

多元化媒体资源适应性推送及 可视化序列导航研究

姜 强 赵 蔚

(东北师范大学 计算机科学与技术学院, 吉林长春 130117)

[摘要] 多媒体资源能够引起学习者的注意和兴趣,有利于知识长时记忆,提高学习动机和学习成绩。然而,根据认知负荷理论和资源有限理论,针对同一知识点和学习目标的多媒体资源同时且无序呈现,容易产生学习迷航,分散注意力,增加认知负载,影响学习情绪,进而影响学习成绩。因此,如何将最适合的媒体资源及序列呈现给学习者是值得研究的问题。本研究针对动画和视频、仿真和游戏、学习文档、图片和图表、音频等五类媒体资源,采用主观问卷调查和客观学习行为分析,研究学习风格与五类媒体偏好的选择关系及相关性问题,从而建构基于 VARK 学习风格模型的多媒体资源适应性推送模型及其可视化序列导航。研究结果表明,学习风格与媒体资源具有一定相关性,视觉型学习者更愿意观看动画和视频,听觉型学习者喜欢听音频资料,读写型学习者愿意选择阅读学习文档,动觉型学习者倾向在仿真游戏中学习。根据学习风格,适应性地推送媒体资源及其可视化序列导航,可促进学习者知识建构、自组织的有意义学习及个性发展。此外,研究成果亦可为翻转课堂、MOOC 等新学习模式的个性化设计提供新思路。

[关键词] 学习风格;多元化媒体资源;可视化序列;适应性推送

[中图分类号] G434

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2015)02-0106-07

多媒体资源(如文本、视频、音频、图片、图表及动画等)可以提供多种学习渠道,给学习者带来的外部刺激不是单一的,而是多种感官的综合,有利于情境创建、认知改变、深度学习和提升学习成绩,这些已得到国际许多研究者的肯定。代表性研究如英国诺丁汉大学安斯沃思(Ainsworth, 2006)、美国加利福尼亚大学梅耶(Mayer, 2007)等基于认知科学、建构主义理论及认知情感理论,探讨采用多媒体资源有利于提高学习成绩;中国台湾国立政治大学陈志明等利用自主压力与情绪调节系统(emWave),证明了多媒体资源能够影响学习情绪,进而间接影响学习成绩(Chen & Wang, 2011)。此外,加拿大心

理学家佩维奥提出的双重编码理论(Paivio, 1986)认为,人的认知是对语言与非语言事物和事件的处理,即人的学习需要多媒体资源。然而,根据澳大利亚新南威尔士大学认知心理学家约翰·斯威勒提出的认知负荷理论(Sweller, 1988)和美国心理学家卡尼曼提出的资源有限理论(Kahneman, 1973),人的认知容量是有限的,倘若在学习环境中同时且无序呈现多媒体资源,不但会分散学习者注意力,而且会导致超出其有效的认知能力,从而造成认知过载,产生消极情绪,影响学习效果。因此,如何将最适合的多媒体资源及其呈现序列推送给学习者是亟待解决的问题。

[收稿日期] 2014-12-15

[修回日期] 2015-02-20

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjyyj.2015.02.012

[基金项目] 教育部人文社科 2012 年度项目“自适应学习系统理论模型建构及其效果实证研究”(12YJJCZH086)、全国教育科学“十二五”规划 2013 年度教育部重点课题“可视化技术支持下学科知识自主学习模型研究”(DCA130224)、教育部人文社科 2014 年度项目“基于知识图谱的开放学习资源自主聚合研究”(14YJA880103)、吉林省教育厅“十二五”社科 2015 年度项目“碎片化学习视域下基于智能手机的大学生移动学习认知及对策研究”(1405073)和东北师范大学哲学社科 2014 年度青年基金团队项目“吉林农村中小学教师远程学习适应性研究”(130021049)及“中央高校基本科研业务费专项资金”。

[作者简介] 姜强,博士,东北师范大学计算机科学与技术学院副教授,硕士生导师,研究方向:个性化自适应学习(jiangqiang@nenu.edu.cn);赵蔚,博士,东北师范大学计算机科学与技术学院教授,博士生导师,研究方向:资源聚合、知识可视化、自适应学习。

没有两个学习者是一样的,他们以不同的速率学习和忘记,来自不同的教育背景,有着不同的智力程度、注意力范围和学习方式。法国哲学家笛卡尔曾指出每个人看到的世界是不一样的。个性化自适应学习研究能够有效解决上述问题,实现根据学习者特性(如学习风格、知识水平等)适应性推送媒体资源(姜强等,2015),符合学习需求和认知规律,实现个性化学习。德国科布伦茨兰大学肖茨(Schnotz & Bannert, 2003)和斯洛文尼亚卢布尔雅那大学贝莱(Bele, 2009)基于知识水平特征开展实证研究,证明了能力低的学习者适合选择更加情境化、直观化的视频、图片等资源进行个性化学习。我国台湾科技大学黄国祯(Hwang, 2013)、加拿大阿萨巴斯大学金书轲(Kinshuk, 2015)从理论模型层面提出基于学习风格推送个性化媒体资源,可减轻认知负载,提高学习效率。鉴于此,有必要深入探讨学习风格是如何影响个体学习行为对多元化媒体资源偏好选择的。在项目组研发的自适应学习系统基础上(姜强等,2011),本研究基于 VARK 学习风格模型,采用主观问卷调查和客观学习行为分析,研究学习风格与多媒体资源偏好的选择关系及相关性问题。

一、学习风格与多元化媒体资源

学习风格是特有的认知、情感和生理行为,反映如何感知信息、如何与学习环境相互作用并对之做出反应的相对稳定的学习方式。已有许多学习风格模型被提出并被验证有效,比较典型的有科博(Kolb)、凯夫(Keefe)、费尔德-希尔弗曼(Felder—Silverman)及弗莱明(Fleming)根据接受信息和加工信息的倾向,将学习风格划分为视觉型(Visual)、听觉型(Aural/Auditory)、读写型(Read/Write)和动觉型(Kinesthetic),即 VARK 模型。其中, VARK 因较容易确定学习者解决问题、认知模式、思维方式及感知信息方法,可作为本研究的理论依据,实现方法主要有两种:一是依据 VARK 学习风格量表主观测量,但可能会因量表题目较多,给学习者带来负担,也可能因学习者填写的随意性而出现错误答案,从而导致学习风格测量结果不准确;二是通过挖掘分析学习者与系统之间的交互行为判定学习风格,但会因为“冷开始”问题,导致学习风格初始判断准确性较低。鉴于两种方法的利弊,有效的学习风格

判定是由问卷量表显性测量和学习行为挖掘隐性修正两者结合实现的(姜强等,2012)。

媒体资源是学习者交流、交互、探究与协作的媒介与环境,所有学习主题和活动的设计与实施都离不开媒体资源的支撑(姜强等,2011)。由于个体的差异,为实现根据学习者特征(如学习风格、认知水平等)适应性推送媒体资源,就需要采用多元化策略设计思想,即针对每个知识点设计如文本、视频、音频、图片、图表及动画等多种媒体类型资源,从而满足不同学习风格的学习者需求。例如,视觉型最有效的学习方式是“看影像”,向其推送统整式的表格、图片、不同颜色的色笔画线、流程图(如心智图)、便利贴、影片等媒体资源能让学习印象更深刻;听觉型最有效的学习方式是“听和文字”,向其推送录音带、有声书等媒体资源有助于提高其学习注意力;读写型最有效的学习方式是“讲授式”,学习词典、教材、讲座笔记等媒体资源能提高其学习兴趣;动觉型最有效的学习方式是“参与式学习”,案例、仿真实验等媒体资源有助于其提高学习动机。

当然,为了确保多元化媒体资源推送的准确性,需要确定学习风格与多元化媒体资源之间的关系(见图1),从而满足学习需求,提升学习者的注意力和自信心,促进知识的长时记忆。

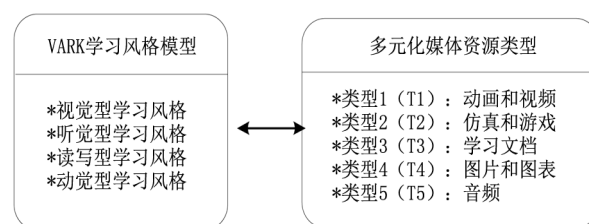


图1 学习风格与多元化媒体资源关系

本研究将多元化资源媒体类型分成五类, T1 是动画和视频, T2 是仿真和游戏, T3 是学习文档, T4 是图片和图表, T5 是音频。

二、基于学习风格的多媒体资源及序列适应性推送框架

笔者曾详细描述过学习风格模型与认知水平模型建构、个性化学习路径(包括学习活动序列和学习对象)推荐策略及信息适应性呈现等(姜强等, 2010;姜强等, 2013), 本研究将重点分析基于学习风格模型的媒体资源及可视化序列导航适应性推

送,实现过程由五个模块组成,即学习者注册登陆模块、学习对象自适应个性化推荐模块、学习过程行为监控模块、学习过程干预模块及学习内容呈现模块(见图2)。

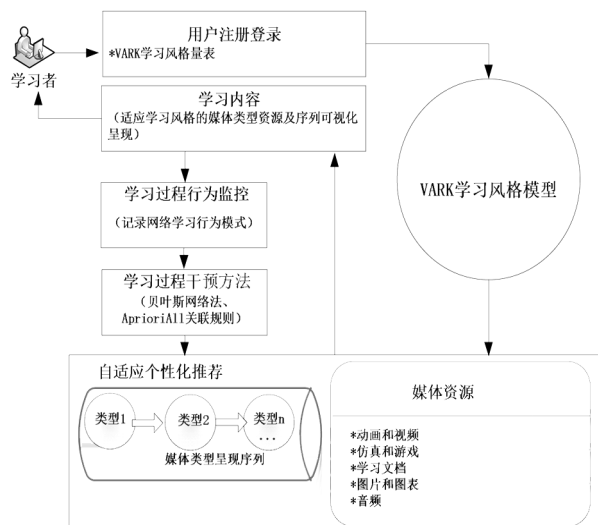


图2 基于 VARK 学习风格模型的多媒体资源适应性推送框架

首先,学习者通过 VARK 学习风格量表确定学习风格,构建学习风格模型;其次,登陆学习系统,确定学习目标,系统根据学习风格模型适应性地推送媒体资源及可视化序列导航;再次,系统会跟踪、监控学习过程,尤其是记录网络学习行为模式,如访问媒体资源类型、停留时间、浏览次数、资源评价信息等;最后,基于贝叶斯网络法、AprioriAll 关联规则等算法挖掘学习行为数据并修正学习风格模型,系统推送最佳媒体资源及序列,实现学习过程有效智能化干预(姜强等,2012)。整个学习过程既实现根据学习风格推送媒体资源,又可使学习者根据学习偏好在媒体序列导航面板中自选资源,给学习者足够的自主学习空间。脑神经学的研究已表明,当学习者自我掌控学习时,内啡肽、催产素分泌会增多,生理和心理的健康水平会提高,展开行动和追求成就的动力因此增强,进而可使学习变得更“沉浸”,有助于提高学习成绩,培养学习者的创造性思维能力和问题解决能力。

三、实证分析

(一) 实验设计

本研究依托项目组研发的自适应学习系统,以所在学校教育技术学专业 60 名学习者 of 研究对象,

采用自组织学习和系统推送资源、计划、策略两种方式学习“C 语言程序设计”课程(共 6 章 26 节,含多媒体资源 234 个)。

研究数据的收集途径,一是学习三周后,利用问卷方式调查学习者媒体资源偏好与实际使用资源的相关性;二是采集三个月的学习行为数据,如媒体资源类型、停留时间、浏览次数、资源评价信息等,分析学习风格与多元化媒体资源推送及序列呈现的关系。

(二) 数据分析

1. 学习风格与媒体资源偏好选择

研究者将媒体资源使用情况分为 4 个等级,即从未使用(1)、很少使用(2)、时常使用(3)、经常使用(4)经过三周学习后,对 60 名学习者进行调查(见表一)。

表一 主观调查学习风格与媒体资源偏好选择

学习风格	人数	媒体	媒体资源使用情况			
			从未使用	很少使用	时常使用	经常使用
视觉型学习者	17	T1	0	0	5	12
		T2	1	9	5	2
		T3	6	9	2	0
		T4	0	3	6	8
		T5	3	9	4	1
听觉型学习者	16	T1	2	8	4	2
		T2	3	7	5	1
		T3	4	9	3	0
		T4	4	5	6	1
		T5	0	1	5	10
读写型学习者	14	T1	2	5	6	1
		T2	2	7	3	2
		T3	0	1	4	9
		T4	3	5	5	1
		T5	3	8	2	1
动觉型学习者	13	T1	2	3	6	2
		T2	0	1	4	8
		T3	3	7	3	0
		T4	1	5	6	1
		T5	2	6	4	1

1) 视觉型学习者:喜欢 T1 和 T4,其中“经常使用”T1 的多达 12 人(占 70.6%),“时常使用”和“经常使用”T4 的达 14 人(占 82.4%);不喜欢使用 T3 和 T5 学习者中,“从未使用”和“很少使用”T3 的 15 人(占 88.2%),而 T5 有 10 人(占 58.8%)。

2) 听觉型学习者: 喜欢 T5, 选择“经常使用”的有 10 人(占 62.5%); 最不喜欢使用 T3, 选择“从未使用”和“很少使用”的有 13 人(占 81.3%)。

3) 读写型学习者: 喜欢 T3, 其中“经常使用”的有 9 人(占 64.3%), 在最不喜欢使用 T5 的学习者中, 选择“从未使用”和“很少使用”的有 11 人(占 78.6%), 其次是 T1、T4、T2。

4) 动觉型学习者: 喜欢 T2, 其中“经常使用”的 8 人(占 61.5%); 最不喜欢 T3, “从未使用”和“很少使用”的 10 人(占 76.9%), 其次是 T1、T4、T5。

此外, 根据学习者媒体选择情况, 本研究采用双变量相关分析, 基于 Spearman 等级相关系数, 可判断学习风格与媒体实际使用的相关性(见表二)。

表二 学习风格与媒体偏好选择相关性

学习风格 (VARK)	媒体	相关系数(P 值)
	T1	0.734 (P=0.001)
T2	0.685 (P=0.000)	
T3	0.696 (P=0.000)	
T4	0.753 (P=0.001)	
T5	0.591 (P=0.000)	

由表二可知, 学习风格与 T1、T2、T3、T4、T5 相关系数分别是 0.734、0.685、0.696、0.753、0.591, 且所有 P 值均小于 0.01, 表示在 0.01 水平上, 学习风格与媒体选择显著相关。

综上所述, 在学习实际使用资源媒体与 VARK 学习风格模型描述的学习偏好基本一致且有一定相关性。可见, 主观调查结果具有一定的可信度, 研究结果可为基于学习风格的多媒体资源适应性推送提供依据。

2. 学习风格与媒体资源适应性推送

采用问卷调查方式可能会因主观臆断导致结果判断不准确。因此, 本研究通过采集学习者三个月的学习行为数据(见表三), 客观推断学习风格与媒体资源偏好的关系。

根据表三的学习行为数据, 统计分析结果如下:

1) 视觉型学习者: 利用 T1 学习时间最长(人均 29 分钟/天), 浏览次数最多(人均 85 次/天), 评价数量也最多(人均 2.3 个/天), 其次是 T4, 最少的是 T3。

2) 听觉型学习者: 利用 T5 学习时间最长(人均 31 分钟/天), 浏览次数最多(人均 83 次/天), 评价

表三 学习风格与学习行为关系

学习风格	人数	媒体	学习行为		
			停留时间(分钟)	浏览次数	评价数量
视觉型学习者	17	T1	44372	130057	3452
		T2	10713	35196	1537
		T3	3067	13775	611
		T4	27546	105572	3061
		T5	6120	26015	782
听觉型学习者	16	T1	24487	89281	3067
		T2	8463	30247	1445
		T3	2881	10085	521
		T4	5768	20165	578
		T5	44649	119523	4327
读写型学习者	14	T1	21428	76861	1263
		T2	7562	18921	749
		T3	32769	99548	2523
		T4	10083	23947	987
		T5	3784	8826	683
动觉型学习者	13	T1	16385	69037	1175
		T2	42127	97118	2346
		T3	2357	10536	851
		T4	5853	24579	973
		T5	3517	17552	868

数量也最多(人均 3 个/天), 其次是 T1, 最少的是 T3。

3) 读写型学习者: 利用 T3 学习时间最长(人均 26 分钟/天), 浏览次数最多(人均 79 次/天), 评价数量也最多(人均 2 个/天), 其次是 T1, 最少的是 T5。

4) 动觉型学习者: 利用 T2 进行学习时间最长(人均 36 分钟/天), 浏览次数最多(人均 83 次/天), 评价数量也最多(人均 2 个/天), 其次是 T1, 最少的是 T3。

可见, 学习者基本按系统基于学习风格推送的媒体资源进行学习和评价, 分析结果与问卷调查基本一致, 这进一步证明了研究的可信度。因此, 基于 VARK 学习风格模型适应性推送媒体资源, 符合学习者学习偏好, 满足学习需求。

四、基于学习风格的多媒体资源适应性推送模型及序列可视化

依据上述实证分析结果, 本研究建构了基于学习风格的多资源媒体适应性推送模型(见图 3)。

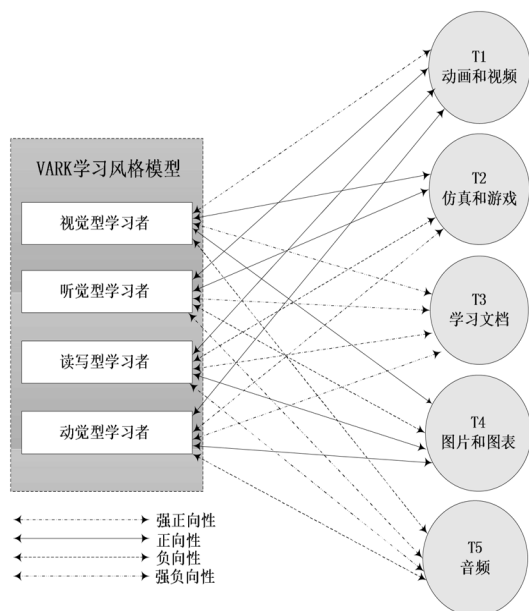


图3 基于学习风格的多媒体资源适应性推送模型

由图3可知:1)视觉型学习者对T1具有强正向选择性,对T2和T4具有正向选择性,而对T5具有负向选择性,对T3具有强负向选择性;2)听觉型学习者对T5具有强正向选择性,对T1、T2具有正向选择性,而对T4具有负向选择性,对T3具有强负向选择性;3)读写型学习者对T3具有强正向选择性,对T1、T4具有正向选择性,而对T2具有负向选择性,对T5具有强负向选择性;4)动觉型学习者对T2具有强正向选择性,对T1、T4具有正向选择性,而对T5具有负向选择性,对T3具有强负向选择性。

此外,根据实证分析结果和多媒体资源适应性推送模型,本研究建构了基于VARK学习风格模型的媒体资源可视化序列适应性导航(见图4)。由图4可知,视觉型学习序列为T1>T4>T2>T5>T3;听觉型学习序列为T5>T1>T2>T4>T3;读写型学习序列为T3>T1>T4>T2>T5;动觉型学习序列为T2>T1>T4>T5>T3。通过易于理解的视觉图形信息,多媒体资源以可视化方式动态呈现,一方面将最符合学习需求的媒体资源推送给学习者,另一方面学习者可以按自己的意愿从媒体资源序列可视化面板中自主选择资源进行学习,从而不但可解决学习迷航与认知超载的问题,激起学习者的求知欲和积极性,提高学习者学习动机,而且还可实现媒体资源的高效利用,促进学习者对知识的主动建构、内化及迁移,促进智慧学习。此外,研究成果也有助于推动MOOC、翻转课堂等新学习模式的发展。

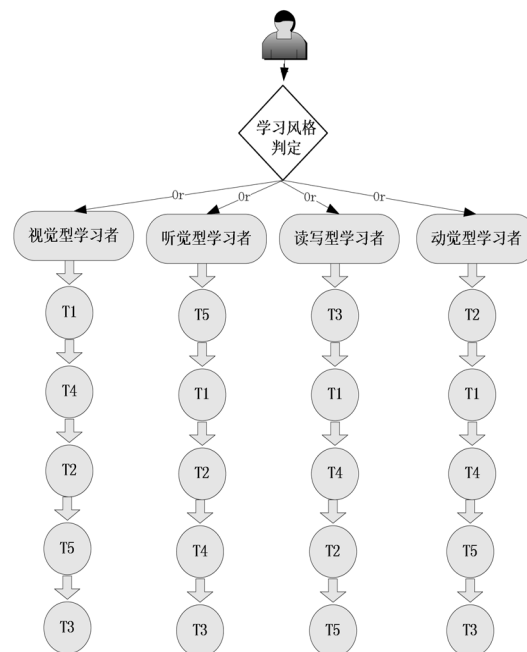


图4 基于学习风格的媒体资源可视化序列适应性导航

(一)个性化MOOC(PMOOC):MOOC 2.0模式

MOOC以其丰富的资源和开放、随时随地的学习方式,受到学习者青睐。然而,在众多学习者中,坚持到最后并获得认证的人少之又少,究其原因,除了需要完善MOOC平台外围的技术交互功能外,更重要的是要改变课程资源建设的思想及学习方式。目前MOOC(可以理解为MOOC 1.0)实现了优秀资源的有效共享,然而,教育是多维的,学习什么内容,如何学习,人与人是有差异的。MOOC的学习应该是基于兴趣的学习,是一种主动学习、个性化学习。多媒体资源适应性推送策略为MOOC的建设带来机遇,可形成个性化MOOC(Personalized MOOC),即MOOC 2.0模式。该模式根据分析个体因素直接引导不同类型的学习者到“最适合”的链结路径,实现学习者自我组织、制订并执行学习计划,自主选择学习策略,并控制学习过程;对学习进行自我评估,置身于更为个人化的情景中建构知识,而不是主要通过教师的讲授或操练与练习进行学习。这在很大程度上能激发学习者参与学习的积极性以及提高个体对知识的成就感和认知程度,有利于降低辍学率、退课率,提升完成率。

(二)翻转课堂与“适应性”推送策略相融合

美国人萨尔曼·可汗(Salman Khan)创办的可汗学院成功地尝试了“翻转课堂”模式,将学习流程“反过来”,即学习者在家中学(知识一次内化),然

后到学校与老师和同学讨论(知识二次内化),充分调动了学习者的自主性。然而,书本常常是无趣无味的,即使课堂上有教师的亲身指导,学习者也未必能用心学好,更何况脱离了教师的指导,学习绩效如何得到保障?利用信息技术手段,根据学习风格、学习进度及对知识的掌握程度等适应性推送媒体资源及序列,可以通过监控和测量学习表现,匹配答题,向学习者推送需要强化的题目类型等加以完善。比如,若在测试中遇到困难,适应地降低测试难度,直到可以掌握的知识水平;同样如果学习者水平很高,适应地加大测试题目难度,直到知识的熟练应用或精通。同时,推送与学习者能力相关的资源及建议下一步要学习的知识点,可增强其对知识的掌握。相信伴随着大数据学习分析技术的发展,“适应性”推送策略将实现从课堂到课外、从机制到辅助与翻转课堂模式的完美融合,不但可以取其所长补己之短,解决学习中的个人盲区,最大限度地激发学习者的内在动机,而且有利于实现翻转课堂学习的最终目标,即精准化、个性化学习。

五、结论

本研究基于主观问卷调查和客观学习行为分析,研究了学习风格与多媒体资源偏好选择关系及相关性,建构了基于 VARK 学习风格模型的多媒体资源适应性推送模型及其可视化序列导航,帮助学习者获取最佳媒体资源及序列,有助于自调节、自组织学习。此外,主观问卷调查与客观学习行为分析结果基本一致,进一步证明了本研究的可信度,同时也证明了不同学习风格的学习者偏好不同媒体资源,这一研究成果可为研究网络学习环境下媒体资源推送提供理论参考,为资源建设提供新的设计理念——多元化设计。同时,研究成果可为翻转课堂、MOOC 等新学习模式的个性化设计提供新思路,提高学习者的粘性、忠诚度和空间定位感,对学习者在认知(如改善注意力、专注力和反应时间)、动机(如鼓励成长)、情感(如引发积极的情绪状态)等方面产生正面影响,从而降低辍学率,提高完成率和学习质量。

然而,多媒体资源适应性推送及可视化序列导航发挥作用需要教师付出更多努力,同时也意味着教师要有更高的专业水平。如何实现根据学习风格

偏好、知识能力发展水平等设计多媒体资源,需要发挥教师的创造力。正如英特尔公司前董事会主席贝瑞特博士说的:“计算机不是什么神奇的魔法,教师才是真正的魔术师!”

本研究下一步将分为两个阶段:一是将研究成果迁移到英语、数学等课程学习中,通过对比分析实验组和控制组的学习绩效,综合评价本研究成果的有效性;二是针对学习者特征另一个重要因素——知识水平,基于项目反应理论探究能力等级推送不同难度系数的媒体资源的影响。

[参考文献]

- [1] Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations[J]. *Learning and Instruction*, 16 (3):183-198.
- [2] Bele, J. L. (2009). Comparing efficiency of web-based learning contents on different media[J]. *International Journal of Engineering and Technology*, 4(3):31-35.
- [3] Chen, C. M., & Wang, H. P. (2011). Using emotion recognition technology to assess the effects of different multimedia materials on learning emotion and performance[J]. *Library & Information Science Research*, 33 (3):244-255.
- [4] Hwang, G. J. (2013). A learning style perspective to investigate the necessity of developing adaptive learning systems[J]. *Educational Technology & Society*, 16 (2):188-197.
- [5] 姜强,赵蔚(2010). 基于用户模型的个性化本体学习资源推荐研究[J]. *中国电化教育*, (5):106-111.
- [6] 姜强,赵蔚(2011). 面向“服务”视角下的自适应学习系统设计及实现[J]. *中国电化教育*, (2):119-124.
- [7] 姜强,赵蔚,王朋娇(2012). 基于网络学习行为模式挖掘的用户学习风格模型建构研究[J]. *电化教育研究*, (11):55-61.
- [8] 姜强,赵蔚,王朋娇(2013). 基于 GALSIRM 模型的自适应学习系统体系结构研究[J]. *现代远距离教育*, (1):71-77.
- [9] 姜强,赵蔚,王朋娇,王丽萍(2015). 基于大数据的个性化自适应在线学习分析模型及实现[J]. *中国电化教育*, (1):85-92.
- [10] Kahneman, D. (1973). *Attention and effort* [M]. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall Inc.
- [11] Mayer, R. (2007). Interactive multimodal learning environments special issue on interactive learning environments: Contemporary issues and trends[J]. *Educ Psychol Rev*, 19 (6):309-326.
- [12] Kinshuk. (2015). Adaptive and personalized learning based on students' cognitive characteristics[A]. Huang, R. H. (2015). *Ubiquitous Learning Environments and Technologies* [C]. Berlin: Springer-, Verlag: 77-97.
- [13] Paivio, A. (1986). *Mental representations* [M]. New York: Oxford University Press.

[14] Schnotz, W. , & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation[J]. *Learning and Instruction*, 13 (2) :141–156.

Effects on learning[J]. *Cognitive Science*, (12) :257–285.

(编辑:李学书)

[15] Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving:

Research on Adaptive Recommendation of Multimedia Materials and Sequence Visualization

JIANG Qiang & ZHAO Wei

(School of Computer Science and Information Technology, Northeast Normal University, Changchun 130117, China)

Abstract: *Multimedia materials may enhance learning attention, long-term memory, motivation and performance. However, based on cognitive load theory, if a student pays too much attention to selecting appropriate multimedia materials, it can cause cognitive overload, which means the total intended processing exceeds a student's available cognitive capacity. If the multimedia materials presented to the students are disordered, they may make students feel disoriented and frustrated, and may result in a poor learning experience. Therefore, it is worth studying how to recommend the adaptive multimedia resources and appropriate sequencing to a learner. Especially, considering students' learning styles, the system should take into account a student's preferences, recommend appropriate learning materials depending on the types of learners (e. g. verbal and visual learners), and guide students through the learning process.*

In this paper, five types of resource (animations and videos, simulations and games, learning documents, pictures and diagrams, and audio learning materials) are provided. We chose the VARK learning style model frequently used in the field of adaptive learning environment as a theoretical model. The preferences and correlation between learning style and multimedia materials are discussed based on experiment research using questionnaire investigation and learning outcome analysis from 60 student participants. The research results show that learning style is related to the preference to multimedia material. For example, visual learners prefer the media types of animations and video, while verbal learners prefer the media types of audio to study, Read/Write learners prefer the media type of learning documents and kinesthetic learners prefer the media types of simulations and computer games. Finally, multimedia materials preference recommendation model and sequence navigation are built based on the VARK learning style model and empirical research results.

In summary, the match between learning styles and types of materials can enhance knowledge construction and learning performance. The results from this study provide a theory basis for future research on adaptive learning resource recommendation. The results also provide new insights into the personalization learning model design of Flipped Classroom and MOOCs (Massive Open Online Courses).

Key words: *learning style; multimedia resource; visualization sequence; adaptive recommendation*