

眼动样例和学习者控制对学习者的视频学习的影响

The Effects of Eye-Movement Modeling Examples and Learner Control on Video-Based Learning

杨荣华¹, 杨九民^{1*}

¹ 华中师范大学 人工智能教育学部

* yjm@mail.ccnu.edu.cn

【摘要】 本研究探讨了教学视频中眼动样例和学习者控制对学习者的学习效果、学习体验、认知负荷和注意力分配的影响。115名大学生被随机分配到系统控制+眼动样例、系统控制+无眼动样例、学习者控制+眼动样例、学习者控制+无眼动样例四种实验条件下。研究表明,在系统控制条件下,相较于无眼动样例组,眼动样例组的学习者的学习效果更好,学习动机、师生互动感、相关认知负荷更高,外在认知负荷更低,但注意力分配没有显著差异;而在学习者控制条件下,有无眼动样例学习者的学习均没有显著差异。

【关键词】 眼动样例;学习者控制;视频学习;科学学习

Abstract: This study investigated the effects of eye-movement modeling examples and learner control in instructional videos on learners' learning outcomes, learning experience, cognitive load, and attention allocation. A total of 115 university students were randomly assigned to one of four experimental conditions: system-control + eye-movement modeling examples, system-control + no eye-movement modeling examples, learner-control + eye-movement modeling examples, and learner-control + no eye-movement modeling examples. The results showed that under the system-control condition, learners who viewed eye-movement modeling examples achieved better learning outcomes than those without such examples. They also reported higher learning motivation, stronger perceived teacher-learner interaction, and higher germane cognitive load, along with lower extraneous cognitive load, while no significant differences were found in attention allocation. In contrast, under the learner-controlled condition, no significant differences were observed between learners with and without eye-movement modeling examples.

Keywords: Eye-movement modeling examples, Learner control, Video learning, Science learning

1. 研究背景

数字化转型正在推动整个社会发生翻天覆地的大变革,教育领域也不例外。面对教育数字化蓬勃发展的需求,优质教育资源建设这一发展基石理应得到额外关注。在众多学习资源之中,教学视频以其图文并茂、直观形象的特点赢得资源设计者和使用者的一致青睐(杨九民等, 2020)。它的质量直接影响着在线学习的效果和体验,决定着课程的留存率(卜彩丽等, 2021)。然而当下的调查结果显示,如果没有适度的教学支持并非所有学习者都能从视频学习中受益(Schmidt-Weigand et al., 2010)。这对教学视频的设计提出了更高的要求。如何才能缓解视频瞬态性对信息选择、组织、整合和图式构建带来的挑战?近期的研究探索了一种新型的教学支持——眼动样例(Eye Movement Modeling Examples, EMME)。

眼动样例是指在原有视觉学习材料上以注视光标形式叠加呈现榜样 (Model) 在完成相同学习任务过程中产生的眼动轨迹 (Krebs et al., 2019), 以此引导学习者实现更合理的注意力分配 (Van Gog et al., 2009)。其积极影响的作用机制主要体现在三个方面。第一, 从注意力角度而言, 眼动样例可以作为一种突出的视觉刺激, 激发自下而上的注意过程, 从而帮助学习者快速定位当前学习材料中的关键信息 (谢和平等, 2018)。Xie 等人 (2021) 的一项元分析支持了这一观点, 眼动样例对于学习者在兴趣区内的首次注视时间 ($d = -0.83$) 和注视持续时间 ($d = 0.74$) 具有显著且较大的影响。第二, 从认知和元认知角度而言, 眼动样例可以使榜样的认知加工策略可视化, 促使学习者达成类似的认知过程 (van Marlen et al., 2022)。第三, 从社会认知角度而言, 眼动样例可以营造一种社会学习情境, 引导学习者更为深入地处理学习材料 (Krebs et al., 2021)。依据社会代理理论, 跟随他人视线学习的体验将营造一种社会互动情境, 从而增强学习者的师生互动感, 反过来刺激他们对材料更深层次的加工。然而, 当下并非所有研究结果都一致性地支持眼动样例的积极作用。少部分研究发现眼动样例并不都能提升学习者的学习效果, 甚至可能会出现抑制作用 (Eder et al., 2022)。

总体而言, 虽然并非所有研究均取得了一致性的积极结论, 但眼动样例的积极作用得到了理论与实证的支持。然而其有效性的仍值得更多研究进行探讨, 尤其是在视频学习这一领域内。此外, 上述眼动样例的研究大多在系统控制条件下进行。作为在线学习环境最突出的特征, 值得进一步考虑眼动样例在学习者控制条件下的作用效果, 挖掘其有效性的边界条件。学习者控制作为一种有效降低认知负荷、增强学习动机的教学支持, 广泛应用于各类学习场景中。研究人员认为, 学习者控制自身对于学习效果具有显著的促进作用 (Schroeder et al., 2020)。一方面, 学习者控制能够通过打破教学内容的连续呈现, 允许学习者在认知负荷过高、知识不能顺利整合的场景下通过控制组件获得更多的信息处理时间, 从而缓和认知超载的压力, 这在多媒体学习领域内被总结为步调原则 (Pacing Principle)。另一方面, 学习者控制能够有效提高并维持学习动机和自我效能感, 进而间接影响学习效果 (Domagk et al., 2010)。然而, 这一作用机制可能削弱眼动样例通过榜样注视点引导、以减少学习者视觉搜索认知负荷的功能, 因此有必要进一步检验在学习者控制条件下, 眼动样例降低视觉搜索认知负荷的优势是否仍然能够有效发挥。

基于此, 本研究主要探究视频学习中眼动样例和学习者控制对学习效果及注意力分配的影响, 从而为眼动样例在视频学习领域内的设计和应用提供建设性意见。

2. 研究过程与方法

2.1. 被试与研究设计

本研究在国内某大学随机招募了 115 名学生参与实验。被试年龄分布在 17-27 岁 ($M = 21.36, SD = 2.07$), 因实验材料限制未招募地理专业学生, 且所有学生均未全面系统学习过教学视频主题。所有被试听觉、视力或矫正视力正常, 无精神病史, 自愿参与实验并签署《实验知情同意书》, 实验结束后均获得了一定数额的现金报酬和被试证明。

研究采用两因素被试间实验设计, 自变量为眼动样例 (有 vs. 无)、学习者控制 (学习者控制 vs. 系统控制)。115 名被试被随机分配到四个实验组内: 系统控制+眼动样例组 ($n = 27$)、学习者控制+眼动样例组 ($n = 30$)、系统控制+无眼动样例组 ($n = 28$)、学习者控制+无眼动样例组 ($n = 30$)。

2.2. 实验材料

2.2.1. 教学视频

研究所采用的教学视频主题为地理知识热力环流, 视频内容经专业人员审核后确定无知识性错误。教学视频为屏幕录制式教学视频, 由一名女性教师对录屏的教学内容进行讲解, 全程未呈现教师形象, 时长为 5 分 22 秒, 30 帧/秒, MP4 格式, 画面分辨率为 1680×1050。系统控制条件下, 教学视频自动播放, 学习者不可进行控制。学习者控制条件下的被试可以通过鼠标点击视频进度栏内暂停、播放、快进、后退等控件, 实现对视频的操纵。

2.2.2. 眼动样例

眼动样例通过 Eyelink 1000 plus 非侵入式眼动仪记录, 由一位事先多次熟悉教学视频的地理专业人员录制, 录制前告知其眼动轨迹将用于引导先验知识较低的学习者进行学习。由于该设备的采样率为 1000Hz, 容易导致视觉抖动感, 因此将一秒内注视点进行合并将注视时间最长位置设置半透明红色注视点构建眼动样例, 示意图如图 1 所示。

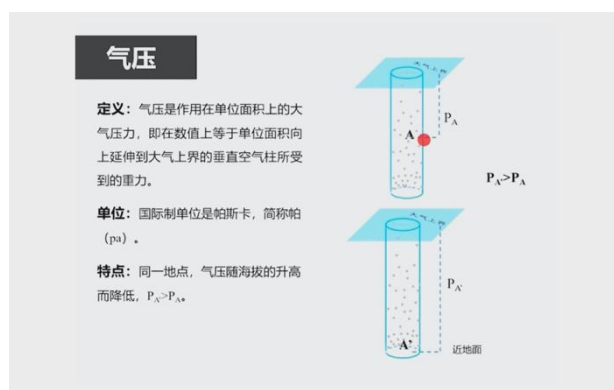


图 1 眼动样例示意图

2.3. 测量工具

2.3.1. 基本信息问卷

基本信息问卷用于收集被试的人口统计学特征, 包括姓名、性别、年龄、年级、专业等。

2.3.2. 先前知识经验问卷

先验知识经验问卷由一位经过培训的研究人员开发, 并经地理专业人员审核后确定无知识性错误, 用于评判对被试教学内容主题的熟悉程度。该问卷共包括 3 道填空题 (含 6 空, 每空 2 分) 和 3 道单项目选择题 (每题 2 分), 满分 18 分。方差分析结果显示各组学习者的先验知识经验不存在显著差异。

2.3.3. 学习效果问卷

学习效果问卷由一位经过培训的研究人员开发, 所有问题经地理专业人员审核后确定无知识性错误, 用于考查被试科学视频学习的真实学习情况。该问卷包含 3 道填空题 (含 4 空, 每空 2 分), 3 道单项选择题 (每题 2 分), 2 道简答题 (共 10 分), 学习效果问卷满分 24 分。

2.3.4. 学习体验问卷

学习体验问卷选用 Stull 等人 (2018) 开发的学习体验量表。该量表包含学习动机 (6 题)、师生互动感 (2 题)、参与度 (2 题) 三个维度共计 10 道题目。所有题目均采用 7 点李克特量表进行评分。除第九题需反向计分外, 其余各题项均为正向计分。该问卷信度良好, 动机: Cronbach's $\alpha=0.89$; 师生互动: Cronbach's $\alpha=0.72$; 参与度: Cronbach's $\alpha=0.65$ 。

2.3.5. 认知负荷问卷

认知负荷问卷选用 Leppink 等人 (2013) 编制的认知负荷自评量表。该量表按照认知负荷的三种类型设置题项, 测量被试在科学视频学习过程中感知到的内在认知负荷 (3 题)、外在认知负荷 (3 题) 和相关认知负荷 (4 题) 的程度。所有题项均采用 7 点李克特量表进行评分。

该问卷信度良好，内在认知负荷：Cronbach's $\alpha=0.86$ ；外在认知负荷：Cronbach's $\alpha=0.85$ ；相关认知负荷：Cronbach's $\alpha=0.92$ 。

2.4. 实验仪器

本研究的眼动实验设备为德国 SensoMotoric Instruments 公司生产的 SMI RED 250 Desktop 型眼动仪。该设备采样率为 250Hz，配有 22 英寸、分辨率为 1680×1050 的刺激显示器。被试坐在距离显示器约 65cm 处的椅子上，戴上耳机听取音频信息，学习刺激显示器中呈现的科学教学视频。眼动实验使用 SMI Experiment CenterTM 软件连接眼动仪记录被试的眼动数据，并使用 SMI BeGazeTM 软件进行后续的眼动数据分析，提取被试在视频画面的文本和图片兴趣区内的注视时间比例和图文切换数据。

2.5. 实验流程

本研究共分为三个阶段，总耗时约 45 分钟。首先，被试填写基本信息问卷和先验知识经验问卷。随后，被试进入眼动实验室，坐在距离眼动仪约 65cm 处的椅子上，调整坐姿舒适，将下颌放置在下颌托上以固定头部，主试向其详细介绍实验流程和注意事项。在通过九点眼动校准后，被试被要求在系统控制或学习者控制条件下学习带有眼动样例或不带有眼动样例的科学教学视频。整个学习过程中，学习者控制组的被试可以通过鼠标对教学视频进行暂停、播放、快进、后退等操作，但其视频学习时长最长为 10 分钟。系统控制组的被试只能被动观看教学视频，不能对其进度进行控制。学习完成后，被试需要依次填写认知负荷问卷、学习体验问卷和学习效果问卷。

3. 研究结果

本研究以眼动样例（有 vs. 无）和学习者控制（学习者控制 vs. 系统控制）为自变量，以学习时长为协变量，以学习效果、学习体验、认知负荷和注意力分配等为因变量，进行协方差分析。各变量的描述性统计结果如表 1 所示。

表 1 各变量描述性统计结果

测量指标	系统控制		学习者控制	
	无眼动样例 <i>M (SD)</i>	眼动样例 <i>M (SD)</i>	无眼动样例 <i>M (SD)</i>	眼动样例 <i>M (SD)</i>
先验知识	4.07 (2.58)	4.00 (3.19)	4.00 (2.68)	4.33 (3.07)
学习效果	9.29 (4.88)	11.63 (3.94)	12.67 (4.79)	11.50 (4.20)
动机	3.91 (0.95)	4.88 (0.74)	4.97 (0.71)	4.91 (0.71)
师生互动	4.25 (1.15)	5.22 (0.89)	5.15 (0.81)	4.93 (0.82)
参与度	4.39 (0.48)	4.43 (0.62)	4.70 (0.73)	4.60 (0.72)
内在认知负荷	3.74 (1.25)	3.46 (1.18)	3.62 (1.17)	3.39 (1.07)
外在认知负荷	3.14 (0.90)	2.21 (0.93)	2.56 (0.89)	2.35 (0.96)
相关认知负荷	5.00 (0.86)	5.62 (0.80)	5.54 (0.61)	5.53 (0.75)
图片区域注视时间比例 (%)	29.01 (10.00)	29.74 (6.33)	26.44 (8.19)	25.04 (9.27)
文字区域注视时间比例 (%)	36.01 (10.58)	36.39 (8.85)	36.50 (9.10)	34.87 (9.21)
图文切换	96.18 (23.55)	98.81 (24.60)	160.87 (63.24)	151.93 (51.71)

3.1. 学习效果

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.67, p = .409, \eta_p^2 < 0.01$); 学习者控制主效应显著 ($F(1, 110) = 6.35, p = .013, \eta_p^2 = 0.06$), 学习者控制条件下学习者的学习效果略优于系统控制条件 ($MD = 1.63, p = .054$)。眼动样例和学习者控制的交互效应显著 ($F(1, 110) = 3.96, p = .049, \eta_p^2 = 0.04$)。简单效应分析显示, 在系统控制条件下时, 眼动样例组的学习效果略高于无眼动样例组 ($MD = 2.34, p = .055$); 但在学习者控制条件下, 有无眼动样例学习者的学习效果没有显著差异 ($MD = 1.17, p = .315$)。

3.2. 学习体验

3.2.1. 动机

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应显著 ($F(1, 110) = 8.54, p = .004, \eta_p^2 = 0.07$), 眼动样例能够显著激发学习者的学习动机 ($MD = 0.45, p = .003$); 学习者控制的主效应不显著 ($F(1, 110) = 2.00, p = .161, \eta_p^2 = 0.02$)。眼动样例和学习者控制的交互效应显著 ($F(1, 110) = 12.70, p = .001, \eta_p^2 = 0.10$; 见图 2)。简单效应分析显示, 在系统控制条件下时, 眼动样例组学习者的学习动机显著高于无眼动样例组 ($MD = 0.97, p < .001$); 但在学习者控制条件下, 有无眼动样例学习者的学习动机没有显著差异 ($MD = 0.07, p = .747$)。

3.2.2. 师生互动

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应显著 ($F(1, 110) = 4.65, p = .033, \eta_p^2 = 0.04$), 眼动样例条件下学生能够感知自己与教学视频教师之间有更多的互动 ($MD = 0.38, p = .031$); 学习者控制的主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.97, p = .326, \eta_p^2 = 0.01$)。眼动样例和学习者控制的交互效应显著 ($F(1, 110) = 11.81, p = .001, \eta_p^2 = 0.10$; 见图 3)。简单效应分析显示, 在系统控制条件下时, 眼动样例组的学习者感知到自己与教师之间具有更程度的互动 ($MD = 0.97, p < .001$); 但在学习者控制条件下, 有无眼动样例学习者感知到的师生互动感没有显著差异 ($MD = 0.22, p = .366$)。

3.2.3. 参与度

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.11, p = .745, \eta_p^2 < 0.01$), 学习者控制的主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.61, p = .438, \eta_p^2 < 0.01$), 眼动样例和学习者控制的交互效应不显著 ($F(1, 110) = 0.36, p = .551, \eta_p^2 < 0.10$)。

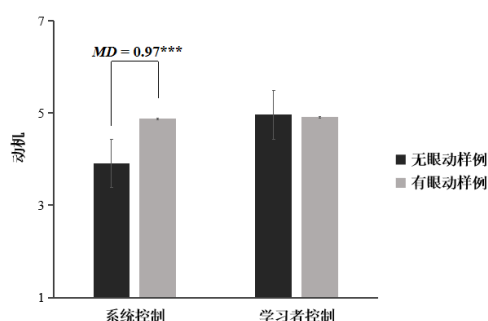


图 2 动机结果

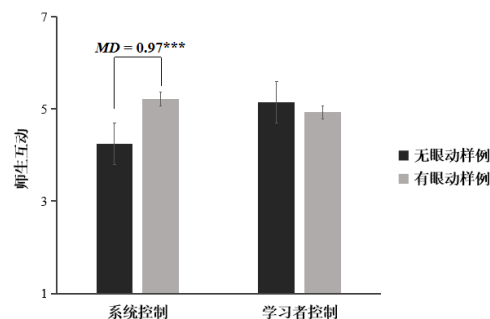


图 3 师生互动结果

3.3. 认知负荷

3.3.1. 内在认知负荷

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应不显著 ($F(1, 110) = 1.87, p = .175, \eta_p^2 = 0.02$); 学习者控制的主效应边缘显著 ($F(1, 110) = 3.94, p = .050, \eta_p^2 = 0.04$)。眼动样例和学习者控制的交互效应不显著 ($F(1, 110) < 0.01, p = .960, \eta_p^2 < 0.01$)。

3.3.2. 外在认知负荷

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应显著 ($F(1, 110) = 10.79, p = .001, \eta_p^2 = 0.09$), 眼动样例组的学习者感知到了更低的外在认知负荷 ($MD = 0.57, p = .001$); 学习者控制的主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.89, p = .348, \eta_p^2 < 0.01$)。眼动样例和学习者控制的交互效应显著 ($F(1, 110) = 4.43, p = .038, \eta_p^2 = 0.04$; 见图 4)。简单效应分析显示, 在系统控制条件下时, 眼动样例组的学习者感知到了更低程度的外在认知负荷 ($MD = 0.93, p < .001$); 但在学习者控制条件下, 有无眼动样例条件下学习者感知到的外在认知负荷没有显著差异 ($MD = 0.20, p = .400$)。

3.3.3. 相关认知负荷

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应显著 ($F(1, 110) = 4.24, p = .042, \eta_p^2 = 0.04$), 眼动样例组的学习者感知到了更高的相关认知负荷 ($MD = 0.30, p = .035$); 学习者控制的主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.10, p = .752, \eta_p^2 < 0.01$)。眼动样例和学习者控制的交互效应显著 ($F(1, 110) = 5.37, p = .022, \eta_p^2 = 0.05$; 见图 5)。简单效应分析显示, 在系统控制条件下时, 眼动样例组的学习者感知到了更高层次的相关认知负荷 ($MD = 0.62, p = .003$); 但在学习者控制条件下, 有无眼动样例条件下学习者感知到的相关认知负荷没有显著差异 ($MD = 0.02, p = .932$)。

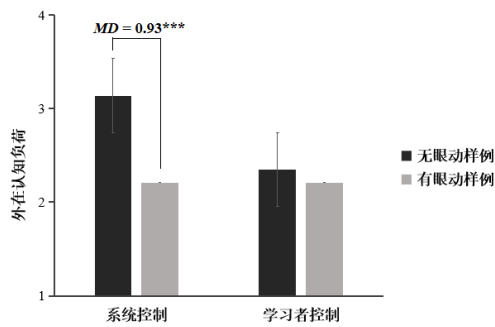


图 4 外在认知负荷结果

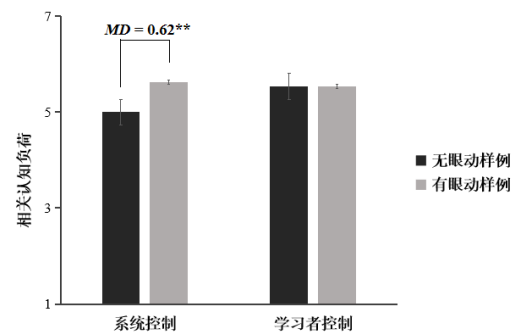


图 5 相关认知负荷结果

3.4. 注意力分配

3.4.1. 图片区域注视时间比例

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应不显著 ($F(1, 110) < 0.01, p = .997, \eta_p^2 < 0.01$); 学习者控制的主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.38, p = .540, \eta_p^2 < 0.01$)。眼动样例和学习者控制的交互效应不显著 ($F(1, 110) = 0.23, p = .636, \eta_p^2 < 0.01$)。

3.4.2. 文字区域注视时间比例

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.15, p = .696, \eta_p^2 < 0.01$); 学习者控制的主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.34, p = .561, \eta_p^2 < 0.01$)。眼动样例和学习者控制的交互效应不显著 ($F(1, 110) = 0.36, p = .548, \eta_p^2 < 0.01$)。

3.4.3. 图文切换

协方差分析结果显示, 眼动样例主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.73, p = .394, \eta_p^2 < 0.01$); 学习者控制的主效应不显著 ($F(1, 110) = 0.69, p = .407, \eta_p^2 < 0.01$)。眼动样例和学习者控制的交互效应不显著 ($F(1, 110) = 1.47, p = .228, \eta_p^2 = 0.01$)。

4. 讨论

本研究探究了视频学习中眼动样例 (有 vs. 无) 和学习者控制 (学习者控制 vs. 系统控制) 对学习者的学习效果、学习体验、认知负荷和注意力分配的影响。

在学习效果方面, 研究结果表明, 在系统控制条件下, 相较于无眼动样例, 眼动样例组的学习者取得了更好的学习效果; 但在学习者控制条件下, 有无眼动样例无显著差异。这一结果与以往眼动样例领域的相关研究结果一致 (Wu & Liu, 2025)。在系统控制的条件下, 缺乏足

够先验知识的学习者往往难以有效调控自身的信息加工过程,而眼动样例能够通过注意力引导和呈现专家的视觉搜索策略,快速促进学习者进行关键信息的选择与整合,从而提升学习效果(Mason et al., 2016)。然而,当学习者拥有较高程度的控制权时,他们可以根据自身需要自主调节学习节奏,眼动样例所提供的外部提示作用被削弱。

在学习体验方面,研究结果表明,在系统控制条件下,眼动样例组比无眼动样例组的学习者感知到了更高的学习动机和师生互动感;但在学习者控制条件下,有无眼动样例无显著差异。这可能是由于,在系统控制条件下学习者更容易将眼动样例视为教学者的即时指导,从而增强对教学者在场的感知,提高学习动机和师生互动感(Krebs et al., 2021)。然而,在学习者控制条件下,对学习过程的自主调节削弱了眼动样例所提供的社会性线索的相对重要性,使其在提升学习体验方面的作用不再显著。

在认知负荷方面,研究结果表明,学习者控制能够降低学习过程中的内在认知负荷;在系统控制条件下,眼动样例组的学习者感知到了更低程度的外在认知负荷、更程度的相关认知负荷;但在学习者控制条件下,有无眼动样例无显著差异。受限于视频资源的瞬态性,系统控制条件下眼动样例可以通过引导注意帮助学习者减少无关加工,进而降低外在认知负荷,为有意义的认知加工释放资源,提高相关认知负荷(Scheiter et al., 2018)。而在学习者控制条件下,学习者可以通过暂停、回看等操作进行自我调节,这与眼动样例的作用效果部分重叠,其优势不再显著。

在注意力分配方面,研究结果没有发现眼动样例和学习者控制在文字和图片区域注视时间比例以及图文切换次数方面的交互作用。这可能与研究中兴趣区的划定方式有关,眼动样例聚焦于引导学习者对关键信息区域的精细加工,但未必能够显著改变学习者在宏观层面上的注意分配比例。

5. 结论

本研究聚焦于眼动样例和学习者控制对学习者的视频学习的影响。研究发现,在系统控制的条件下,为学习者提供含眼动样例的教学视频将更有助于学习,具体表现为能够带来更好的学习效果,提升学习动机和师生互动感,提高相关认知负荷并降低外在认知负荷。但在学习者控制条件下,教学视频是否含有眼动样例对其学习效果、学习动机、认知负荷和注意力分配没有显著影响。基于此,视频学习情景中是否为学习者提供眼动样例应考虑其学习场景中的学习者控制程度。

本研究也存在一定的不足之处,后续研究可以进一步探究学习者个体差异(如先验知识水平、元认知能力)对眼动样例作用效果的影响。

参考文献

- 卜彩丽,曹婉迎,靳宇,郭佳佳 & 沈霞娟.(2021).教学视频设计的原则、理论基础与评价工具研究——基于国外 72 篇实证研究的系统综述. *现代远程教育*(02),35-44.
- 谢和平,彭霖 & 周宗奎.(2018).注意引导和认知加工:眼动榜样样例的教学作用. *心理科学进展*(08),1404-1416.
- 杨九民,皮忠玲,章仪,徐珂,喻邱晨 & 黄勃.(2020).教学视频中教师目光作用:基于眼动的证据. *中国电化教育*(09),22-29.
- Domagk, S., Schwartz, R. N., & Plass, J. L. (2010). Interactivity in multimedia learning: An integrated model. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 1024-1033.

- Eder, T. F., Scheiter, K., Richter, J., Keutel, C., & Hüttig, F. (2022). I see something you do not: Eye movement modelling examples do not improve anomaly detection in interpreting medical images. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(2), 379-391.
- Krebs, M. C., Schüler, A., & Scheiter, K. (2019). Just follow my eyes: The influence of model-observer similarity on Eye Movement Modeling Examples. *Learning and Instruction*, 61, 126-137.
- Krebs, M. C., Schüler, A., & Scheiter, K. (2021). Do prior knowledge, model-observer similarity and social comparison influence the effectiveness of eye movement modeling examples for supporting multimedia learning?. *Instructional Science*, 49(5), 607-635.
- Leppink, J., Paas, F., Van der Vleuten, C. P., Van Gog, T., & Van Merriënboer, J. J. (2013). Development of an instrument for measuring different types of cognitive load. *Behavior research methods*, 45(4), 1058-1072.
- Mason, L., Pluchino, P., & Tornatora, M. C. (2016). Using eye-tracking technology as an indirect instruction tool to improve text and picture processing and learning. *British Journal of Educational Technology*, 47(6), 1083-1095.
- Schmidt-Weigand, F., Kohnert, A., & Glowalla, U. (2010). A closer look at split visual attention in system-and self-paced instruction in multimedia learning. *Learning and instruction*, 20(2), 100-110.
- Schroeder, N. L., Chin, J., & Craig, S. D. (2020). Learner control aids learning from instructional videos with a virtual human. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(4), 733-751.
- Scheiter, K., Schubert, C., & Schüler, A. (2018). Self-regulated learning from illustrated text: Eye movement modelling to support use and regulation of cognitive processes during learning from multimedia. *British Journal of Educational Psychology*, 88(1), 80-94.
- Stull, A. T., Fiorella, L., Gainer, M. J., & Mayer, R. E. (2018). Using transparent whiteboards to boost learning from online STEM lectures. *Computers & Education*, 120, 146-159.
- Van Gog, T., Jarodzka, H., Scheiter, K., Gerjets, P., & Paas, F. (2009). Attention guidance during example study via the model's eye movements. *Computers in Human Behavior*, 25(3), 785-791.
- van Marlen, T., van Wermeskerken, M., Jarodzka, H., Raijmakers, M., & van Gog, T. (2022). Looking through Sherlock's eyes: Effects of eye movement modelling examples with and without verbal explanations on deductive reasoning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(5), 1497-1506.
- Wu, C. J., & Liu, C. Y. (2025). Using Eye-Movement Modelling Examples With Reading Strategies to Improve Adults' Reading Performances of Illustrated Texts. *Journal of Computer Assisted Learning*, 41(3), e70037.
- Xie, H., Zhao, T., Deng, S., Peng, J., Wang, F., & Zhou, Z. (2021). Using eye movement modelling examples to guide visual attention and foster cognitive performance: A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 1194-1206.