

互联网+教育创新研究丛书 丛书主编 祝智庭 杨孝堂

在线教育学习分析研究

魏顺平 著

 中央广播电视大学出版社

互联网+教育创新研究丛书 丛书主编 祝智庭 杨孝堂



在线教育学习分析研究

魏顺平 著

中央广播电视大学出版社

北京

图书在版编目 (CIP) 数据

在线教育学习分析研究 / 魏顺平著. —北京: 中央广播电视大学出版社, 2016. 8

(互联网+教育创新研究丛书)

ISBN 978-7-304-07995-6

I. ①在… II. ①魏… III. ①网络教学—研究 IV. ①G434

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 187689 号

版权所有, 翻印必究。

互联网+教育创新研究丛书 丛书主编 祝智庭 杨孝堂

在线教育学习分析研究

ZAIXIAN JIAOYU XUEXI FENXI YANJIU

魏顺平 著

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010-66490011

总编室 010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 来继文

版式设计: 赵洋

责任编辑: 王可

责任校对: 宋亦芳

责任印制: 赵连生

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

版本: 2016 年 8 月第 1 版

2016 年 8 月第 1 次印刷

开本: B5

插页: 2 面

印张: 16.25

字数: 204 千字

书号: ISBN 978-7-304-07995-6

定价: 39.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

目 录

| | | |
|----------|------------------------|-----------|
| 1 | 绪论 | 1 |
| 1.1 | 技术发展催生教育新业态 | 3 |
| 1.2 | 教育新业态呼唤教育新技术 | 6 |
| 2 | 学习分析知识体系 | 9 |
| 2.1 | 学习分析概述 | 9 |
| 2.2 | 学习分析框架 | 16 |
| 2.3 | 学习分析数据模型 | 26 |
| 2.4 | 学习分析的关键技术与工具 | 34 |
| 2.5 | 学习分析数据组合及其处理方法 | 72 |
| 2.6 | 学习分析典型应用 | 89 |
| 2.7 | 本章小结 | 94 |
| 3 | 在线学习规律发现模式构建与应用 | 96 |
| 3.1 | 文献探讨 | 96 |
| 3.2 | 模式构建 | 100 |
| 3.3 | 成人学生特征分析 | 102 |
| 3.4 | 成人在线学习行为特点分析 | 119 |
| 3.5 | 成人在线学习投入影响因素分析 | 135 |
| 3.6 | 本章小结 | 147 |



| | | |
|----------|------------------------|------------|
| 4 | 在线教学反思模式构建与应用 | 149 |
| 4.1 | 文献探讨 | 149 |
| 4.2 | 模式构建 | 151 |
| 4.3 | 在线教学反思模式应用 | 154 |
| 4.4 | 本章小结 | 191 |
| 5 | 在线学习自动评价模式构建与应用 | 193 |
| 5.1 | 文献探讨 | 194 |
| 5.2 | 在线学习自动评价模式构建 | 196 |
| 5.3 | 在线学习自动评价模式应用 | 198 |
| 5.4 | 本章小结 | 209 |
| 6 | 在线教学绩效评估模式构建与应用 | 211 |
| 6.1 | 需求分析 | 212 |
| 6.2 | 模式构建 | 213 |
| 6.3 | 模式应用 | 214 |
| 6.4 | 本章小结 | 227 |
| 7 | 发展学习分析系统 | 229 |
| 7.1 | 已有学习分析系统设计方案 | 230 |
| 7.2 | 设计学习分析系统 | 232 |
| 7.3 | 构建在线学习质量监测平台 | 234 |
| 7.4 | 结语 | 235 |
| | 参考文献 | 237 |
| | 附录1 图索引 | 245 |
| | 附录2 表索引 | 249 |

1 绪 论

2011 年以来，在美国顶尖大学中迅速发展起来并影响世界的大规模在线开放课程（Massive Open Online Courses, MOOCs, 译为慕课）模式无疑给“在线学习”这一学习形式树立了成功应用的典范。随着大规模在线学习的开展，大批量学习行为数据不断积累，逐渐形成了教育大数据。如何利用教育大数据，将这些数据转变为信息和知识，并为教育决策和教学优化服务，而不至于“被淹没在数据的海洋中，却又忍受着信息的饥渴”，已经成为教育工作者所关注的内容。此时，“学习分析”这一新的领域应运而生。美国新媒体联盟（New Media Consortium, NMC）发布的《新媒体联盟地平线报告：2013 高等教育版》将“学习分析”选为 2~3 年内将对高等教育领域的学习、教学和创新研究产生影响的新兴技术之一，并指出学习分析与教育大数据紧密相关，学习分析就是从教育大数据中对教与学过程的模式和趋势进行解释。学习分析在教育界的兴起并非偶然，这与当前“互联网+教育”的融合发展、大数据技术在各行各业的广泛应用不无关系。

在 2015 年 3 月 5 日第十二届全国人民代表大会第三次会议上，李克强总理在《政府工作报告》中首次提出“互联网+”行动计划。“互联网+”是创新 2.0 下的互联网发展新形态、新业态，是知识社会创新 2.0 推动下互联网形态演进及其催生的经济社会发展

新形态。“互联网+”是互联网思维进一步实践的成果，它代表一种先进的生产力，推动经济形态不断地发生演变，从而带动社会经济实体的生命力，为改革、创新、发展提供广阔的网络平台。“互联网+”有四个核心特征，即新的基础设施、新的生产要素、新的社会空间、新的业态体系，其中，新的基础设施由云、网、端构成，数据与信息资源已经成为各行业最核心的资产。信息（数据）成为独立的生产要素，历经近半个世纪的信息化过程，信息技术的超常规速度发展促成了信息（数据）量和处理能力的爆炸性增长，大数据成为夺目的现象级特征^①。

《科学》（*Science*）在2011年2月推出了专刊《处理大数据》（*Dealing with Data*），围绕着科学研究中的大数据问题展开讨论，说明了大数据的重要性，大数据开始进入大众视野^②。“大数据”是继“云计算”“物联网”之后又一个炙手可热的名词。数据量巨大（Volume）、数据新增速度加快（Velocity）、数据来源多样化（Variety）、数据价值密度低（Value）被视为大数据的四个核心特征^③。进入2012年，随着计算能力量级的全面提升，加上对社交网络数据、机器数据等分析需求的释放，一个有利于大数据产业兴起的外部环境应运而生。数据除作为必要成分驱动业务（如金融交易数据、电子商务交易数据）以外，数据产品的开发（通过数据用途的扩展创造新的价值，如精准网络广告）更是为攫取数据财富提供了新的源泉。^④正是出于大数据的重大价值，经李克强总理签批，2015年8月31日，国务院印发《促进大数据发展行动纲要》，系统

① 阿里研究院：《互联网+：从IT到DT》，27页，北京，机械工业出版社，2015。

② 许晓东、王锦华、卞良等：《高等教育的数据治理研究》，载《高等工程教育研究》，2015（5），25~30页。

③ MCAFEE A, BRYNJOLFSSON E. Big data: The management revolution. *Harvard Business Review*, 2012 (10): 3-9.

④ 同①。

部署大数据发展工作。

在“互联网+”范畴相关技术（包括大数据、物联网、移动互联网、云计算等）的推动下，教育信息化领域出现了新业态，在线教育广泛普及，数字学习环境向智慧学习环境转型升级。

1.1 技术发展催生教育新业态

1.1.1 教育信息化成绩显著

党中央、国务院一直十分重视教育信息化工作。自1994年启动中国教育和科研计算机网（China Education and Research Network, CERNET）建设以来，经过“211工程”“985工程”“面向21世纪教育振兴行动计划”“农村中小学远程教育工程”“西部大学校园计算机网络建设工程”“高等学校本科教学质量与教学改革工程”“校校通”“三通两平台”“办好开放大学”等一系列重大工程建设，到2015年，全国中小学互联网接入率达85%，多媒体教室拥有率达77%，37.1%的学校已实现全部应用数字教育资源开展课堂教学。

2015年11月19日，中共中央政治局委员、国务院副总理刘延东出席第二次全国教育信息化工作电视电话会议时指出，“十二五”以来，教育信息化成绩显著，“宽带网络校校通”“优质资源班班通”“网络学习空间人人通”三项工程取得突破性进展，教育资源和教育管理两大平台广泛应用，有力促进了教育改革和发展^①。

刘延东强调，“十三五”时期，要大力推进教育信息化，运用

^① 刘延东：《以教育信息化全面推动教育现代化》，http://news.xinhuanet.com/info/ttgg/2015-11/23/c_134844335.htm，2015-12-23。

现代信息技术，让农村、边远、贫困和民族地区的孩子们共享优质教育资源，缩小区域、城乡、校际差距。要提高教师运用信息技术的能力，创新教育理念和教学模式，提高人才培养质量。要把握“互联网+”潮流，通过开放共享教育、科技资源，为创客、众创等创新活动提供有力支持，为全民学习、终身学习提供教育公共服务。要推进学生、教职工、教育机构等管理信息系统建设，形成覆盖全国、互联互通的云服务体系，深化改革、创新机制，提升教育治理能力。

1.1.2 在线教育迅速兴起

可以说，我国在各级各类教育信息化上投入了大量的资金、人力、物力。教育信息化基础设施、学习平台和优质资源建设投入的目的是要带来学习方式的变革。

近年来，大规模在线开放课程（慕课）等新型在线开放课程和学习平台在世界范围内迅速兴起，它拓展了教学时空，增强了教学吸引力，激发了学习者的学习积极性和自主性，扩大了优质教育资源的受益面，正在促进教学内容、教学方法、教学模式和教学管理体制机制发生变革，给高等教育教学改革发展带来了新的机遇和挑战。

2015年4月13日，教育部下发《教育部关于加强高等学校在线开放课程建设应用与管理的意见》（教高〔2015〕3号）。该文件提出，建设一批以大规模在线开放课程为代表、课程应用与教学服务相融通的优质在线开放课程；建设在线开放课程公共服务平台；促进在线开放课程广泛应用^①。

^① 教育部：《教育部关于加强高等学校在线开放课程建设应用与管理的意见》，<http://www.moe.edu.cn/publicfiles/business/htmlfiles/moe/s7056/201504/186490.html>，2015-12-27。

2015年12月22日,速途研究院发布的《2015年中国在线教育市场报告》显示,在线教育市场拓展速度加快,预计2016年在线教育市场将达到1885.9亿元。自2013年起,在线教育用户数量增速开始加快。在2013年之前,在线教育用户规模每年的增长率都在20%以下,2013年用户增长率仅为8.6%。自2014年起,用户规模增长率持续上涨,2015年达到了9640万人,预计2016年在线教育用户将突破1.2亿人。在线教育在移动端的普及速度较快,2015年在线教育用户在移动互联网终端的比例首次超过计算机终端,移动教育成为平台和创业者的新发力点。在互联网的飞速发展下,在线教育方式的覆盖率快速提高,传统教育机构的变革速度逐渐加快,学校或一些官方教育机构也将在互联网的大潮下,加快进行线上教育的建设。^①

1.1.3 学习环境转型升级

在信息时代出生的人通常被称为“数字土著(Digital Native)”^②或“网络一代(Net Generation)”,他们有很强的个性,能迅速接受信息,他们喜欢同时处理多种任务,喜欢在文本前呈现图表,喜欢随机进入(如超文本)^③。很多时候,他们所接受的信息和从网上学到的知识超过了他们的老师。“数字土著”一代对学习环境提出了新的诉求,他们要求能随时随地接入网络,获得各种信息和个性化的学习资源;他们希望能在移动中学习、在户外甚至野外学习;他们希望学习环境足够舒适,就像在电影院中看电影一样,能够享受

① 速途研究院:《2015年中国在线教育市场报告》, <http://www.sootoo.com/content/659582.shtml>, 2015-12-27。

② BENNETT S, MATON K, KERVIN L. The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 2008 (5): 775-786.

③ PRENSKY M. Digital natives, digital immigrants Part 1. *On the Horizon*, 2001 (5): 1-6.

学习；他们希望在社会性网络中共享观点、沟通和讨论；他们希望通过多种灵活、方便的途径，关注自己感兴趣的问题；等等。这种新型的学习环境已经不仅仅是一种数字学习环境，而是数字学习环境的高端形态，即智慧学习环境。

智慧学习环境是指一种能感知学习情境、识别学生特征、提供合适的学习资源与便利的互动工具、自动记录学习过程和评测学习成果，以促进学生有效学习的学习场所或活动空间^①。智慧学习环境是普通数字学习环境的高端形态，是教育技术发展的必然结果。

智慧学习环境的技术特征主要体现在记录过程、识别情境、连接社群、感知环境四方面，其目的是促进学生轻松、投入和有效地学习。技术的发展为智慧学习环境的构建提供了有力支持：人工智能技术能够实现对学生学习过程的记录和学习情境的识别；传感器技术能够实现对学习情境和学习环境的感知；通信技术能够实现学生的有效连接。

1.2 教育新业态呼唤教育新技术

既然在线教育和智慧学习环境是在“互联网+”的大背景下产生的，它们必然继承了“互联网+”的各种基因，其中之一就是数据成为新的教学要素，数据与信息资源将成为教育新业态最核心的资产。

在开展在线教学时，辅导教师虽然不能像在面授教学时那样亲眼看到每一个学生的学习表现，但是学习平台能记录教室所不能记

^① 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》，载《开放教育研究》，2012（1），75~84页。

录的学生做出的各种行为，包括登录平台、浏览资源、做作业、参与讨论等。以目前世界范围内使用最为广泛的开源学习管理系统 Moodle 为例，Moodle 平台的日志功能较为完善，较为完整地记录了用户在平台各模块 [包括论坛 (Forum) 模块、文件资源 (Resource) 模块、作业 (Assignment) 模块、维基 (Wiki) 模块等] 上发生的多种行为 (如浏览、写入、修改、删除等)，并将其存储在日志数据表中。基于这些数据记录，研究人员可以探索发现学生的特征、在线学习行为特点及其影响因素等在线学习规律；辅导教师可以间接地了解到每一个学生的学习表现，并基于这些表现做出客观的学习评价，还可以重温整个教学过程，聚焦于重点教学活动，重新审视评价结果；管理者可以对照工作目标或绩效标准对在线教学工作做出评价，进而为下一步的教学工作安排提供决策参考；等等。在线教育领域对数据的挖掘与分析不仅是可能的，而且是必要的。

智慧学习环境的智慧主要源自各种数据的采集、处理与自动反馈。智慧学习环境能通过动作捕获、情感计算、眼动跟踪等，感知并记录学生在知识获取、课堂互动、小组协作等方面的情况，追踪其学习过程，分析其学习结果，建立学生模型，从而为更加全面、准确地评价学生的学习效果提供重要依据。

当前，围绕学生学习过程数据的分析和利用，形成了一个新的研究方向，即“大数据与学习分析”^①。

本书即以“学习分析”这一教育信息化新兴研究领域为研究选题，从定义、框架、数据模型、关键技术与工具、典型应用等方面对“学习分析”这一主题展开系统研究，力求较为完整地呈现这一

^① JOHNSON L, ADAMS BECKER S, CUMMINS M, et al. NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2013.

领域的知识体系；分析、归纳学习分析的典型应用和典型任务，并整合学习分析的若干方法和工具，构建学习分析模式；从多种用户（包括研究人员、辅导教师和管理者）的视角，在网络高等教育领域中应用学习分析模式，调查该领域中成人学生在线学习的现状，发现成人学生的特征及其学习行为规律，辅助完成教学评价和工作绩效评估，以检验学习分析模式的有效性。

本书先后完成了“学习分析知识体系研究”、研究人员视角下的“在线学习规律发现模式构建与应用研究”、辅导教师视角下的“在线教学反思模式构建与应用研究”、辅导教师视角下的“在线学习自动评价模式构建与应用研究”、管理者视角下的“在线教学绩效评估模式构建与应用研究”，其中，“学习分析知识体系研究”是其他四项研究发现的基础。本书内容框架如图 1-1 所示。

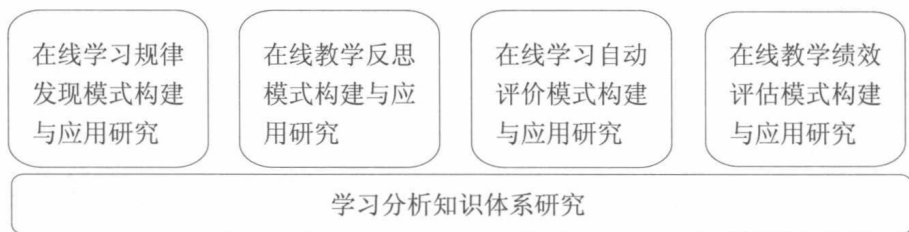


图 1-1 本书内容框架

2 学习分析知识体系

本章从定义、框架、数据模型、关键技术与工具、数据组合方式与处理方法、典型应用等方面对“学习分析”这一主题展开系统研究，力求较为完整地呈现这一领域的知识体系。

2.1 学习分析概述

2.1.1 基本概念

“学习分析”这一术语对应的英文是 learning analytics。在中国，learning analytics 被译为“学习分析”“学习分析技术”或“学习分析学”，其中，“学习分析”最为普遍。学习分析本质上是一类技术。

“学习分析”这一术语虽然在 2010 年前后才出现，但相关实践早已开展。关于学习分析的实践可以追溯到计算机管理教学 (Computer Managed Instruction, CMI)^①。从 20 世纪 60 年代末，计算

^① 顾小清、张进良、蔡慧英：《学习分析：正在浮现中的数据技术》，载《远程教育杂志》，2012（1）：18~25页。

机管理教学就开始通过教育数据分析辅助个别化教学决策，这些数据包括学生的学术记录、成绩、学习过程、测试文档与答案、学生活动记录等。到 20 世纪 90 年代末，随着各国信息化进程的推进，应用计算机挖掘和分析相关数据支持科学决策（Data-Driven Decision Making, DDDM）的实践逐渐发展起来。与此同时，随着网络课程和网络教学平台的普及，大量的学习数据被自动记录在网络日志中，人们开始对这些被记录在网络日志中的学生在线学习数据产生兴趣，并将以分析用户数据为核心的网络分析技术应用在学校、地区和国家等较为宏观层面的在线学习行为的分析中，推动了学术分析实践的发展。2004 年，高等教育领域“智能辅导系统”和“人工智能系统”的研发掀起了人们对教育数据挖掘研究的热潮，其中包含大量对学习数据的分析与挖掘，为学习分析领域的孕育、成熟奠定了基础^①。

在 2011 年首届学习分析和知识国际学术会议上，与会者一致认为，学习分析是指测量、收集、分析和报告有关学生及其学习环境的数据，用以理解和优化学习及其产生的环境的技术^②。

《新媒体联盟地平线报告：2012 高等教育版》也给出了近似的定义，即学习分析是指对学生生成的海量数据的解释和分析，以评估学生的学术进展，预测未来的表现，并发现潜在的问题^③。

从这些定义可以看出，学习分析的处理对象是学生及其学习环境，目的是评估学生、发现潜在的问题、理解和优化学习，基础是海量的数据。

① BAEPLER P, MURDOCH C J. Academic analytics and data mining in higher education. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 2010 (2): 170-178.

② SIEMENS G. 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge 2011. <https://tekri.athabascau.ca/analytics/about>, 2016-01-15.

③ JOHNSON L, ADAMS BECKER S, CUMMINS M. *The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2012.



从已有的研究结果和实践来看,确切地说,学习分析是在线学习分析,因为只有在线学习才能以数据的形式记录学生学习过程,而这些数据是分析的基础。当然,随着技术的进步和智慧学习环境的不断完善,线下学习和线上学习将完美融合,所有的学习活动均有记录,学习分析将回归它的本义。

在《新媒体联盟地平线报告》中连续四年把学习分析作为影响教育发展的趋势和关键技术^①。2011年以来,为了促进学习分析的发展和学者之间的学术交流,每年都会举行一届学习分析与知识国际会议(International Conference on Learning Analytics and Knowledge, LAK)。2013年夏季,美国学习分析研究会(Society for Learning Analytics Research, SOLAR)、国际教育数据挖掘研究会(International Educational Data Mining Society, IEDMS)等在斯坦福大学建立了斯坦福学习分析夏季学院,为学习分析研究和应用培训提供支持。目前,学习分析在大学教与学中的应用进展非常迅速,学习分析已经成为教育信息化的一个新浪潮。在2014年美国高等教育信息化协会(EDUCAUSE)发布的“高等教育信息化十大战略技术”研究报告中,对学习分析的使用情况做了统计:35%的学校建立了课程层面的分析架构;35%的学校建立了业务绩效的分析架构;32%的学校建立了学位指导的分析架构;47%的学校建立了业务情报报告仪表盘。^②美国学习分析研究会、美国高等教育信息化协会、英国开放大学知识媒体研究所(Knowledge Media Institute, KMI)、学习分析与知识国际

^① JOHNSON L, SMITH R, WILLIS H, et al. The 2011 Horizon Report. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2011; JOHNSON L, ADAMS BECKER S, CUMMINS M. The NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2012; JOHNSON L, ADAMS BECKER S, CUMMINS M, et al. NMC Horizon Report: 2013 Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2013; JOHNSON L, ADAMS BECKER S, ESTRADA V, et al. NMC Horizon Report: 2014 Higher Education Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium, 2014.

^② 刘永贵、郑旭东:《美国高等教育信息化的进展与趋势:EDUCASUE年度高等教育信息化十大战略议题解读》,载《开放教育研究》,2008(6),122~126页。

会议等学术机构和会议推动了学习分析的发展^①。学习分析与知识国际会议历年召开的时间、地点和主题如表 2-1 所示。从会议的主题变化可以看出,学习分析已经由概念发展到应用、由理论研究发展到实践研究。学习分析是在大数据背景下发展的分析技术,第五届学习分析与知识国际会议即以大数据作为主题。

表 2-1 学习分析与知识国际会议历年召开的时间、地点和主题

| 会议 | 时间 | 地点 | 主题 |
|-------|-------------------------|------------|---------------------------------|
| LAK11 | 2011 年 2 月 27 日—3 月 1 日 | 加拿大亚伯达省班夫市 | 学习分析、社会和教学等维度的整合 |
| LAK12 | 2012 年 4 月 29 日—5 月 2 日 | 加拿大温哥华市 | 学习分析、知识建模和表征、知识工作和分析等领域的现状及发展策略 |
| LAK13 | 2013 年 4 月 8—12 日 | 比利时勒芬市 | 学习分析辩证法 |
| LAK14 | 2014 年 3 月 24—28 日 | 美国印第安纳波利斯市 | 学习分析研究、理论与实践整合 |
| LAK15 | 2015 年 3 月 16—20 日 | 美国纽约波基普西市 | 缩放: 大数据、大影响 |
| LAK16 | 2016 年 4 月 25—29 日 | 英国爱丁堡 | 提高影响: 汇聚落地、实施和验证的团队 |

2.1.2 相关辨析

1. 学习分析与教育数据挖掘各有侧重

乔治·西蒙斯 (George Siemens) 和瑞恩·贝克 (Ryan Baker) 详细地分析了学习分析与教育数据挖掘 (Data Mining) 的共性。他们认为,这两个概念都是数据驱动下教育领域的分析技术,其在研

^① 吴永和、陈丹、马晓玲等:《学习分析:教育信息化的新浪潮》,载《远程教育杂志》,2013(4),11~19页。