

“互联网+”背景下的学生个性化学习系统开发:现状与启示

周皖婧¹ 辛涛² 刘拓³

(1. 北京师范大学 发展心理研究所, 北京 100875; 2. 北京师范大学 中国教育质量监测协同创新中心, 北京 100875; 3. 天津师范大学 教育科学学院, 天津 300387)

摘要:随着“互联网+”时代的到来,个性化学习系统的开发成为教育技术领域的热点。个性化学习系统可以实现对学生学习的及时评估并为他们推送和制定个性化的学习资源和学习路径,为教学相关人员提供及时干预和政策制定的参考。本文对个性化学习系统的自适应引擎、内容模块、学习者模块及指导模块等重要组成进行了介绍,通过分析学习分析技术及教育测量模型为个性化学习系统理论框架的完善提供了方向,同时梳理了以Knewton为代表的国外个性化学习系统的应用发展,并对我国个性化学习系统的开发应用提出了一些政策性建议。

关键词:个性化学习;学习分析;教育测量

中图分类号:G434 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-4519(2016)06-0079-06

DOI:10.14138/j.1001-4519.2016.06.007906

一、引言

孔子“因材施教”的教育思想被世界各国的教育者们倡导多年,但由于客观条件的限制,一直未能在实践中得到应用。我国应试教育初期主要以教师为中心,填鸭式教学大行其道,学生很难得到一对一的针对性学习辅导。

进入21世纪以来,国家教育相关单位也意识到应试教育初期在教与学方面所存在的问题,教育部在2001年颁布了《基础教育课程改革纲要(试行)》,强调教师及相关人员要转变传统教学方式,为学生提供主动探究、积极交流的个性化学习方式^①。翻转课堂应运而生,学生可以利用互联网丰富的学习资源进行学习。在课堂内的宝贵时间,学生能够运用所学,合作研究解决问题,从而获得对所学知识更深层次的理解。教师也因此被解放出来,能有更多时间与每位学生交流,以此满足学生的需要和促进他们的个性化学习,让学生学习更加灵活、主动,有更强的参与度。

由于学生越来越多的学习行为在网络中发生,这直接导致互联网中与学生学习行为相关的数据呈爆炸式增长,人们已经在不知不觉中进入了教育领域的“大数据”时代。不难发现,未来教育的方向是整合构建一体化的个性化学习系统。但个性化学习系统的开发无论在国内国外都尚属起步阶段,它的技术理论还有待完善,实施过程中也还存在许多困难与挑战。本文将从内涵组成、理论框架及应用开发几方面对个性化学习系统进行论述与分析。

收稿日期:2016-09-06

作者简介:周皖婧,重庆人,北京师范大学发展心理研究所硕士研究生,研究方向为教育测量与评价;辛涛,陕西周至人,北京师范大学中国教育质量监测协同创新中心副主任,研究方向为教育测量与评价;刘拓,湖南长沙人,天津师范大学教育科学学院讲师,研究方向为心理测量与测验。

^①教育部. 基础教育课程改革纲要(试行)[Z]. 2001.

二、个性化学习系统的内涵与组成

(一) 个性化学习系统的内涵

个性化学习系统被广泛接受的定义是“使用特定的教学策略和学习资源为学生提供满足他们不同需求的学习经历”^①。个性化学习系统一般有三个特征:第一,在进行个性化学习之前,学生会接受诊断性评估,然后根据评估得出的能力值为学生提供学习材料;第二,为学生提供特定的学习活动和材料以帮助学生达到学习目标,实现合作学习;第三,学生以与自己的能力和兴趣相符的步调逐渐掌握学习内容,系统会对学生定期评估,并告知他们学习进展。^②而在这一系统中自适应学习技术是核心,它能够通过全面地对学习者进行测量评价并为其推送合适的学习资源和测验来帮助学习者更高效地学习。这一技术的实现无疑也能帮助教育相关人员更精准及时地理解学习者,为他们提供适时的针对性指导与干预,制定更加成熟的教育政策。虽然自适应学习技术还有待完善,但也具有广阔的发展空间。美国新媒体联盟(New Media Consortium, NMC)与高校教育信息化协会(EDUCAUSE)最新发布的《美国新媒体联盟地平线报告(2015 高等教育版)》中指出,自适应学习技术将会在未来4年至5年被教育领域广泛采用。^③

(二) 个性化学习系统的组成模块

个性化学习中两个最核心的环节就是评估与反馈推送,传统的教学评估往往存在片面、主观、模糊化的倾向。教学中由于每个班学生人数较多也导致反馈不够及时,不够有针对性,更没有个性化的学习资源推送。而个性化学习所独有的组成模块就能很好地规避传统教学的弊端,它的主要模块如下^④:

内容模块。个性化学习系统的内容模块的功能是传递学习者所需的学习内容。内容模块主要包含学习对象和知识结构。学习对象就像“乐高”积木,都是很小但可以重复使用的一块积木,它的形式包括视频、程序、故事、模拟及案例研究等,它们可以用于构建更大的学习材料的集合。知识结构中的知识可以看作节点,他们之间存在依赖关系,每个节点都至少有一个相关的学习对象,每个节点由于涵盖的知识、技巧或能力类型不同而属于不同的知识类型。知识类型包括基本概念公式、程序性知识及概念层级关系等。一般限制每一个节点只对应一个知识类型,这有助于确保课程被分解为合适粒度,也便于个性化系统针对不同的知识类型运用不同策略进行指导和评价。

学习者模型。学习者模型主要包含对学习者的知识熟练度的评估及推论。这是个性化学习系统有效性和可靠性评估的重要组成部分。评估主要包括领域相关信息的评估和领域独立信息的评估。领域相关信息的评估可以及时更新学习者模型中的内容,确认学习者已知的部分,专注指导和评估学习者薄弱的环节。计算机可以根据更新的学习者模型调整课程。领域独立信息的评估与学习者认知能力、人格特质等侧写数据有关,它允许系统在对特定学习者进行评估后选择对他们最有效的学习顺序和内容形式。如,根据学习者的归纳推理能力确定例子和概念呈现的先后顺序^⑤,给具有探索性学习风格的学生提供非结构化的学习体验^⑥,或给工作记忆容量低的学生提供更小的学习单元^⑦。

① Wang, Margaret C., and Herbert J. Walberg, "Adaptive instruction and classroom time," *American Educational Research Journal* 20,4 (1983): 601-626.

② Wang, Margaret C., and C. MauritzLindvall, "Individual differences and school learning environments," *Review of research in education* 11 (1984): 161-225.

③ 龚志武等. 新媒体联盟 2015 地平线报告高等教育版[J]. 现代远程教育研究, 2015, (2): 3-22.

④ Shute, Valerie, and Brendon Towle, "Adaptive e-learning," *Educational Psychologist* 38,2 (2003): 105-114.

⑤ Catrambone, Richard, and Keith J. Holyoak, "Overcoming contextual limitations on problem-solving transfer," *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 15,6 (1989): 1147.

⑥ Shute, Valerie J., "A comparison of learning environments: All that glitters," *Computers as cognitive tools* (1993): 47-73.

⑦ Shute, Valerie J., "Who is likely to acquire programming skills?" *Journal of educational Computing research* 7,1 (1991): 1-24.

指导模块。它首先允许学生积极创建和操作学习对象;其次,一个有待学习的概念或规则需要具有多个不同的学习对象,这有助于自适应引擎提供与学习者侧写数据最匹配的学习对象,同时也便于系统发现学习者未掌握或第一次学习的知识节点;最后还需要为学习者提供总结性的学习活动,鼓励学习者反思和将所学的知识整合到其知识体系中。随着学习者完成一个学习活动,关于他们的知识技能节点的在线表现会用于评估和干预。当某个节点的值低于预设的掌握标准时,该学习者就成为需要额外指导、评估和补救的候选人,补救可以紧跟或直接嵌入学习序列。

适应性引擎。在内容模型、学习者模型、指导模型建立的基础之上,适应引擎的思想相对简单,首先是基于学习者知识需求选择呈现的节点。然后是根据特定学习者的特点和需要决定呈现哪些与这个节点有关的学习对象,在学习者学习过程中还要对学习对象进行排序或调整,依次呈现相应学习对象直到学习者已经掌握了该节点的知识,然后再重复节点选择的过程,直到所有节点都被掌握。而自适应引擎运作的实际过程就相对复杂,系统需要为学生推送他们尚未完成但已经具备学习的先决条件的学习对象,在推送之前系统会对学生进行简短测验,以确定学生当前的状态水平,然后根据一系列规则或算法组织将要呈现的学习对象,而这些规则或算法会利用学习者模型中学生学习互动的历史数据、内容模型中节点所包含的学习对象等,最终确定学习对象呈现的先后顺序,而这一顺序也是及时更新和动态调整的,因此这一模块也是自适应学习技术的核心。

三、个性化学习系统的理论框架

人工智能和数据挖掘是目前“互联网+”背景下最主要的分析大数据的技术手段,而继承了两方诸多优势的学习分析技术由于其能够为个性化学习系统开发提供切实可行的理论框架,已经成为个性化学习系统不可或缺的重要组成部分。除此之外,传统的心理教育测量评价模型也在个性化学习系统建设中发挥着重要作用,两者综合建模是未来个性化学习系统开发的一大方向。

(一) 学习分析技术

在2011年举办的首届“学习分析和知识国际会议”上,与会者一致认为:学习分析技术是测量、收集、分析和报告有关学习者及其学习环境的数据,用以理解和优化学习及其环境的技术。从以上的定义可以看出,学习分析技术分析的对象是学习者及其学习环境,目的是评价学习者、监测学习者的学习效果,发现潜在问题并及时做出干预。学习分析侧重于对学生学习的认知特征、位置、情境及情绪等影响学习的因素进行分析,并对学生的学习结果进行预测,下面对运用较多的三个学习分析模型进行简单介绍。

学习者学习风格建模:学界已有许多相关的学习风格理论模型,其中费尔德-西尔弗曼学习风格模型是使用最为广泛的模型之一,这一理论模型的基本构建思想是先让学习者自主填写学习风格量表,通过这一显性方法对他们的学习风格初始化,再采用隐性方法推测学习风格,其中的隐性方法是通过贝叶斯网络方法。最终通过显隐两种方法的结合确定学习风格。研究结果证明此学习风格模型具有很高的预测精确度。^①

学习者情绪建模:学习者情绪建模是指在学习过程中对学习者的不同情绪状态进行检测,包括无聊、兴奋、沮丧等,以发现这些情绪对学习过程和学习积极性的影响。情绪建模所需的设备包括视觉跟踪器、心脏速率监视器等可穿戴设备。据此可以采集和分析学习者在特定学习时间内的专注时间长短、微笑次数、心跳速率等生理指标数据,进而把握情绪状态对学习效果的影响。其中视觉追踪研究就曾证明较高的情绪能够促进学习者的学习积极性。^②

学习活动建模:由于学习者在线上进行学习活动的痕迹都被系统追踪记录下来,因此相关人员很容

①姜强等. 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, 2012, (11): 55-61.

②Vatrapu, Ravi, et al, "An eye-tracking study of notational, informational, and emotional aspects of learning analytics representations," *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge*. ACM. 2013.

易获得学习者网上学习论坛的参与情况、学习视频的观看时长、在线作业的完成情况以及在线测评中的表现等信息。由此可以探索学习活动与学习结果的关系,并对学习者的学习活动进行建模,模型构建之后可用于对学习者的学习结果进行预测。^①

(二)学习分析与传统教育测量模型的结合

传统的教育测量模型聚焦于利用标准化评价中产生的结构化数据对学习者的能力水平和知识状态等特征进行建模,因此它在个性化学习系统的评估过程中扮演着重要角色。以项目反应理论(Item Response Theory, IRT)和认知诊断模型(Cognitive Diagnosis Method, CDM)为代表的学习者技能模型都是通过学生的外在表现对他们的潜在能力水平或知识掌握状态进行推断。学生的外在表现既可以通过个性化学习系统中的线上测验项目进行考察,也可以通过学生在系统中活动留下的痕迹进行推测,即外在的行为表现就是考察模型中潜在能力或知识掌握状态的证据。

由于传统的教育测量模型都具有完备的理论体系,与学习分析综合建模就能为基于网络及大数据的学习分析提供更可靠的理论支持。除此之外,无论是项目反应理论中最新发展出的多维项目反应理论所考查的能力种类的增多^②还是认知诊断模型固有的考虑多个认知属性及参数,都需要大量学生数据对模型中的相关参数进行估计,所以传统教育测量模型这一天然的特性也十分适合应用于当前个性化学习系统的大数据环境。

虽然传统的教育测量模型与学习分析有着各自的发展脉络,但是两者并没有严格界限,尤其是国外的研究团体在各自的个性化学习系统开发的进程中,逐渐强调学习过程中教育测量与评价的重要地位,所以两者在实践中也开始逐渐融合。研究者主要借助数据挖掘技术将两者结合起来。在运用学习分析技术从学生在个性化学习的系统中留下的痕迹抽取恰当的观察变量,并将这种变量有效用于传统测量模型的过程中,数据挖掘的特征抽取和维度约减的功能恰好能满足将二者融合的需求。虽然学习分析中的数据挖掘是从学生学习过程的原始数据中挖掘行为模式,缺少深层潜变量来解释这些观察变量所代表的内在心理机制,但数据挖掘仍然可以在学习者模型的建构中作为辅助方法应用,识别潜变量,探索潜变量之间的关系,以达到数据和理论建构双向驱动的效果。

目前,被广泛应用的学习者技能模型——贝叶斯网络模型就是基于数据和理论双向驱动的模式成果。贝叶斯网络是具有高度灵活性的图解概率模型结构,它提供了意义明确的通过可观察的反应计算不可观察的特质的成熟的概率计算形式。与认知诊断模型一样,模型中学生需要掌握的技能或概念也具有一定的层级关系。由于其更依赖于大量的数据而非理论^③,因此在通过数据建立贝叶斯网络结构的同时,还要经过专家评估对网络结构进行修正。今后类似的学习者模型的构建就可以致力于将理论构建与数据驱动结合起来,形成一套完备的个性化学习系统的理论框架。

四、个性化学习系统的应用

我国个性化学习系统的发展还处于起步阶段,几乎没有完备的个性化学习系统,因此本节主要介绍国外个性化学习系统在教育领域的应用。

个性化学习系统在中小学教育领域的一大重要应用就是智能辅导系统(Intelligent Tutoring System, ITS)。亚历克斯(ALEKS)和卡内基学习认知导师(Carnegie Learning's Cognitive Tutor)是在数学学科领域应用最广的智能辅导系统。它们与传统教师教学的比较结果也体现了个性化学习系统的优势。^④除了数学领域,在计算

①徐鹏等.大数据视角分析学习变革[J].远程教育杂志,2013,(6):11-17.

②Briggs, Derek C., and Mark Wilson, "An introduction to multidimensional measurement using Rasch models," *Journal of applied measurement* 4,1 (2003): 87-100.

③Neapolitan R E, *Learning bayesiannetworks* (NY: Prentice Hall, 2004).

④Craig, Scotty D., et al, "Learning with ALEKS: The Impact of Students' Attendance in a Mathematics After-School Program," *International Conference on Artificial Intelligence in Education*. Springer Berlin Heidelberg, 2011.

机及英语学习领域的相关研究结果也证明了个性化学习系统的高效性^①。设计合理的个性化学习系统至少可以达到和传统教育相等的教学效果,因此可以使其他重要的教学资源得到更有效的重新配置。

个性化学习系统在高等教育方面的应用与发展相对缓慢,但随着发行商和教育科技公司合作,其发展也愈加迅速。在2010年,Knewton公司开始与大型高校搭档扩展了它们经企管理研究生入学考试(Graduate Management Admission Test, GMAT)的预产品,形成了自适应的数学补救教育课程。其中,2011年Knewton公司与Pearson公司合作开发的大型个性化学习平台Knewton最受瞩目^②。

Knewton这一个性化学习系统的实现方式与前文所提到的个性化学习系统类似,但它也拥有独特的基础结构。它一共由三个基础结构构成:第一部分是数据基础结构,其中的自适应本体是将个体和概念进行关系映射,对个体的学习目标、学习兴趣进行整合分类,而模型计算引擎则用于处理及计算实时数据流,为数据之后的使用做准备;第二部分是推断基础结构,其中的心理测量引擎用于评估学生能力、内容参数等,学习策略引擎用于评估学生对教学、评价等变化的敏感度,反馈引擎可以使数据统一化,并将结果反馈给自适应本体;第三部分是个性化基础结构,其中的推荐引擎提供关于学生接下来需要做什么、平衡目标、学生的优缺点、参与水平等信息,预测分析引擎用于预测学生的测量指标,比如达到学习目标的可能性,期望分数等,统一的学习历史使学生能够将不同的学习应用程序、主题范围和时间节点的学习经验联系起来,使学生在任何一个Knewton支持的应用中都能轻松地开始学习。

Knewton可以将大量的数据转化到认知交互模型,评估者、排序者或数据框架中,这有利于教学管理人员及出版者对教学内容进行分析、调整和改善。Knewton还提供了关于全班学生在学习数学过程中一个仪表盘,帮助老师理解学生在整个班级中的学习模式并且将学习相同材料的学习者分到一组,安排同伴评审并使学生形成互补的学习小组。Knewton还可以通过及时的反馈帮助学生尽快自我修正,从而提高学生自信,减少学生不安和挫败。

除此之外,Knewton还充分利用了大数据的优势。随着使用Knewton的学习者越来越多,学习对象或测验和知识属性之间的关系就会越精简,通过系统给学生传送的推荐就会越精准。当一个学习者学习特定概念的时候,系统会找到之前已经学习过这一概念的和相似的学习者,并将之前已经证明有效的学习路径告知给即将学习的学习者。这样一来,当学习者经历一个特殊的问题时,他不会受制于周围没有和他经历同样学习困难的同伴这一事实。Knewton能将百万其他学习者的综合数据用于帮助每个人学习每个特定的概念。已有实践证明Knewton对学生考试通过率的增加、辍学率的减少、完成学业效率的提高都有显著贡献。

五、个性化学习系统开发的政策建议

纵观国外个性化学习系统的建设之路,无论是2006年新加坡政府启动“智慧国2015计划”,开展学校和教育部与开发个性化学习系统的公司紧密合作;还是2011年韩国教育科学技术部向政府提交《通往人才大国之路:推进智慧教育战略》提案;或是美国将教育部发布的《改变美国教育:技术增强的学习——美国国家教育技术计划2010》作为未来五年美国教育发展的战略蓝图^③,我们可以发现顶层设计、政企结合、以点带面是世界各国在建设个性化系统过程中为之努力的方向。

顶层设计。个性化学习系统的开发并非一朝一夕之事,像美国、新加坡一类在建设个性化学习系统走在前列的国家也都是在政府相关部门深入调研了解本国教育发展现状的基础上才制定出统领全局的

①Leu, Jenq-Shiou, Cheng-Wei Tsai, and Wei-Hsiang Lin, "Resource searching in an unstructured P2P network based on Cloning Random Walker assisted by Dominating Set," *Computer Networks* 55,3 (2011): 722-733.

②Upbin, Bruce. "Knewton is building the world's smartest tutor." 2012.

③陈耀华,杨现民. 国际智慧教育发展战略及其对我国的启示[J]. 现代教育技术, 2014, (10).

发展方案。因此,国家政策支撑引领的顶层设计才是我们规划和构建个性化学习系统需要遵循的原则。目前,在我国已经相对成型的学生信息系统和其他各大教育机构创建的在线教育平台等大数据来源系统中都存在储存数据在结构和格式上不统一的问题,这也是由于缺乏政府宏观层面的统筹规划。然而,在大数据背景下的个性化教育技术平台中,学生及教育数据永远是系统的核心,只有在政策制定方面统一个性化学习系统的使用,解决学生数据结构及格式不规范的问题,个性化学习系统才能获得全面的关于学习者的相关数据记录,从而为真正实现个性化学习系统间的无缝整合打下坚实基础。

政企结合。由于包括学校在内的各级各类教育机构之间的组织体制存在差异,并且不同的教育机构和教师对于教育大数据在个性化学习系统的期望也有所不同,进而导致研究人员在相关应用开发的工作遇到困难,造成了许多个性化学习系统难以发挥作用。因此,相关的教学人员及学科专家也应发挥各自领域的优势,在个性化学习系统的开发过程中献言献策,提供切合教学实际的个性化学习系统的建设思路,摒弃以往技术公司单独决策的思想,确立由技术公司、教育管理部门和教学部门共同参与联合的工作方针。美国《通过教育数据挖掘和学习分析促进教与学》报告曾经指出,对数据的使用明了清晰的教育相关人员将会使相应的个性化学习系统的开发省时省力,这包括帮助开发者确定数据的选择性采集、呈现、解释、建模等。因此,各级教育机构、人员及企业应该展开广泛合作,共同构建个性化学习系统。

以点带面。目前,我国在构建个性化学习系统方面还处于起步阶段,利用大数据服务于个性化学习系统的相关资源和技术,与美国、新加坡、韩国等走在该领域发展前列的国家相比,还比较薄弱。不仅如此,我国在建设个性化学习系统方面面临着信息技术地区发展不平衡的问题,因此我国建设个性化学习系统的道路上并不能一蹴而就,需要以点带面,逐步在全国范围内普及个性化学习系统。我国可以借鉴新加坡、韩国等国的经验,先选择经济文化水平较发达、信息化水平较高的地区或学校进行试点,作为示范,使较晚起步的地区或学校能从中吸取经验教训,更快更好地建设符合本地区或本校实际情况的个性化学习平台。具体到每个学校时,相关人员可以先对其中一个系统的学生及教育数据进行挖掘和分析,然后再依次整合校内其他系统中的数据,最后逐渐联合地区内的所有学校一同构建覆盖整个地区甚至全国的个性化学习系统。

总之,个性化学习系统的开发面临着理论模型及算法整合的挑战,需要实现系统间的数据存储、转移、互操作等无缝连接,还要建设并管理个性化学习系统中的学习资源,需要国家政策层面上的整体把关和引领。这一系列问题与挑战即使是在这方面走在发展前列的国家也很难完全将它们有效解决。因此,我国的个性化学习系统的发展与完善的道路必然也要经历一个漫长的理论研究与技术实践的过程。

Personalized Learning System Development Under the Background of Internet: Present Situation and the Enlightenment

ZHOU Wan-jing¹ XIN Tao² LIU Tuo³

(1. Institute of Developmental Psychology, BNU, Beijing, 100875;

2. Collaborative Innovation Center of Assessment toward Basic Education Quality, BNU, Beijing, 100875;

3. Institute of Education Sciences, Tianjin Normal University, Tianjin, 300387)

Abstract: With the advent of the era of Internet +, the development of personalized learning system becomes a hotspot in the field of educational technology. Personalized learning system can realize timely evaluation of students' learning and provide students with personalized learning resources and learning path. In the meanwhile, this system can provide references to relevant teaching personnel for timely intervention and policy creation. This paper describes four important components of personalized learning system including adaptive engine, content module, learner module and instruction module. Through analyzing learning analytics and educational measurement models, this paper provides a direction for perfecting the theory frame of personalized learning system. Furthermore, this paper sorts out the overseas development and application of personalized learning system which is represented by Knewton and put forward some policy suggestions for the development and application of personalized learning system in China.

Key words: personalized learning; learning analytics; educational measurement