现预期的假设(De Koning et al., 2007, 2010a, 2010b; Tabbers et al., 2004)。在表1中,除了6项没有测量认知负荷外,剩余的12项研究中有11项显示线索没有降低认知负荷的作用,仅有1项显示线索可以降低认知负荷。比如:在Lin和Atkinson(2011)的研究中,虽然线索缩短了学习时间并且增加了学习效率,但是线索并没有降低

被试主观报告的认知负荷。Amadiou 等(2011)的研究也没有发现线索可以降低学习者认知负荷和感知到的任务难度, 仅在交互作用上发现了线索可以降低外部认知负荷。De Koning 等人采用了经典的认知负荷测量方法(Paas, 1992), 但是在其 3 个研究中都未发现线索可以降低被试的认知负荷(De Koning et al., 2007, 2010a, 2010b)。其他研究也发现了同样的结果(Ozcelik et al., 2009; Tabbers et al., 2004)。

只有在较早的一项研究中发现, 颜色编码的线索能够降低学习者的主观认知负荷(Kalyuga et al., 1999)。最近研究中, 仅有 Moreno (2007)研究中发现线索能减少感知到的认知负荷。相对于那些不能降低认知负荷的研究, 这些研究毕竟显得太稀少了。

4.2 知觉加工理论

多媒体学习研究中, 一般采用颜色、变化刺激、箭头等作为线索提示的方式, 而这些刺激都属于突显刺激。根据知觉加工理论, 具有辨别特征的刺激或目标是有益于视觉搜索的(Itti & Koch, 2000; Treisman & Gelade, 1980)。所以, 一些研究者从知觉加工中外源性注意和突显刺激角度解释线索的作用机制, 即这些线索的突显特性(salience)会吸引学习者的注意, 将其引导到设计者希望学习者加工的相关视觉信息上(Hillstrom & Chai, 2006; Jamet et al., 2008)。Schnotz 和 Lowe (2008)把多媒体动画中的知觉突显分为视空对比(visuospatial contrast)和动态对比(dynamic contrast)两种形式。其中视空对比是指视觉场景中体积较大、颜色鲜艳、特殊形状和居中位置等不同于周围特征的知觉突显特性(类似于本文的物理线索), 而动态对比是指随着时间变化而移动或改变的实体(类似于本文的时空线索)。比如: 有研究者采用颜色变化和闪烁呈现多媒体材料, 发现其学习效果要好于静态呈现(Craig, Gholson, & Driscoll, 2002); 从知觉加工理论角度, 这是一种自下而上的加工方式, 通过多媒体的外部视觉化设计来影响学习过程和学习效果。比如: Jamet 等人(2008)发现突显的颜色变化线索可以促进学习。因为突显刺激可以自动捕获注意, 影响被试加工信息时的知觉选择, 从而缩短信息搜索的时间, 释放更多的认知资源用于信息整合和材料组织(Mayer, 2005a; Schnotz, 2005)。Ozcelik 等人

(2009)也发现颜色线索不仅提高了学习成绩, 而且引导了被试的注意分配, 让被试信息搜索时间更短、更准确。

知觉加工理论基本的逻辑思想是与认知负荷理论相一致的, 目的都在于减轻学习者的认知加工负担。最近, 从知觉加工资源角度解释多媒体学习过程获得了一些研究者认可(Crooks et al., 2012; Rummer, Schweppe, Fürstenberg, Scheiter, & Zindler, 2011)。但是, 基于视觉加工的突显理论而提出的解释面临一些困境。第一, 理论的外部效度受到质疑。该理论更多的是来自于基础研究领域, 而针对多媒体学习中线索作用的实证研究很少。少数的研究也仅仅是引用视觉突显理论来解释结果, 而没有在设计上对研究材料进行实证的验证(比如: Crooks et al., 2012; Ozcelik et al., 2009, 2010)。所以, 借用一个基础理论来解释教育心理学中偏向应用的研究, 难免会存在外部效度问题。要想真正从视觉突显角度解释线索对多媒体学习的影响作用, 还需要未来研究者开展针对多媒体材料的实证研究, 从而验证这种理论的有效性。第二, 忽视了学习者的经验, 即自上而下的加工对视觉突显的影响。研究发现, 新手学习者在学习动画材料时, 很难识别和加工与学习任务有关的重要信息, 因为他们会被动画中鲜艳的颜色、快速移动物体等表面特征所吸引(Lowe, 1999, 2004)。最后, 该理论对于线索在知觉加工最初阶段是如何区分相关信息和无关信息仍然缺乏强有力的证据。

综合两个理论对线索在多媒体学习中作用机制的解释发现, 对线索功能理论上的阐释仍然比较局限, 很多假设和推论不能具体、缺少实证。可以看出, 线索作用的理论解释仍然十分薄弱。目前还缺少一个综合性理论来解释线索加工的知觉和认知过程。

5 总结与展望

5.1 总结

通过以上论述并且结合表 1 的统计, 文章结论认为线索在多媒体学习中作为一种重要的教学设计形式, 可以突显特殊的位置和信息, 并且引导学习者注意和加工这些特定信息; 线索能够在一定程度上帮助学习者进行图-文信息整合, 建构心理表征, 并提高学习成绩。但是对于线索的信

息组织功能(即突出和强调多媒体结构和组织关系),还缺少充分而有力的研究证据。综合表1中内容,如果把部分支持线索对学习的积极作用考虑在内,大部分研究发现线索加入可以提高多媒体学习成绩。但这些研究更多是颜色线索,说明颜色线索在多媒体学习中可以促进学习;也有一些研究没能发现线索可以促进学习者的学习成绩;由于线索的多样性以及学习材料的复杂性,线索能否有效地促进和提高学习效果仍然需要深入研究。基于认知负荷理论视角,线索加入并没有明显降低学习中的认知负荷;但是线索作为知觉加工中的突显刺激,可以引导学习者关注特定信息、有利于知觉加工阶段的视觉搜索。通过对文献综述和总结也可以看到,线索在多媒体学习中确实具有潜在的意义和价值,学习材料中合适的线索设置对知识的学习和理解具有帮助作用。

5.2 研究展望

正如前面论述中所提到的一些问题,未来研究仍然需要在以下方面进一步探索。第一,被试是否真的看到了线索?由于多媒体学习中会同时呈现大量图片、文字或动态信息,并且多媒体呈现方式具有转瞬即逝的特性。所以,被试能否真正注意到线索受到质疑。很有可能在学习者真正注意到线索前,线索已经消失或者被其他的刺激信息干扰了。如果多媒体中大量信息呈现会干扰线索识别和加工,未来研究中可以通过控制学习者的认知卷入来改进。比如:要求学习者对材料进行自我解释(De Koning et al., 2010b; Roy & Chi, 2005)。

Mayer (2010)认为有关多媒体学习的研究仅仅是关心影响因素起什么作用的问题,而对于何时起作用却被忽视。因为对于学习者而言,不仅要在快速呈现的大量信息中识别哪些信息被线索化了,而且还要在时间上准确地加工这些线索化的信息。当然,这个问题可以采用眼动技术来即时记录被试的注视过程,从而考察被试是否注意到了线索(Hyönä, 2010; Mayer, 2010; Scheiter & van Gog, 2009; van Gog & Scheiter, 2010)。由于眼动技术具有记录过程性信息的技术优势,未来研究要想探讨线索在多媒体学习中的注意引导功能和对学习的影响,眼动应该成为学习测验的重要辅助和技术首选。

但是,即使眼动数据显示被试看到了线索,

这种注视的加工能否与学习成绩之间有必然的联系,很少有研究给出充足的证据,仅在少数研究中有类似的尝试。比如:有研究者把线索兴趣区眼动数据作为预测变量、线索类型作为类别预测变量、测验成绩作为因变量,利用回归模型对眼动数据和理解测验进行了分析,结果发现兴趣区注视指标与理解测验成绩呈显著正相关(Boucheix & Lowe, 2010)。此外,现有研究对于多媒体学习中的眼动探索主要采用兴趣区的注视次数和总注视时间来考察学习者的认知加工过程(参见: Boucheix & Lowe, 2010; De Koning et al., 2010a; Meyer, Rasch, & Schnotz, 2010),缺乏对眼动数据时间进程和其他指标的挖掘(Hyönä, 2010, p. 174; Mayer, 2010, p. 168)。

第二,由于研究者所使用的材料复杂性,研究结论没法统一和直接比较,缺少基于一些特定实验材料的系统而多视角的研究。关于线索研究中得出的结论,都是基于特定的学习材料。现有研究结论涉及的多媒体学习材料至少10种以上,比如:心血管系统(De Koning et al., 2007, 2010a, 2010b)、神经元结构(Amadiou et al., 2011; Ozcelik et al., 2009)、岩石形成(Lin & Atkinson, 2011)、人的发声器官(Crooks et al., 2012)、大脑结构(Jamet et al., 2008)和涡轮发动机(Ozcelik et al., 2010)等。有很多研究者也承认,其研究中得出的结论可能具有材料特定性,如何把一个材料得出的结论推广和概括化到其他材料中是一个需要关注的问题(De Koning et al., 2010b)。这也就出现了所谓的边界条件(boundary condition),即针对某些特定人群、采用某些特定的实验材料、并在某一特定的学习环境下,多媒体学习所适用的特定原则或结论才会有效(Mayer, 2010)。所以,如果某些线索研究结论存在边界条件,未来研究在引用和借鉴别人研究,并且使用已有研究解释和讨论自己研究结果时需要注意边界的限制。

第三,对于学习者学习经验的忽视。根据建构主义学习理论,一个重要的问题被多媒体线索研究者所忽视,即学习者在学习前已经知道了什么。但现有的很多研究中被试选择上刻意控制了被试的先前经验,倾向于选择低经验被试(De Koning et al., 2011; Fischer & Schwan, 2010; Mautone & Mayer, 2001; Moreno & Mayer, 1999)。一些研究认为,之所以没有验证预期的假设,可

能是由于实验中对于被试的经验进行了控制(Jamet et al., 2008)。比如:所有被试在测试得分上偏低而出现地板效应。有研究者也承认,多媒体学习仅考虑了设计上的改进可能是不够的,必须要考虑到学习的背景和学习者的知识经验(Kriz & Hegarty, 2007, p. 929)。

从认知资源加工角度,线索设置的主要目的是为了降低学习者在多媒体环境中的认知资源消耗,提高学习效果。但是,同样的线索对于新手可能是有效的,对于有经验学习者或专家而言可能会显得信息冗余,甚至会不利于其学习,这也就出现了多媒体学习的经验逆转效应(Kalyuga, 2007; Kalyuga & Renkl, 2010)。即多媒体学习中的各种设计方式,会受到被试本身经验的影响而产生截然相反的效果(参见:Lowe, 2004; Spanjers, Wouters, van Gog, & van Merriënboer, 2011)。

第四,区分不同线索类型,对特定线索做排他性验证和总结。同样是引导注意分配,不同类型线索所扮演的作用是截然不同的。比如:有关箭头线索的研究发现,该线索没有作用,不能引导注意和促进学习(Boucheix & Lowe, 2010; Kriz & Hegarty, 2007)。但是大部分颜色线索的研究发现,颜色线索可以引导注意并利于知识学习(Kalyuga et al., 1999; Ozcelik et al., 2009, 2010)。为何会产生这种差异呢?从线索定义、知觉加工理论和认知负荷理论可以推测,颜色线索仅仅是改变了关键信息视觉表征特性,并没有增加新的元素和内容,对认知负荷没有影响;而箭头线索就在原有材料基础上增加了新的元素和内容,间接增加了学习者的认知负荷。此外,结合前面提到的多媒体材料复杂性,一些线索的作用之所以不显著可能是多媒体本身就包含了较为简单的元素或者具有良好的结构性信息,还没有复杂到需要外部线索进行注意引导。比如:Mautone 和 Mayer (2001)研究中使用的闪电形成、Kriz 和 Hegarty (2007)研究中使用的冲水马桶,这些材料都是结构简单且信息清晰的。针对以上问题,未来研究应该探讨哪些特定类型的线索会更加有效,或者哪些特定类型的线索会在限定的情况下起重要作用,而其他情况则是无效的,即上述提到的边界条件限制。

第五,对于线索如何促进学习,尤其是线索组织和整合功能仍然存在很多争议,并且很多结

论也不够明朗,缺乏直接而且让人信服的实证研究。虽然研究者基于一些实证研究,提出了线索具有选择、组织和整合的功能。但是对于线索的组织和整合功能主要是基于迁移测验的推测,说服力不足(De Koning et al., 2009; Mautone & Mayer, 2001)。比如:De Koning 等人(2007)在解释线索对迁移测验的影响时将其归结为可以帮助学习者形成连贯的图式,这种推论其实是没有客观依据的。此外,在很多研究中研究者对线索促进学习的原因都没有深入的讨论,也没有在结果中对其进行单独的分析。比如Boucheix 等人研究中,对于颜色线索和言语线索的不同作用就没有进行很好的区分与讨论(Boucheix & Guignard, 2005; Boucheix & Lowe, 2010)。虽然线索在引导学习者注意上是十分有效的,但是注意引导还不足以让学习者对信息进行组织,并且把信息整合成一个完整的图式表征或知识结构。对于线索的整合功能,还需要深入探讨,尤其是线索如何促进多信息整合,以什么形式整合,以及什么时间整合。而目前对于线索组织功能的研究很少,未来研究还有很多问题需要揭示。

最后,在研究中还有一个重要问题被很少涉及,即线索在有些情况下可能是无效的,甚至适得其反地阻碍了学习。比如:Moreno (2007)试图使用视觉线索方式把有效教学技能教授给学习者,在线索条件下,重要的教学技能以红色高亮的视觉方式呈现,结果并没有发现线索的促进作用。研究者认为,呈现线索可能会强迫学习者分离其视觉注意,从而阻碍了学习的加工过程。线索无效的另外一种可能解释是多媒体中动态信息干扰了注意线索的加工。以多媒体动画为例,动画中很多动态特征(比如:物体或人物移动、闪烁或发光的物体)可能会把一些空间视觉线索淹没,甚至干扰被试加工这些线索(De Koning et al., 2009)。所以,如何从教学设计角度保证线索的有效性还需要进一步验证。

参考文献

- Amadiou, F., Mariné, C., & Laimay, C. (2011). The attention-guiding effect and cognitive load in the comprehension of animations. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 36–40.
- Bétrancourt, M. (2005). The animation and interactivity principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.),

- The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 287–296). New York: Cambridge University Press.
- Boucheix, J.-M., & Guignard, H. (2005). What animated illustrations conditions can improve technical document comprehension in young students? Format, signaling and control of the presentation. *European Journal of Psychology of Education*, 20(4), 369–388.
- Boucheix, J.-M., & Lowe, R. K. (2010). An eye tracking comparison of external pointing cues and internal continuous cues in learning with complex animations. *Learning and Instruction*, 20(2), 123–135.
- Canham, M., & Hegarty, M. (2010). Effects of knowledge and display design on comprehension of complex graphics. *Learning and Instruction*, 20(2), 155–166.
- Craig, S. D., Gholson, B., & Driscoll, D. M. (2002). Animated pedagogical agents in multimedia educational environments: Effects of agent properties, picture features and redundancy. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 428–434.
- Crooks, S. M., Cheon, J., Inan, F., Ari, F., & Flores, R. (2012). Modality and cueing in multimedia learning: Examining cognitive and perceptual explanations for the modality effect. *Computers in Human Behavior*, 28(3), 1063–1071.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2007). Attention cueing as a means to enhance learning from an animation. *Applied Cognitive Psychology*, 21(6), 731–746.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2009). Towards a framework for attention cueing in instructional animations: Guidelines for research and design. *Educational Psychology Review*, 21(2), 113–140.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2010a). Attention guidance in learning from a complex animation: Seeing is understanding? *Learning and Instruction*, 20(2), 111–122.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2010b). Learning by generating vs. receiving instructional explanations: Two approaches to enhance attention cueing in animations. *Computers & Education*, 55(2), 681–691.
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M. J. P., & Paas, F. (2011). Attention cueing in an instructional animation: The role of presentation speed. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 41–45.
- Dodd, B. J., & Antonenko, P. D. (2012). Use of signaling to integrate desktop virtual reality and online learning management systems. *Computers & Education*, 59(4), 1099–1108.
- Fischer, S., Lowe, R. K., & Schwan, S. (2008). Effects of presentation speed of a dynamic visualization on the understanding of a mechanical system. *Applied Cognitive Psychology*, 22(8), 1126–1141.
- Fischer, S., & Schwan, S. (2010). Comprehending animations: Effects of spatial cueing versus temporal scaling. *Learning and Instruction*, 20(6), 465–475.
- Grant, E. R., & Spivey, M. J. (2003). Eye movements and problem solving: Guiding attention guides thought. *Psychological Science*, 14(5), 462–466.
- Hegarty, M. (2005). Multimedia learning about physical systems. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 447–465). New York: Cambridge University Press.
- Hillstrom, A. P., & Chai, Y.-C. (2006). Factors that guide or disrupt attentive visual processing. *Computers in Human Behavior*, 22(4), 648–656.
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2007). Instructional animation versus static pictures: A meta-analysis. *Learning and Instruction*, 17(6), 722–738.
- Hyönä, J. (2010). The use of eye movements in the study of multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 172–176.
- Imhof, B., Scheiter, K., Edelmann, J., & Gerjets, P. (2012). How temporal and spatial aspects of presenting visualizations affect learning about locomotion patterns. *Learning and Instruction*, 22(3), 193–205.
- Itti, L., & Koch, C. (2000). A saliency-based search mechanism for overt and covert shifts of visual attention. *Vision Research*, 40(10-12), 1489–1506.
- Jamet, E., Gavota, M., & Quaireau, C. (2008). Attention guiding in multimedia learning. *Learning and Instruction*, 18(2), 135–145.
- Jeung, H. J., Chandler, P., & Sweller, J. (1997). The role of visual indicators in dual sensory mode instruction. *Educational Psychology*, 17(3), 329–345.
- Kalyuga, S. (2007). Expertise reversal effect and its implications for learner-tailored instruction. *Educational Psychology Review*, 19(4), 509–539.
- Kalyuga, S., Chandler, P., & Sweller, J. (1999). Managing split-attention and redundancy in multimedia instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 13(4), 351–371.
- Kalyuga, S., & Renkl, A. (2010). Expertise reversal effect and its instructional implications: Introduction to the special issue. *Instructional Science*, 38(3), 209–215.
- Keller, T., Gerjets, P., Scheiter, K., & Garsoffky, B. (2006). Information visualizations for knowledge acquisition: The impact of dimensionality and color coding. *Computers in Human Behavior*, 22(1), 43–65.
- Kriz, S., & Hegarty, M. (2007). Top-down and bottom-up influences on learning from animations. *International*

- Journal of Human-Computer Studies*, 65(11), 911–930.
- Lin, L. J., & Atkinson, R. K. (2011). Using animations and visual cueing to support learning of scientific concepts and processes. *Computers & Education*, 56(3), 650–658.
- Lowe, R. K. (1999). Extracting information from an animation during complex visual learning. *European Journal of Psychology of Education*, 14(2), 225–244.
- Lowe, R. (2004). Interrogation of a dynamic visualization during learning. *Learning and Instruction*, 14(3), 257–274.
- Mautone, P. D., & Mayer, R. E. (2001). Signaling as a cognitive guide in multimedia learning. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 377–389.
- Mautone, P. D., & Mayer, R. E. (2007). Cognitive aids for guiding graph comprehension. *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 640–652.
- Mayer, R. E. (2005a). Cognitive theory of multimedial learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 31–48). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2005b). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning* (2nd ed.). New York: Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2010). Unique contributions of eye-tracking research to the study of learning with graphics. *Learning and Instruction*, 20(2), 167–171.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Aids to computer-based multimedia learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 107–119.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine ways to reduce cognitive load in multimedia learning. *Educational Psychologist*, 38(1), 43–52.
- Meyer, K., Rasch, T., & Schnotz, W. (2010). Effects of animation's speed of presentation on perceptual processing and learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 136–145.
- Moreno, R. (2007). Optimising learning from animations by minimising cognitive load: Cognitive and affective consequences of signalling and segmentation methods. *Applied Cognitive Psychology*, 21(6), 765–781.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (1999). Cognitive principles of multimedia learning: The role of modality and contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 91(2), 358–368.
- Ozcelik, E., Arslan-Ari, I., & Cagiltay, K. (2010). Why does signaling enhance multimedia learning? Evidence from eye movements. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 110–117.
- Ozcelik, E., Karakus, T., Kursun, E., & Cagiltay, K. (2009). An eye-tracking study of how color coding affects multimedia learning. *Computers & Education*, 53(2), 445–453.
- Paas, F. (1992). Training strategies for attaining transfer of problem-solving skill in statistics: A cognitive-load approach. *Journal of Educational Psychology*, 84(4), 429–434.
- Paas, F., Renkl, A., & Sweller, J. (2003). Cognitive load theory and instructional design: Recent developments. *Educational Psychologist*, 38(1), 1–4.
- Roy, M., & Chi, M. T. H. (2005). The self-explanation principle in multimedia learning. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 271–286). New York: Cambridge University Press.
- Rummer, R., Schweppe, J., Fürstenberg, A., Scheiter, K., & Zindler, A. (2011). The perceptual basis of the modality effect in multimedia learning. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 17(2), 159–173.
- Scheiter, K., & van Gog, T. (2009). Using eye tracking in applied research to study and stimulate the processing of information from multi-representational sources. *Applied Cognitive Psychology*, 23(9), 1209–1214.
- Schnotz, W. (2005). An integrated model of text and picture comprehension. In R. E. Mayer (Ed.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (pp. 49–69). New York: Cambridge University Press.
- Schnotz, W., & Lowe, R. K. (2008). A unified view of learning from animated and static graphics. In R. K. Lowe & W. Schnotz (Eds.), *Learning with animation: Research implications for design* (pp. 304–356). New York: Cambridge University Press.
- She, H. C., & Chen, Y. Z. (2009). The impact of multimedia effect on science learning: Evidence from eye movements. *Computers & Education*, 53(4), 1297–1307.
- Spanjers, I. A. E., Wouters, P., van Gog, T., & van Merriënboer, J. J. G. (2011). An expertise reversal effect of segmentation in learning from animated worked-out examples. *Computers in Human Behavior*, 27(1), 46–52.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285.
- Tabbers, H. K., Martens, R. L., & van Merriënboer, J. J. G. (2004). Multimedia instructions and cognitive load theory: Effects of modality and cueing. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 71–81.
- Thomas, L. E., & Lleras, A. (2007). Moving eyes and moving thought: On the spatial compatibility between eye movements and cognition. *Psychonomic Bulletin & Review*, 14(4), 663–668.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97–136.
- Tversky, B., Morrison, J. B., & Betrancourt, M. (2002). Animation: Can it facilitate? *International Journal of*

- Human-Computer Studies*, 57(4), 247–262.
- van Gog, T., & Scheiter, K. (2010). Eye tracking as a tool to study and enhance multimedia learning. *Learning and Instruction*, 20(2), 95–99.
- Wouters, P., Paas, F., & van Merriënboer, J. J. G. (2008). How to optimize learning from animated models: A review of guidelines based on cognitive load. *Review of Educational Research*, 78(3), 645–675.

Attention Guidance in Multimedia Learning: The Role of Cueing

WANG Fuxing; DUAN Zhaohui; ZHOU Zongkui

(Key Laboratory of Adolescent Cyberpsychology and Behavior (CCNU), Ministry of Education;

School of Psychology, Central China Normal University, Wuhan 430079, China)

Abstract: As an important form of instructional design, cueing can guide learner's attention, organize and integrate information in multimedia learning. In this article, we reviewed researches about the cueing effect in multimedia learning environment. It was found that cueing do play an important role in attention guiding. It can direct learners to focus on specific information and ignore the irrelevant interference of information. Thus, cueing can help the learners to integrate the figure-text information and improve the learning performance. But, the current studies on cue's function lack convincing evidence. As for the impact on learning effect, although most of the results of empirical studies are positive, the diversity and the complexity of the learning material make the conclusion still inconsistent. At present, we explained the cueing effect from two theoretical perspectives: cognitive load theory and perceptual theory. It has found that adding cues did not significantly reduce the learners' perceived subjective cognitive load. And from the perceptual processing perspective, cueing could attract the learner's attention and make the visual searching more easily. Future studies still need to focus on the following issues: (a) do learners perceive the cues as relevant for learning? (b) we need to pay more attention to the diversity of learning materials and the differences between different types of cues, (c) the impact of learners' experiences, (d) how to keep the validity of cueing in the instructional design.

Key words: cueing; multimedia learning; attention guidance; cognitive load; integration