

An Eye Movement Study of the Effect of Animation Presentation Speed on the Learning Effect of Psychological Experimental Microlesson

Yan Xu

Wenzhou University, Wenzhou Zhejiang
Email: 313163684@qq.com

Received: Jun. 28th, 2019; accepted: Jul. 16th, 2019; published: Jul. 30th, 2019

Abstract

Previous studies have been ambiguous about the impact of animation speed on learning outcomes and eye movement indicators. Therefore, this study adopts the experimental method, uses Tobii TX300, and the micro-course of the visual cliff experiment in psychology as the experimental material, to explore the influence of the animation rendering speed on the learning effect. The experimental research found that the speed of micro-class has no influence on knowledge and knowledge, but it has an influence on the understanding of knowledge. Compared with the fast and medium-speed rendering speed, the learning effect of the migration test under slow presentation is the best. There are differences in the eye movement indicators of the learners, which do not affect the search efficiency and attention shift of the interest area, but affect the information extraction of the interest area.

Keywords

Learning Effect, Animation Presentation Speed, Psychology Experiment Micro Lesson

动画呈现速度对心理学实验微课学习效果的眼动研究

徐 艳

温州大学, 浙江 温州
Email: 313163684@qq.com

收稿日期：2019年6月28日；录用日期：2019年7月16日；发布日期：2019年7月30日

摘要

以往研究关于多媒体呈现速度对于学习效果和眼动指标的影响模棱两可。所以本研究采用实验方法，利用tobii tx300，以心理学中的视崖实验的微课作为实验材料，探究动画呈现速度对学习效果的影响。实验研究发现，微课速度对知识记忆没有影响，但对知识的理解具有影响，相比于快速、中速呈现速度，慢速呈现下的迁移测验的学习效果最好；微课不同播放速度下学习者的眼动指标有差异，不影响兴趣区的搜索效率和注意转移，但影响兴趣区的信息提取。

关键词

学习效果，动画呈现速度，心理学实验微课

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近几年以来，有关于眼动研究在心理学等各类社会科学领域越来越得到广泛的关注，眼动追踪技术在多媒体学习研究领域中的应用的程度也随之提高。当今，多媒体、微课、动画已成为现代教学中一种流行的教学方式。与大众化的研究方法相比，眼动追踪技术更加体现科技进步的优势，它能够追踪被试在实验中的视觉轨迹，能细致地反应观看中眼球运动的具体情况，进而反映注视过程中个体的基本认知加工活动(郑玉玮，王亚兰，崔磊，2016)。

相关的实验研究发现，众多专家学者对微课的呈现方式相关尤为关注，以钱莹莹等人(2016)为例，在她的实验研究中控制动画播放速度和学习者的经验水平，研究这两者及其相互作用是否会对学习者的学习产生影响，并探讨在不同的速度和经验水平下的眼动轨迹和注意分配情况(钱莹莹，王福兴，段朝辉，周宗奎，2016)。刘儒德等人在研究中探寻了对多媒体学习的有影响的因子，这些因素包括被试的知识、被试的认知风格、动画之间的联系、教学进程和多媒体动画呈现形式，而多媒体的呈现形式又包括文字的特点、图片的特点(刘儒德，赵妍，柴松针，徐娟，2007)。皮忠玲的研究认为文字或者图片方式的呈现、PPT 呈现亦或是教师呈现、有无字幕的呈现效果、微课教学是否有声音呈现也是影响微课学习中学习效果的主要因素(皮忠玲，2014)。综合上述的文献研究所述，以上关于微课的研究涉及的因变量大多为微课的学习效果、注意分配方面的。

通过对已有的眼动研究进行整理和分析，发现对同样问题的眼动研究存在一些不同的结果。动画的播放速度是否对被试的学习效果产生影响，主要有三种不同的研究观点。

第一种观点认为动画呈现速度是影响学习效果的因素。支持这一观点的是以下一些学者的研究：Fischer, Lowe 和 Schwan 的研究中采用快速和正常两种维度的播放速度，在动画中介绍了钟摆原理，让学习者观看钟摆原理并进行学习，并且在实验的进程中让被试口头进行学习报告，在实验中研究者发现，快速组在学习报告的过程中会更多地利用手势指向的方式，快速组的学习理解也要比正常速度组要好，表明动画速度影响学习中的注意转换而且对学习材料的理解也产生影响(Fischer, Lowe, & Schwan, 2008)。

在这之后, Fischer 和 Schwan 两人根据已有的实验基础, 又增加了空间线索更深层地探讨了速度在空间线索的条件下对动画学习效果的影响。最后的结果是无论是否有线索, 快速组的学习效果依旧是要好于慢速组(Fischer & Schwan, 2010)。这一结论进一步说明在多媒体动画的学习过程中, 动画的呈现速度会影响学习者的注意转换和学习效果。Meyer, Rasch 和 Schnotz 把发动机原理的动画作为实验材料, 结果发现快速组的学习者其知识的整体理解较好。但是通过对眼动数据的分析, 结果发现速度不影响学习者的注视次数, 该实验研究的结论说明动画的呈现速度不会对眼动也就是注意转换产生影响, 但对学习成绩有影响(Meyer, Rasch, & Schnotz, 2010)。

第二种观点认为动画呈现速度不影响学习效果。钱莹莹等人的实验研究, 他们把核电站实验原理的多媒体动画作为实验的材料, 发现在即时测验上的学习效果没有显著差异, 说明动画的呈现速度不影响学习效果(钱莹莹等, 2016)。同样的, De Koning 等人在实验中选择了不同经验水平的被试, 把心脏系统图作为实验材料, 同样设置快速、中速和慢速三种呈现速度, 最后的结果发现, 无论是慢速还是快速的提示和动画, 学生在理解和转移测试方面都具有同样的表现(De Koning, Tabbers, Rikers, & Paas, 2011)。

第三种观点认为动画呈现速度会影响学习效果, 但是不影响学习者对知识的识记, 而影响学习者对知识的理解。段朝辉等人持有这一观点, 在其研究中采用国外经典的闪电形成原理并翻译成中文版作为实验材料, 发现动画播放速度确实对学习者的学习效果有影响, 动画呈现速度不影响学习者对知识的识记, 但是影响学习者对知识的理解(段朝辉, 颜志强, 王福兴, 周宗奎, 2013)。通过对眼动指标分析发现, 动画呈现速度对注意转换是没有影响的。

动画呈现速度是否影响多媒体学习效果和眼动指标仍然摸棱两可。这些相悖的研究结果引发了本人的思考。本研究自制心理实验微课作为实验材料, 基于渐进原理性学习材料来探究动画呈现速度是否影响学习效果。

本次实验把心理学实验微课的呈现速度作为自变量, 把学习效果和眼动指标作为因变量, 运用眼动仪进行实验研究。因此, 本研究提出以下假设: 第一, 微课播放速度对学习者的学习效果有影响, 微课播放速度不影响知识的识记, 但对知识的理解有影响。第二, 微课不同播放速度下学习者的眼动指标有差异, 微课播放速度对学习任务区的眼动指标有影响。第三, 慢速呈现下学习者的学习效果最好。

2. 方法

2.1. 被试

本实验选择广西某高校大一至大四的学生, 且无心理学背景, 一共 50 人, 分为中速组为 16 人, 慢速组和快速组 17 人。其中男被试为 18 人, 女被试为 32 人。所有被试视力和矫正后的视力皆为正常, 签署实验知情同意后书后进行实验。

2.2. 设计与材料

本实验为单因素的被试间实验。实验的自变量为动画呈现速度, 实验的因变量为学习效果和眼动指标, 其中学习效果包括识记测验的成绩和迁移测验的成绩。动画的呈现速度分为快速、中速和慢速三种水平, 快速的微课播放时间为两分钟, 中速组的微课播放时间为两分半, 慢速组的微课播放时间为三分钟。实验的材料是用 camtasia studio 制作的微课, 主要讲述了心理学实验中的视崖实验的概念、原理。

2.3. 程序

实验开始前, 对所有被试进行心理学的视崖实验的经验水平问卷来筛选被试, 选取的被试对于实验中的知识皆为低知识水平。实验分为学习阶段和测试阶段。首先通过眼动仪呈现指导语, 告知被试认真

观看之后的微课。微课动画结束后进行测验，分别为微课速度的主观评定、微课难度的主观评定、保持测验和迁移测验。

其中关于动画速度的主观评定为克里特九点评分法，1分为极为简单，9分为极为困难，被试在1~9分中自主进行难度评定。关于动画呈现速度的主观评定为7点评分法，1分为很快，7分为很慢同样让被试自主进行1~7分的主观评定。

保持测验评定的是学习者对知识的识记，而迁移测验测得的是学习者对知识的理解。保持测验一共为四题且题目顺序为随机。总分为四分，每题一分。题目具体为“人类在什么时候具有这种可以感知深度的能力？”，“进行实验的心理学家为”（该题为选择题），“动物是否有感知深度的能力？”，“该实验是否能证明人这种能力是与生俱来的？”。而迁移测验由一道开放性问题组成，“如果让其了解一个人是否有深海恐惧症，他会如何设计该实验”，总分为五分，五分为能够将学得的知识运用到新的实验设计中并清晰描述，三分为大致能够运用习得的原理，一分为不能做到迁移，由两位实验者主观评定并取平均分。

2.4. 仪器

本实验采用 Tobii TX300 便携式眼动仪。

3. 结果

3.1. 微课的播放速度对学习者的主观体验和学习效果的影响

不同速度组的所测得的微课难度主观评定、微课速度主观评定、保持测验和迁移测验的平均分和标准差见下表1。三组关于微课难度主观评定的总均分为4.08，关于微课速度的主观评定的总均分为3.31。在此之后进行单因素方差分析，发现在微课难度主观评定 $F(2,48) = 1.658$, $p > 0.05$ ，说明三个速度水平组差异不显著。在微课速度的主观评定 $F(2,48) = 2.234$, $p > 0.05$ ，发现三组差异不显著。说明被试对于三种播放速度在微课难度和微课速度的主观体验上是没有差异的。

在保持测验上发现 $F(2,48) = 1.384$, $p > 0.05$ ，保持测验差异不显著，说明动画呈现速度对被试的识记内容没有影响。

对迁移测验通过单因素方差分析， $F(2,48) = 5.462$, $p < 0.05$ ，在迁移测验三组上差异显著，说明动画呈现速度影响了被试对知识的理解。其中慢速组平均分 $M = 3.29$ 为三组最高，中速组 $M = 2.29$ 仅次于慢速组，快速组最低 $M = 1.76$ 。对快速组和中速组进行两两对比发现 $p > 0.05$ ，说明快速组和中速组在迁移测验上差异不显著。对快速组和慢速组进行两两对比发现 $p < 0.05$ ，说明快速组和慢速组在迁移测验上差异显著。对中速组和慢速组进行两两对比发现 $p < 0.05$ ，说明中速组和慢速组在迁移测验上差异显著。

Table 1. Learning performance and subjective experience report under different micro-class playback speed

表 1. 不同微课播放速度下的学习表现和主观体验报告

	快速组		中速组		慢速组	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
微课难度主观评定	4.59	1.28	4.06	1.75	3.59	1.73
微课速度主观评定	3.59	1.46	2.71	1.49	3.65	1.41
保持测验	2.47	0.87	2.59	0.80	2.94	0.90
迁移测验	1.76	1.44	2.29	1.16	3.29	1.49
微课难度主观评定	4.59	1.28	4.06	1.75	3.59	1.73

3.2. 总体眼动指标

由于 100 ms 是区分普通注视与眼动活动的分界线,所以在 tobii studio 中设置 100 ms 以上的为眼动指标进行分析和采集(Manor & Gordon, 2003)。由于眼动指标众多,参考国内外的众多文献,发现注视次数、瞳孔直径、注视持续时间是大部分的研究都会分析的一个重要眼动指标之一(闫志明,郭喜莲,王睿,2018)。所以对注视次数(fixation count)、瞳孔直径和注视持续时间进行单因素方差分析。快速组、中速组和慢速组的注视次数、加权注视次数、瞳孔直径(Pupil Diameter)和注视持续时间(Fixation Duration)的平均分和标准差见表 2。考虑到注视次数与微课的视频长度是呈正比的,所以需要注视次数、注视时间进行加权再进行分析,从而排除是由于时长的关系导致这些对注意次数有影响。其中注视次数的 $F(2,47) = 8.41, p < 0.05$,三组注视次数差异显著。加权后的注视次数 $F(2,48) = 2.44, p < 0.05$,表明三组在加权注视次数上差异显著。

瞳孔直径(Pupil Diameter)即瞳孔的大小。对瞳孔直径进行单因素方差分析, $F(2,48) = 0.077, p > 0.05$,三组瞳孔直径差异不显著。说明动画呈现速度不影响学习者的瞳孔直径。

注视持续时间(Fixation Duration)是指对一个注视点的平均注视停留时间。对注视持续时间、加权注视时间进行单因素方差分析,发现 $F(2,47) = 33.85, p < 0.05$,加权注视时间 $F(2,47) = 24.17, p < 0.05$ 说明三个速度水平组在注意持续时间和加权注视持续时间上显著。快速组注视持续时间最长 $M = 45.13$,慢速组的加权注意持续时间 $M = 0.25$ 仅次于中速组最 $M = 0.12$ 。

Table 2. Descriptive statistics of overall eye movement indicators in fast, medium and slow situations

表 2. 快速、中速和慢速情境下的总体眼动指标的描述统计

总体眼动指标	快速组		中速组		慢速组	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
注视次数	137.59	115.78	57.81	23.37	157.88	45.40
加权注视次数	1.15	0.96	0.39	0.16	0.88	0.25
瞳孔直径(mm)	3.13	0.38	3.17	0.27	3.18	0.42
注视持续时间	34.13	12.02	18.60	7.66	45.44	7.73
加权注视持续时间	0.28	0.10	0.12	0.05	0.25	0.04
注视次数	137.59	115.78	57.81	23.37	157.88	45.40

3.3. 微课播放速度对学习任务区的眼动影响

兴趣区(Area of Interest, AOI)指的是对刺激的注视区域。Malbran 将多媒体学习材料划分为学习任务区(Malbran, 2007),这根据的是多媒体学习内容以学习任务相关和无关区的标准来确定兴趣区(Canham & Hegarty, 2010)。所以本实验在 tobii studio 中把涵盖学习材料的文字和图片的部分设置为学习任务区,利用眼动仪记录在兴趣区中的眼动指标。本研究主要分析以下眼动指标,分别为兴趣区平均注视时间(fixation duration of AOI)、兴趣区注视次数(fixation count of AOI)、出入兴趣区次数(visit count)。由于和上述的总体眼动指标一样,兴趣区注视次数和出入兴趣区次数是和时间的长短呈正相关的,所以需要这两个兴趣区的指标进行加权再进行单因素方差分析。这些兴趣区眼动指标的平均分和标准差见表 3。

通过单因素方差分析可知三中速度下兴趣区平均注视时间的 $F(2,47) = 0.892, p > 0.05$ 差异不显著,加权注视时间 $F(2,47) = 4.015, p < 0.05$,说明动画速度不影响兴趣区的平均注视时间。兴趣区注视次数 $F(2,47) = 9.759, p < 0.05$,且加权后的兴趣区注视次数 $p < 0.05$,结果差异显著,说明动画呈现速度影响兴趣区加权注视次数。出入兴趣区次数 $F(2,47) = 1.32, p > 0.05$,而且加权后出入兴趣区次数 $F(2,47) = 1.96$,

$p > 0.05$, 差异不显著, 说明动画呈现速度不影响出入兴趣区次数和加权出入兴趣区次数。

Table 3. Descriptive statistics of overall eye movement indicators in fast, medium and slow situations
表 3. 慢速、中速、快速下兴趣区眼动指标

兴趣区指标	快速		中速		慢速	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
兴趣区平均注视时间	279.32	92.04	313.45	89.34	311.01	57.72
加权兴趣区平均注视时间	2.33	0.77	2.09	0.60	1.73	0.32
兴趣区注视次数	137.00	115.96	55.06	21.09	160.94	47.13
加权兴趣区注视次数	1.14	0.97	0.37	0.14	0.89	0.26
出入兴趣区次数	575.12	475.08	478.75	180.74	652.07	106.946
加权出入兴趣区次数	4.79	3.81	3.19	1.20	3.62	0.59

4. 讨论

4.1. 微课播放速度对学习者的学习效果的影响

在进行该实验之前, 对被试进行了经验水平的测试, 可排除学习经验对于学习表现和学习理解的干扰。研究表明保持测验测试的是被试的识记能力而迁移测验测试被试学习理解能力(Mayer & Mayer, 2005)。故本次实验结束后对被试施测的保持测验和迁移测验可以探讨微课呈现速度是否对学习材料的识记和理解有影响。

本实验的学习材料为原理性知识, 在被试观看完学习材料后, 由被试进行微课难度和微课速度的主观评定, 发现三组在微课难度和速度的主观感受上没有显著差异。之后再行保持测验和迁移测验。实验结果发现在保持测验上不同速度组并未有显著差异, 保持测验所测定的是被试对知识的识记, 这说明不同的播放速度对于学习者在原理性知识的识记方面并没有影响。但是在迁移测验上发现具有显著差异, 慢速组在迁移测验上的成绩要显著好于其他两组。而迁移测验的成绩代表了学习者的学习迁移能力和对知识的理解能力, 这说明微课的播放速率影响学习者的对原理性知识的迁移和理解。Mayer 在其研究中认为降低演示速度可能会使学习者更容易提取相关部件, 并减少仅部分处理或缺少相关部件的可能性, 因为学习者有更多的资源可用于探索动画, 因为更多的内容可用于探索动画时间和较少的视觉搜索要求(Meyer et al., 2010)。然后, 低速可以让学习者构建当地部分的心理表现, 然后将其整合到一个连贯的心理模型中。Ayres 等 2007 认为提高表示速度可能会迫使学习者快速和反复地决定哪些信息需要有意处理, 因为在更短的时间内呈现相同数量的信息。因此, 由于视觉搜索速度快, 并且为理解动画而将当前信息与当前信息关联和集成的时间有限, 学习者可能会错过或部分处理信息(Ayres & Paas, 2007), 这也可能是导致快速组和中速组的迁移测验成绩低于慢速组的原因。总之, 动画呈现速度影响学习者对知识的理解而不影响对知识的识记, 并且慢速组的平均分最高, 说明慢速的呈现速度更有利于学习者对知识的理解和迁移, 与段朝辉等人 2013 的实验结果一致, 也证实了本研究的假设三。

4.2. 微课播放速度对学习者的总体眼动指标的影响

从上述讨论中得出, 动画呈现速度的确对于学习效果是有影响的。需要根据眼动指标考察播放速度是否影响注意分配或注意转换。针对总体眼动指标可以看到, 加权后的注视次数是显著的。注视次数还可以体现学习者对多媒体信息的辨识度, 注视次数越多表明搜索效率越低——如果兴趣区的信息辨识度低, 那

么就要通过多次的提取, 注视次数也随之较多(代鑫, 2013)。快速组的加权注视次数是最高的, 说明在快速播放下学习者对微课的搜索效率低, 导致了在保持测验上分数最低, 虽然三组在保持测验上差异不显著, 分数差别较小。注视次数与搜索效率相关, 但对知识的识记的影响在未来的研究中仍需要进一步验证。注视次数也可以体现学习者对多媒体学习内容的注意与认知资源的分配。陈曦用注视次数这一指标来衡量多媒体课件中注释的不同位置对学习者认知资源分配的影响, 发现学习者的注视次数与学习效果呈现反比(陈曦, 2013)。本研究与陈曦的研究一致, 并且验证了实验假设即动画呈现速度影响学习效果。

通过对总体眼动指标中的瞳孔直径进行单因素方差分析后发现三组也是差异不显著。瞳孔直径它反映了学习者进行认知加工时的心理负荷情况, 即单位时间内人体承受的心理活动工作量大小(陶云, 申继亮, 2003)。由此发现不同速度下学习者的心理负荷也无显著差异。学习者对微课难度的主观评定正是测量学习者的内部认知负荷, 通过瞳孔大小的眼动指标的不显著也解释了为什么在不同速度下学习者的难度评定也不显著。也有学者表示瞳孔变化与高级心理活动之间的关系仍需要商榷, 除了认知负荷, 影响瞳孔直径变化的因素还有动机、态度、情绪、疲劳程度等(闫志明等, 2018)。

注视点持续时间能反映学习者在多媒体学习材料上的认知资源投入和加工程度——注视点持续时间越长, 说明学习者的认知资源投入越多、加工程度越深(闫志明等, 2018)。结果发现不同速度下的注视持续时间是具有显著差异的。加权注视持续时间慢速组与快速组是最长的, 且两组差异不显著, 而注视持续时间又与认知资源投入、加工程度呈正比, 也就解释了慢速组的迁移测验的分数是最高的, 这证实了本研究的假设并且段朝辉等人的研究结果一致, 慢速呈现下的迁移学习效果最好和动画速度影响眼动指标。

但是有研究认为动画呈现速度对眼动指标无影响或者说是微乎其微(Fischer et al., 2008; Meyer et al., 2010)。这可能是实验材料的差异从而产生不同的影响。本次研究采用渐进原理性知识学习材料, 而 Meyer 等人采用连续、循环呈现的机械或生理类学习材料。

4.3. 微课播放速度对学习任务区眼动指标的影响

兴趣区的眼动数据说明被试对与学习任务相关区信息的加工情况。在划分学习任务区后, 对学习任务区(兴趣区)中的眼动指标进行分析可以发现, 兴趣区的注视持续时间、和出入兴趣区次数是不具有显著性差异的。加权后的兴趣区平均注视时间具有显著性差异, 这一点证明了本次的假设即心理学实验微课的播放速率影响学习任务区的眼动指标。兴趣区的注视时间与认知资源投入和加工程度有关。由于兴趣区的注视次数与搜索效率有关, 出入兴趣区次数与注意转移有关, 注视持续时间与信息提取有关, 实验结果说明动画呈现速度不影响兴趣区的搜索效率和注意转移, 但影响兴趣区的的信息提取。这一结果与段朝辉)和 Meyer 等人的研究发现是一致的(Meyer et al., 2010; 段朝辉等, 2013)。总之, 眼动行为分析能够从视觉心理的更深层次上解释良好多媒体学习效果的产生条件和内部过程机制(胡卫星, 2012), 我们本研究中的学习者眼动指标结果基本能够与学习效果研究保持一致, 即具有正向关的关系, 如慢速组眼动行为为较佳, 相应的多媒体学习效果是最佳的。

5. 展望

考虑到实验需要本实验的被试皆为低水平学习者, 所以针对低水平学习者来说慢速呈现下学习效果最好。在未来的研究中可以考虑知识反转效应, 增加高低水平的学习者, 探究对于高水平的学习者, 慢速是否会造成认知负荷上的冗余导致知识反转效应。因此, 找到动态可视化的最佳显示速度是一个关键的问题, 以便根据教学目标强调特定的分层动态级别, 从而支持构建足够的心理动态主题模型。

本研究的实验材料为微课, 但多媒体载体上的课程不仅局限于此, 例如慕课、翻转课堂。在未来对于眼动的研究中, 我们仍然需要探究针对特定的多媒体课程、教学内容, 探究何种视频播放速度是最有利于学习者掌握的。或者通过学习者主动选择播放速度, 探究主动选择和针对学习水平被动呈现下的学习效果

的区别。把这类研究结果运用到教学实践中,更新已有的多媒体教学理念,从而来引导教学方式方法的改革和创新,并高效的利用眼动追踪技术并且运用到教学领域。眼动追踪技术也有其局限,我们如果需要探究多媒体学习中不同的变量对于不同部位脑区的影响,这就要通过脑电技术展开这方面的研究。随着FMRI和ERP等认知神经科学研究方法的日趋成熟,直接研究分析学习者个体大脑内部中信息多元编码加工的过程成为可能,这将会在更深更广的层次上拓展多媒体学习的研究领域,从而能够针对不同的实验材料、教学内容、学习者学习水平等探究多媒体背景下学习者的学习机制,从而更好地应用于现实教学中。

6. 结论

本实验的研究得出以下结论:

- 1) 动画呈现速度不会改变学习者对学习材料的识记,但会影响学习者对知识的理解。
- 2) 微课不同播放速度下学习者的眼动指标有差异,微课播放速度对学习任务区的眼动指标有影响。
- 3) 慢速呈现下,学习效果最好。

参考文献

- 陈曦(2013). 颜色编码对多媒体课件中图文信息加工的影响研究. 硕士论文. 天津: 天津师范大学.
- 代鑫(2013). 儿童教育游戏界面知识内容呈现区设计的实验研究. 硕士论文. 南京: 南京师范大学.
- 段朝辉, 颜志强, 王福兴, 周宗奎(2013). 动画呈现速度对多媒体学习效果影响的眼动研究. *心理发展与教育*, 29(1), 46-53.
- 胡卫星(2012). 动画情境下多媒体学习的实验研究. 博士论文. 大连: 辽宁师范大学.
- 刘儒德, 赵妍, 柴松针, 徐娟(2007). 多媒体学习的影响因素. *中国电化教育*, (10), 1-3.
- 皮忠玲(2014). 视频播客呈现方式对学习效果的影响及其机制的眼动研究. 硕士论文. 武汉: 华中师范大学.
- 钱莹莹, 王福兴, 段朝辉, 周宗奎(2016). 动画速度和学习者经验对多媒体学习的影响. *心理发展与教育*, 32(2), 191-197.
- 陶云, 申继亮(2003). 高二学生阅读插图课文的即时加工研究. *心理发展与教育*, 18(2), 43-46.
- 闫志明, 郭喜莲, 王睿(2018). 多媒体学习研究中眼动指标述评. *现代教育技术*, (5), 6.
- 郑玉玮, 王亚兰, 崔磊(2016). 眼动追踪技术在多媒体学习中的应用: 2005-2015年相关研究的综述. *电化教育研究*, 37(4), 68-76.
- Ayres, P., & Paas, F. (2007). Making Instructional Animations More Effective: A Cognitive Load Approach. *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 21, 695-700. <https://doi.org/10.1002/acp.1343>
- Canham, M. S., & Hegarty, M. (2010). Effects of Knowledge and Display Design on Comprehension of Complex Graphics. *Learning and Instruction*, 20, 155-166. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.02.014>
- De Koning, B. B., Tabbers, H. K., Rikers, R. M., & Paas, F. (2011). Attention Cueing in an Instructional Animation: The Role of Presentation Speed. *Computers in Human Behavior*, 27, 41-45. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.05.010>
- Fischer, S., & Schwan, S. (2010). Comprehending Animations: Effects of Spatial Cueing versus Temporal Scaling. *Learning and Instruction*, 20, 465-475. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.05.005>
- 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: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 22, 1126-1141. <https://doi.org/10.1002/acp.1426>
- Malbran, M. D. C. (2007). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. *Revista Iberoamericana de Tecnologia en Educacion y Educacion en Tecnologia*, No. 2, 92.
- Manor, B. R., & Gordon, E. (2003). Defining the Temporal Threshold for Ocular Fixation in Free-Viewing Visual Cognitive Tasks. *Journal of Neuroscience Methods*, 128, 85-93. [https://doi.org/10.1016/S0165-0270\(03\)00151-1](https://doi.org/10.1016/S0165-0270(03)00151-1)
- Mayer, R., & Mayer, R. E. (2005). *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816819>
- Meyer, K., Rasch, T., & Schnotz, W. (2010). Effects of Animation's Speed of Presentation on Perceptual Processing and Learning. *Learning and Instruction*, 20, 136-145. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.02.016>

知网检索的两种方式：

1. 打开知网首页：<http://cnki.net/>，点击页面中“外文资源总库 CNKI SCHOLAR”，跳转至：<http://scholar.cnki.net/new>，搜索框内直接输入文章标题，即可查询；
或点击“高级检索”，下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2160-7273，即可查询。
2. 通过知网首页 <http://cnki.net/>顶部“旧版入口”进入知网旧版：<http://www.cnki.net/old/>，左侧选择“国际文献总库”进入，搜索框直接输入文章标题，即可查询。

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ap@hanspub.org