

DOI: 10.20098/j.cnki.1001-5132.2024.0723

基于滞后序列分析的开放大学学生数字化学习路径研究

洪朝晖

(宁波开放大学, 浙江 宁波 315016)

摘要: 为揭示学习行为与学习结果之间的关系, 并评估学习平台路径设计对学生学习行为的影响, 采用滞后序列法对开放大学 283 名学生的数字化学习行为进行深入分析, 探究学生在数字化学习过程中的行为模式和学习路径。通过对学生网络学习行为数据的分类以及编码生成转换频率绘制行为转换图, 使学习路径可视化。结果表明: 学生的学习行为正向影响学习结果, 且他们的学习路径遵循课程教学的逻辑顺序; 学生的数字化学习投入具有较强的绩效导向性; 学习平台的路径设计和流程基本满足了学生的学习需求。

关键词: 数字化学习; 滞后序列分析法; 学习行为; 学习路径

中图分类号: G434

文献标志码: A

文章编号: 1001-5132 (2025) 02-0115-06

数智时代, 数字化技术正迅速改变着教育领域的各个方面。2023 年 9 月教育部关于印发《学习型社会建设重点任务》的通知中提出: “把建设学习型社会、学习型大国作为建设教育强国的战略举措, 把教育数字化作为推进学习型社会建设的‘倍增器’” “构建网络化、数字化、个性化、终身化的教育体系” “为教育强国建设提供有力支撑”^[1]。教育数字化已经成为我国建设教育强国、建设学习型社会和学习型大国的重点战略举措^[2]。开放大学作为远程教育的先行者, 积极响应教育部关于教育数字化战略行动, 努力“建设一所链接世界的数字化大学”, 于 2021 年建成“国家开放大学互联网+大学综合管理服务平台建设与应用项目”(简称“一平台”)和“国家开放大学互联网+大学学习网升级与应用示范项目”(简称“一网”), 两个项目合起来简称“一网一平台”。该平台的推出和应用为全国开放教育的在线学习提供了全面的技术支持和过程记录, 至今已成为我国终身教育和在线教育的主要平台之一, 为服务学习型社会、学习型大国提供了有力支撑^[3]。

在大规模开放在线课程的情境下, 有限人数的学习支持服务团队无法为众多学习者提供满足

个性需求的学习资源和学习活动, 授课教师也很难对每个学生做出较为科学准确的学习评价^[4]。因此, 为深入了解开放大学学生的学习过程和学习方式, 需要研究学生的数字化学习路径, 通过获取学习网生成的实时行为数据为学生提供定制化的学习资源和支持, 更好地满足学生个性化的学习需求, 进一步推进教育的数字化转型, 通过数字技术与教育的深度融合, 促进教育模式的创新和学习方式的变革。

1 研究理论

1.1 学习分析理论

Siemens 等^[5]提出学习分析理论, 引起了国内外教育研究者的广泛关注, 并开展了相关研究。学习分析理论的基础研究主要涉及学习分析概念和内涵的界定、学习行为分析模型的设计, 其核心概念和内涵主要包括对象、重点和目标三个方面。学习行为分析方法和技术主要包括教育数据挖掘、统计分析、社交网络分析、话语分析、内容分析等^[6]。杨现民等^[7]通过滞后序列分析法分析学习行为, 发现学习偏好行为可指导学习活动的设计。学习行为分析的应用研究主要涉及使用学习分析工具收

收稿日期: 2024-07-22.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://journalg.nbu.edu.cn/>

基金项目: 浙江省高等教育学会研究课题(KT2024330); 宁波市教育科学规划课题(2024YGH048)。

作者简介: 洪朝晖, 讲师, 主要研究方向: 开放教育、成人教育。E-mail: 595542061@qq.com

集和分析学生行为数据,关注学习需求和学习环境,探索在线学习行为与学习成绩之间的关系。

学习行为分析技术作为教育领域中新兴技术,运用不同分析方法与技术对学习过程中的行为数据进行分析,从而发现学习规律,了解学习者内在特征,预测学习效果,将分析结果通过可视化技术呈现,使学习者明确自身学习情况及学习伙伴之间的交互情况,调整学习进度与学习方式^[8]。该技术不仅能帮助学习者理解自己的学习状态和互动模式,也为教师提供了教学反馈,为教育决策者和系统开发者提供了数据支持,促进了教育实践的个性化和精准化发展。

1.2 数字化学习

2000年6月,在美国教育技术首席执行官论坛(ET-CEO)召开的以“数字化学习的力量:整合数字化内容”为主题的年会中,将数字技术与课程教学内容整合的方式称为数字化学习,并首次提出了数字化学习的概念^[9]。

我国较早研究数字化学习的专家李克东^[9]指出,“数字化学习是指学习者在数字化的学习环境中,利用数字化学习资源,以数字化方式进行学习的过程。”他提出了数字化学习的三个基本要素:数字化学习环境、数字化学习资源和数字化学习方式,指明了数字化学习的基本研究方向。近年来,随着大数据、人工智能等技术的成熟,数字化学习进入了智能化和个性化时代。黄荣怀等^[10]指出智慧学习环境是数字学习环境的高端形态,是学习环境的变革与趋势。姜强等^[11]认为个性化自适应学习将成为大数据时代数字化学习的新常态。李铭等^[12]提出教师与教学设计者需要提升数据素养,培养智能教学环境中的技术应用能力,能够将大数据、AI助教等技术充分融入课程与教学过程,拓展教学时空,实现对学习者全过程的精准分析,对教学结果的精准预判,以及对教学过程的精准调控,满足学习者的个性化学习需求。

总体来说,在教育数字化转型的背景下,探索如何利用数字技术和数据分析来提升教育质量和学习体验是当前教育领域的研究热点。数字化学习为学习分析提供了丰富的数据来源,而学习分析则为数字化学习提供了反馈和改进的依据。结合数字化学习和学习分析的理论和应用可以更好

地了解学习者的需求,帮助教师设计更有效的教学策略,最终推动教育的现代化和个性化发展。

2 研究设计

2.1 研究方法

滞后序列分析法(Lag Sequential Analysis, LSA)由 Sackett^[13]在1978年首次提出,是一种用于检验某种行为发生后,另一种行为出现概率及其统计显著性的方法。随着教育技术领域的不断发展,近年来越来越多的研究者开始将LSA应用于学习行为的分析研究中,LSA在此领域也显示出巨大的应用潜力,它不仅能够帮助研究者和教育工作者深入理解学习者的行为模式,还能从行为的角度揭示技术如何增强学习效果。此外,LSA还能为教学活动的设计和实施提供有效的指导,更能促进教育实践的优化和创新^[14]。

2.2 研究平台以及样本选择

国家开放大学学习网(<http://one.ouchn.cn>,以下简称“国开学习网”)是一个为全国开放大学学生和教师提供选课、学习、教研、辅导、答疑、作业、形考及查询统计等功能的网上学习平台,为开放教育的在线学习提供全面技术支持和过程记录。

本研究基于“国开学习网”的课程数据,使用滞后序列分析法对国家开放大学宁波分部开放本科一门公选课“人文英语3”的网络学习活动行为进行研究,选取具有代表性的学习活动模块,探究学生数字化学习行为顺序,构建可视化学习路径图。选取对象为“人文英语3”课程2023年秋季学期宁波市校教学点的学习者,以有效期末成绩为标准,共筛选出学习者283人,分属10个专业。数据统计时间从2023年9月1日至2024年2月1日。

2.3 研究过程

2.3.1 数据收集和预处理

“国开学习网”中“人文英语3”的课程数据包括课程访问总数、每位学生的访问情况和各部分内容的完成度,其中学生访问情况记录了学生第一次进入课程时间、访问次数、访问时长、音视频查看次数、音视频查看率、音视频观看时长、参考资料查看及下载次数、参考资料查看及下载率、线上链接查看次数、线上链接查看率、录播教材观看次数、录播教材观看率、作业提交次数、已交作业

数、应交作业数、作业提交率、在线测试提交次数、已交测试数、应交测试数、在线测试提交率、发表帖子数(主帖数/回帖数)、讨论参与率、点名(已到/缺勤/请假)、课程完成度。在这些平台数据中,课程完成度是每位学生网络学习情况的综合性指标,访问次数和访问时长可以看作是学生上网情况的辅助性指标。

在对学生学习行为进行序列分析前,首先要确定这些学习活动和学习效果之间的关系,所以本研究选取学生学习行为中的一个综合性指标(课程完成度)、两个辅助性指标(访问次数及访问时长)和课程综合成绩进行 Pearson 相关性分析,结果见表 1。通过表 1 可以发现:综合成绩与课程完成度呈显著性相关(相关系数为 0.180),与访问次数呈不显著性相关(相关系数为 0.056),和访问时长呈不显著性相关(相关系数为-0.010)。说明学生的课程完成度越高,学习成绩就越好;而学生的访问次数、访问时长和成绩则没有必然相关。

表 1 综合成绩和 3 个学习指标的相关关系

项目	综合成绩	访问次数	访问时长	课程完成度
综合成绩	1			
访问次数	0.056	1		
访问时长	-0.010	0.331**	1	
课程完成度	0.180**	0.541**	0.381**	1

注: N=283, **P<0.01。

在此基础上,本研究进一步考察和分析了学习平台上记录的学习行为,结合课程内容,最终梳理出每位学生访问情况的有效数据主要聚焦在 6 个模块的学习内容:测试、音视频、作业、讨论、线上链接和参考资料,以此作为本次行为序列分析的行为对象。

2.3.2 数据编码和行为转换频率生成

在对学习行为进行编码时(表 2),为体现学习行为和所属课程内容的类别,本文将学生访问情况分为 6 个模块、11 个学习行为进行描述和标注。

将 283 名学生的学习行为根据上述编码步骤生成的表格内容导入滞后序列分析工具 GSEQ5 中,生成如图 1 所示的行为转换频率。本研究共生成 1 408 条序列关系,图中第 2 行和第 2 列开始的数字代表行行为转化为列行为所形成的行为序列出现的次数^[15]。如图 1 中第 2 行第 3 列中的数字 53

表 2 学习行为描述及编码

模块	内容	行为	编码
测试	边学边练	学习课文内容并完成相关练习	Q1
	单元自测	完成单元测试并提交	Q2
	综合测试	完成综合测试并提交	Q3
音视频	会话讲析	点击会话讲析音视频并播放	V1
	短文讲析	点击短文讲析音视频并播放	V2
作业	口语作业	完成口语作业并提交	A1
	写作作业	完成写作作业并提交	A2
	学习行为评价	浏览学习行为评价	A3
讨论	课程答疑	参与讨论	F
线上链接	复习指导等教学活动	点击复习指导相关链接并查看	J
参考资料	教学大纲等参考资料	浏览教学大纲等参考资料	M

表示学生“学习课文内容并完成相关练习”(Q1)后紧接着“完成单元测试并提交”(Q2),即序列 Q1—Q2 发生总频次为 53 次。从图 1 可以看到频次较高的 3 个行为序列分别为 Q2—A3(137 次)、V1—V2(81 次)、V1—Q1(60 次)。

	Q1	Q2	Q3	V1	V2	A1	A2	A3	F	J	M
Q1	0	53	7	16	36	2	22	10	12	6	3
Q2	17	0	28	20	7	3	6	137	16	4	8
Q3	5	10	0	2	0	13	10	22	7	11	5
V1	60	19	0	0	81	0	8	4	11	3	1
V2	23	25	6	6	0	1	43	8	14	6	9
A1	0	4	2	1	1	0	1	1	10	2	1
A2	10	20	9	8	7	1	0	12	20	7	14
A3	11	13	22	10	7	3	14	0	37	18	20
F	18	10	5	55	4	1	8	11	0	35	11
J	5	7	26	2	1	4	3	6	7	0	5
M	8	5	10	1	4	1	2	7	1	33	0

图 1 行为转换频率

2.3.3 残差分析和序列转换可视化

根据滞后序列分析理论,如果残差值 $Z > 1.96$,则表明该行为路径具有显著意义^[14]。因此对图 1 内容进行标准分数转换,最终筛选出具有显著意义的 19 个行为路径序列,分别是 Q1—Q2、Q1—V2、Q2—A3、Q3—A1、Q3—A3、V1—Q1、V1—V2、V2—A2、A1—F、A2—F、A2—M、A3—Q3、A3—F、

A3—M、F—V1、F—J、J—Q3、J—A1、M—J. 为更直观地呈现具有显著水平的行为序列, 绘制出如图 2 所示的行为转换图, 图中线条箭头代表行为转换方向, 数值代表每个行为序列 Z 值(调整后的残差值), 线条粗细表示行为连接的显著水平.

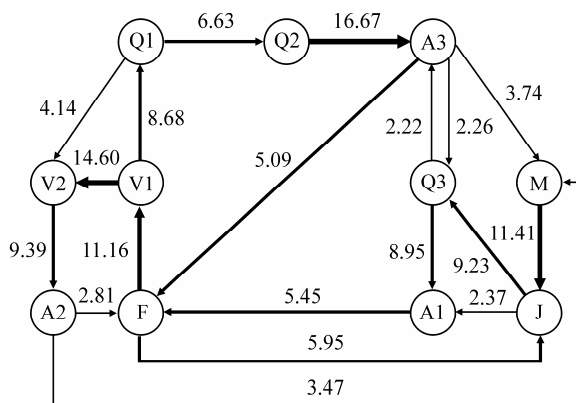


图 2 行为转换图

由图 2 可见, 学生行为主线从 Q1—Q2—A3—Q3—A1—F—V1—Q1 呈闭环流转, 这样的循环路线反映出该课程网络平台设计的合理性和较强的可操作性.

图 2 中 Q2—A3 的发生频次最为显著($Z=16.67$), 说明很多学生在完成单元测试后急于查看自己的学习行为评价. A3—Q3 之间的来回箭头表明学生在两种行为之间来回操作, 体现了学生在做单元测试和综合测试时对学习行为评价的重视, 表明学生的学习目标明确, 绩效指向性较强.

V1—V2 行为的显著性($Z=14.60$)体现了学生对视频内容的学习遵循课程的安排顺序, 从会话讲析到短文讲析依次浏览观看. 对于教学资料的查阅也是遵循 M—J 行为($Z=11.41$). 这两个现象说明课程内容的安排顺序符合学生的学习逻辑, 在学生中有较高可接受度.

图 2 中与其他活动有最多连接的是 F 和 A3, 分别有 5 条线路与之相连. 其中 A1、A2、A3 都指向 F, 表明学生在完成作业模块的任意一个活动后都会参与讨论, 有较强烈的作业分享和交流意愿. 他们可能带着疑问进入课程答疑论坛, 试图通过师生交流和生生交流获取帮助, 反映出学生为了在作业中获得更好表现和达到课程目标而投入更多努力的意愿. F—V1 和 F—J 表明学生在“参与讨论”中很可能获得了一些学习方法和学习提示, 随即

“点击会话讲析音视频并播放”, 或“点击复习指导相关链接并查看”, 试图获取相关知识. A3—F、A3—Q3、A3—M 路线表明学生尝试通过各种学习途径来提高自己的学习行为评价, 从而争取更好的学习成绩和表现.

图 2 中没有出现 A1—A2—A3 的行为序列, 反映出作业模块的三部分内容基本独立, 这种各自独立的作业形式有效分散了学生的学业压力, 能更好地引导学生分步完成各种类型的作业. 另外测试模块里出现了 Q1—Q2, 却没有出现 Q2—Q3, 这种现象说明学生更倾向于完成那些操作简便、得分直观的练习和作业, 而不愿意直接尝试做综合类型的大型测试, 这在某种程度上反映出学生不愿选择具有较高认知挑战的任务, 也意味着他们在学习中的坚持性和专注度可能不高.

3 研究结果

3.1 学习行为对学习结果的影响机制

“人文英语 3”课程考核采用形成性考核与终结性考试相结合的方式, 成绩各占 50%. 形成性考核包括两个部分, 第一部分是完成 8 个学习单元的自测练习, 占 80%; 第二部分是教师对学生的综合评价, 按 20% 计入形成性考核. 因此平台课程学习分析数据中, 8 个单元自测练习的分数是课程综合成绩的重要组成部分, 必然和学生成绩成正比. 其他学习行为虽然没有计入课程考核范畴, 但是研究发现学生学习行为和成绩方面有紧密相关性.

首先, 将学生课程完成度(综合性指标)、平台访问次数(辅助性指标)、平台访问时长(辅助性指标)和课程综合成绩用 Pearson 进行相关性分析, 发现课程完成度和综合成绩呈正相关性(表 1). 由此可见, 学生参与平台线上学习的课程完成度越高, 他们从平台中获取的课程知识就越多, 最终的考核成绩就越高, 这充分说明线上学习行为对学习结果的影响是积极正向的.

其次, 对学习行为单项数据的发生人数进行统计, 发现 Q2 的行为发生数最高, 达到 278 次, 学生总人数为 283 人, 意味着 98.23% 的学生都完成了这项活动; 其次是 A3, 有 228 名学生完成此行为, 占比为 80.57%. 这两项行为的高发生率反映出学生对课程考核的较高关注度, 说明学生绩效导向

性学习目标非常明确,也从另一个角度客观体现了课程的考核机制。此外,其他各项行为发生率多数在40%~70%,可见网络课程中各项内容的学生接受度均处于较高水平。最低的行为发生数是完成口语作业并提交(A1),只有32人,占11.3%,其低完成率反映出学生趋易避繁的心理,因为口语作业需要录音上传,操作比较复杂,所以大部分学生选择了放弃。

3.2 学习行为对学习平台的验证和启示

“国开学习网”在线课程设计与开发基本围绕知识点资源进行设计,本次研究的“人文英语3”课程线上学习模块的内容安排和纸质教材保持一致。学习行为序列研究发现学生的学习行为主线呈单向型流转,他们的学习基本遵循课程教学逻辑顺序进行。鉴于本课程的学生都是开放业余成人学生,学习时间有限,学习能力和电脑操作能力也有一定局限性,目前的线上课程学习路径设计和流程非常符合开放大学学生的学习需求。课程平台通过合理地引导学习资源和学习活动,最大限度地提高了学生的学习效率,帮助他们顺利完成线上学习内容,取得较好的学习效果。

但是学生对于课程考核的较高关注度和对于非考核项目的较低发生率,也提醒平台的设计者需注意如何进一步吸引学生积极参与其他项目,提高各类学习内容的被访问率和完成度。

4 讨论与建议

学习行为分析构成了学习分析学科的核心内容,它通过系统分析学习者在教育过程中的行为数据,揭示了数据背后的深层次价值信息。这种方法不仅有助于识别学习者的行为模式,还能挖掘出潜在的学习需求和偏好,从而为教育者定制化的教学策略和干预措施依据。本研究对于“人文英语3”课程在“国开学习网”上的学习行为用滞后序列法进行分析,发现:(1)学习行为对学习结果的影响是积极正向的,客观地体现了课程的考核机制;(2)学习行为序列基本遵循课程教学的逻辑顺序,课程学习路径设计和流程合理,方便学生使用;(3)学习行为发生率的高低差异体现了成绩是学生学习的主要目标,即学生在线学习投入具有较强的绩效导向性。

此外,研究中也发现了一些有待改进和提高的方面:(1)非考核内容的较低发生率和完成度不利于学生拓展学习;(2)复习指导相关链接和课程教学大纲等参考资料的低浏览量说明这部分内容对学生的吸引力不大;(3)行为转换图中行为主线呈单向序列现象,各个行为之间的交互序列活动不够丰富多样,揭示出学生学习比较被动和机械化,缺乏积极和活跃的主动性学习。

根据这些情况,我们提出以下建议:(1)提高课程完成度和访问频率。首先,鼓励和帮助学生制定清晰、具体的学习计划,明确每节课的学习目标和时间安排,以提高课程的完成度和访问频率。其次,学习平台可以设置自动提醒功能,提醒学生按时完成课程内容,避免拖延。(2)明确学习目标。首先,设定绩效导向的学习目标,强调每个阶段的学习成果,通过奖励机制鼓励学生达成目标。其次,根据学生的不同需求和学习进度,提供个性化的学习路径和目标设置,增强学习的针对性和效果。(3)优化学习平台。首先,优化平台界面和功能设计,简化学习流程,减少学生在学习过程中的操作复杂度,让学生更专注于学习内容本身。其次,在学习平台中增加互动功能,如在线讨论、问答环节等,提升学生的参与度和学习体验。(4)提高非考核项目的参与度。首先,在非考核项目内容上增加有趣的学习活动、实践项目等,提高学生的兴趣和参与度。其次,对完成非考核项目的学生给予一定的奖励,如加分、荣誉称号等,以激励学生积极参与。(5)强化学习行为引导。首先,遵循课程教学逻辑,在课程设计和教学过程中,确保内容逻辑顺序清晰,帮助学生更好地理解和掌握知识。其次,在平台上提供可视化学习路径图,帮助学生了解自己的学习进度和下一步学习内容,避免迷失方向。

总之,确保数字化学习真正发生并达到深层次学习效果的关键在于有效的参与模式,行为序列分析揭示了学生的数字化学习过程需要引导。因此在构建数字化课程时,我们不应仅仅关注资源的积累,而应更加重视数字化学习路径的精心设计与持续优化。通过精心规划的学习路径,可以引导资源和学习活动的有序发展,同时为学生提供一个清晰、可视觉化的学习框架。这样的学习路径不仅能够作为数字化学习的支撑结构,还能促

进学生形成有效的在线参与模式,进而推动他们在数字化学习过程中的认知发展。数字化学习是信息化教学的重要发展方向,基于大数据和学习分析技术的学习行为分析为教师理解学生的学习行为和学习过程提供了新的视角和方法。本研究着眼于开放教育英语教学实践,努力挖掘教育数据的潜在价值,试图展现开放教育学生数字化学习的路径和存在的主要问题,提出相应策略,期待提升开放教育师生对信息技术的使用和操作能力,最终提高教学质量。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国教育部. 教职成函〔2023〕9号[EB/OL]. (2023-08-30)[2023-09-04]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A07/zcs_cxsh/202309/t20230914_1080240.html.
- [2] 王启明. 深入推进教育数字化 建设数字化大学[J]. 在线学习, 2023(12):36-37.
- [3] 范贤睿, 程罡. 数字化大学: 新时代开放大学迈向高质量发展的战略选择[J]. 河北开放大学学报, 2023, 28(3): 1-7.
- [4] 牟智佳. 学习者数据肖像支撑下的个性化学习路径破解: 学习计算的价值赋予[J]. 远程教育杂志, 2016, 34(6): 11-19.
- [5] SIEMENS G, LONG P. Penetrating the fog: analytics in learning and education[J]. Educause Review, 2011, 46(5): 30-32.
- [6] 索琪, 孙玉展. 基于 CiteSpace 文献计量的国内网络学习行为研究现状与分析[J]. 安徽开放大学学报, 2022(4): 24-29, 53.
- [7] 杨现民, 王怀波, 李冀红. 滞后序列分析法在学习行为分析中的应用[J]. 中国电化教育, 2016(2):17-23, 32.
- [8] 王祎. 在线学习行为分析及应用研究[D]. 武汉: 华中师范大学, 2018.
- [9] 李克东. 数字化学习(上): 信息技术与课程整合的核心[J]. 电化教育研究, 2001, 22(8):46-49.
- [10] 黄荣怀, 杨俊锋, 胡永斌. 从数字学习环境到智慧学习环境: 学习环境的变革与趋势[J]. 开放教育研究, 2012, 18(1):75-84.
- [11] 姜强, 赵蔚, 李松, 等. 个性化自适应学习研究: 大数据时代数字化学习的新常态[J]. 中国电化教育, 2016(2): 25-32.
- [12] 李铭, 韩锡斌, 李梦, 等. 高等教育教学数字化转型的愿景、挑战与对策[J]. 中国电化教育, 2022(7):23-30.
- [13] SACKETT G P. Observing behavior: theory and applications in mental retardation[M]. Baltimore: University Park Press, 1978.
- [14] BAKEMAN R, GOTTMAN J M. Observing interaction: an introduction to sequential analysis[M]. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 1997.
- [15] 胡丹妮, 章梦瑶, 郑勤华. 基于滞后序列分析法的在线学习者活动路径可视化分析[J]. 电化教育研究, 2019, 40(5):55-63.

Digital learning path of open university students based on lag sequence analysis

HONG Chaohui

(Ningbo Open University, Ningbo 315016, China)

Abstract: In order to reveal the relationship between learning behaviors and learning outcomes, and to assess the impact of learning platform path design on students' learning behaviors, an in-depth analysis of the digital learning behaviors of 283 students from open university was conducted by using lagged sequence analysis method to explore students' behavioral patterns and learning paths in the digital learning process. By classifying and coding the students' online learning behavior data, generating conversion frequencies, and drawing behavioral conversion diagrams to visualize the learning paths, the study found that the students' learning behaviors positively affect the learning outcomes, and their learning paths follow the logical sequence of course teaching; the students' digital learning inputs are strongly performance-oriented; and the learning platform's path design and workflow basically meet the students' learning needs.

Key words: digital learning; lag sequence analysis method; learning behavior; learning path

(责任编辑 章践立)